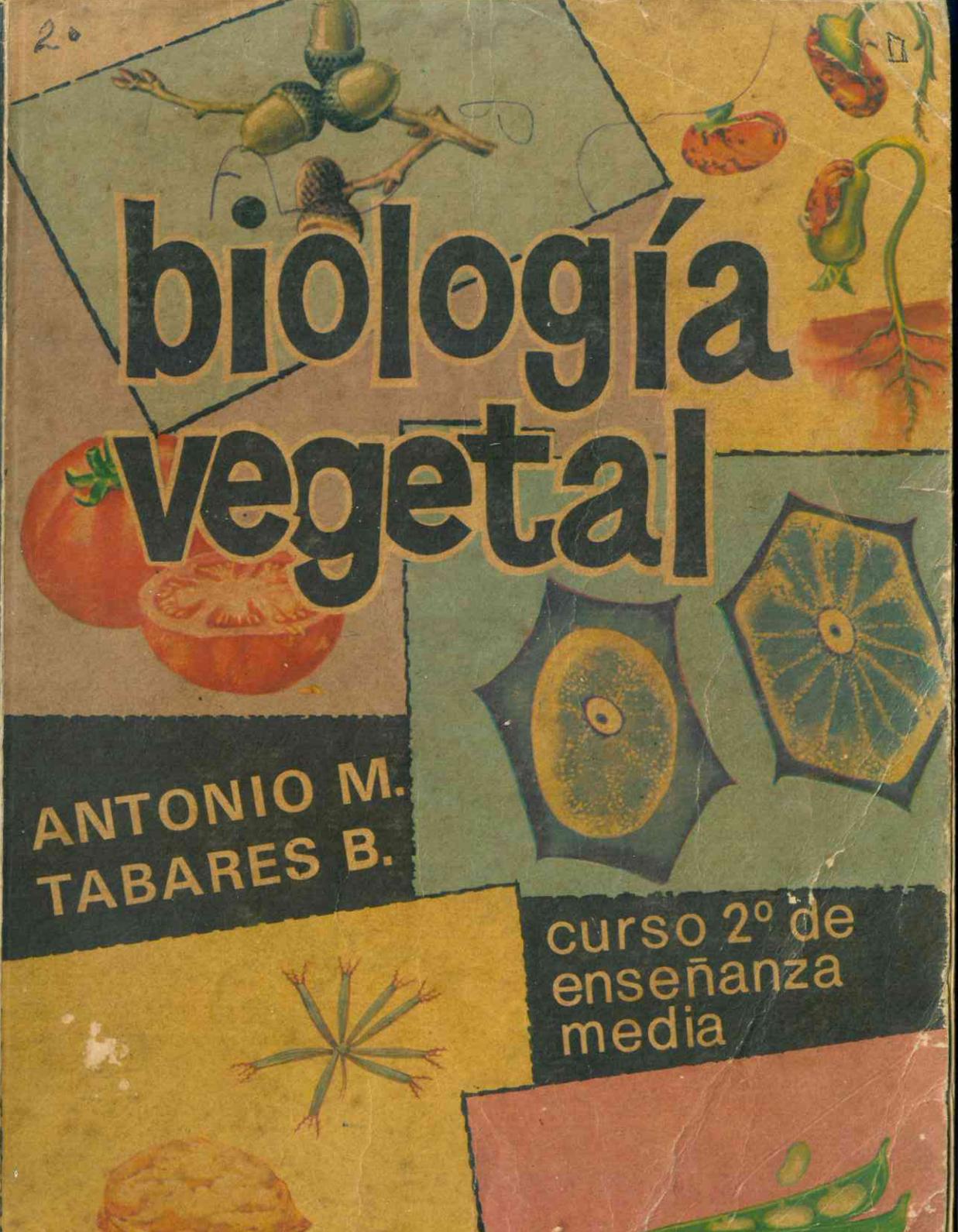


20



biología vegetal

ANTONIO M.
TABARES B.

curso 2º de
enseñanza
media

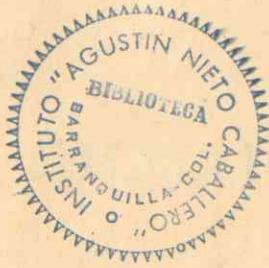
*Per
Nevis Arica*

EJEMPLAR DE MUESTRA
Con licencia al Profesor de la materia.
EDITORIAL EDITORIAL EDITORIAL S. A.
Tela 29 200 14 95
"Una obra de Arte en cada Impreso."



24-4

EJEMPLAR DE MUESTRA
Con licencia al Profesor de la materia.
EDITORIAL EDITORIAL EDITORIAL S. A.
Tela 29 200 14 95
"Una obra de Arte en cada Impreso."



BIOLOGIA VEGETAL

OTRO EJEMPLAR



BIOLOGIA VEGETAL

CURSO SEGUNDO DE EDUCACION MEDIA

TERCERA EDICION

ANTONIO M. TABARES B.

**LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA
EDUCACION**

especializado en biológicas y química, ex-inspector
Nacional de Educación Media, ex-Delegado del Mi-
nisterio de Educación Nacional, ex-profesor de biolo-
gía en el Liceo Antioqueño U. de A.

Editorial Bedout S.A.

INTRODUCCION

EL SISTEMA VIVIENTE Y SU AMBIENTE ADECUADO

Si nos damos cuenta de que tanto los materiales de que están formados los seres vivos como el proceso seguido para su constitución varían de acuerdo con las condiciones que encuentran en cada lugar (medio ambiente) del universo, es fácil comprender que el ambiente más adecuado para el origen y desarrollo de la vida es la Tierra, nuestro planeta que, mediante la baja temperatura del espacio, ha venido enfriándose gradualmente. Este enfriamiento ha permitido que sus materiales hayan pasado de su estado original gaseoso al líquido; hasta formar más tarde la costra sólida de rocas o litosfera; la litosfera al arrugarse y plegarse dio origen a las primeras cadenas de montañas; todo el globo terrestre estaba entonces cubierto por una gruesa capa de nubes; cuando rocas y nubes se enfriaron suficientemente, se iniciaron las lluvias que llenaron los sitios más profundos de la superficie terrestre y se formaron los océanos, hacia los cuales corrieron caudalosos ríos, al tiempo que grandes olas golpeaban las costas y las reducían a arenas. Al cesar la lluvia, el sol iluminó ese frío paisaje.

En este ambiente de los océanos terrestres, hace probablemente mil millones de años apareció la vida y se formó el primer Sistema viviente. Después de la tierra, tal vez Marte podría albergar vida tal como la conocemos hoy, puesto que contiene en su atmósfera oxígeno, gas carbónico, agua y temperaturas que podrían favorecer su desarrollo. Quizá con la conquista del espacio por el hombre, éste pueda en el futuro confirmar o desvirtuar o llegar a poder negar definitivamente la existencia de vida en este planeta, situado a unos 56 000.000 de kilómetros de la tierra.

Concluimos, entonces, que en el universo conocido sólo la superficie terrestre ofrece un medio ambiente apropiado para la aparición, desarrollo y conservación de la vida y de los seres vivientes con todos los atributos de aquélla; además, esta zona del universo se ha caracterizado por un continuo cambio y una ininterrumpida transformación, lo que permite hallar en ella los materiales propios para la formación de los seres organizados.

El término viviente significa "sustancia viva", capacidad para responder a las influencias del ambiente y a sus continuos cambios, es decir, capacidad para impedir su destrucción, lo que se ha llamado "autoperpetuación". Pero

como la materia viva se va desgastando gradualmente en virtud de la acción continua del ambiente, al menos sobre algunas de sus partes, es preciso que el ser vivo disponga de otras características que eviten su desintegración, a saber:

a) La reproducción, capacidad de producir nuevos individuos vivos, pues hasta la fecha todo nos indica que "la vida sólo procede de la vida preexistente", proceso denominado biogénesis (bios = vida, genesis = generación).

b) La nutrición, ya que por propia experiencia sabemos que todo ser vivo necesita alimentarse para subsistir. La introducción de alimentos y su utilización, la respiración, la secreción, la excreción, la circulación, etc., son procesos que, en conjunto, reciben el nombre de metabolismo, y el metabolismo tiende a la conservación del individuo.

c) El crecimiento es consecuencia inmediata de la nutrición, y si se sucedieran varias generaciones sin el crecimiento, pronto se llegaría a su desaparición.

d) El desarrollo, además del crecimiento (el organismo vivo y sus partes requieren aumento proporcionado en volumen, en longitud, etc.), es necesario que el nuevo individuo sea una copia completa, en todos los aspectos, de sus progenitores, es decir, necesita desarrollarse.

e) Adaptabilidad: La sustancia viviente ha de tener la capacidad de adaptarse al medio ambiente para no sucumbir, puesto que el ambiente terrestre está en continuo cambio; si un organismo no cambia a medida que cambia el ambiente, la acción de éste lo destruirá.

f) La evolución es consecuencia de la adaptabilidad, puesto que los cambios sufridos por la adaptación del ser vivo al medio conllevan alteraciones en la estructura y en su funcionamiento.

Cualquier sustancia provista de todas estas facultades generales está capacitada para autoperpetuarse, es decir, para evitar su destrucción como sistema viviente.

UNIDAD

PRIMERA

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

NA CIMIENTO DE LAS PLANTAS SUPERIORES

A. LA SEMILLA.

1. **Finalidad:** Conformación de una semilla madura.

Material: Semillas de frisol, haba, higuera, café, calabaza, aguacate, maíz, trigo, papel blanco.

Procedimiento: Coloque las semillas sobre el papel blanco, obsérvelas detenida y comparativamente: ¿Cuál es el color, la forma, el tamaño, la consistencia, el peso y cuáles son las señales características de cada clase de semillas? De estas observaciones deduzca los caracteres generales externos, comunes de las semillas estudiadas. ¿Qué características sirven para distinguirlas entre sí? (Fig. No. 1).

2. **Finalidad:** Constitución interna de la semilla madura.

Material: Las semillas del experi-

mento anterior, vaso o frasco de vidrio, agua, lupa.

Procedimiento: Dentro del frasco con agua introduzca las semillas, déjelas sumergidas durante 24 horas y después, observe y anote: ¿Qué cambio ha producido la humedad en el tegumento o piel de cada semilla después de determinado tiempo? ¿Por qué la piel de las semillas se arruga en un principio? ¿Sucede esto en todas las semillas estudiadas? En caso de arrugarse el tegumento de ciertas semillas, ¿permanece así durante las 24 horas? Compare el tamaño inicial con el actual en cada tipo de semilla: ¿es igual, menor o mayor? ¿Cuál es la causa del aumento de volumen? ¿Por qué razón la piel de las semillas arrugada por la humedad vuelve a quedar lisa? ¿Por qué motivo se rompe el tegumento de ciertas semillas durante el experimento?

Procedimiento: Repita el experi-

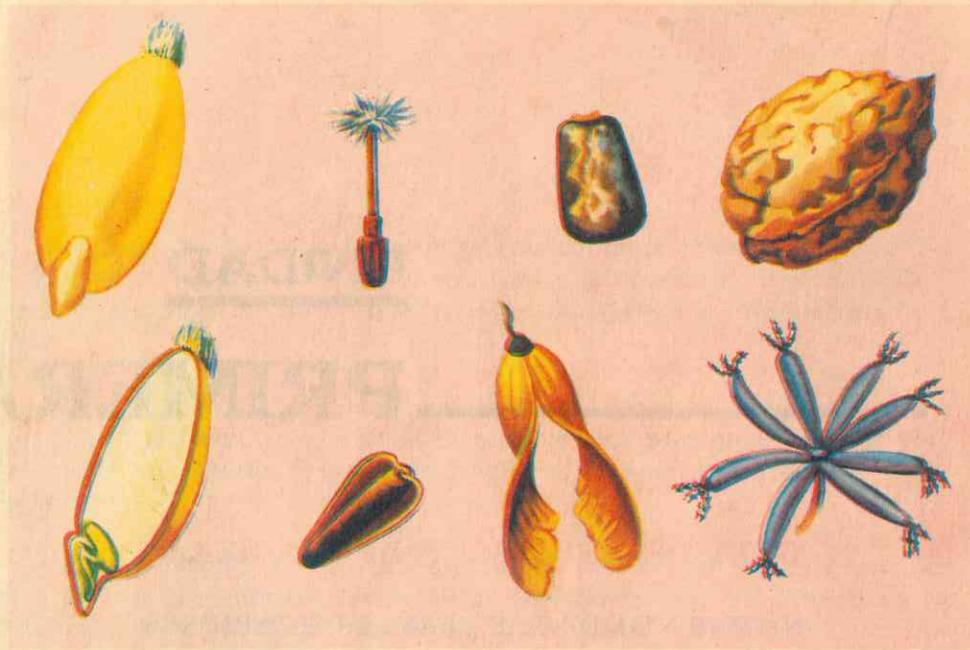


Fig. No. 1
SEMILLAS DIVERSAS.

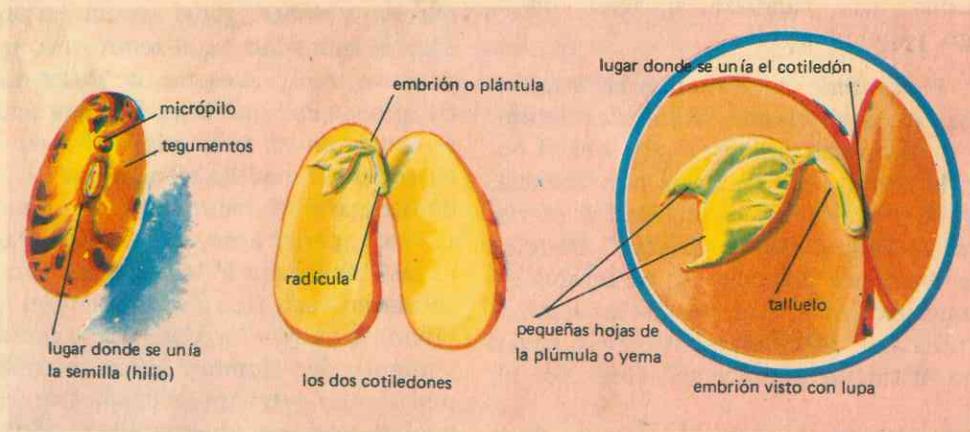
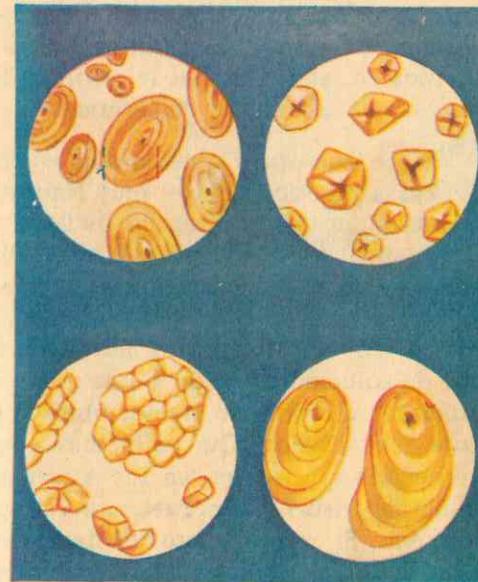


Fig. No. 2
ESTRUCTURA DE LA SEMILLA



EJEMPLAR DE MUESTRA
 Con destino al Profesor de la materia.
 EDITORIAL BODDIE S. A.
 Teles. 23-2366 y 23-2367
 "Una Obra de Arte en cada Impreso."
 No. 40

Fig. No. 3
ALMIDONES
Arriba: izquierda, granos de almidón de trigo; derecha, de maíz. Abajo: izquierda, un grano compuesto de almidón de arroz; derecha, almidón de papa.

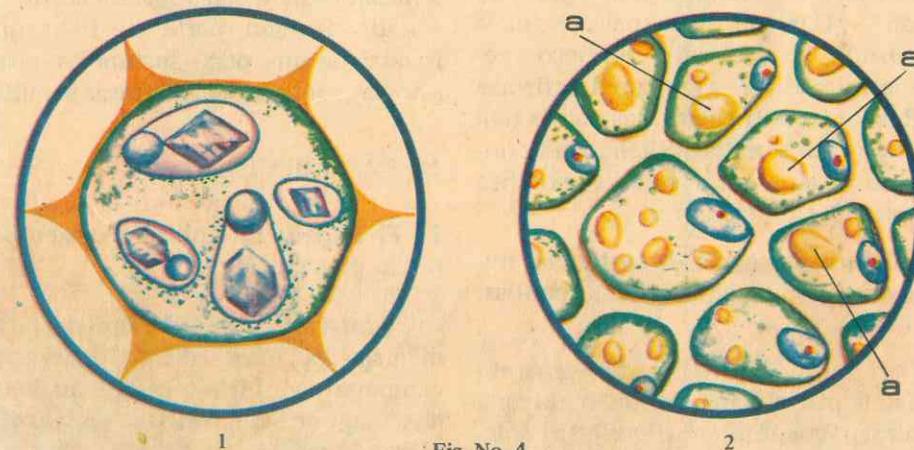


Fig. No. 4
RESERVAS NUTRITIVAS

- 1 Célula de almacenamiento con granos de aleurona. Tres de éstos tienen tanto un cristalóide como un globoide.
- 2 Grasas: a.) Esferitas de aceite.

mento anterior y, cuando se hayan ablandado los tegumentos, despréndalos cuidadosamente: ¿Cuántas envolturas tiene cada tipo de semilla? Investigue, ¿cuál es la *testa* y cuál es el *tegmen*? ¿Qué consistencia tiene cada una de estas envolturas? (Fig. No. 2). ¿Cuál es la finalidad de los tegumentos? Desprenda la piel de cada semilla. ¿Cómo se llama la porción que estaba cubierta por aquélla? ¿Cuántas partes constituyen la *almendra* en cada tipo de semilla? ¿Qué nombre pueden recibir las semillas que contienen un solo cotiledón? ¿Cuáles serán las semillas dicotiledóneas? Cite ejemplos en cada caso.

Procedimiento: Separe los cotiledones en una semilla de frisol del experimento. ¿Qué encuentra en medio de los dos? Si observa mediante una lupa este nuevo órgano de la semilla, ¿cuántas partes distintas forman el *embrión*? Investigue y anote los nombres de cada una. ¿Cuál es la finalidad primordial del embrión? ¿Cuál de estas tres porciones del embrión se desarrolla primero mediante la humedad? ¿Por qué lo afirmas así? Resuma en un cuadro las partes que componen una semilla. ¿Cuándo el contenido de la almendra recibe el nombre de *albumen*? Cite ejemplos.

3. **Finalidad:** Presencia de sustancias nutritivas (almidón, aceites) en las semillas. (Figs. Nos. 3 y 4).

Material: Semillas previamente ablandadas por el agua, navaja o cuchilla de rasurar, pincelito, porta-objetos (placa de vidrio), solución de yodo, solución de Sudán III, solución de almidón, aceite, microscopio, tubos de ensayos.

Procedimiento: En sendos tubos de ensayos coloque solución de almidón y aceite, respectivamente; agregue al pri-

mero solución de yodo y Sudán III al segundo: observe y anote la coloración obtenida en cada caso. Así se reconoce la presencia del almidón y de las grasas.

Procedimiento: Con la navaja o con la cuchilla practique cortes muy finos en los cotiledones de una semilla de frisol y en el albumen de una semilla de higuierilla (ricino); con el pincelito húmedo reciba los cortes y colóquelos sobre el porta-objetos; en el primer caso agregue una gota de solución de yodo y una gota de Sudán III al corte de ricino, observe y anote el resultado: ¿Qué color toman los cuerpecitos que se ven en los cortes de semilla de frisol? Compruebe esto al microscopio. Si compara este resultado con la prueba inicial, ¿qué sustancia contienen los cotiledones del frisol? ¿Qué color toma el albumen del ricino? Deduzca, entonces, ¿qué sustancia especial se encuentra en las semillas *oleaginosas*? ¿Por qué se llaman así? ¿Qué finalidad tendrán estas y otras sustancias nutritivas cuando forman parte de las semillas? Investigue qué otras sustancias nutritivas pueden contener las distintas semillas.

B. LA GERMINACION.

1. **Finalidad:** El embrión, origen de una planta nueva. (Fig. No. 5).

Material: Cámara húmeda, semillas diversas, papel de filtro o papel secante, campana de vidrio, frascos de boca ancha, tapones de caucho, algodón, solución de formol.

Procedimiento: La cámara húmeda se prepara poniendo dentro de un frasco de boca ancha un papel de filtro o papel secante alrededor de su pared interna, previamente humedecido; en el fondo

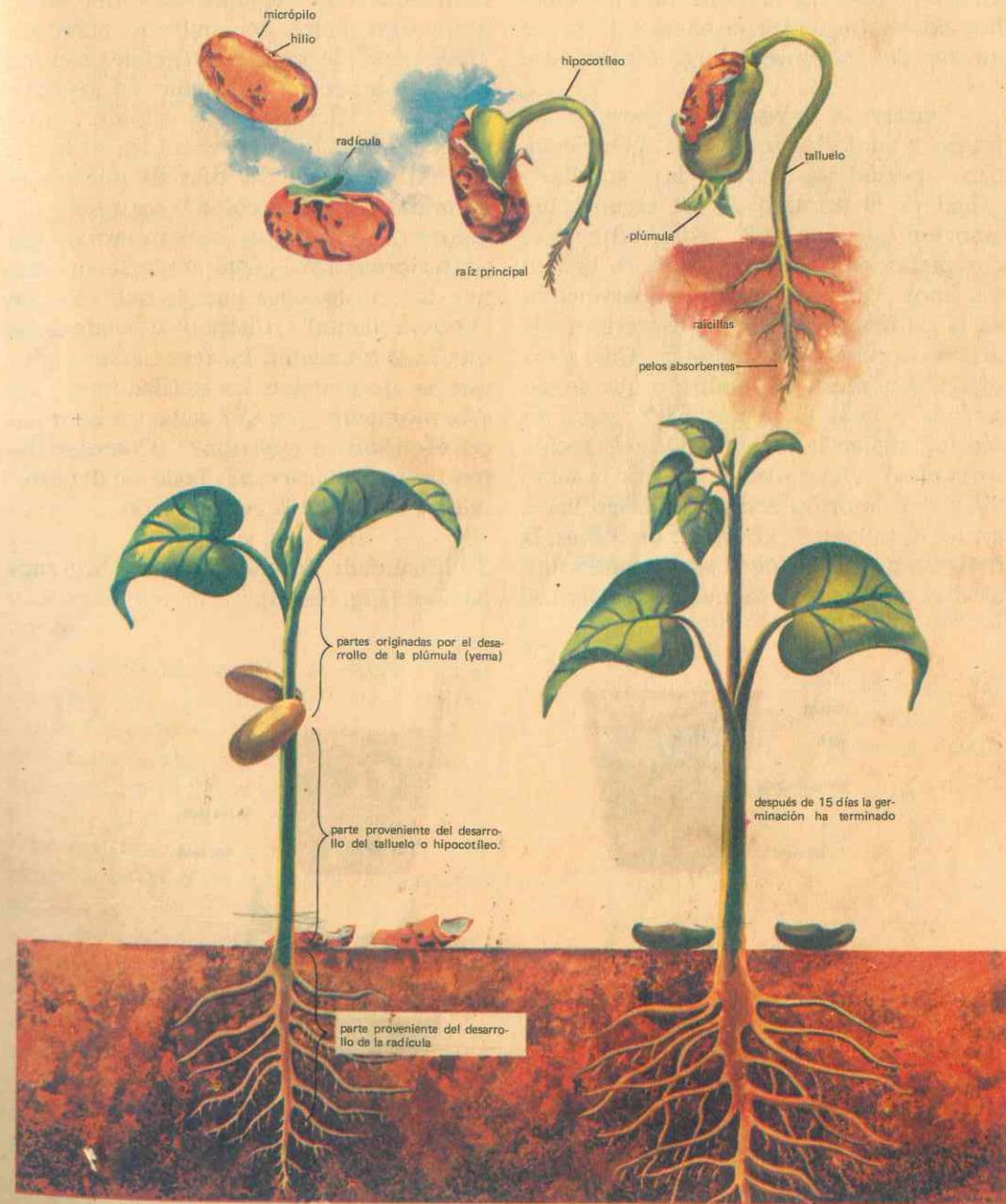


Fig. No. 5

ETAPAS DE LA GERMINACION DEL FRISOL

del frasco puede echarse un poco de agua a fin de mantener la humedad más o menos constante; entre el papel y la pared interna del frasco se colocan las semillas.

Observe a través de las paredes del frasco y anote los resultados: ¿Qué cambios periódicos sufren las semillas? ¿Cuál es el primero de los órganos del embrión que aparece? ¿Esta radícula es completamente lisa? ¿Cómo se llaman los finos filamentos que van apareciendo en la radícula? ¿Para qué le servirán a la raíz esos pelos absorbentes? ¿Cuál es la segunda porción del embrión que se desarrolla y cuál es su nombre? ¿Qué dirección siguen la raíz y el talluelo recién formados? ¿Qué otras partes de la semilla y del embrión arrastra consigo hacia arriba el talluelo? ¿Después de 9 días, la radícula o raíz principal sigue siendo única o se ramifica lateralmente? ¿Cómo se

llaman esas ramificaciones? Cuando los cotiledones se separan uno del otro, ¿qué otra parte del embrión aprecia? ¿Qué clase de órganos vegetales son los dos que aparecen en medio de los cotiledones? Mientras esto sucede, ¿qué aprecia en el tallo en cuanto a su longitud? Después de 12 días de iniciada la germinación, ¿qué color toman los cotiledones? ¿Por qué se van arrugando posteriormente? ¿Qué importancia tienen los cotiledones para la nutrición de la nueva planta? ¿Cuándo se puede decir que la germinación ha terminado? ¿Por qué se desprenden los cotiledones? En este momento, ¿en qué se ha transformado el primitivo embrión? ¿Cómo se llama todo este proceso? Trate de determinar las etapas de la germinación.

2. **Finalidad:** Condiciones para la germinación. (Fig. No. 6).

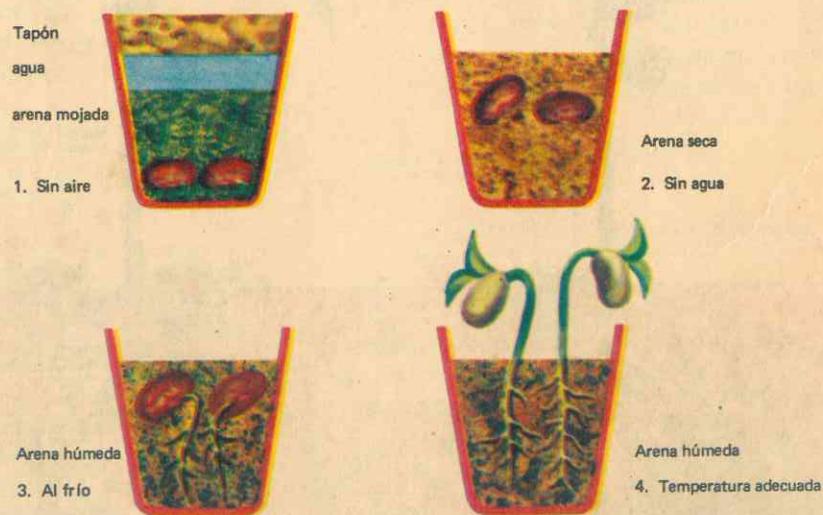


Fig. No. 6

Condiciones externas para la germinación

Material: Cuatro (4) frascos de boca ancha, arena, semillas de frisol, agua.

Procedimiento: En los cuatro vasos llenos de arena, siembre las semillas a dos o tres centímetros de profundidad, menos en el vaso No. 1 en el cual la colocará en el fondo.

Eche agua en el vaso No. 1 y tápelo; no riegue la arena del vaso No. 2; riegue los vasos 3 y 4. De estos dos últimos coloque uno en el refrigerador y el otro en un ambiente tibio. Observe y anote: ¿Germinan o no las semillas del vaso No. 1? ¿Por qué razón? ¿Qué gas le ha faltado para poder germinar? ¿Qué otra circunstancia ha impedido la germinación? Observe el vaso No. 2: ¿Han germinado las semillas? ¿Por qué razón? ¿Qué les ha faltado para este fin? ¿El agua (humedad adecuada) tiene o no importancia para la germinación? Explique por qué.

Observe el vaso No. 3, situado en el refrigerador; ¿se inicia o no la germinación? En caso afirmativo, ¿el proceso se desarrolla lenta o rápidamente? Si la temperatura del refrigerador es inferior a 0° C., ¿germina la semilla? Deduzca de esta observación la influencia del frío exagerado en el proceso de la germinación.

Observe el vaso No. 4: compare el resultado con los obtenidos en los demás vasos y deduzca las condiciones fundamentales favorables a la germinación de las semillas.

Si deja semillas indefinidamente dentro de agua, ¿germinarán? ¿Por qué razón? ¿Qué otras condiciones deduce favorables a la germinación de semillas que se encuentran en buen estado de madurez?

3. **Finalidad:** La vida del embrión y la germinación.

Material: Vaso de boca ancha (germinador), semillas normales, solución de formol.

Procedimiento: Sumerja las semillas durante una hora en solución de formol y, más tarde, póngalas en el germinador con todas las condiciones externas favorables a la germinación. Observe y anote los resultados: ¿Germinan o no estas semillas? ¿Por qué razón? ¿Qué acción tiene el formol sobre el estado de vida del embrión? Entonces, ¿cuál es la condición interna de la semilla absolutamente indispensable para la germinación de las semillas?

4. **Finalidad:** El embrión se transforma en plántula: (Fig. No. 5).

Material: Germinador de clase o un terrario, aserrín menudo, cubeta grande o caja de madera con una pared de vidrio, semillas diversas.

Procedimiento: Germinador de clase: en la cubeta o caja de madera coloque aserrín menudo y húmedo, luego

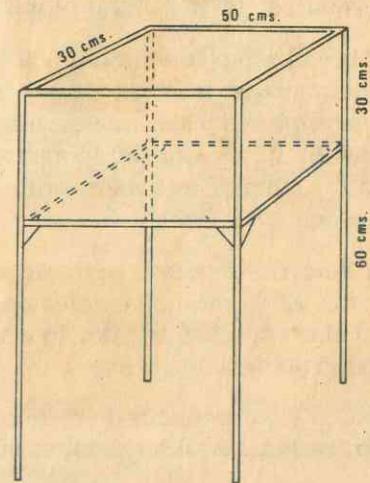


Fig. No. 7

El Terrario

siembre las semillas. Así puede seguir mejor el proceso del desarrollo de los embriones (germinación) hasta el momento en que cada una de sus partes se convierta en el órgano respectivo de la nueva plántula.

5. Finalidad: Fabricar un terrario. (Fig. No. 7).

Materiales: Hierro en ángulo de 3/4 de pulgada; vidrio de 4 mm.; vidrio para la tapa de 3 mm.; pasta blanca para sellar el vidrio; pasta negra para impermeabilizar las esquinas; pintura gris anticorrosiva, cascajo, arena, etc.

Procedimiento: Coloque en el fondo del terrario una capa de 2 cms. de cascajo menudo. Sobre el cascajo coloque una capa de arena gruesa, de 2 cms. de espesor. Sobre la arena coloque una capa de tierra vegetal, de 6 cms. de espesor. Sobre el suelo así formado coloque algunas piedras grandes de forma irregular para que sirvan como refugio a los animalitos que allí se cultiven más tarde. Conviene colocar algunos pedazos grandes de carbón vegetal para evitar malos olores.

Sobre el suelo se sembrarán las semillas o plantas que se crean necesarias. El suelo debe permanecer convenientemente húmedo. Los restos del alimento que se dé a los animalitos deben retirarse inmediatamente.

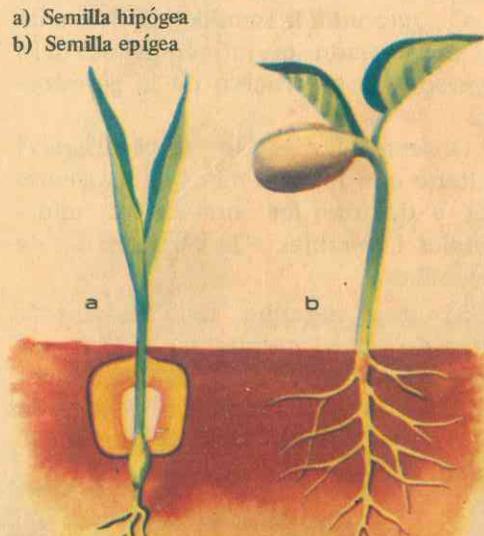
El terrario se cubre con un vidrio perforado. El terrario se emplea para hacer variadas experiencias; por lo tanto el material viejo debe utilizarse.

Sea en el germinador de clase o en el terrario, realice las observaciones necesarias desde cuando se inicia la germinación hasta cuando ésta haya terminado, y anote los resultados.

¿Qué parte de la planta se forma a partir del desarrollo de la radícula o rejo del embrión? ¿Qué dirección toma la raíz principal? ¿Cuál órgano de la plántula toma su origen del talluelo? ¿A qué órganos da origen el desarrollo de la gémula? ¿Cuándo se puede afirmar que ha terminado la germinación? ¿Por qué desaparecen los cotiledones? ¿Cuál era su función fundamental?

De las semillas sembradas, ¿cuáles salen de la tierra con la plántula? ¿Qué parte del embrión es la que se alarga y arrastra consigo los cotiledones hacia afuera? ¿Qué nombre recibe este tipo de semillas? Cite varios ejemplos. (Fig. No. 5). ¿Qué semillas del experimento se quedan bajo tierra cuando germinan? ¿Por qué razón sucede así? ¿Cómo se denominan estas semillas? Cite varios ejemplos. (Fig. No. 8).

Fig. No. 8



I. LAS PLANTAS SUPERIORES

A. GENERALIDADES.

Damos el nombre general de *plantas superiores* a todos los organismos vegetales que forman lo que pudiéramos llamar "el oasis verde del universo conocido", que disponen de conductos para la circulación de los alimentos, además de diferenciarse de los helechos (sus antecesores) por un crecimiento mediante un tejido especial llamado "*meristemo secundario* o *cambium*", y más propiamente por el hecho de reproducirse por semillas, carácter que les ha merecido el nombre de **ESPERMATOFITAS** (plantas de semillas) y que las destaca como las plantas más prósperas y de mayor complejidad dentro del mundo vegetal.

Su característica fundamental con-

siste en que la planta joven se desarrolla parcialmente dentro de los tejidos de la planta madre (esporofito) en forma de embrión, que más tarde queda libre con provisión de alimento almacenado y protegido por una cubierta dentro de una semilla.

1. Organización.

A las plantas superiores o espermatofitas podemos también considerarlas como *plantas completas*, ya que disponen de una serie de partes diferentes con forma y función específicas, que son los órganos vegetales, a saber: *raíz, tallo, hojas, flores, frutos y semillas*. (Fig. No. 9).

2. División.

Las *espermatofitas* más primitivas tienen todas sus semillas expuestas al

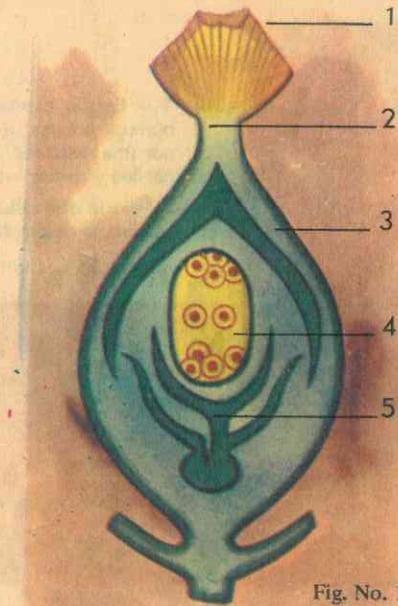
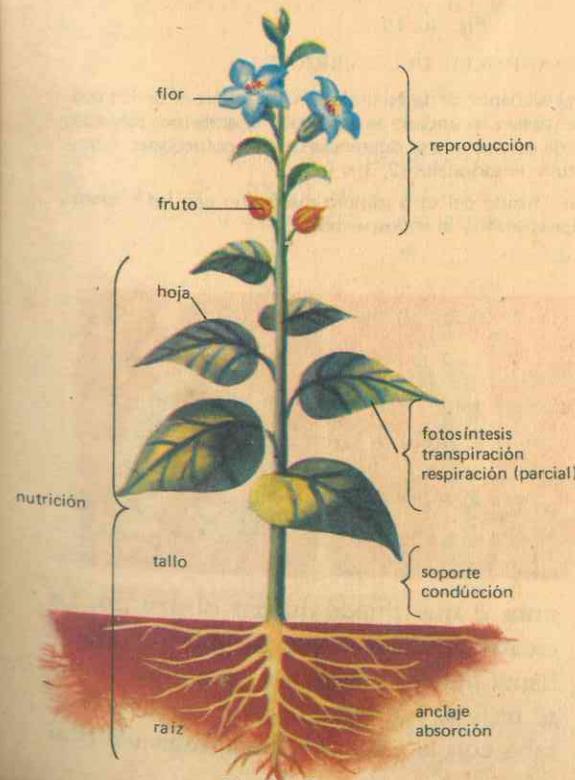


Fig. No. 10
Estructura del ovario

Estructura del ovario —corte longitudinal— que muestra la estructura del óvulo. El pistilo está maduro.

1— Estigma. 2— Estilo. 3— Tegumentos
4— Saco embrionario con: antípodas

exterior, como sucede en el *pino* y plantas semejantes, por lo que se llaman *Gimnospermas*; en tanto que las *Angiospermas* se llaman así por el hecho de que los óvulos están dentro de un estuche cerrado (el ovario), y más tarde las semillas

dentro del fruto. Angiospermas y Gimnospermas, como plantas completas que son, disponen de flores, por lo que reciben también el nombre general de *FANEROGAMAS*.

II. COMO NACEN LAS PLANTAS SUPERIORES

A. LA SEMILLA.

La semilla madura es una estructura en la cual la planta joven (embrión), parcialmente desarrollada, bien protegida y provista de abundante cantidad de alimento para el futuro crecimiento, está capacitada para soportar un período más o menos largo de inactividad o letargo y que, colocada en condiciones favorables, germina para formar una nueva planta. (Figs. Nos. 1 y 2).

al embrión a partir de las células terminales del *cordón suspensor*, que lo lleva hasta el *saco embrionario*, en tanto que el huevo sufre una serie de cambios para convertirse en semilla propiamente dicha. Todo el conjunto crece en tamaño: las envolturas primitivas del óvulo aumentan de espesor y forman los *tegumentos* que se vuelven más o menos duros y leñosos, y se cierran sobre la abertura del óvulo, el *micrópilo*, que en la semilla aparece como una abertura dimi-



Fig. No. 10 A

DESARROLLO DEL EMBRION

1 - Estado bicelular procedente de la fecundación del huevo y de los dos núcleos polares: a - del huevo fecundado se desarrolla el embrión, pasando por una masa redonda de células que se diferencian en los cotiledones, hipocotíleo y demás estructuras embrionales (2, 3, 4 y 5)

6 - De la otra célula, b - fusión del otro gameto masculino con los núcleos polares, se desarrolla el suspensor y el endospermo.

-Según D. C. Cooper -

1. Origen.

Efectuada la fecundación en las flores (unión de los gametos femeninos con el núcleo de la célula huevo), el huevo comienza a desarrollarse para dar origen

nuta o que puede quedar obstruido. La cicatriz que se observa en la semilla se llama *hilo* y corresponde al punto en que se unía al *funículo*, cordón que la conectaba con la *placenta* (membrana a la cual

se unen los óvulos dentro del ovario) (Fig. No. 10).

2. Conformación externa.

Consistencia, tamaño y color.

Los distintos tipos de semillas ofrecen también diversas formas: las que están en íntima relación con los caracteres morfológicos hereditarios de los progenitores; unas son esféricas, arriñonadas otras, las hay ovaladas, delgadas y largas, anchas y aplanadas; unas son lisas, otras rugosas y las encontramos también con apéndices especiales y hasta espinosas.

Su coloración es igualmente característica, y depende de los pigmentos que contengan los tegumentos. Algunas tienen cubiertas duras e impermeables, otras las tienen coriáceas o bien suaves y blandas.

En muchas semillas el embrión puede estar acompañado por un tejido nutritivo llamado *albumen*, que sirve de reserva para el desarrollo de la planta cuando los cotiledones no están bien desarrollados, y se encuentra entre los tegumentos y el embrión; es tanto más voluminoso cuanto más pequeño es el embrión.

Algunas semillas, como la única que se encuentra en el fruto del coco, alcanzan gran tamaño y peso, pero otras son casi microscópicas, como ocurre en las orquídeas que tienen semillas tan diminutas como el polvo, de las cuales pueden requerirse más de 100.000 para obtener el peso de un gramo.

3. Estructura.

La generalidad de las semillas o granos de las plantas fanerógamas tienen

una estructura más o menos similar, constituida por tres partes esenciales, a saber:

a. Los *tegumentos* o cubierta protectora, que comprende ordinariamente dos capas o envolturas distintas: la *testa*, envoltura externa, generalmente delgada, dura y coriácea, a veces espesa y succulenta (como en la granada); es la que forma las alas membranosas, los pelos, las eminencias o depresiones a menudo tan características de ciertas semillas, y es la responsable de la coloración de los granos; en ella se encuentra el *hilo* o *hilio* o cicatriz que indica la inserción del *funículo*, y el resto del *micrópilo*. Y el *tegmen*, membrana interior, delgada y generalmente traslúcida y blanquecina, aplicada directamente sobre la *almendra*.

b. La *almendra*, porción de la semilla que, en algunos casos, se compone solamente del embrión, acompañado de uno o dos receptáculos llamados *cotiledones*, con sustancias nutritivas destinadas a su nutrición durante los primeros períodos del desarrollo. Cuando los cotiledones no están bien desarrollados, el embrión dispone de un tejido nutritivo llamado *albumen*, situado entre los tegumentos y el mismo embrión; su volumen depende del tamaño del embrión, siendo tanto más voluminoso cuanto más pequeño sea éste.

c. El *embrión*, planta en miniatura, compuesto de los siguientes órganos: 1o.) La *plúmula*, o yemecilla apical, que viene a ser el talluelo rudimentario. 2o.) Los *cotiledones* (uno o dos), hojitas casi siempre provistas de alimentos de reserva. 3o.) El *hipocotíleo* o hipocótilo, pequeño eje situado en la unión de los cotiledones y la raicilla. 4o.) La *radícula* o *rejo*, que constituye la raíz rudimentaria.

B. GERMINACION DE LAS SEMILLAS.

Entendemos por germinación el conjunto de cambios o transformaciones que experimenta una semilla colocada en determinadas condiciones de humedad y temperatura, que permiten que las diversas partes del embrión o germen despierten de su estado de vida latente para iniciar una vida activa hasta convertirse en los órganos que habrán de nutrir a la futura planta.

El proceso de la germinación consta de varias etapas, que son:

1. Recordemos que el embrión, germen o plántula, consta de una radícula, unida por un tallito a una o dos masas voluminosas con alimentos de reserva, que ocupan casi toda la semilla, que se llaman cotiledones y que aparentan ser las hojas de la plántula. De entre los cotiledones nace una especie de capullito llamado plúmula, que dará origen a las verdaderas hojas de la planta. Además de humedad y temperatura, una semilla necesita oxígeno para respirar y estar fresca para poder germinar.

Una vez reunidos estos factores en forma adecuada, la semilla va aumentando de volumen por absorción de agua, el embrión se hincha, los tegumentos se arrugan en un principio para más tarde distenderse nuevamente sobre el endospermo o almendra. Todo indica que durante esta primera etapa de la germinación se inicia vigorosamente la actividad vital en toda la semilla, es decir, se reanuda el metabolismo.

2. Es lógico que los tegumentos no sean tan elásticos como para volver a cubrir el endosperma ya voluminoso, y se agrietan; por otra parte, la raicilla empieza a crecer y rompe dichos tegumentos, se

hunde en la tierra y aparecen en ella, hacia su extremo, unos pelillos microscópicos por los que la nueva planta absorberá sus primeros alimentos del medio externo.

3. Mientras esto sucede, el hipocótilo o talluelo primitivo se alarga, se lanza fuera de la tierra arrastrando consigo los cotiledones ya separados entre sí, y aparecen en él raicillas. Al salir a la superficie recibe la acción de la luz y del oxígeno atmosférico y los cotiledones se tornan verdosos para servir de primer follaje, como sucede en el ricino.

4. Los cotiledones se van reduciendo mientras la nueva planta consume sus reservas, pues el alimento almacenado en ellos o en el endospermo es digerido por la acción del agua y lleva a las regiones donde se ha de utilizar, o se descompone mediante la respiración o se usa en el desarrollo de nuevas estructuras; generalmente se encuentra en cantidad suficiente para sostener el crecimiento de la plántula, hasta que ésta pueda comenzar a fabricar su propio alimento. (Fig. No. 5).

5. Por último, crece la plúmula, se transforma en las verdaderas hojas de la nueva planta y en nuevos brotes; aparece el tallo fuera de la tierra; se desarrollan las primeras hojas y los cotiledones se secan y se desprenden, ya han cumplido su función y la pequeña planta está dotada de todos los órganos indispensables para su propia nutrición. La germinación ha terminado.

C. FACTORES DETERMINANTES DE LA GERMINACION.

Hemos visto experimentalmente que una semilla para poder germinar requiere

ciertas condiciones, sin las cuales este proceso no tendrá su desarrollo.

Cuando estas condiciones o factores dependen del medio ambiente en que sean dispuestas las semillas, se llaman *factores externos* o *extrínsecos*. Pero si tales requerimientos se refieren a su propia constitución y estructura, se denominan *factores* o *condiciones internas* o *intrínsecas*.

1. Factores externos.

Como factores externos que influyen para que se efectúe la germinación de las semillas y que dependen del medio ambiente, podemos citar como fundamentales los siguientes: *humedad* suficiente, buena cantidad de *aire* (oxígeno) y *temperatura* adecuada.

Como la mayor parte del alimento almacenado en las semillas es insoluble en el agua y, por tanto, no está disponible para ser utilizado por la plántula, y como todos los procesos vitales de las plantas necesitan sustancias en solución, resulta fácil comprender que, para que tales reservas alimenticias puedan disolverse y moverse dentro de la semilla, ésta necesita agua (disolvente universal por excelencia) durante la germinación, como medio indispensable para que se efectúe la digestión (hidrólisis), en la que también intervienen ciertos cuerpos orgánicos llamados *enzimas*.

Además, como la germinación implica formación de nueva materia viva, nuevo protoplasma, nuevas células, la semilla tiene que disponer de cierta energía, y ésta está también almacenada en los alimentos de reserva, energía que debe ser liberada para quedar a disposición del embrión, se hace indispensable la presencia del oxígeno: la sustancia especial que contiene energía dentro de la semilla es

la *glucosa* que, mediante el oxígeno de la respiración se descompone en *gas carbónico* y *agua*, quedando en libertad la *energía* que los mantenía unidos (combinados) en la glucosa, en forma de *calorías* (calor). (Figs. Nos. 3, 4 y 5).

Los experimentos realizados nos han enseñado que tanto el calor excesivo como el frío exagerado impiden la germinación; la temperatura para que se efectúe el proceso ha de ser *óptima*, es decir, adecuada, puesto que el embrión no resiste temperaturas muy altas ni muy frías y se seca o se congela.

2. Factores internos.

Una semilla, además de humedad, temperatura y oxígeno, necesita ser fresca para germinar, estar en completa madurez, que el embrión esté bien conformado y vivo, en pocas palabras, que el poder germinativo de la semilla sea perfecto y se conserve en cada una de las partes del embrión (lo que se llama *viabilidad* de la semilla). Por otra parte, las sustancias nutritivas de reserva de los cotiledones o del endospermo deben ser suficientes para sostener a la plántula.

Las semillas minúsculas de las orquídeas casi no alcanzan a almacenar alimento, y en la naturaleza las plántulas dependen para su nutrición de las actividades de ciertos hongos asociados a ellas.

El poder germinativo depende de la clase de semilla y de las condiciones en que se haya conservado, y el tiempo que una semilla necesita para germinar varía con las especies vegetales.

Por último, en el momento en que la plántula sale a la superficie del suelo, necesita luz solar; de lo contrario se pone amarillenta, descolorida y acaba por mo-

rir tan pronto se le agoten sus propias reservas alimenticias.

D. POSICION DE LOS COTILEDONES.

En las especies vegetales en que los cotiledones son muy gruesos y llenos de alimento, éstos permanecen algunas veces bajo tierra durante la germinación, y solo aparece la plúmula sobre el suelo. En cambio, cuando los cotiledones son un tanto reducidos, éstos se levantan sobre la tierra por el alargamiento del talluelo (hipocótilo), como sucede en el frisol, y pueden volverse algo verdes, pero finalmente se arrugan y se desprenden. En las semillas de cotiledones delgados y endospermo abundante, los cotiledones son expuestos inmediatamente a la luz y sirven como primeras hojas, por

ejemplo, en el ricino, caso en el cual la plúmula retarda mucho su desarrollo. En las semillas monocotiledóneas, el cotiledón único funciona principalmente digiriendo y absorbiendo alimento del endospermo y permanece bajo tierra; la plúmula se desarrolla vigorosamente y hace su aparición prontamente.

Cuando una semilla al germinar deja bajo tierra sus cotiledones, se dice que es una semilla *hipogea*, como el maíz, el trigo y, en general, las semillas grandes de ciertas dicotiledóneas.

Una semilla es *epigea* cuando el talluelo o hipocótilo se alarga mucho y arrastra afuera los cotiledones, como sucede en las semillas del frisol, de las habas y, en general, de las dicotiledóneas de semillas medianas. (Fig. No. 8).

EVALUACION

I. DE COMPOSICION

Lea con atención las frases siguientes y respóndalas explicando su significado según sus conocimientos:

1. ¿Cómo está formada una planta completa? Cite ejemplos.
2. ¿Cuál es la característica fundamental de las plantas superiores?
3. ¿En qué consiste el proceso de la germinación de una semilla?

II. DE SELECCION

Lea cuidadosamente las siguientes frases y subraye la respuesta o las respuestas verdaderas:

1. El embrión de una semilla de frisol está formado de las siguientes partes: a) radícula, b) floema, c) plúmula, d) xilema, e) gémula.
2. En la germinación de la semilla intervienen factores como: a) la humedad, b) la luz, c) temperatura adecuada, d) buen estado de la semilla, e) el gas carbónico.
3. Las semillas hipogeas son aquellas que al desarrollarse la plántula quedan: a) fuera de la tierra, b) en el ápice de la plántula, c) dentro de la tierra.

III. DE COMPLETACION

Lea atentamente las siguientes frases y complételas según sus conocimientos:

1. Las plantas espermatofitas se reproducen mediante
2. La germinación de la semilla consiste en e intervienen factores como:
3. El origen de la plántula está en el embrión porque:

IV. DE ASOCIACION

Lea con atención las palabras siguientes e indique su significado correspondiente:

1. Tegumentos
2. Cotiledones
3. Albumen

V. VERDADERO O FALSO

Lea detenidamente y escriba una V (verdadero) o una F (falso), delante de cada frase, según sus conocimientos:

1. En una planta completa se aprecian las siguientes partes:
a) raíz, b) tallo, c) hojas, d) flores, e) fruto d) semilla.
2. Las plantas superiores según tengan o no cubiertas sus semillas se dividen en a) fanerógamas y criptógamas, b) angiospermas y gimnospermas, c) espermatofitas y plántulas.
3. Las sustancias de reserva de la semilla se encuentran en los cotiledones o en el albumen.

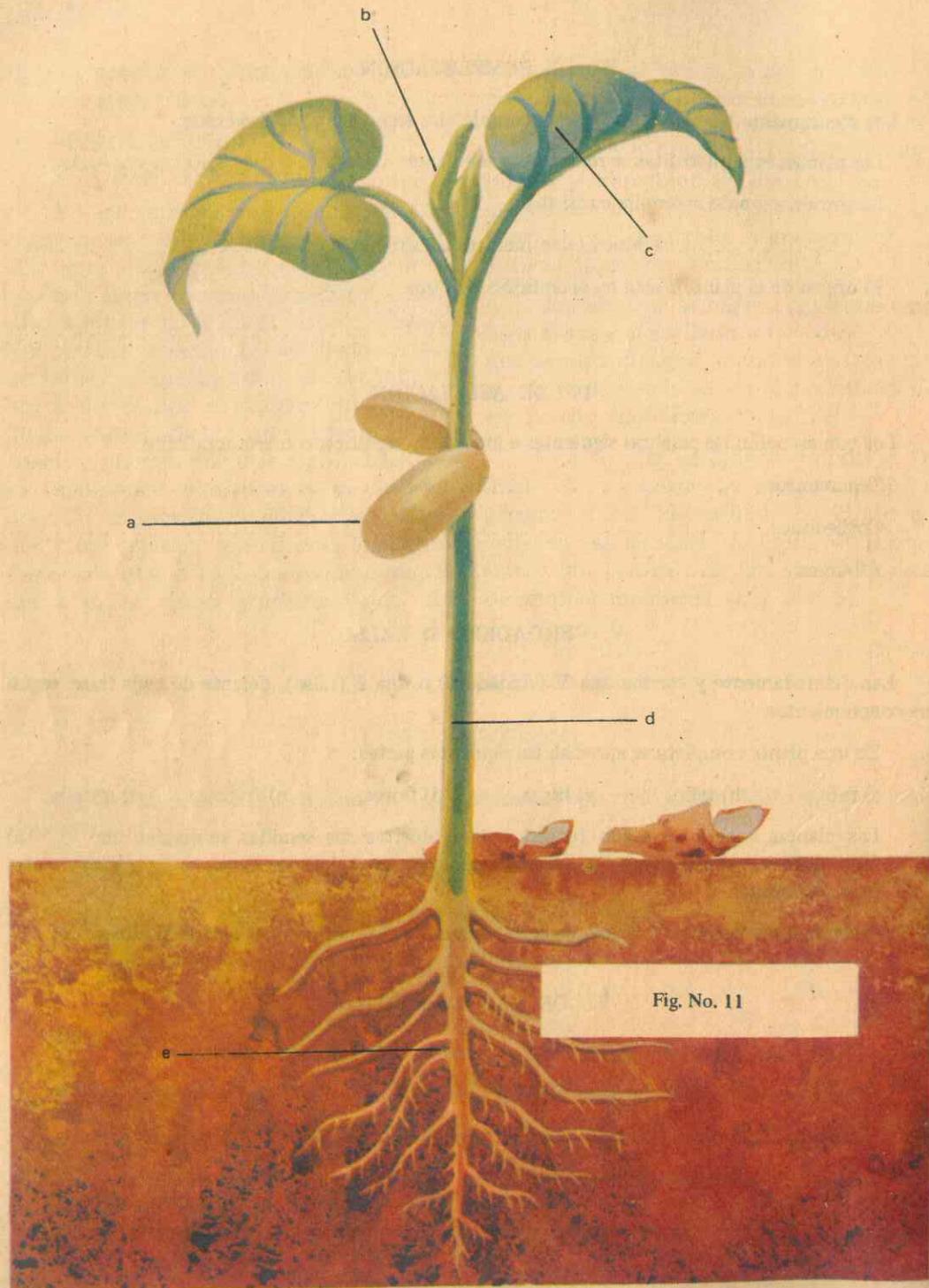
VI. DE RAZONAMIENTO

Lea con atención las frases siguientes y contéstelas según sus conocimientos:

1. El agua es indispensable durante la germinación porque:
2. Las plantas superiores nacen de una semilla porque:
3. Los factores internos de una semilla son indispensables para su germinación porque

VII. DE CUADROS SINOPTICOS

Lea con cuidado los siguientes temas y haga los correspondientes cuadros sinópticos:



1. De las partes fundamentales que constituyen una semilla.
2. De las condiciones necesarias para la germinación.
3. De las partes que conforman el embrión.

VIII. DE IDENTIFICACION

Fig. No. 11

Observe detenidamente el anterior esquema y coloque el nombre de cada parte que indican las letras:

- | | |
|----------|-------------------|
| a) | c) |
| b) | d) e) |

IX. DE LOCALIZACION

Fig. No. 11 A

Observe con cuidado el siguiente esquema y localice en él las partes que indican las letras:

- | | |
|----------------|-----------------|
| a) Tegumentos | c) Embrión |
| b) Cotiledones | d) Hilio o hilo |

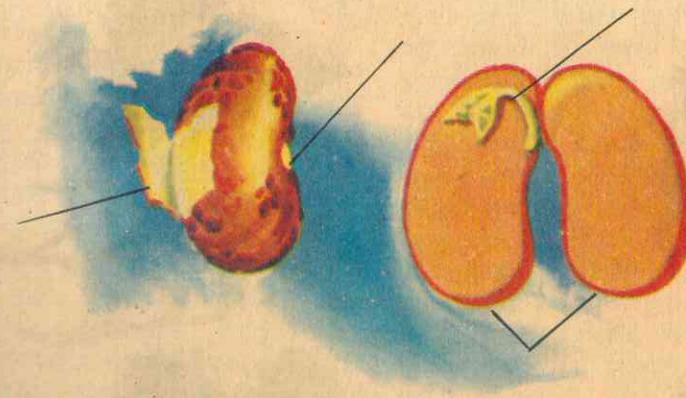


Fig. No. 11 A
SEMILLA DE FRISOL

Fig. No. 12
Los Seres Vivientes

LAS DIFERENCIAS ENTRE ANIMALES Y
VEGETALES VAN DISMINUYENDO
HASTA DESAPARECER



UNIDAD

SEGUNDA

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

A. LOS SERES VIVIENTES.

1. Finalidad: Identificación.

Material: Agua de florero, agua de acuario, muestra de agua estancada de color verde o carmelita, microscopio, porta-objetos, cubre-objetos, gotero.

Procedimiento: Con el gotero coloque en el porta-objetos una gota de agua de cada una de las muestras, cúbrala con el cubre-objetos y obsérvela al microscopio, sucesivamente, y con cierta atención y anote los resultados:

Describa los objetos que alcance a percibir en cada una de sus observaciones. ¿Cuál es su forma? ¿Permanecen quietos o algunos de ellos se mueven? ¿Qué dirección tienen estos movimientos? ¿Cuál es su color? ¿Encuentra algunos incoloros? ¿Hay objetos de color verde? Entre los seres verdes que aprecia en el experimento, ¿hay algunos con for-

ma más o menos ovalada, largos y con un filamento en uno de sus extremos? ¿Qué sustancia tienen los seres de color verde que ha observado? Según sus conocimientos anteriores y sus propias observaciones diarias en el campo, ¿qué clase de seres de la naturaleza tienen clorofila? Si algunos de los seres identificados tienen movimiento, ¿qué deduce? ¿Qué le hace pensar que tienen vida? ¿Cuáles se parecen a los animales que conoce? ¿Por qué puede afirmar esto? ¿Cuáles se parecen a las plantas que ya conoce? ¿Por qué razón? ¿Qué semejanzas encuentra entre estos animales (*protozoarios*) y estos vegetales rudimentarios? ¿La euglena verde es animal, vegetal o participará de características de ambos? (Fig. No. 12).

2. Finalidad: Animales y vegetales se diferencian.

Material: Plantas y animales del campo, preparación de protozoarios vi-

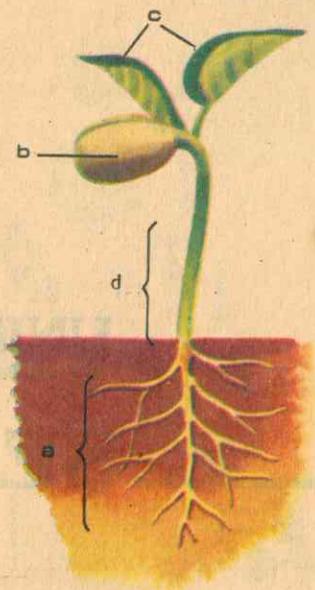


Fig. No. 12
PLANTULA DE FRISOL

vos, película delgada de bulbo de cebolla, solución de sal de cocina. (NaCl).

Procedimiento: Observe los distintos animales coleccionados y los del establo o potrero:

¿La forma del cuerpo es igual o varía para cada especie? ¿Qué semejanzas externas encuentra entre todos ellos? ¿Disponen o no de partes diferentes? ¿Cuáles son éstas? Si cada animal es un organismo, ¿cómo se llaman todas sus partes en general? ¿Esos órganos cambian o no con el crecimiento del organismo? ¿Tienen o no órganos internos importantes?

Procedimiento: Examine al microscopio la preparación de protozoarios y la película delgada de bulbo de cebolla. Observe y anote: En el primer caso, ¿todos los seres tienen o no la misma forma? Deduzca, entonces, si pertenecen a la misma especie o a especies diferentes.

Al observar la película de cebolla al microscopio, describa lo que aprecia: ¿Esos pequeños espacios tienen alguna semejanza con los organismos de los protozoarios? ¿Estarán o no limitados esos espacios como lo está el cuerpo de cada protozoo? ¿Qué nombre se le da comúnmente a esta envoltura que los separa del medio ambiente?

Investigue: ¿Qué consistencia tienen estas envolturas en los animales? ¿Y en los vegetales?

Procedimiento: Aplique con el gotero una gota de solución de sal común (cloruro de sodio) sobre la preparación de bulbo de cebolla, observe y anote los resultados:

Si la preparación es fresca, es decir, si el tejido está vivo, ¿sus células seguirán vivas? ¿Qué les ha sucedido? ¿Qué acción tiene la sal de cocina sobre los organismos vegetales? Haga lo mismo

con la preparación de protozoarios vivos. ¿Continúan vivos? ¿Qué conclusiones puede deducir de estos experimentos?

Investigue: ¿En qué consiste el metabolismo? ¿Qué se entiende por irritabilidad? Como seres vivos, ¿animales y vegetales tienen metabolismo? ¿Tendrán irritabilidad? ¿Qué diferencia existe entre irritabilidad y sensibilidad? ¿Cuáles de los seres vivos disponen de sensibilidad? Haga un cuadro sinóptico de diferencias entre animales y vegetales.

B. LA BIOLOGIA VEGETAL

1. Finalidad: Origen y división.

Material: Bibliografía científica (ver programa analítico de esta materia).

Procedimiento: Investigue en la biblioteca de su colegio y en la biblioteca oficial de su municipio las mejores y más modernas obras sobre Biología general y sobre Biología Vegetal (Botánica), y resuelva el siguiente cuestionario: Haga un esquema general sobre el origen y el desarrollo de la biología vegetal o botánica. ¿Cuáles fueron los primeros biólogos en el campo vegetal? ¿Quiénes fueron los "herboristas" y por qué se les dio este nombre? ¿Quién fue el primero que estableció "un orden" o jerarquía para clasificar las plantas?

¿Qué importancia ha tenido el microscopio en el desarrollo de la biología? ¿Cuáles son las divisiones de la Biología Vegetal como ciencia? ¿Cuál es la más joven de las ciencias o ramas de la

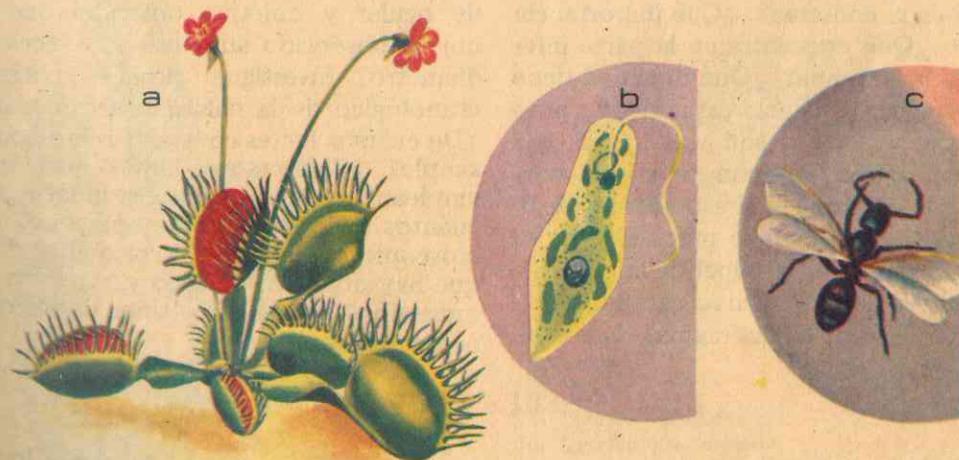


Fig. No. 13

ANIMALES Y VEGETALES SE DIFERENCIAN

a- *Dionaea muscipula*, planta que captura insectos cerrando sus hojas

b- *Euglena verde*, un organismo unicelular con clorofila, reclamado tanto por zoólogos como por botánicos.

c- Hormiga negra (macho adulto).

Biología Vegetal? ¿Qué otras ciencias pueden considerarse como auxiliares de la Biología Vegetal? ¿Cómo puede definir la Biología vegetal o Bctánica moderna? (Consulte la parte teórica de esta unidad para que se oriente mejor).

C. EL MICROSCOPIO

1. **Finalidad:** Conocimiento de sus partes.

Material: Lupas, microscopio simple, microscopio compuesto.

Procedimiento: Mediante la cooperación del profesor, trate de identificar cada una de las partes que constituyen el microscopio: ¿Cuál es el pie o base de este aparato y por qué se denomina así? ¿Cuál es su función? ¿Qué otro nombre se le da? ¿Qué forma tiene y para qué? ¿Cuál es la columna? ¿Qué importancia tiene? ¿Qué encuentra en la parte inferior de la columna? ¿Qué finalidad tiene este espejo? ¿Cuántas caras tiene, cómo son éstas y por qué son así? ¿Cuál es la platina? ¿Qué posición tiene con relación a la columna y al espejo? ¿Qué finalidad tiene el orificio practicado en su centro? ¿Cuál es el papel de la platina? ¿Qué lleva la platina en su cara inferior? ¿Para qué sirve el diafragma? Por enci-

ma de la platina, ¿qué parte lleva la columna? ¿Cómo es este tubo? ¿El tubo del microscopio es fijo o puede subir y bajar? ¿Qué mecanismo le permite estos movimientos? Para que estos movimientos sean rápidos, ¿qué tornillo acciona? Y para que sean lentos, ¿cuál debe accionar? ¿Por qué al primero de estos tornillos se le llama macrométrico y micrométrico al segundo? ¿Por qué partes está formada la parte óptica del aparato? ¿En qué partes del tubo está colocado este sistema de lentes? ¿Por qué al lente superior se le llama *ocular*, y *objetivo* al inferior? ¿Cuántos oculares tiene su microscopio? ¿Con cuántos objetivos cuenta? ¿Cuál es el revólver del microscopio, cuál la similitud con el arma respectiva y cuál su papel? ¿Qué indican los números que tienen tanto oculares como objetivos? ¿Con qué combinación de ocular y objetivo obtendrá que el objeto observado aumente 400 veces su diámetro? Investigue: ¿Cuál es el origen etimológico de la palabra *microscopio*? ¿De cuántas lentes consta el microscopio simple? ¿Cómo es esta lente? ¿Para qué empleamos comúnmente la lupa? ¿De cuántos sistemas de lentes consta el microscopio compuesto? ¿Por qué se dice que hay objetivos en seco y objetivos de inmersión? ¿Qué otros tipos de microscopios existen hoy?

III. LOS SERES VIVIENTES

A. GENERALIDADES.

Para llegar a entender la vida es preciso descubrir aquellas características que distinguen las cosas vivas de los objetos inertes.

Nadie dudaría de que las liebres, las ardillas, los conejos, las vacas, las serpientes, los saltamontes o las mariposas son

seres vivos, como tampoco de que lo están los musgos, las plantas de maíz, de frisol, las algas marinas, los helechos y todos los árboles que nos rodean. Generalmente no tenemos dificultad práctica en distinguir los animales vivos y las plantas de las cosas inertes, pero sí es difícil encontrar diferencias claras y permanentes entre la materia *viviente* y la materia *inerte*.

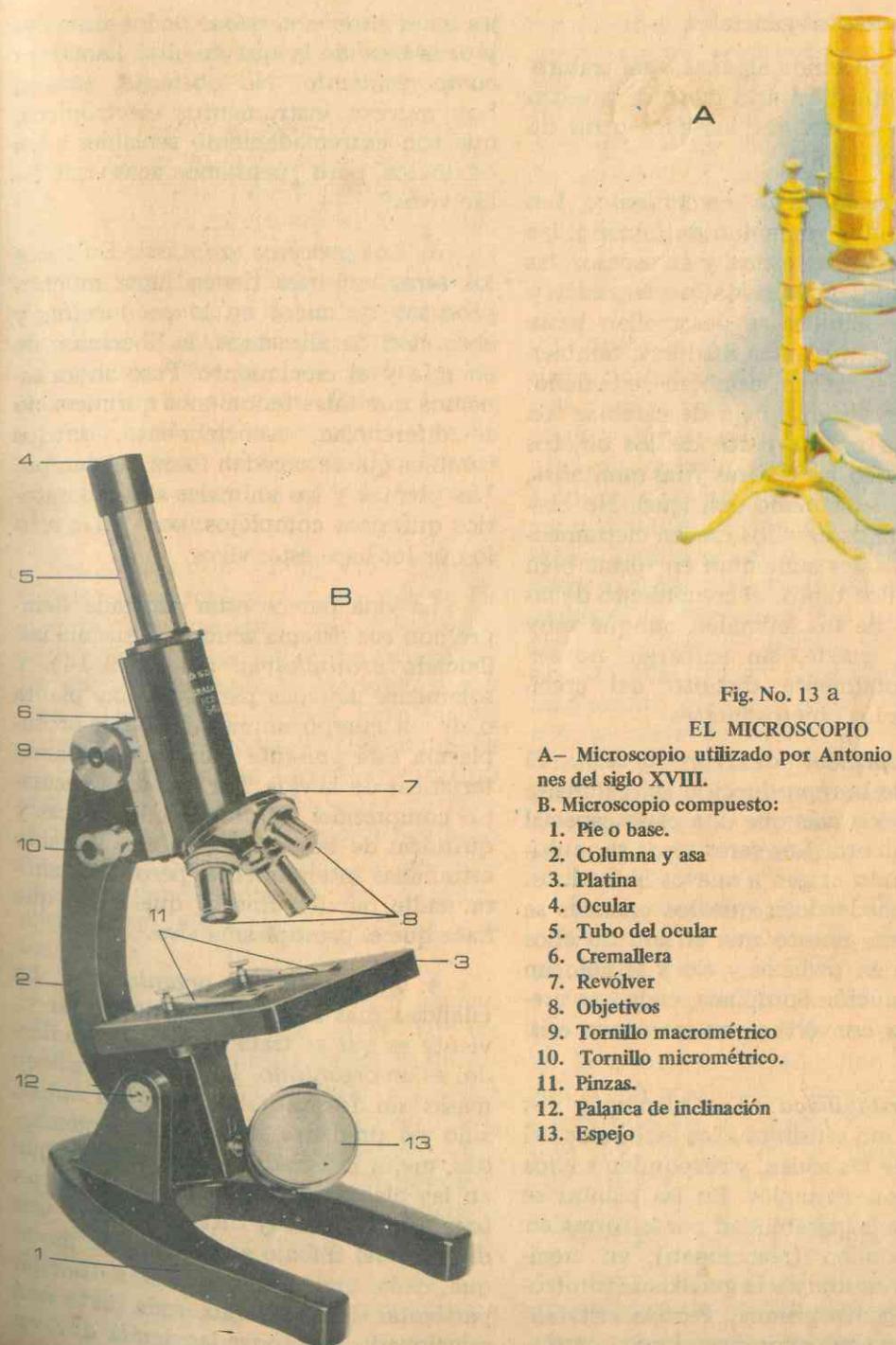


Fig. No. 13 a

EL MICROSCOPIO

- A- Microscopio utilizado por Antonio Lavoisier a fines del siglo XVIII.
- B. Microscopio compuesto:
1. Pie o base.
 2. Columna y asa
 3. Platina
 4. Ocular
 5. Tubo del ocular
 6. Cremallera
 7. Revólver
 8. Objetivos
 9. Tornillo macrométrico
 10. Tornillo micrométrico.
 11. Pinzas.
 12. Palanca de inclinación
 13. Espejo

1. Características generales.

Ya conocemos algunas, que trataremos de ampliar en esta parte de nuestro estudio, a la vez que veremos otras no menos importantes.

a. *Capacidad de crecimiento*: Las cosas vivientes aumentan de tamaño: los árboles crecen en altura y en espesor; las yemas se extienden hasta formar ramas y flores; las semillas se desarrollan hasta convertirse en plantas maduras; también los animales crecen, cambian de tamaño; ningún ser viviente deja de cambiar. En cambio, la mayor parte de los objetos inertes, como las piedras y las montañas, conservan su tamaño casi igual. No obstante, algunos de ellos crecen ciertamente: los cristales aumentan en forma bien definida. Por tanto, el crecimiento de las plantas o de los animales, aunque muy complejo, puede, sin embargo, no ser fundamentalmente distinto del crecimiento de los objetos inertes.

b. *Capacidad de reproducción*: El proceso de la reproducción es realmente sólo un poco más que una clase especial de crecimiento. Los seres vivos se multiplican dando origen a nuevos individuos. Pero se puede decir que los cristales se reproducen, puesto que si uno de ellos se rompe en pedazos y estos se colocan en una solución apropiada, cada uno crecerá hasta convertirse en un nuevo cristal.

c. *Irritabilidad*: Las plantas y los animales son sensibles a los estímulos del medio que los rodea, y responden a ellos porque son irritables. En las plantas se manifiesta la irritabilidad por la forma en que responden (reaccionan), en crecimiento, a la luz y a la gravedad (fototropismos y geotropismos). Pero la irritabilidad alcanza sus expresiones más comple-

jas en el *sistema nervioso* de los animales y es la base de lo que en ellos llamamos *comportamiento*. No obstante, existen hoy muchos instrumentos electrónicos, que son extremadamente sensibles a los estímulos, pero ¿pensamos acaso que están vivos?

d. *Los procesos químicos*: En todos los seres vivientes tienen lugar muchos procesos químicos en la producción y absorción de alimentos, la liberación de energía y el crecimiento. Pero ahora sabemos que tales fenómenos químicos no se diferencian, esencialmente, de los cambios que se suceden fuera del cuerpo. Las plantas y los animales son laboratorios químicos complejos, pero no es esto lo que los hace estar vivos.

La vida parece estar asociada siempre con ese sistema acuoso de sustancias, llamado *protoplasma*. (Fig. No. 14). Y solamente aquellas partes de una planta o de un cuerpo animal donde el protoplasma esté presente muestran las características de la vida. Por tanto, es necesario comprender las propiedades físicas y químicas de tal sistema, las que han sido estudiadas intensamente, pero hasta ahora nadie ha descubierto qué es lo que hace que el protoplasma viva.

e. *El sistema de organización*: La cualidad más sobresaliente de un ser viviente es que se trata de un *ser organizado*, es un *organismo*. La vida no existe en masas sin forma, tales como las nubes, sino en unidades individuales organizadas, mejor integradas en los animales que en las plantas. Las diversas partes de un organismo son muy distintas, y hay una división del trabajo entre ellas, de modo que cada uno desempeña una función particular. Sin embargo, cada parte está relacionada con todas las demás que, en

conjunto, mantienen un cierto ritmo y, cuando una cambia, cambia también el resto de ellas.

f. *La forma*: El carácter organizador de la vida se ve más claramente en los procesos de desarrollo, puesto que el crecimiento tiene por resultado la producción de estructuras con una forma muy definida. La forma característica de un órgano o del cuerpo de un ser viviente es un medio de distinguirlo de otros, y es lo que hace posible la clasificación en los *Reinos vegetal y animal*. Pero debemos recordar que los cristales, siendo completamente inertes, tienen también formas muy precisas; pero en ellos la forma es rígida y variable.

Vemos pues que es imposible definir la *vida* con precisión por una sola de las cualidades enumeradas, ya que lo que la hace única es la posesión de todas ellas. Un objeto inanimado puede tener una o más cualidades de la vida, pero un ser viviente las tiene todas. El más simple de los organismos es un *sistema* en extremo complejo, y la ciencia todavía está muy lejos de poder, por lo menos, describirlo de manera completa. Pero es evidente que, independientemente de su causa, hay una diferencia entre lo *viviente* y lo *inanimado*.

g. Por último, es necesario agregar que si la vida comenzó en el mar, los seres vivientes requerían primordialmente una fuente de alimento para continuar vivos. La más eficiente, la más notable y la de mayor éxito es la *fotosíntesis* (utilización de la luz a través de un pigmento verde, la *clorofila*, para formar alimento — azúcar, a partir de gas carbónico y agua).

Y fue así como en el *laboratorio primitivo del mar* las primeras algas inicia-

ron la fabricación de alimentos, destinados a suministrar energía a todas las formas de vida, tanto en las plantas como en los animales. Este proceso de fotosíntesis natural no ha podido todavía ser duplicado en el laboratorio por el hombre, aunque la mayor parte de sus pasos pueden imitarse.

2. Las plantas y el hombre.

Antes de la aparición del hombre, la tierra ya había estado cubierta por formas de vida vegetal y animal. Fueron las plantas silvestres las que el hombre empleó por primer alimento y aprendió a cultivarlas, y comenzó la *Agricultura*. Su conocimiento de las plantas era puramente práctico, pero al transcurrir el tiempo, algunas personas inteligentes empezaron a observarlas con mayor atención y a pensar en algunos interrogantes que de ellas parten: ¿De dónde vienen las plantas? ¿Cómo crecen? ¿Qué obtienen las raíces del suelo? ¿Cómo se producen las semillas? ¿Por qué la mayor parte de las plantas necesitan luz y, sin embargo, por qué algunas, como los hongos, crecen en la oscuridad?

Estos hombres ya no eran simples agricultores ni recolectores de plantas y alimentos, ya se habían vuelto *biólogos*, *botánicos*, pues estudiaron las plantas por los métodos científicos. Así comenzó la era de la investigación sobre qué son las plantas, y qué hacen, y ello se ha convertido en la ciencia de la *BIOLOGIA VEGETAL*, en la ciencia de la *BOTANICA*.

3. Biología Vegetal y Ciencia.

Al igual que otras ciencias, la Biología Vegetal tuvo su origen en la recolección y clasificación de hechos, siguiendo

más tarde el método de la *experimentación*.

Sabemos que la meta de la ciencia es descubrir las relaciones entre los hechos, y que para ayudar a explicar estas relaciones, los científicos hacen suposiciones inteligentes o *hipótesis*, que merced a conocimientos posteriores pueden confirmar o desaprobar. Una hipótesis bien confirmada es ya una *teoría*, y la teoría puede finalmente aceptarse como *ley*.

La tarea de la Biología Vegetal es descubrir las leyes que actúan en el *Reino Vegetal*.

4. Origen y desarrollo.

La ciencia de las plantas, como muchas otras, tuvo la primera expresión definida de sus principios en Grecia: fue *Aristóteles* el primer hombre que se familiarizó con muchos de los hechos biológicos, a su discípulo *Teofrasto de Eresus* se le considera como "padre de esta ciencia". En su "Historia de las Plantas" describe y clasifica por primera vez las plantas conocidas entonces, muchos de cuyos nombres utilizamos hoy, y resume, además mucha información médica. A *Crateuas* se le conoce como el "padre de las ilustraciones botánicas".

En el siglo XVI los "*Herboristas*" se ocuparon nuevamente de las plantas, y se ocuparon en describirlas, dibujarlas y estudiar sus propiedades medicinales. La *Biología Vegetal*, como ciencia independiente de la medicina, es relativamente reciente, y solo en tiempos más o menos cercanos vino a ser reconocida como ciencia por sí, no obstante que el conocimiento de las plantas como fuentes de *vitaminas*, de antibióticos y de otras drogas ha revivido a la Botánica Médica.

La primera clasificación de los vegetales fue propuesta por el botánico italia-

no *Cesalpino*, en 1583; pero realmente fue el naturalista sueco *Carlos Linneo* (1707-1778), quien estableció una jerarquía (y le correspondió dar su actual nombre a la planta del *café*) entre la variedad de formas vegetales, y con el "*sistema binomial*" (en el cual cada planta recibe un nombre formado por su *género* y su especie), simplificó el problema al dar a cada planta un nombre conveniente. La clasificación moderna o *Taxonomía* data de la publicación del monumental libro "*Species Plantarum*" (1753).

El taxónomo francés *Jussieu* estableció y describió por vez primera los grupos que hoy conocemos como "*Familias vegetales*". La teoría de la *evolución orgánica*, propuesta a fines del siglo XIX, preparó el camino para un sistema realmente natural de clasificación, en el cual se agrupan juntas las plantas que están relacionadas entre sí a través de ancestros comunes. Hay varios sistemas de clasificación en uso, pero ninguno es todavía totalmente satisfactorio.

5. Divisiones de la Biología Vegetal.

La ciencia de las plantas, como las demás ciencias, dispone de ramas que tratan, cada una, de temas importantes y que contribuyen mejor al conocimiento armónico y organizado del *reino vegetal* en todos sus aspectos.

La base fundamental para identificar la mayor parte de las plantas es la *forma*, y la *Morfología vegetal* es la ciencia que trata de describir la estructura y organización del cuerpo vegetal y definir las semejanzas de forma entre varios grupos de plantas.

Pero la Morfología incluye la *Anatomía*, que estudia la estructura interna; la *Citología*, que trata de la estructura de las células; la *Embriología*, que se refiere

al desarrollo del individuo vegetal; y la *Morfogénesis*, que trata de la determinación de la forma y de la estructura en general.

El estudio de la estructura interna de las plantas lo iniciaron *Grew* en Inglaterra y *Malpighi* en Italia, cuyos trabajos pusieron los cimientos para el conocimiento moderno de la Anatomía Vegetal. La invención del microscopio compuesto y su mejoramiento continuo permitieron un conocimiento más completo acerca de la constitución de las plantas, conocimiento que condujo a *Schleiden* y a *Schwann* en 1839 a formular la "*Teoría Celular*"; más tarde, *Max Schultze* expresó que "el protoplasma es la base física de la vida".

La Citología moderna ha enriquecido nuestros conocimientos sobre la estructura, el crecimiento y la reproducción del organismo vegetal.

El desarrollo de las ciencias físicas ha dado un mejor entendimiento de los cambios que ocurren en la materia y la energía, y ha hecho posible el incremento de la parte de la Biología Vegetal relacionada con las actividades de los vegetales, que es la *Fisiología vegetal*, cuyo objetivo es la descripción y explicación de los procesos que mantienen la vida vegetal.

Por tanto, la fisiología es, pues, la más joven de las ciencias de la Biología Vegetal. Es así, por ejemplo, que la fabricación de alimentos en las plantas verdes (*Fotosíntesis*) pudo conocerse después de que *Priestley* en 1774 descubrió el oxígeno; el entendimiento de las relaciones entre materia y energía condujo a reconocer el significado de la respiración; la *teoría cinética de los gases* y de las soluciones proporciona una explicación a

la fisiología del intercambio de gases y la absorción de agua y sales del suelo.

En resumen, en la Biología Vegetal moderna podemos reconocer tres sub-ciencias principales, a saber: *Taxonomía*, *Morfología* y *Fisiología*.

Pero existen otros campos de estudio en relación con la vida vegetal que debemos mencionar:

a. *La ecología vegetal*, que estudia las relaciones entre las plantas y el medio ambiente (suelo, condiciones de clima y otros organismos vivientes), y se relaciona con la morfología, la fisiología y ciertas ciencias físicas.

b. *La Fitogeografía* o *Geobotánica*, que estudia la distribución de las plantas y los factores que la determinan; por tanto, está relacionada con la taxonomía, la ecología, la geografía y la geología.

c. *La Paleobotánica*, que trata de la estructura y relaciones de las plantas fósiles, y tiene que ver, por consiguiente, con la botánica sistemática, la evolución, la morfología y la geología.

d. Además, hay un conjunto de ciencias aplicadas y de carácter práctico que se ocupan del cultivo y uso de las plantas, tales como la *botánica económica*, o estudio de las plantas valiosas para el hombre y de los usos a que son destinadas; la *agricultura*, que comprende la ciencia del cultivo del suelo (comprende, por tanto, agronomía, horticultura, fitopatología); la *silvicultura* y la *farmacología*, de aplicaciones eminentemente prácticas.

e. Por último, la publicación de "*El Origen de las Especies*" por *Charles Darwin* en 1859 y el reconocimiento de

que las plantas actuales se han desarrollado a través de ancestros más sencillos, han tenido importante efecto sobre la Biología vegetal y estimulado el interés para reconstruir el "árbol genealógico del Reino Vegetal", o *Filogenia*, como también han conducido a estudiar intensamente las leyes de la *herencia* de Mendel,

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

A. LA CELULA VEGETAL.

1. **Finalidad:** Morfología celular. (Fig. No. 14).

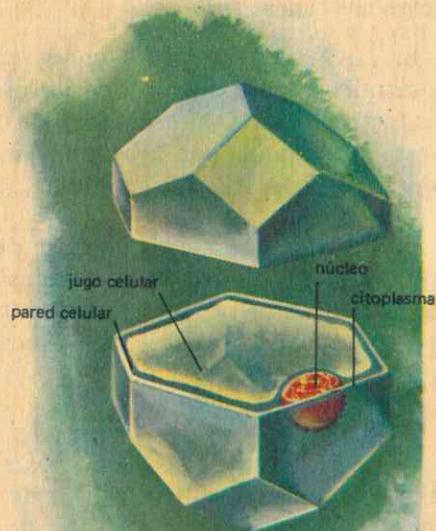


Fig. No. 14

Dibujo (diagramático) de una célula vegetal madura, que muestra la pared y la capa de citoplasma que la cubre interiormente. Dentro de estas estructuras está la vacuola grande y llena de jugo celular. Dentro del citoplasma se halla el núcleo aplanado con el nucléolo en su interior. Esta célula tiene la forma poliédrica de 14 caras características de los tejidos vegetales no especializados.

Material: Tapón de corcho, cuchilla de rasurar, microscopio.

Procedimiento: Con la cuchilla prepare un corte, lo más delgado que pueda, del tapón de corcho, obsérvelo al microscopio, anote el resultado: Dibuje un es-

quema de lo que pueda apreciar. ¿Qué aspecto presenta esta preparación? ¿Es un todo continuo, o presenta partes o secciones? ¿Qué forma tiene cada una

que solo en 1900 mereció la debida atención de los biólogos. Y la ciencia de la herencia es la *Genética*.
Así considerada, la Biología Vegetal o Botánica moderna se ocupa de las plantas como un *sistema viviente dinámico* y *capaz de reaccionar, que funciona, crece y se reproduce*.

de esas pequeñas cavidades o espacios? ¿Son independientes entre sí? ¿O están unidas lateralmente unas a otras? ¿Contienen algo en su interior o están completamente vacías? ¿El conjunto se parece o no a un panal de abejas? ¿Cuál es el nombre de las cavidades de un panal de

abejas? Deduzca, entonces por qué *Roberto Hooke* dio a las cavidades encontradas en un corte de corcho el nombre de *CELULAS*.

¿Cuál es la etimología de esta palabra? Relacione estas cavidades con los organismos microscópicos (animales y vegetales) ya conocidos y deduzca semejanzas. De estos conocimientos concluya, qué importancia tienen las *células* en la estructura de los *seres vivos*. Dada su pequeñez, ¿cuál es la unidad de medida empleada para medir el tamaño de las células?

2. **Finalidad:** Formas que adoptan las células. (Fig. No. 15).

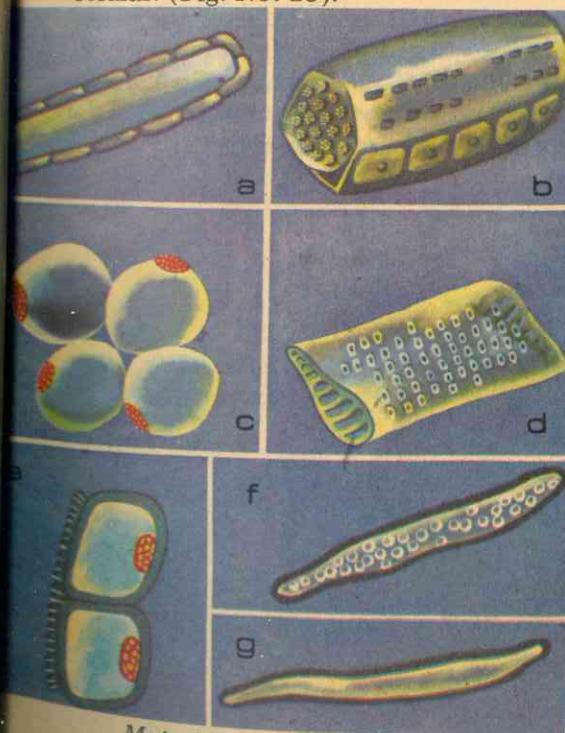


Fig. No. 15

DIVERSOS TIPOS DE CELULAS

- a) célula parenquimatosa de la madera
- b) tubo criboso con su hilera de células compañeras
- c) células parenquimatosas de una región de almacenamiento
- d) una célula vascular
- e) dos células epidérmicas en sección
- f) una traqueida
- g) una fibra de madera

Material: Lama (filamentos verdes del acuario) de agua estancada, plántulas del germinador, navaja barbera o cuchilla de rasurar, pincelito, recipiente con agua, cogollo de calabaza o ahuyama, microscopio, portá y cubre-objetos.

Procedimiento: Coloque en el porta-objetos los filamentos verdes (lama) del acuario o estanque y examínelos al microscopio: ¿Cada filamento es continuo? ¿Qué forma tiene cada una de sus partes? Compare esta forma con las de las células del experimento anterior y anote sus semejanzas y diferencias en tal sentido.

Procedimiento: Practique cortes longitudinales en el tallo del cogollo de calabaza y obsérvelos al microscopio: Compare la forma de los distintos grupos de células que pueda apreciar y descríbalas. ¿Son iguales a las que ya ha observado? ¿En qué se diferencian? Deduzca, qué formas generales pueden adoptar las distintas células.

Examine al microscopio preparaciones microscópicas de varios tejidos animales (sangre, fibras musculares, tejido óseo), describa las distintas formas de las células de cada tejido. Compare el resultado de esta observación con los de los experimentos anteriores y saque las conclusiones relativas a la *forma* de las células en general.

3. **Finalidad:** Tamaño de las células.

Material: Las observaciones hechas en el numeral dos (2).

Procedimiento: De todas las observaciones hechas al microscopio hasta aquí, puede ya sacar conclusiones propias acerca del siguiente cuestionario:

¿Todas las células hasta ahora estudiadas tienen o no las mismas dimensiones? ¿Por qué ha necesitado utilizar el microscopio en su observación?

Investigue: ¿Cuál es la unidad utilizada para medir las dimensiones de la célula? ¿Cuáles son las más pequeñas y cuáles las mayores? ¿Influye o no el crecimiento del organismo en el tamaño de las células? O a la inversa, ¿el crecimiento de las células tiene que ver con el del organismo de que forman parte?

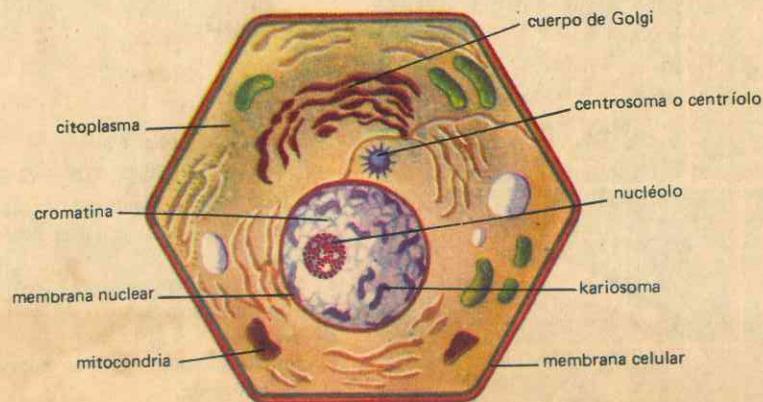


Fig. No. 16
CELULA TIPICA ANIMAL

4. **Finalidad:** Estructura general de la célula. (Figs. No. 14 y 16).

Material: Bulbo de cebolla, verde de metilo o azul de metileno, microscopio, porta-objetos, navaja barbera o cuchilla de rasurar, cogollo de tallo de hiedra de los muros, pincel, mezcla de eosina y azul de metileno.

Procedimiento: Desprenda cuidadosamente las envolturas del bulbo de cebolla hasta encontrar películas finas. Coloque una de éstas en el porta-objetos, deje caer encima una gota de verde de metilo o de azul de metileno, lave con agua (unas gotas), y observe al microscopio: ¿De qué color es la envoltura de cada célula? ¿Está formada por una o por varias laminillas? ¿Alcanza a apreciar el contenido interior de las membranas celulares? ¿Qué aspecto tiene ese contenido? ¿Qué observa dentro de esa masa? ¿Qué forma tiene ese corpúsculo?

Procedimiento: Con una cuchilla practique finos cortes transversales en el cogollo del tallo de hiedra, colóquelos con el pincel en el porta-objetos con una gota de agua, agregue una gota de la mez-

cla de solución de eosina y azul de metileno, agregue unas gotas de agua para decolorar y observe al microscopio: ¿Cuántas partes esenciales encuentra en cada célula? ¿Cómo se llama la envoltura externa? ¿Está vacío el espacio encerrado por la membrana? ¿Qué aspecto tiene ese contenido? ¿Cuál es el nombre de esta sustancia granulosa? ¿Dentro de esa masa protoplasmática (de protoplasma) encuentra espacios aparentemente vacíos? ¿Qué nombre reciben y por qué se llaman así? ¿Estas vacuolas son todas iguales? ¿Qué contienen las vacuolas?

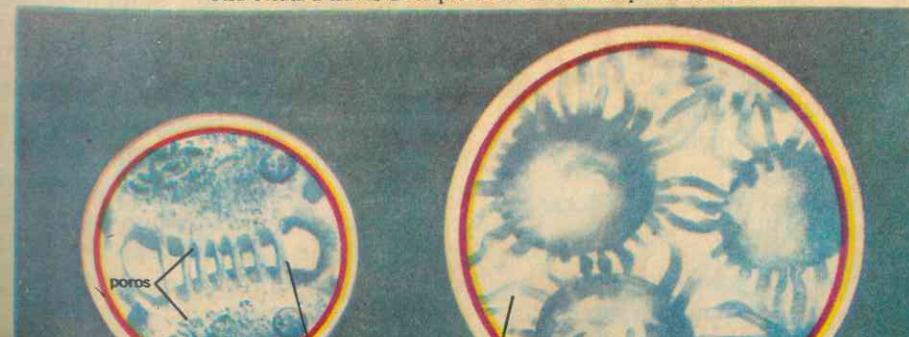
Procedimiento: Repita la observación de la película de cebolla, esta vez con aumento de 300-500 diámetros: ¿Qué alcanza a apreciar dentro del protoplasma? ¿Qué forma tiene esa masa o pelotita? ¿Cómo se llama? ¿Es una masa homogénea o presenta granulaciones? ¿Puede apreciar dentro del núcleo otro cuerpecito redondo (esférico)? ¿Cuál es su nombre?

Investigue: ¿En todos los cortes observados, las células están separadas unas de otras? ¿Cómo se unen entre sí, mediante el protoplasma o la membrana?

Fig. No. 17

PLASMODESMAS

Diminutas cintas de protoplasma que pasan de una a otra célula a través de la pared celular. Endospermo de kaki



¿Las membranas son continuas o presentan orificios? ¿Cómo se llaman estos orificios? ¿Cuál es la función de estos poros? ¿Qué son los plasmodesmos y

IV. COMO CRECEN LAS PLANTAS

A. LA CELULA, UNIDAD FISICA DE LOS SERES VIVOS.

Sabemos hoy que la biología tiene sus raíces en las ciencias físicas; que la vida tiene su fundamento en la materia y la energía; y que su base física, la sustancia de la vida misma, la materia viviente, es el *protoplasma*. Pero el protoplasma, a su vez, casi siempre está organizado en pequeñas unidades, las *CELULAS*. Por consiguiente, para poder estudiar ventajosamente la vida de las plantas, debemos familiarizarnos con estos dos fenómenos de la vida vegetal y de la vida en general.

1. Morfología de la célula vegetal.

Uno de los hechos más importantes acerca del protoplasma es que rara vez se presenta en masas continuas, sino que se halla dividido en minúsculas unidades llamadas *células* o *protoplastos*. El cuerpo de una planta típica o de un animal está compuesto de un enorme número (con frecuencia muchos miles de millones) de estas unidades, que pueden diferenciarse en muchos de sus caracteres y actividades.

La idea de la organización celular de los seres vivientes data de poco más de un siglo. No pudo ser desarrollada hasta que el microscopio fue perfeccionado, de manera que hiciera visibles muchas de estas pequeñas unidades.

El microscopio compuesto, mucho más poderoso que las lentes simples (Fig.

qué papel desempeñan? (Fig. No. 17). ¿Qué diferencias encuentra entre las células del corcho y las células vivas observadas en los demás casos?

No. 12), fue inventado por *Janssen*; y fue *Roberto Hooke* uno de los primeros microscopistas que examinaron la estructura de los seres vivientes, y en 1665 publicó su obra "*Micrografía*", en la cual describe la apariencia de un delgado corte de corcho, que aparecía *poroso*, algo semejante a un panal de abejas, poros o *celdas*, no muy profundas, que constaban de cajitas pequeñas separadas por "ciertos diafragmas." Hooke describió también una estructura similar en otras sustancias vegetales como medula y carbón. Pero se le recuerda principalmente por haber propuesto el nombre de "*célula*" para tales unidades minúsculas.

En los últimos años del siglo XVII dos de los primeros científicos de la anatomía vegetal *Grew* y *Marcelo Malpighi*, descubrieron el carácter celular de otras partes de las plantas.

En 1838 el botánico alemán *Schleiden* y su amigo *Schwann* compararon los resultados de sus estudios y fueron impresionados por el hecho de que la estructura de las plantas parecía ser siempre celular. A partir de estos y otros trabajos se formuló la "*teoría celular*", en la cual se expresa que "las células son las partes elementales o unidades estructurales de todos los organismos", y que el crecimiento y desarrollo de los seres vivientes consiste en la formación de nuevas células. Y fue esta la nueva idea que dio a los biólogos un fundamento mejor para construir el conocimiento de la estruc-

tura de las plantas y de los animales.

Pero pronto se reconoció que el término célula era inapropiado, al observarse que las células no eran cámaras vacías, como Hooke las había descrito, sino generalmente llenas de un material acuoso.

En 1831 *Robert Brown* observó que había en muchas células una masa redonda más condensada, que él llamó "*centro directivo de la célula*," el *núcleo*. Y el zoólogo *Schultze* describió por vez primera el *protoplasma* como la "*base física necesaria para la vida de las plantas y de los animales*".

Desde este punto de vista, la célula es una unidad de masa de protoplasma para la cual el nombre de *protoplasto* es mucho más apropiado.

Por otra parte, se sabe hoy que todos los procesos que tienen lugar en el cuerpo de la planta, tales como la absorción, la respiración, el crecimiento y la reproducción, etc., procesos que en conjunto se llaman *VIDA*, son, en última instancia, dirigidos y regulados por ese sistema físico y químico llamado *PROTOPLASMA*, taller donde tienen lugar todas las actividades vitales y que parece ser la única parte realmente viva de un organismo. Por estas razones la célula puede ser considerada, además, como la *unidad viviente* o *biológica* de las plantas y también de los animales.

a. Forma y tamaño de las células.

Cuando las células viven libres dentro de un líquido (agua, sangre, savia, etc.), adoptan una forma más o menos esférica. Pero cuando viven asociadas (formando tejidos) están sometidas a diferentes presiones por sus diversas caras y adoptan, por tanto, formas irregulares

y muy variadas, y pueden ser aplanadas si se trata de una masa de células de igual tamaño y sujetas a igual presión por todos los lados y dispuestas unas contra otras y, según algunos autores, con catorce (14) caras, ocho de las cuales son triangulares y las seis restantes cuadradas. (Fig. No. 14).

Pero, tanto en animales como en vegetales, la división del trabajo y la consiguiente diferenciación celular para realizarlo hacen que las células de los diversos tejidos adquieran formas determinadas con su oficio. Así, las encontramos poliédricas, rectangulares, rómbicas, cúbicas, estriadas, fusiformes, filamentosas, etc. (Fig. No. 15).

El tamaño de las células es también muy variable, y va desde 0,1 hasta 0,01 de milímetro de diámetro, de suerte que en un centímetro cúbico pueden haber de un millón a mil millones de células. Un árbol contiene miles de millones; las células vegetales, como las animales, son unidades tan pequeñas que las más grandes apenas alcanzan a ser visibles, en tanto que las más pequeñas requieren microscopios de alta potencia para poder ser apreciadas por nosotros; las células más grandes, como las de la pulpa de sandía, pueden tener casi un milímetro de diámetro; por el contrario, las células bacteriales pueden alcanzar apenas a medir tres diezmillonésimas de milímetro de ancho, por lo que se encuentran cerca de los límites inferiores de visibilidad del microscopio compuesto.

b. Estructura general.

Hemos visto que las células de las plantas y de los animales ofrecen muchos tipos y afectan gran variedad de formas, tamaños y de funciones. Pero hay ciertas características comunes a gran parte de

ellas: el *protoplasma* no es uniforme sino que contiene en su seno un *núcleo* o cuerpecito más o menos esférico, más denso y con una estructura interna propia y complicada, y una masa menos densa, el *citoplasma*, en el que pueden hallarse muchos cuerpos diminutos. Además, en las células vegetales maduras y activas (vivas) el citoplasma está comprimido formando una película delgada cerca de la pared celular, y el centro de la célula está ocupado por una *vacuola* o cavidad con jugo celular, llena de agua y varias sustancias disueltas. Alrededor de la célula se va acumulando una secreción que forma una *pared* (la membrana celular) de materia inerte, constituida fundamentalmente por *celulosa*.

1o. La *pared celular* o *membrana* es como la armazón esquelética de la célula y, por tanto, de toda la planta, producida por el protoplasto viviente hacia la superficie externa, y sirve para diferenciar las células vegetales de los animales. Está compuesta por celulosa, sustancia característica de los vegetales.

La mayor parte de las células vecinas se tocan entre sí mediante la pared que las separa y que, aunque parece ser una sola lámina, consta de dos paredes íntimamente unidas: una está formada por el protoplasto de un lado, y la otra por el protoplasto del otro lado (de cada una de las células vecinas), fuertemente comprimidas una contra otra y pegadas por una tercera capa de material intercelular, la *laminilla media*; esta laminilla media está compuesta de una sustancia llamada *pectina*, de mucha importancia, ya que une todas las células de la planta. (figs. No. 16 y 18).

En una membrana celular típica pueden distinguirse, por consiguiente, va-

rias capas, a saber: la capa más vieja o *capa primaria*, generalmente muy delgada y situada al exterior; la *laminilla media*; y la *pared secundaria* gruesa y firme. Estas dos paredes están a su vez formadas por fibrillas de celulosa, todas ellas formadas por el citoplasma.

La pared secundaria es de gran importancia económica, ya que forma la mayor parte de las fibras vegetales, tales como el lino, el algodón, el cáñamo, y constituye la masa fundamental de la madera; con ella se fabrica rayón, celofán, nitrocelulosa, algunos plásticos y muchos otros materiales importantes.

En las plantas duras y leñosas, la pared secundaria está lignificada, es decir, se llena de otros materiales, especialmente de *lignina*; en otros casos puede contener también *suberina* y *cutina*, que tiende a volverla impermeable al agua.

El intercambio de agua entre las células se facilita por la presencia de *poros* o partes delgadas, lugares donde no se desarrolla la pared secundaria. Estos poros (Fig. No. 17) pueden ser simples en las células jóvenes, pero en los elementos muertos, conductores de agua en la madera, se presentan *punteaduras aeroladas* complejas. (Fig. No. 15).

En las células con paredes muy gruesas hay a veces filamentos protoplasmáticos delgados o *plasmodesmos*, que las atraviesan y parecen establecer conexión protoplasmática de una célula a sus vecinas, lo que puede tener mucha importancia para la interrelación de las células.

Todo lo que entra y sale de la célula debe pasar a través de una o ambas membranas, que son permeables a ciertas sustancias disueltas, pero impermeables a otras, permeabilidad que varía en los distintos tejidos y bajo condiciones distin-

tas. La naturaleza de las membranas celulares es de mucha importancia para la planta, ya que ellas regulan el intercambio de todos los materiales entre la célula y el medio que las rodea.

2o. El *citoplasma*, en una célula vegetal típica y madura, es la parte del protoplasma que en forma de una delgada capa cubre la cara interna de la pared celular y que rodea la cavidad celular. (Fig. No. 14). En él tienen lugar las actividades de la célula, algunas de las cuales parecen ser cumplidas por el mismo citoplasma como un todo, pero otras se relacionan con cuerpos de varias clases, especialmente los *plastidios*, entre los cuales los más importantes son los siguientes: los *cloroplastos*, cuerpos redondeados, que se encuentran en las células de los tejidos verdes de las hojas y de otras partes de la planta expuestas a la luz; en ellos está la *clorofila*, que sirve para la fabricación de alimentos, los *cromoplastos*, que contienen otros pigmentos y dan la mayor parte de los colores rojos y amarillos de las plantas, y los *leucoplastos*, plastidios incoloros que parece que se relacionan con los granos de almidón de los tejidos de almacenamiento. (Fig. No. 21).

Además de los plastidios, en el citoplasma se encuentran otros cuerpos tan diminutos que solo son observables cuando se les colorea, y tienen apariencia de gránulos de diversas formas: los *proplastidios*, que más tarde se convierten en plastidios; las *mitocondrias*, que regulan los procesos de respiración, y los *microsomas*, que son los centros de la síntesis de las proteínas y que están formados de *ácido ribonucleico*. (Fig. No. 18).

Todos los cuerpos antes enumerados son partes de la materia viviente de la célula vegetal. Pero en ésta, es decir, en

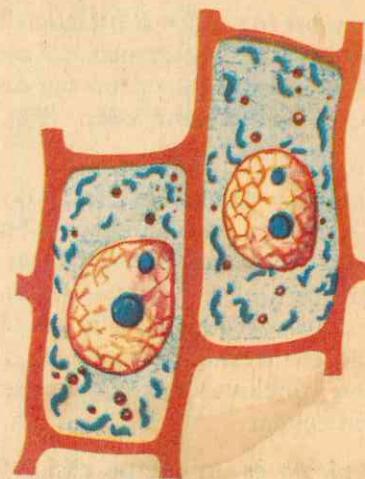


Fig. No. 18

CELULA DE JACINTO

En el citoplasma se observan las mitocondrias (cuerpos oscuros y alargados) y los plastidios (pequeños y circulares) dispersos.

el protoplasma, hay otros cuerpos aparentemente inertes, entre los cuales están los *granos de almidón*, los *cristales* de varias clases forman, con frecuencia *glóbulos de aceite* y masas de alimento de varias clases.

El citoplasma es activo y puede fluir o formar corriente de una a otra parte de la célula.

Además del citoplasma, el cuerpo de la célula (*citósoma*) comprende otras formaciones, entre las cuales destacamos el *centrosoma* y el *cuerpo* o *aparato de Golgi*. El centrosoma es un corpúsculo que no se tiñe por colorantes ordinarios, pero sí con anilinas ácidas; se encuentra en las células de las plantas inferiores y en la mayor parte de los animales, parece presidir los fenómenos de la reproducción celular. Está rodeado por un campo claro llamado *esfera atractiva* o *centrosfera*, de la cual parten radiaciones protoplasmáticas, por lo que al conjunto se le

da el nombre de *áster* o *estrella*. En el centro del áster y, por tanto, del centrosoma, se encuentra uno o un par de corpúsculos llamados *centriolos*. (Fig. No. 33).

El aparato reticular o cuerpo de Golgi es un conjunto de filamentos tubulares cerrados y anastomosados entre sí, descubierto por Golgi en las células vegetales, según las revelaciones últimas del microscopio electrónico; algunos autores le atribuyen funciones relacionadas con la nutrición celular.

3o. *El núcleo* es un cuerpo casi esférico (Figs. 14, 19 y 21), más denso que el resto del protoplasma, situado cerca al centro del cuerpo celular, y consta de un líquido claro, el *jugo nuclear*, dentro del cual hay unos filamentos de cromatina (material que se tiñe fácilmente), y provisto de una membrana bien definida, la *membrana nuclear*.

Los filamentos de cromatina se acortan durante la división celular, para formar los cuerpos llamados *cromosomas* (cuerpos que se coloran), de tamaño, forma y número definidos en las células de cada especie. Son de gran importancia en la herencia por ser los portadores de los *genes*.

Casi todos los núcleos tienen, además, otro cuerpecito redondeado y de material denso; es el *nucleolo*.

Generalmente, cada célula tiene un solo núcleo, pero algunas (cenocitos) pueden tener varios. Así sucede con ciertas algas y hongos, cuyo cuerpo es un solo filamento, ramificado y sin divisiones, que semeja una sola célula gigantesca con cientos de núcleos.

Considerado químicamente, el núcleo es muy semejante al resto del proto-

plasma, a excepción de que es rico en *nucleoproteínas*, cuyos componentes fundamentales son los *ácidos nucleicos*.

El ácido *desocirribonucleico* (ADN) es el material esencial del gene y tiene la propiedad exclusiva de reproducirse a sí mismo. El ADN no sale del núcleo, pero produce *ácido ribonucleico* (ARN) que pasa al citoplasma y sintetiza las proteínas que regulan los procesos fisiológicos del protoplasma.

La importancia del núcleo radica en que es el centro directivo de las actividades más importantes, tales como la síntesis, la digestión, la asimilación, la formación de la pared celular, la reproducción celular y la transmisión de los *caracteres hereditarios*, hechos que han sido demostrados experimentalmente: si a una célula se le suprime de manera artificial su núcleo sigue viviendo por cierto tiempo, pero pronto deja de llevar a cabo sus actividades normales, todo lo cual nos indica que el núcleo produce y secreta al resto de la célula las *enzimas* y otras sustancias que regulan y determinan su actividad.

4o. *Las vacuolas*: Tanto en las células de los animales como en las de los vegetales el citoplasma y el núcleo llenan la mayor parte de la célula; pero en las células vegetales típicas y maduras, la parte central está llena de un líquido, el *jugo celular*, contenido dentro de la vacuola o cavidad del jugo celular. Esta vacuola se forma generalmente de la unión de otras más pequeñas que se encuentran ya formadas en la célula embrional. (Fig. No. 19-a). El agua o jugo celular de las vacuolas contiene sustancias en solución, tales como azúcares, sales y ácidos orgánicos; con frecuencia se encuentran pigmentos y la mayor parte de los colores azul y

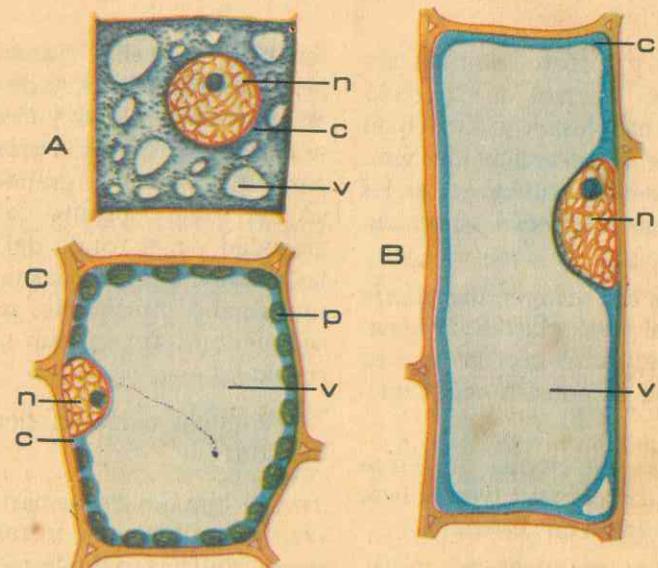


Fig. No. 19

CELULAS VEGETALES

A) célula joven (región de crecimiento); B) célula madura proveniente del desarrollo de A; C) célula con clorofila; n) núcleo; c) citoplasma; v) vacuola; p) plastidios.

morado de las plantas pertenecen al jugo celular.

c. *El Protoplasma*

Hemos dicho que todos los procesos que en conjunto llamamos vida son regulados y dirigidos por el protoplasma, taller vital donde tienen lugar todas las actividades, única parte realmente viva de un organismo, pero cuyo carácter de *materia viviente* no podemos explicar hoy pues los conocimientos que poseemos al respecto no nos permiten todavía hacerlo. Sabemos que es un material de apariencia simple, pero en realidad es extremadamente complejo.

Resulta evidente que los rosales y las vacas, por ejemplo, son muy diferentes, pues los seres vivos reflejan las diferencias de sus protoplasmas; y sin excepción, ninguna clase de protoplasma es

exactamente igual a otra. No obstante, los caballos y las yeguas presentan más semejanzas que diferencias. Pero todas las clases de protoplasma poseen muchas características fundamentales en común.

a. *Composición química*:

Cuatro de los elementos más frecuentes en la tierra constituyen el 95% del protoplasma, a saber: *oxígeno, carbono, hidrógeno y nitrógeno*. Otros treinta elementos químicos forman el 5% restante. Virtualmente todos estos elementos se presentan combinados, forman compuestos; el agua es el más abundante, ya que forma entre el 80 y el 95% en peso de la materia viva. También contiene el protoplasma grasas, azúcares y bases minerales. Pero los compuestos más importantes del protoplasma son las *proteínas*, integradas químicamente por carbono, hidrógeno, oxígeno.

nitrógeno, azufre y fósforo. Son sustancias claves porque forman el esqueleto estructural del protoplasma y participan en la mayor parte de las actividades vitales. Entre las numerosas funciones de las proteínas, tres tienen especial importancia, a saber:

1o. Las proteínas constituyen los sillares fundamentales del protoplasma, la armazón principal que, junto con las grasas, da al protoplasma su consistencia característica.

2o. Las funciones de ciertas proteínas (las nucleoproteínas) constituyen la base de la *autopropagación* en general.

3o. Las reacciones químicas del protoplasma se realizan a velocidad inapreciable por lo lentas, a menos que sean aceleradas por sustancias que reciben el nombre de *catalizadores*. Las proteínas funcionan como catalizadores protoplasmáticos, pues forman las *enzimas*.

b. *Caracteres físicos:*

Cualquier sistema formado por un líquido y partículas sólidas pertenece a uno o más de los tres tipos existentes, según sea el tamaño de las partículas (Fig. No. 20), es decir, es una *solución verdadera* o *cristaloide*, un *coloide* o una *suspensión grosera*.

En el primer sistema, las partículas

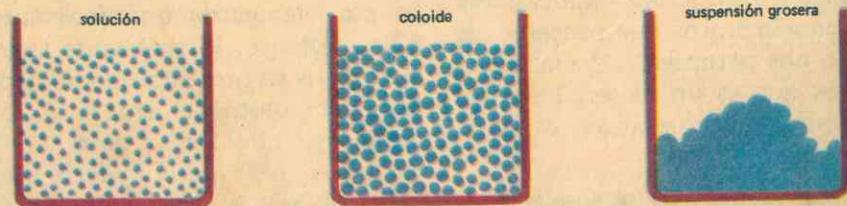


Fig. No. 20

LAS TRES CLASES DE SISTEMAS "SOLIDO-LIQUIDO" SEGUN EL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS

son muy pequeñas (iones inorgánicos o pequeñas moléculas, y de él pueden formarse cristales, agua y cloruro de sodio); se trata de suspensión grosera cuando las partículas son muy grandes (agua y polvo del suelo), pronto se depositan por gravedad en el fondo del recipiente que las contiene; pero si las partículas tienen un tamaño intermedio, no cristalizan ni sedimentan: forman un sistema llamado *coloide*.

Algunas características de los coloides son:

- 1o. El tamaño de las partículas varía entre una millonésima y una cienmillonésima de milímetro de diámetro;
- 2o. Los coloides pueden ser alterados por pequeños cambios de composición;
- 3o. Un coloide coagula pero no vuelve a su estado primitivo, es decir, no es reversible;
- 4o. En general, no son solubles ni cristalizan;
- 5o. Coagulan fácilmente;
- 6o. Son malos conductores de la electricidad;
- 7o. Se difunden muy lentamente.

Por otra parte, hay varios sistemas

coloidales, tales como sólidos en líquidos, sólidos en gases, líquidos en gases, líquidos en líquidos, gases en líquidos, etc. Los líquidos dentro de líquidos se llaman *emulsiones*.

Físicamente, el protoplasma ordinario ni es un sólido ni es un líquido, y tiene un grado considerable de resistencia a la tensión, elasticidad y cohesión, por lo que no es tampoco una simple emulsión. El hecho físico más importante relacionado con el protoplasma es que pertenece al grupo de las estructuras que se hallan en una condición *coloidal*. Por esta razón, en su superficie se forma una membrana (protoplasmática), de gran importancia, puesto que constituye el paso obligado de todas las sustancias que entran al protoplasma y salen de él, además de ser *semipermeables*, ya que efectúan una función de selección mediante el fenómeno de *ósmosis* (cuyo efecto fundamental consiste en hacer pasar agua hacia la región de mayor concentración coloidal y las partículas difundidas en ella). (Fig. No. 23).

Los cuerpos coloidales menores pueden ser empujados en todas direcciones, y ofrecen entonces un movimiento al azar llamado *movimiento browniano*, que impide la sedimentación de las partículas a fin de mantener la suspensión. En ello intervienen las *cargas eléctricas*, ya que todas las partículas de un sistema

coloidal son *electropositivas* o *electronegativas*. Y el protoplasma celular dispone del movimiento browniano.

Por otra parte, los coloides protoplasmáticos experimentan cambios de fase que son reversibles, es decir, pueden pasar de *Sol* a *Gel* y viceversa. Estos estados alternan normal y repetidamente en el protoplasma, según la proporción de agua y de compuestos orgánicos que contenga en un momento dado. Por ejemplo, el aspecto casi sólido y flexible del protoplasma que encontramos en la piel y en los músculos se debe al estado de *gel*. Pero la adición de agua o la retirada de partículas coloidales da lugar a una mayor fluidez, que es lo que caracteriza al estado de *Sol* de un coloide; en este estado está el protoplasma externo, la membrana celular, y por esta razón pone de manifiesto la actividad selectiva.

B. COMPARACION ENTRE CELULA VEGETAL Y CELULA ANIMAL.

En un análisis final no se ha podido establecer un criterio que nos permita dividir los organismos vivientes en dos grupos perfectamente definidos, al menos todos los organismos para poder afirmar que son *plantas* o son *animales*. Sin embargo, hemos encontrado ciertas diferencias que pueden ser valdezas en la mayor parte de los casos:

1. Cuadro comparativo:

Las plantas

- a. Sus células tienen paredes celulares.
- b. Carecen de locomoción.
- c. Son poco irritables.
- d. Crecen continuamente.

Los animales

- Sus células carecen de membranas o éstas carecen de celulosa.
- Tienen poder de locomoción.
- Son muy irritables.
- Crecen hasta un tamaño definido.

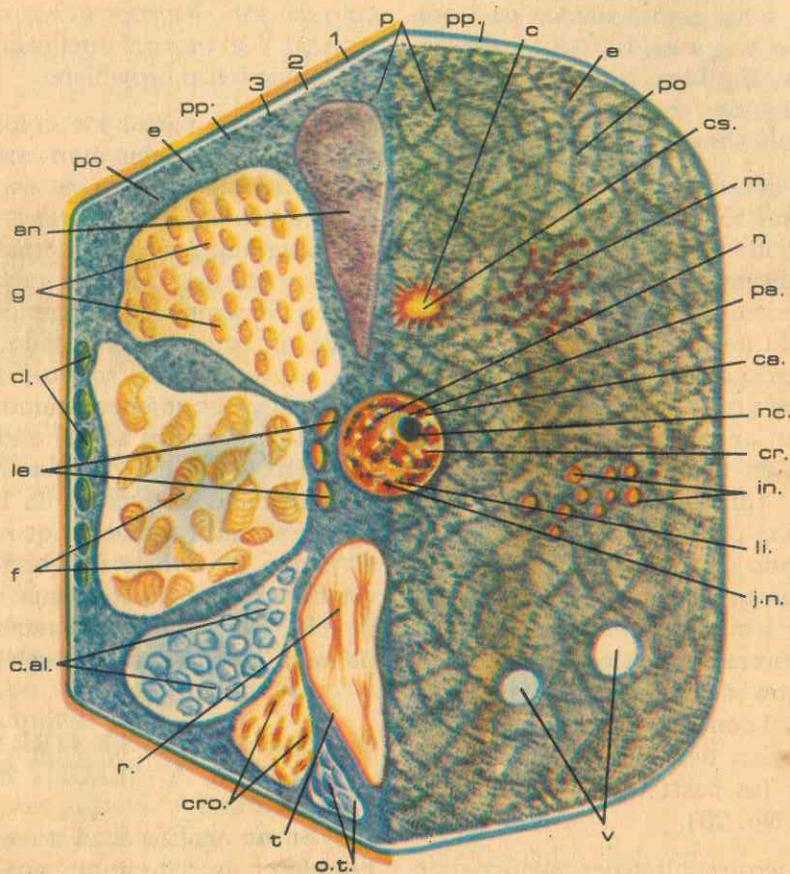


Fig. No. 21

ESQUEMA COMPARATIVO ENTRE CELULA ANIMAL Y CELULA VEGETAL

(la mitad izquierda representa la célula vegetal; la otra mitad, la célula animal).

1-2-3: membrana celular (cápsula de secreción) primaria, secundaria y terciaria.

p.: protoplasma (citoplasma).

pp.: película protoplasmática (membrana fundamental).

e.: ectoplasma (hialoplasma)

po.: endoplasma.

cs.: centrosfera.

n. núcleo celular.

cro.: cromoplastos.

c.al.: cristales aluminoides.

le.: leucoplastos.

g.: esferitas de grasa o aceite

pa.: película de antipirenina.

m.: mitocondrios.

ca.: carioplasma.

n.c.: nucleolo (pirenina).

cr.: cromatina.

li.: linina.

j.n.: jugo nuclear.

in.: inclusiones (esferas metaplasma).

v.: vacuolas.

o.t.: otros cristales.

t.: tonoplasto.

r.: ráfides (cristales aciculares).

f.: granos de fécula (almidón).

cl.: cloroplastos.

2. Algunas excepciones:

a. Animales del grupo *Tunicados* producen celulosa, y es dudoso que algunas plantas inferiores tengan paredes con celulosa.

b. Ciertas plantas producen células móviles que intervienen en la reproducción. Ciertos animales son sesiles.

c. La planta sensitiva (*Mimosa*) y otras más responden a los estímulos con mayor facilidad que los mismos animales.

d. Esta distinción no es aplicable a las formas unicelulares; éstas crecen a través de su vida, pero adquieren simplemente un tamaño medio, después del cual se reproducen.

e. Algunos protozoos, a excepción de los que tienen clorofila, pueden vivir de compuestos muy simples.

3. Diferencias morfológicas:

Los organismos vegetales unicelulares más pequeños son apreciablemente más pequeños que las más diminutas células animales, mientras que el mayor tamaño de las células animales excede considerablemente al de las plantas.

Sin embargo, tanto las células animales como las vegetales cuando son típicas tienen el mismo tamaño, más o menos.

Las células vegetales en general poseen una pared celular rígida alrededor

de la membrana celular propiamente dicha, compuesta principalmente por celulosa. Su cuerpo celular o *citoplasma* contiene a menudo plastidios, especialmente *cloroplastos* (que intervienen en la fotosíntesis), y una gran *vacuola*, de la cual carecen las células animales.

4. Diferencias fisiológicas:

La pared celular, a pesar de ser rígida, evita la libre expansión del contenido celular dentro de la célula viva. Por consiguiente, la absorción de agua, debido a la alta presión osmótica del protoplasma, es utilizada en el desarrollo de la *turgencia*, característica propia de la célula vegetal. Los azúcares, grasas y proteínas pueden ser sintetizados por la célula vegetal a partir de compuestos orgánicos. En estos procesos intervienen las *enzimas* específicas, y la energía necesaria para todos ellos viene de la luz solar o de ciertas reacciones químicas que la dejan en libertad (reacciones exotérmicas).

5. Diferencias en la reproducción:

En las células de las plantas de flores (fanerógamas) no existen *centrosomas*. Durante la *telofase* de la *mitosis*, las células hijas no se separan por estrangulación, como en las células animales, sino mediante una placa celular, que se forma en el ecuador de la célula por la desintegración del *huso acromático*.

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

LA CELULA, UNIDAD FISIOLÓGICA DE LOS SERES VIVIENTES

1. Finalidad: Las células vegetales absorben agua y sales.

Material: Plántulas del germinador,

tubos de ensayo, agua, aceite, algodón, anilina.

Procedimiento: En uno de los tubos eche agua teñida con anilina, y dentro de esta solución coloque una de las plántulas, arrancada cuidadosamente del germi-

nador a fin de que sus raicillas no se rompan: cubra la boca del tubo con algodón y coloque el conjunto en una gradilla.

En otro tubo eche unos 3 ó 4 cms.³ de solución acuosa de anilina, agregue luego unos 5 cms.³ de aceite; introduzca en este tubo otra plántula en las mismas condiciones que la anterior, pero de suerte que el extremo de la raíz no quede en contacto con la solución de anilina. Colóquelo al lado del primero y observe cada dos horas:

¿Qué sucede en los dos tubos en relación con la cantidad de la solución de anilina? ¿Por qué razón ha disminuído en el primer tubo? ¿Por qué razón se conserva intacta la cantidad de esta solución en el segundo tubo? ¿Por qué la proporción de aceite no ha variado en el segundo? ¿Qué conclusión deduce de este experimento? (Fig. No. 22).

Practique cortes transversales en la raíz o en el tallo de la primera planta y

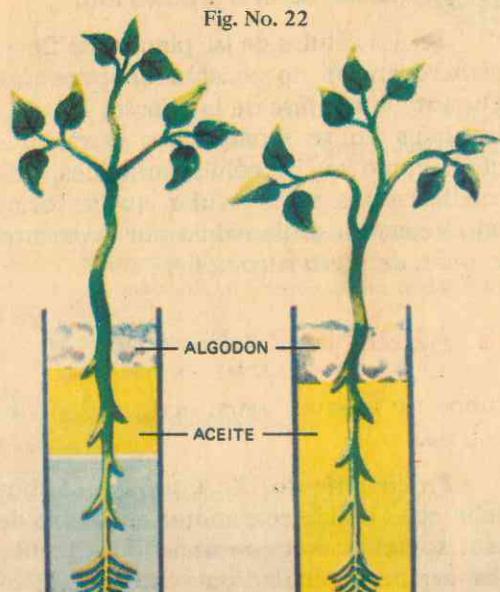


Fig. No. 22

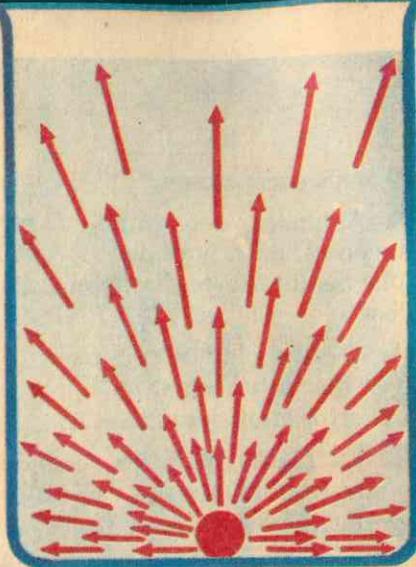


Fig. No. 23

Difusión de una sustancia disuelta. El esquema representa la difusión hacia afuera de las moléculas disueltas en la superficie de una sustancia soluble sumergida en agua. Su concentración disminuye con la distancia a la superficie de difusión.

observe al microscopio; haga lo mismo con la planta del segundo tubo:

¿Qué diferencia encuentra entre los cortes de las dos plantas? ¿Por qué esta diferencia de coloración de determinados tejidos? ¿Cuál es la conclusión práctica de este experimento?

2. Finalidad: La absorción se hace por ósmosis.

Material: Vaso de vidrio, tubo de vidrio abierto por sus dos extremos, una vejiga, almíbar coloreado con anilina, agua.

Procedimiento: Fije la vejiga a uno de los extremos del tubo y por el otro introduzca en la vejiga el almíbar coloreado previamente hasta una altura determinada (a) en el tubo; introduzca el conjunto con la vejiga hacia abajo dentro del vaso que contiene agua. Deje que transcurran algunas horas y observe:

¿Qué aprecia en el nivel primitivo que tenía el agua del vaso? ¿Por qué habrá descendido este nivel? ¿A dónde

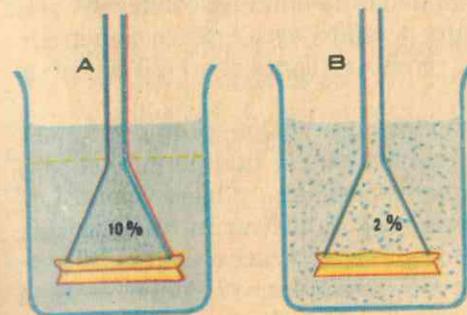


Fig. No. 24

DIFUSION SENCILLA

A - Extremo de un embudo que contiene 10% de sal en disolución, cubierto por una membrana permeable e invertido dentro de un vaso que contiene agua pura. B - La sal difunde hacia afuera a través de la membrana y el agua hacia dentro hasta que la disolución ha alcanzado la misma concentración a ambos lados.

ha pasado el agua? ¿Qué papel ha desempeñado la vejiga?

¿Qué observa en relación con el nivel del contenido del tubo? ¿Por qué habrá aumentado el contenido de dicho tubo? ¿Qué conclusión puede deducir de este experimento? ¿Qué color ha tomado el líquido del vaso? Pruebe el líquido del vaso: ¿Cuál es su sabor al final del experimento? ¿Cuál es su conclusión práctica? (Figs. No. 23 a 25). ¿Cuántas corrientes han operado entonces? ¿En qué sentido o dirección han sido efectuadas estas dos corrientes? ¿Qué propiedad le puede atribuir a la vejiga? ¿Qué es una membrana permeable?

Investigue: ¿En qué consiste la ósmosis?

Compare estos resultados con los obtenidos en el experimento anterior y deduzca: Siendo los pelos absorbentes células vegetales, ¿qué fenómeno físico

ha intervenido en la absorción de agua teñida con anilina? ¿Qué propiedad ofrecen entonces las membranas celulares? Además del agua del suelo, ¿qué otras sustancias puede absorber la planta mediante las raíces? ¿Cómo lo demuestra en los experimentos anteriores?

Investigue: ¿Por qué razón no se sale de la célula el protoplasma cuando está dentro del agua o en contacto con ella?

3. Finalidad: Exósmosis en las células. La endósmosis.

Material: Cortes frescos de tallo de una planta del germinador, porta y cubre-objetos, solución de sal de cocina al 3%, agua destilada, papel secante, microscopio.

Procedimiento: Coloque una gota de agua en el porta y, dentro de ésta, el corte seleccionado. Examine al microscopio la forma y el contenido de las células grandes y parenquimatosas.

Ahora tape la preparación con el cubre-objetos, y por un lado de éste, deje

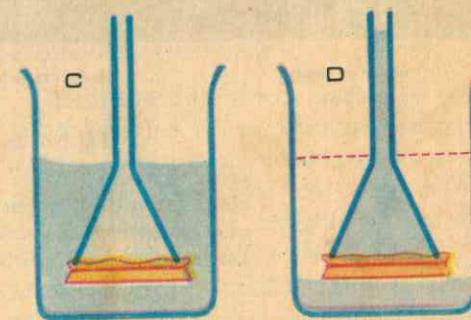


Fig. No. 25

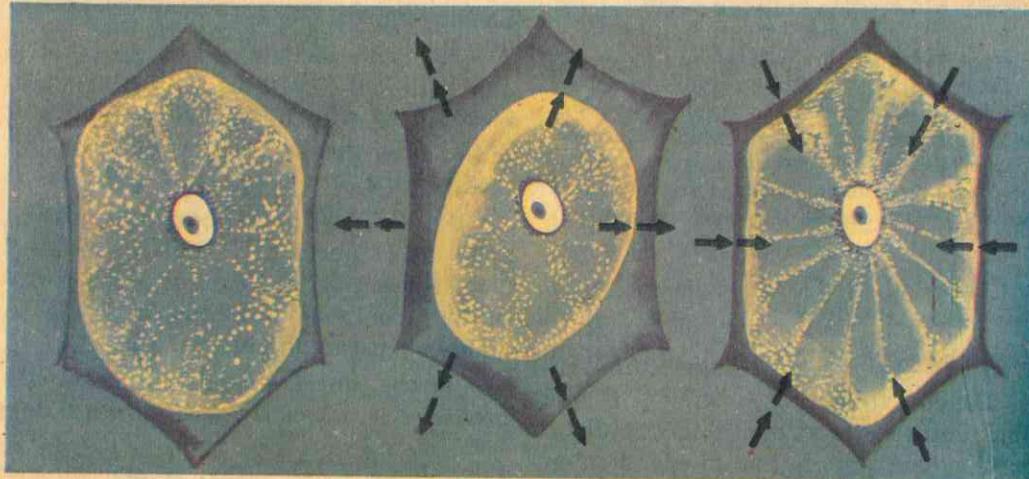
OSMOSIS

C - Solución de hemoglobina en un embudo, agua pura en el vaso. D - Las moléculas de hemoglobina son demasiado grandes para pasar por los poros de la membrana semipermeable, pero el agua se difunde hacia dentro, diluyendo la solución de hemoglobina; el nivel del líquido sube en el embudo y disminuye en el vaso.

penetrar una gota de la solución de sal; después de unos minutos, observe nuevamente: ¿Qué le ha sucedido al contenido de las células grandes? ¿Por qué se habrá contraído (recogido)? ¿Será que ha penetrado agua? ¿O habrá salido de la célula? ¿Qué fenómeno físico ya conocido se ha efectuado? Si el agua ha salido del interior de la célula al exterior, ¿cómo se puede llamar este caso de ósmosis? ¿En qué consiste la exósmosis? (Fig. No. 26).

ha distendido nuevamente hasta la pared interna de las membranas celulares? ¿Ha entrado o salido agua? Si ha penetrado agua, ¿cómo se llama este caso de ósmosis?

3. Conclusiones: ¿Qué propiedad tiene la membrana celular que permite el paso del agua hacia afuera y hacia adentro de la célula? ¿Por qué razón ha permitido la salida de agua y no de almidón o de azúcar del protoplasma? ¿Qué ventajas tiene para la célula la semipermeabilidad



célula en reposo

célula que ha perdido agua

célula recobrando su estado natural

Fig. No. 26

célula en reposo

célula que ha perdido agua.

célula recobrando su estado natural

Las flechas indican la dirección de la corriente de agua

Procedimiento: Repita el experimento con la misma preparación, pero introduciendo gotas de agua destilada por un lado del cubre-objetos hasta rodear la preparación, por el lado opuesto trate de atraer el agua con una tirita de papel secante. Suponiendo que las células siguen vivas, observe al microscopio: ¿Sigue contraído el protoplasma? ¿O se

o propiedad selectiva de sus membranas?

Investigue: ¿En qué consiste la plasmólisis? ¿Qué peligro puede tener para la vida celular? Además de la difusión y la ósmosis, ¿qué otros factores intervienen en la absorción celular en los vegetales?

4. **Finalidad:** El protoplasma vegetal, fábrica de alimentos.

Material: Solución de almidón, agua, solución yodo-yodurada (sol. de yodo y yoduro potásico), hojas de geranio, granos de cereales (frísoles), papa, aceite de olivas, Sudán III.

Procedimiento: En un tubo de ensayo prepare una solución de engrudo de almidón, agréguele unas gotas de solución yodo-yodurada: ¿Qué color toma? Así se reconoce la presencia del almidón.

Triture ahora en un mortero los cereales o trozos de papa; agregue agua al triturado y luego gotas de la solución yodo-yodurada: ¿Qué observa? Compare este resultado con el anterior y deduzca: ¿Qué sustancia alimenticia contienen las células vegetales? Enumere otros cuerpos del mismo grupo de los almidones.

Procedimiento: Vierta un poco de aceite en un tubo de ensayo, agregue unas gotas del colorante rojo Sudán III; agite bien y observe: ¿Qué color toma el aceite? Así se reconoce la presencia de las grasas (lípidos).

En el mortero triture semillas de linaza y eche el triturado en un tubo de ensayo, llénelo con agua hasta su tercera parte; hierva el contenido y observe: Después de dejar en reposo, ¿qué observa en la superficie del líquido? ¿De qué clase de sustancias serán estas gotas?

Cuando ya haya obtenido una capa de aceite en el tubo, agregue Sudán III, agite y observe después del reposo: ¿El líquido sigue o no homogéneo? ¿En cuántas capas se divide? ¿De qué color se ha teñido la capa superior? Entonces, ¿qué otra clase de sustancia ha investigado en el protoplasma vegetal?

Material: Clara de huevo, agua, tubo de ensayos, ácido nítrico concentrado, lámpara de alcohol, sol. de hidróxido sódico al 40 % , sol. de sulfato de cobre al 1 % ; harina de cereales (frísoles) o una papa.

Procedimiento: Rompa un huevo y recoja la clara (proteína) en un vaso; después de media hora llene el vaso con agua y agite enérgicamente hasta obtener una solución homogénea. De esta solución tome un poco en un tubo de ensayos y agréguele igual cantidad de ácido nítrico concentrado, caliente hasta la ebullición y observe:

¿Qué color toma el precipitado? Anote el resultado.

Repita este experimento, pero agrégandole a la solución de proteína unos dos centímetros cúbicos de hidróxido sódico al 40 % y una gota de sol. de sulfato de cobre al 1 % , y observe:

¿Qué coloración toma la solución de proteína?

Por estos dos medios se reconoce la presencia de proteínas.

Disuelva un poco de harina de cereales (frísoles) o de la porción central de una papa en agua. Proceda como en los dos casos anteriores: Si con el ácido nítrico toma color amarillo y con el hidróxido sódico y el sulfato de cobre el color es púrpura pálido, ¿qué sustancias están presentes en el protoplasma vegetal?

Enumere algunas plantas utilizadas en la obtención de glúcidos (almidones, azúcares). Cite plantas especiales para la obtención industrial de lípidos (grasas, aceites).

Investigue: ¿Qué tipo de proteínas

se encuentran sólo en los vegetales? ¿Cuáles son los elementos químicos que entran en la composición de glúcidos, lípidos y proteínas?

¿A cuál de estas tres clases de alimentos concede mayor importancia como constitutivo del protoplasma celular? ¿Bajo qué aspecto se almacenan las proteínas en los tejidos vegetales como reserva alimenticia? De los glúcidos, los lípidos y las proteínas, ¿cuáles son productores de energía? ¿Cuál o cuáles son constructores de tejidos?

5. **Finalidad:** Para que el alimento sea eficaz debe ser digerido.

Material: Solución de almidón muy diluída (0,5 %), tubos de ensayos, solución de yodo, saliva (o diastasa de Kaka-preparado para animales).

Procedimiento: Llene hasta la mitad un tubo de ensayos con solución de almidón. En otros seis tubos coloque sendas gotas de sol. diluída de yodo. Con una varilla de vidrio traslade una gota de sol. de almidón al primero de los tubos con yodo: ¿Qué coloración aparece? Este color es el típico del compuesto formado: almidón-yodo.

Disuelva 0,2 gramos de diastasa Kaka en 100 c.c. de agua y agregue unas gotas de solución de almidón (en lugar de la diastasa puede utilizar saliva pero sin disolver); agite vigorosamente el tubo, a intervalos. De esta preparación traslade con la varilla de vidrio gotas a los demás tubos que contienen yodo; después de 30 segundos, un minuto, dos y cinco minutos observe la gama de colores que van apareciendo, desde el azul puro del compuesto almidón-yodo hasta el pardo, pasando por el púrpura.

Investigue: ¿Por qué esta gama de colores? ¿El almidón permanecerá inal-

terable y en cambio ha variado la composición del yodo mediante la saliva? ¿O será que el almidón ha sufrido alguna transformación química? ¿Qué nombre recibe el compuesto formado? Si el almidón se ha transformado en dextrina (otro glúcido) utilizando el agua mediante la acción de la saliva (o diastasa), ¿cómo puede denominarse el proceso? ¿La dextrina será un glúcido igual, más complejo o más sencillo que el almidón?

Procedimiento: En un tubo de ensayo bien limpio coloque un poco del contenido del problema anterior; agregue reactivo de Fehling y caliente hasta la ebullición. Observe: ¿Hay alguna reacción? ¿Cómo lo sabe? Se han formado azúcares sencillos, maltosa y glucosa. Entonces deduzca: ¿Qué le ha sucedido al almidón? Compare este resultado con el del tubo primitivo después de media hora de haber iniciado el experimento. ¿Qué conclusión final deduce? ¿En qué consiste la digestión (hidrólisis) del almidón? Fig. No. 27.

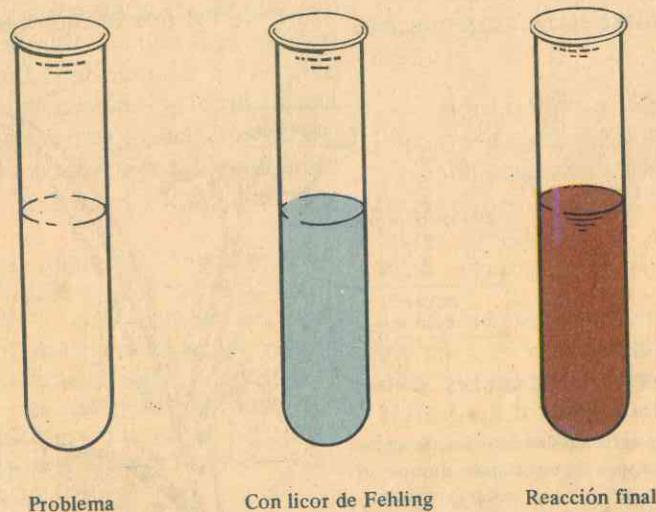
6. **Finalidad:** El protoplasma contiene enzimas.

Material: Granos de cebada, papel filtro o secante, mortero, agua destilada, tubos de ensayo, solución de almidón al 0,5%, mechero, solución de yodo.

Procedimiento: Remoje en agua unos 50 gramos de granos de cebada y póngalos a germinar durante 4 ó 5 días en el germinador de clase y a la temperatura normal del laboratorio. Una vez germinados, triture las semillas en el mortero con un poco de agua destilada, filtre y recoja el filtrado.

En sendos tubos de ensayos coloque un poco de solución de almidón y un poco del filtrado anterior. Caliente uno de los dos tubos hasta la ebullición y luego déjelos reposar quietos ambos durante

Fig. No. 27
Hidrólisis del almidón



10 minutos. Del contenido de cada tubo tome una muestra en un vidrio de reloj o en un tercer tubo, con unas gotas de solución de yodo. Repita esta última operación cada cinco minutos, observe y anote:

¿Cuál de las dos muestras va dando gradualmente el color propio de la reacción de la dextrina? ¿Por qué la mezcla que ha sufrido la ebullición sigue presentando solamente la reacción del almidón? ¿Qué fenómeno químico le ha ocurrido al almidón del segundo tubo? ¿Por qué razón se llama hidrólisis este proceso? ¿El calor favorece o destruye las enzimas? Deduzca, entonces, por qué el almidón que permaneció a la temperatura normal sí sufrió la hidrólisis. ¿Cuál o cuáles son los productos finales de esta hidrólisis del almidón? ¿En cuál de las sustancias utilizadas estaba presente la enzima que la produjo?

Deduzca, ¿qué papel desempeñarán las enzimas en las plantas vivas en relación con su nutrición? En animales y plantas, ¿cómo se denomina generalmente el proceso de transformación de los alimentos en sustancias más sencillas y fácilmente asimilables por los organismos respectivos?

7. **Finalidad:** Los alimentos digeridos pasan a formar materia viva.

Investigue: ¿Los alimentos digeridos permanecen o no en el lugar (células) donde se efectuó la digestión? ¿Hacia dónde deben dirigirse entonces? ¿Cómo se llama el traslado de los alimentos asimilables a todo el organismo viviente? ¿Cuál es la finalidad de estos alimentos en relación con cada una de las células del organismo? ¿Cómo se llama la incorporación de los productos alimenticios al protoplasma vivo? Explique el sentido

etimológico del término *asimilación*.
¿Los vegetales asimilarán? (Fig. No. 28).

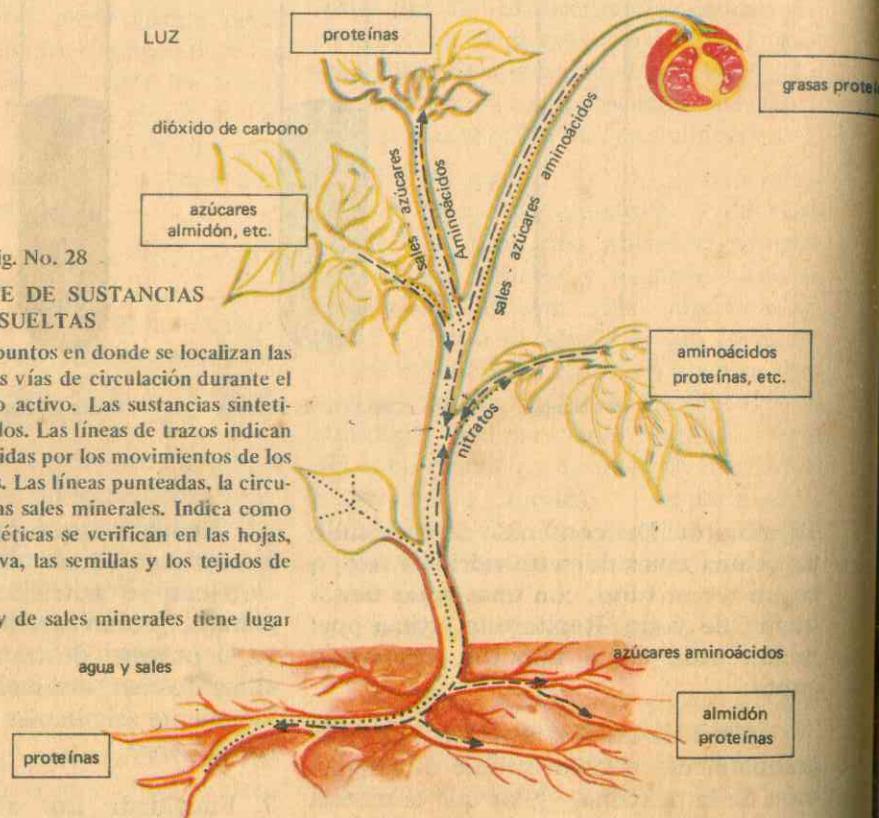
8. Finalidad: Además de alimentos, el protoplasma requiere oxígeno y energía.

con el otro termo, pero con semillas cuyo embrión ha muerto mediante la ebullición en agua. Observe y lea la temperatura de los dos termos cada hora y anote

Fig. No. 28
TRANSPORTE DE SUSTANCIAS
DISUELTAS

El diagrama indica los puntos en donde se localizan las síntesis principales y las vías de circulación durante el período de crecimiento activo. Las sustancias sintetizadas están en rectángulos. Las líneas de trazos indican las principales vías seguidas por los movimientos de los aminoácidos y azúcares. Las líneas punteadas, la circulación del agua y de las sales minerales. Indica como las condensaciones sintéticas se verifican en las hojas, los tubérculos de reserva, las semillas y los tejidos de crecimiento.

La absorción de agua y de sales minerales tiene lugar en las raíces.



Material: Dos termos, semillas en germinación (frísoles, trigo, maíz), termómetros, algodón en rama, mechero.

Procedimiento: Llene hasta sus dos tercios un termo con semillas en proceso de germinación, coloque un termómetro de suerte que el depósito de mercurio o de alcohol quede rodeado por semillas; cierre el cuello del termo con algodón en rama, apretando bien. Haga lo mismo

los resultados: ¿Son iguales en los dos termos? ¿Cuál es la diferencia? ¿En cuál de los termos es más alta? ¿De dónde procede ese mayor calor? ¿En qué sustancia estaba almacenado ese calor (energía)?

¿En cuál de los dos termos el embrión de las semillas está respirando? ¿Qué elemento químico de la atmósfera absorben los seres vivos durante la respi-

ración? ¿Para qué finalidad es utilizado el oxígeno por las plantas vivas? ¿Qué acción química ha tenido el oxígeno sobre la glucosa almacenada en las semillas (en forma de almidones que fueron digeridos mediante la germinación)? Escriba la reacción química que ha tenido lugar entre la glucosa y el oxígeno. ¿Qué cuerpo gaseoso se desprende del organismo vivo durante la respiración? (Fig. No. 29).

Investigue: ¿Qué diferencia encuentra entre respiración y fotosíntesis en los vegetales? ¿Qué es respiración aeróbica y respiración anaeróbica? ¿De dónde procede en último término, la energía almacenada en las semillas? ¿Cuál es el pigmento que interviene en la fotosíntesis? ¿Qué gas es absorbido por la planta verde durante la fotosíntesis, y cuál otro se desprende a la atmósfera? ¿Cuál es el beneficio que trae la fotosíntesis al aire atmosférico?

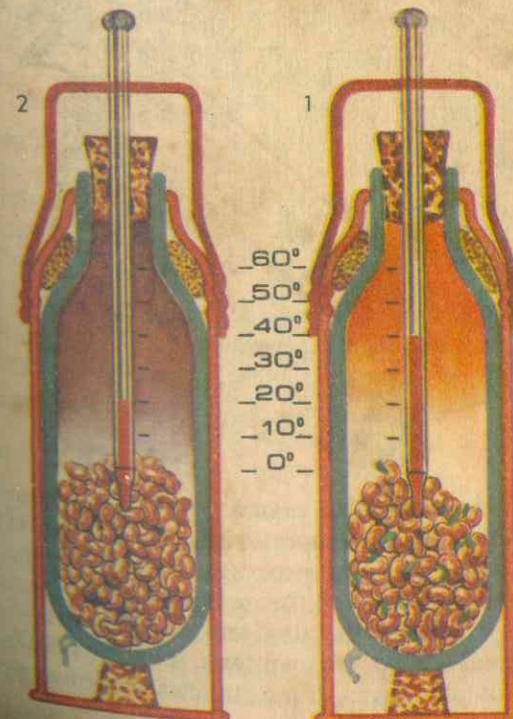
9. Finalidad: Cuatro son los elementos biogénicos fundamentales.

Material: Trozos de órganos vegetales frescos, tubos de ensayos, mechero, embudo.

Procedimiento: En cuatro tubos coloque trozos de raíz, hojas verdes, tallos y semillas maduras, respectivamente. Los tubos deben ser secados previamente. Caliente suavemente el contenido de cada tubo, observe y anote:

¿Qué puede apreciar en las paredes internas de los tubos? ¿De dónde procede el agua que las empaña? ¿Cuál es la fórmula química del agua? ¿Qué elementos químicos la constituyen? ¿Cómo se representan las moléculas del oxígeno y del hidrógeno? Deduzca, entonces, si en las plantas se encuentra o no hidrógeno y también oxígeno.

Fig. No. 29
LAS SEMILLAS AL GERMINAR
RESPIRAN



1. Dispositivo con semillas germinadas con embrión vivo.
2. Dispositivo con semillas con embrión muerto.

Continúe calentando fuertemente hasta obtener un residuo negro: ¿Cuál es el cuerpo gaseoso que se desprende? ¿Qué elementos químicos constituyen el gas carbónico? Escriba la fórmula química del gas carbónico. ¿Cuál es el símbolo químico del carbono? ¿A qué elemento químico corresponde el residuo negro, liviano y combustible obtenido en cada tubo?

Investigue: ¿Cuántos elementos quí-

micos diferentes constituyen la molécula de glucosa y de los glúcidos en general? ¿Por cuáles está formada la molécula de un aceite y de los lípidos en general? ¿Cuántos y cuáles integran la molécula de las proteínas? Deduzca, entonces, cuántos y cuáles son los elementos químicos fundamentales del protoplasma vivo. ¿Cuál es el nombre genérico aplicado a estos elementos? En un cuadro sinóptico explique el papel de cada uno de los principales elementos biogénicos.

Fig. No. 30

Las plantas, seres vivos, contienen: C. H. y O.
1. Hojas y tallos verdes.
2. Raíz de zanahoria.



V. LA NUTRICION CELULAR

A. GENERALIDADES.

Todas las actividades que se llevan a cabo en la célula y en los organismos vivos, así como todos los cambios químicos que tienen ocurrencia en el protoplasma, reciben el nombre común de *me-*

tabolismo. Una planta y una célula es un complicado laboratorio químico en el que todos los procesos metabólicos se llevan a cabo en forma ordenada.

En el metabolismo constructivo o *anabolismo* (fotosíntesis, por ejemplo), los alimentos, las sustancias orgánicas y

el mismo protoplasma se forman a partir de materiales simples. En el metabolismo destructivo o *catabolismo* las sustancias complejas se desintegran en otras más simples.

El estudio de la manera como funcionan las cosas vivientes constituye la *Fisiología*. Y como para comprender el funcionamiento de una máquina es necesario conocer sus partes, por esta razón hemos descrito brevemente la *morfología celular*.

La función más importante de todo organismo es el conjunto de muchos procesos químicos que llamamos *NUTRICION*, es decir, la adquisición y utilización de alimentos, que se cumple evidentemente en cada célula.

Debemos recordar que todas las actividades del metabolismo requieren *energía* y resultan en cambios de energía; sabemos que la energía puede transformarse de un tipo a otro, y que a todo organismo vivo debemos considerarlo como un ser continuamente activo, donde la energía no solo se desprende de modo permanente, sino que se almacena o se convierte en otras formas. Y esto sucede en dondequiera que hay protoplasma.

Un organismo se parece algo a un horno en el que se consume combustible (alimentos), con desprendimiento de energía en forma de calor. Por tanto, todo organismo vivo debe tener una provisión de alimentos o material orgánico que contenga energía almacenada.

Las plantas verdes son únicas entre los seres vivientes por el hecho de que pueden utilizar la energía de la *luz solar* para sintetizar alimento. Por este medio proveen no sólo su propio alimento, sino el que sostiene a todos los animales y seres humanos. Varias son las etapas o

funciones que, en conjunto, constituyen el importante proceso de la *nutrición*.

B. LA ABSORCION.

Consiste la absorción en el paso del agua y de las sustancias disueltas en ella del medio ambiente que rodea a la célula al interior de la misma hasta el protoplasma celular. Y en este movimiento de agua y materiales disueltos (que también se efectúa hacia afuera, ya que la célula produce sustancias que no puede utilizar y otras que son venenosas para ella) intervienen procesos químicos importantes y dos fenómenos físicos especiales, tales como la *difusión* y la *ósmosis*.

En el universo todo está en continuo movimiento. En un líquido o en un gas sus moléculas se mueven en todas direcciones hasta quedar distribuidas irregularmente por todo el espacio de que disponen. Y el movimiento de las moléculas de lugares en que son más abundantes a otros en donde están en menor número se llama *difusión* (Fig. No. 23).

Por ahora la difusión que nos interesa es aquella de las sustancias disueltas en el agua y del agua misma, puesto que todas las células vivas y activas requieren de un medio acuoso, y sabemos que la materia viva está constituida principalmente por agua. Por consiguiente, una célula en su ambiente es una mezcla de sustancias disueltas en agua, separada por la membrana celular o citoplasmática, de otras sustancias disueltas en agua. Cuando un sólido, como un cubito de azúcar o de sal de cocina, se introduce en agua, se *disuelve* rápidamente, y pronto las partículas se esparcen de manera uniforme por el agua, como puede comprobar-

se sacando una gota de cualquier lugar de la mezcla con una pipeta.

Si echamos agua con azúcar en un vaso hasta la mitad, luego colocamos una lámina metálica encima de la superficie del agua de manera que no pase agua hacia arriba y encima de la lámina echamos agua con sal, el azúcar y la sal se disolverán sin que se mezclen las dos soluciones. Pero si en otro vaso hacemos lo mismo, pero cambiando la lámina metálica por un tabique de colodión, celofán o pergamino, el azúcar se *difundirá* hacia abajo y la sal hacia arriba. En este último caso el tabique actúa como una *membrana permeable* con poros tan pequeños que no son visibles al microscopio, que permiten el paso de las moléculas de azúcar y de sal.

Las membranas celulares son *semipermeables*, es decir, dejan pasar unas sustancias y otras no, tienen una acción *selectiva* para regular el intercambio del alimento, los gases de la respiración, otras materias esenciales a su vida como también de los productos de desecho.

Ahora bien, el protoplasma celular es una solución bastante concentrada y la membrana celular es diferencialmente permeable, de tal manera que el agua del ambiente está generalmente menos concentrada que el protoplasma. Tenemos entonces una solución con dos concentraciones diferentes separadas por una membrana semipermeable: las moléculas del agua se difundirán en la solución donde esté en menor cantidad, y se establece un equilibrio del agua hasta que la proporción de este líquido sea igual en el protoplasma y en el medio externo. Este movimiento del agua por difusión a través de una membrana semipermeable se llama *ósmosis* (Fig. No. 23).

Bajo condiciones apropiadas, es posible que una sustancia disuelta pase a través de una membrana por ósmosis sin que haya movimiento de agua, o que el agua se mueva sin un movimiento correspondiente de las sustancias disueltas, o también que el agua pase en una dirección y las sustancias disueltas en dirección opuesta. Aún más, cada clase de sustancia disuelta tiende a difundirse independientemente de las demás, hasta que su concentración sea igual en todas las partes de la solución. Y en la célula vegetal madura se llenan todas estas condiciones necesarias para la actividad osmótica, puesto que hay una solución dentro de la vacuola, separada por una membrana de otra solución, que puede ser el agua del suelo o el jugo celular de una célula vecina. Y como las membranas citoplasmáticas impiden la difusión de sustancias tales como el azúcar, que se hallan disueltas en la vacuola, la célula está así capacitada para retener estos valiosos materiales y para utilizarlos como un medio para introducir por ósmosis su provisión de agua del suelo y de las células adyacentes.

Si una célula tiene en su jugo una solución relativamente concentrada, tenderá a absorber agua vigorosamente hasta expandirse y llenarse por completo, o volverse turgente. Si todas las células de una planta se hallan turgentes, toda ella aparecerá erecta y firme. Esta turgencia es necesaria en ciertos órganos, que no tienen estructuras firmes, para mantener sus formas, tales como el limbo de las hojas, los órganos florales, etc. Inversamente, si una célula está expuesta a una solución de sal o de azúcar con una concentración mayor que la del jugo celular, el agua se difundirá hacia afuera de la célula. Este fenómeno se llama *plasmólisis* que, si es externa y continua, daría por resultado la muerte de la célula, y si se hace extensiva, la muerte de la planta. (Fig. No. 26).

La ósmosis juega un papel importante en el crecimiento, pues en cualquier lugar de la planta donde se efectúe hay un punto en que las células se multiplican en número, siendo todavía pequeñas, y otro punto atrás de éste, donde cada célula se expande rápidamente hasta alcanzar su tamaño final. Y ello se debe especialmente a la *absorción* de agua por las células jóvenes, cuyo jugo es rico en azúcares disueltos.

Cuando el citoplasma de la célula muere, sus membranas pierden su naturaleza de semipermeabilidad, y una de las condiciones de mala salud o de aproximación a la muerte de una célula o de un tejido, es el aumento de permeabilidad

de sus membranas. Lo mismo ocurre cuando se vuelven completamente *impermeables*.

La difusión no es el único medio por el cual los materiales entran a la célula: bajo ciertas condiciones, las sustancias en *estado iónico* (en forma de iones positivos o negativos) entran desde el exterior utilizando energía; esta energía parece provenir de la respiración celular, ya que si se suprime esta función no habrá entrada de sustancias disueltas. Por consiguiente, este fenómeno se presenta de modo fundamental en las células que están en crecimiento y división, donde la velocidad de la respiración es relativamente alta. El mecanismo estará entonces relacionado con las cargas eléctricas que llevan los varios *iones*.

Otro fenómeno semejante es el llamado "intercambio de bases", según el cual las partículas de arcilla con cargas



Fig. No. 31

LAS PLANTAS TRANSPIRAN

Al transpirar, las plantas eliminan exceso de agua, y con ello se aumenta la absorción por las raíces.

- 1 - Planta en lugar fresco y oscuro
- 2 - Planta a plena luz del sol.



eléctricas negativas absorben iones tales como calcio, potasio y magnesio; mediante la aplicación de fertilizantes o la entrada de sustancias provenientes de las raíces del suelo, estos iones pueden quedar en libertad e intercambiarse por otros, quedando así las sustancias disponibles para ser absorbidas por las raíces de las plantas.

En la absorción puede influir también una copiosa evaporación realizada por las hojas, lo que se denomina *tracción*; por ejemplo, cuando cortamos brotes de una planta y sus tallos los colocamos en agua, ésta es absorbida y transportada hacia arriba del tallo; por eso, cuando el agua es abundante en el suelo y la evaporación por las hojas es fuerte, el agua es "jalada por tracción". (Fig. No. 31).

C. LOS ALIMENTOS.

Son sustancias que satisfacen cualquiera de las dos necesidades fundamentales del organismo: *energía y materiales de construcción*, y pueden definirse como "sustancias que proporcionan energía a un organismo o contribuyen materialmente al crecimiento y renovación de sus tejidos". Los alimentos pueden ser sustancias orgánicas (carbohidratos, grasas y proteínas).

Las sales minerales forman una porción muy pequeña del cuerpo vegetal, son necesarias en cantidades diminutas para la construcción y funcionamiento del protoplasma, pero no constituyentes de tejidos (sino en pequeño grado), y no producen energía, por lo que no son verdaderos alimentos de las plantas. Tampoco lo son las *vitaminas*, puesto que si sirven para la transformación de la energía, no son por sí mismas fuentes de energía.

El alimento de las plantas y de los animales es, en esencia, el mismo. La diferencia entre animales y vegetales en este sentido está en que las plantas verdes son capaces de utilizar la energía luminosa para sintetizar alimento a partir de materiales nutrientes inorgánicos, pero los animales no. Los tejidos de los vegetales verdes son laboratorios químicos donde se fabrican materiales que los químicos no han alcanzado suficiente habilidad para sintetizarlos. Los almidones, las grasas, la celulosa, las proteínas, las especies, el hule, las resinas, las drogas y otras sustancias son el resultado de la actividad metabólica de los miembros del reino vegetal. Los animales comen muchas de ellas y dentro de sus cuerpos las transforman en otras más sencillas, como también les sucede por la descomposición y desintegración de plantas y animales muertos. De todo ello resulta una circulación constante de varios materiales a través del aire y de los cuerpos de las plantas verdes, de los animales y de las bacterias, ya que las sustancias orgánicas se forman y desintegran continuamente, formando un verdadero *ciclo orgánico*.

a. *Glúcidos*: Químicamente están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno y el ejemplo típico es la glucosa ($C_6H_{12}O_6$), que es la más sencilla. A este grupo pertenecen todos los azúcares, almidones y celulosas.

b. *Lípidos*: Los lípidos o grasas son sustancias semejantes a los carbohidratos, por estar integrados totalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno, pero en proporciones diferentes, contienen bastante hidrógeno pero poco oxígeno. Probablemente se encuentran en todas las células vegetales, pero abundan en frutos, semillas y producen mayor energía

que los glúcidos; son esencialmente materiales de reserva.

c. *Proteínas*: En promedio, alrededor del 51 % de las proteínas vegetales está constituido por carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, azufre y fósforo. Sus moléculas son muy grandes y complejas. Su importancia se deduce de que el protoplasma mismo es una mezcla de muchas proteínas. Se forman en cantidades abundantes donde se forma nuevo protoplasma, siendo el primer producto un *aminoácido*, compuesto nitrogenado simple, de los cuales han sido estudiados más de 20. Los más importantes aminoácidos son: la glicina, la leucina, el ácido glutámico y el triptófano. A partir de los aminoácidos y con la adición de azufre y fósforo, está formada la variedad casi ilimitada de proteínas que se hallan en los tejidos vegetales y animales. Pero la síntesis de los aminoácidos está limitada casi totalmente a las plantas, lo que constituye un hecho de primera importancia en los problemas de la nutrición.

La mayor parte de las proteínas que se almacenan como alimento de reserva en los vegetales, se presenta en forma de cuerpos definidos, los *granos de aleurona* (Fig. No. 4), como las encontramos, por ejemplo, en los granos de cereales, debajo del pericarpio. Son relativamente pobres como productoras de energía, pero son más efectivas que cualquier otro alimento para la construcción y renovación del protoplasma viviente. En resumen, las proteínas son especialmente útiles en la nutrición de las plantas y de los animales como "constructoras de tejidos".

D. LA DIGESTION.

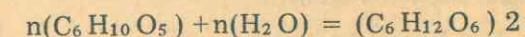
El alimento necesario para el crecimiento y la actividad de la planta puede

obtenerlo directamente por fotosíntesis. Pero cuando una planta joven se está desarrollando (germinación de la semilla), o cuando el crecimiento se efectúa en una nueva estación, es necesario tener un abastecimiento de alimentos disponible.

Por esta razón toda planta sana almacena alimentos en raíces, tallos, rizomas, semillas y otros órganos especializados para ello. Pero como los procesos nutritivos de las plantas necesitan que estas sustancias estén en solución, es evidente que antes de que las reservas puedan circular dentro de sus cuerpos vegetales y de que puedan asimilarse al protoplasma viviente, deben convertirse en sustancias solubles. El proceso general para convertir una materia insoluble en una forma soluble, o las sustancias químicas complejas en otras más sencillas, se conoce con el nombre de *DIGESTION*.

En el proceso de digestión interviene fundamentalmente el agua, es decir, casi siempre se trata de *hidrólisis*, en la cual la materia toma agua y se descompone. El cambio químico básico en que el almidón se convierte, por *digestión* (hidrólisis), en azúcar simple, es el siguiente:

Almidón más agua = azúcar sencillo



en donde (n) representa un número indeterminado de moléculas de sustancia.

Por su parte, las grasas se convierten en *ácidos grasos* y *glicerina*, y las proteínas en *aminoácidos*. Todos estos procesos digestivos son producidos por la acción de *enzimas*, y cada tipo de digestión requiere la actividad de un tipo diferente de enzima.

Las enzimas se producen ordinariamente dentro de las células vegetales, en las que almacenan el alimento de reserva y tiene lugar la *digestión*. No obstante, en las plantas insectívoras y en los hongos, las enzimas son secretadas por la planta para efectuar su trabajo fuera del cuerpo vegetal, que después absorbe los productos de la digestión. En los procesos de pudrición las sustancias orgánicas complejas se descomponen en otras mucho más simples mediante la acción de las enzimas que producen las bacterias de la pudrición.

E. LA ASIMILACION.

Una vez que el alimento ha sido digerido, debe entrar en el protoplasma de la célula y formar parte integral de la sustancia viviente. Este proceso se conoce con el nombre de *ASIMILACION*.

Mediante la asimilación "la materia muerta se vuelve viva", y las sustancias inertes quedan dotadas de las propiedades únicas del protoplasma viviente. El hombre ha sido incapaz de imitar el proceso en el laboratorio, ya que el protoplasma es en extremo inestable y está sujeto a procesos de construcción (anabolismo) y de destrucción (catabolismo), y conocemos muy poco de lo que sucede entre estos dos eventos.

F. LA RESPIRACION.

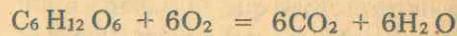
Mediante el anabolismo (metabolismo constructivo) se forma nuevo protoplasma vivo y se construye el cuerpo del ser viviente. Pero como éste debe cumplir y sostener muchas actividades para conservarse como tal, tiene que disponer de una provisión constante de energía.

Esta energía proviene originalmente de la luz solar a través de la fotosíntesis,

que la convierte en energía potencial y la almacena en los alimentos fabricados. El proceso por el cual esta energía potencial queda en libertad y a disposición del organismo para todas sus funciones, se llama *Respiración*. Y la respiración se efectúa continuamente en todas las células vivas, y su cese significa la muerte.

La sustancia fundamental que contiene energía almacenada es la *glucosa*, producto en el cual se convierten la mayor parte de los alimentos. Mediante el oxígeno proporcionado por la respiración celular, la glucosa se descompone en gas o bióxido de carbono y en agua, según la siguiente reacción química:

Glucosa más oxígeno = gas carbónico y agua.



Reacción que convertida en peso (gramos) y en calor (calorías), significa que:

180 grs. de azúcar más 192 grs. de oxígeno producen 264 grs. de bióxido de carbono y 108 grs. de agua, dejando en libertad en forma de calor (energía) 674 calorías, cantidad de calor o energía que había sido almacenado en la glucosa cuando esta sustancia fue sintetizada.

Todo esto nos indica que el proceso de la respiración es exactamente el reverso de la fotosíntesis, ya que la energía que había sido almacenada en el azúcar la libera la respiración. Por tanto, estos dos procesos son la base de todo el metabolismo vegetal. En los animales solo tiene lugar el de la respiración, puesto que únicamente las plantas son capaces de realizar fotosíntesis.

Los organismos que utilizan el oxígeno libre se dice que tienen respiración

aeróbica, que es la que realiza la mayoría de los organismos. Los demás, como las bacterias y otras plantas simples y ciertos vegetales superiores, capaces de sobrevivir cierto tiempo con energía obtenida

en ausencia de oxígeno libre, tienen respiración *anaeróbica*.

Las levaduras pueden respirar lo mismo anaeróbica como aeróbicamente, lo que depende de las condiciones del medio.

CUADRO COMPARATIVO

Fotosíntesis

Almacena energía y absorbe bióxido de carbono.

Libera oxígeno.

Sucede solo en las plantas verdes.

Sucede solo en células que tienen clorofila.

Fabrica alimento.

Aumenta el peso.

Respiración

Libera energía y bióxido de carbono.

Absorbe oxígeno.

Sucede en todas las plantas y los animales.

Sucede en todas las células vivientes.

Utiliza alimento.

Disminuye el peso.

G. ELEMENTOS BIOGENESICOS.

Se llaman así los elementos químicos esenciales en el metabolismo. Cuatro de ellos son básicos para la formación y el funcionamiento del protoplasma: Carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Otros son necesarios aunque en pequeñas cantidades, como el azufre, el fósforo, el calcio, el magnesio, el potasio y el hierro. Otros son requeridos en cantidades aún más pequeñas, por lo que se les llama *elementos residuales*, como el manganeso, el cobre, el zinc, el boro y el molibdeno.

El papel específico de los elementos químicos en el crecimiento del cuerpo vegetal y su metabolismo ha empezado a conocerse por los investigadores, por ejemplo: el fósforo entra en la composición de los ácidos nucleicos, importantes

en la división celular, y son los constituyentes de los *genes*; el azufre entra a formar parte de muchas proteínas y es importante en la producción de la clorofila; el calcio es esencial para la localización del alimento dentro de la planta, para el desarrollo de la laminilla media (en la pared celular), y regula la acidez; el magnesio es un constituyente de la clorofila; el potasio es importante en la fotosíntesis y en la producción de clorofila, y parece ser necesario en la *mitosis*; el hierro es esencial en la producción de clorofila, y las plantas que carecen de él se vuelven pálidas y mueren pronto.

Los metales pesados, tales como el cobre, el zinc, el manganeso, el magnesio y el hierro, son partes necesarias de las enzimas y, por tanto, intervienen en las transformaciones de la energía.

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

LA DIVISION CELULAR Y EL CRECIMIENTO DE LOS ORGANISMOS VIVIENTES

1. Finalidad: La reproducción asexual más sencilla.

Material: Azúcar, agua, matraz, microscopio, levadura de cerveza.

Procedimiento: En un matraz de boca ancha prepare una solución de azúcar, agregue unos granos de levadura de cerveza. Después de unas tres horas examine una gota del líquido al microscopio, con pequeño y gran aumento, sucesivamente, observe y anote:

¿Qué formaciones especiales encuentra en la preparación? ¿Se trata de partículas de azúcar, de fragmentos de los granos de levadura o serán células? Si son células, ¿están o no vivas? ¿Cuál es la forma que predomina en ellas? En la superficie externa de algunas de estas células más grandes, ¿puede apreciar otras formaciones? ¿Qué aspecto tienen éstas? ¿Por qué se les llama "yemas"? (Fig. No. 32).

Si continúa la observación, ¿en qué se convierten tales yemas? ¿Permanecen todas las yemas adheridas a las células madres? Si algunas se separan de la célula madre, ¿en qué se han transformado para poder llevar vida propia? ¿Son o no nuevas células vivientes? Si las compara con las células primeras del experimento, ¿están o no formadas por las mismas partes? Si son células nuevas o células hijas, ¿qué método han utilizado las primeras para reproducirse? ¿Ha intervenido el sexo para ello? Entonces, ¿cómo se puede llamar el proceso observado?

Deduzca: ¿La reproducción asexual por gemación (yemación) es o no un método directo?

Investigue: ¿Qué otros métodos de reproducción asexual directa o amitosis se presentan en las células aisladas y organismos unicelulares? Haga los esquemas correspondientes a la reproducción por gemación, por esporulación, y estrangulación transversal y longitudinal.

2. Finalidad: En los organismos pluricelulares la reproducción celular es indirecta (*mitosis*).

Material: Flores de Tradescantia virginica con estambres jóvenes y en pleno crecimiento, microscopio.

Procedimiento: Seleccione capullos jóvenes (de dos a cuatro mm. de longitud), abra cuidadosamente uno de ellos con unas pinzas y separe las anteras; corte el ovario con los pelos de los estambres por debajo del receptáculo, y coloque el conjunto en una solución de azúcar al 2%. Más tarde monte la preparación en un porta-objetos y, mediante las pinzas, separe del ovario los pelos con un poco de tejido. Observe al microscopio con aumento pequeño hasta que localice un lugar apropiado, luego aplique el aumento mayor: Describa el resultado de sus observaciones y trate de hacer los esquemas respectivos.

Repita la observación cada 5 minutos, agregando una gota de agua cada vez que note que se va evaporando de la preparación: ¿Cómo son las células en su aspecto interno, iguales o distintas?

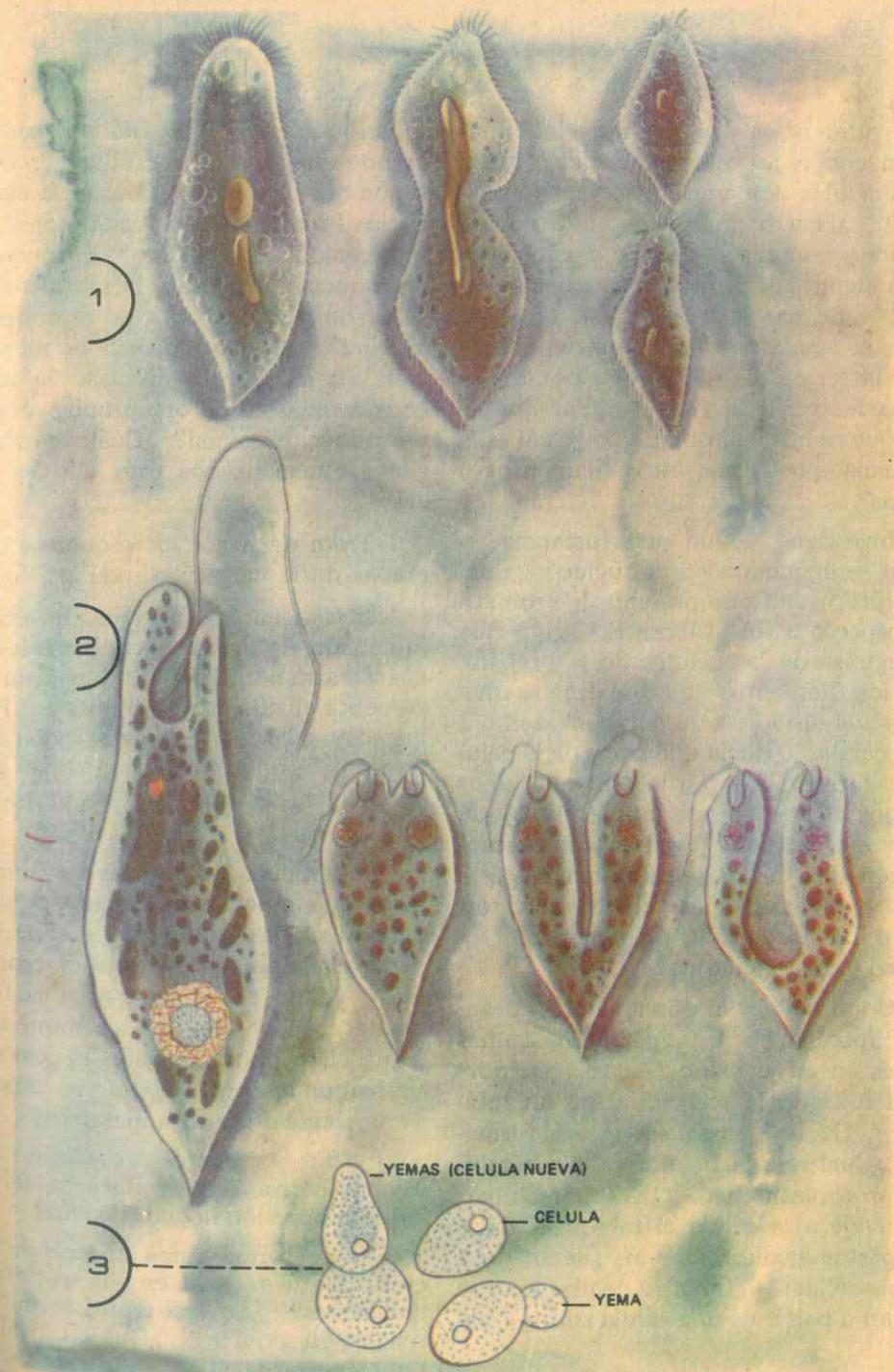


Fig. No. 32

REPRODUCCION ASEJUAL

1- División transversal (Paramecio)

¿Qué diferencias alcanza a apreciar en relación con el aspecto del núcleo? ¿Hay o no células con núcleo normal (en reposo)? ¿Hay o no células cuyo núcleo presenta rayitas (estriás) inclinadas? ¿Qué figura geométrica forman estas estriás? ¿Se parece o no a un huso, es decir, es aguda en sus dos extremos? Si tiene la forma de huso, ¿qué nombre se le puede dar a la figura? ¿Por qué se dice que es huso acromático? ¿Cuál es la sustancia que forma estos filamentos o rayitas?

Investigue: ¿Qué otra sustancia especial se encuentra en el núcleo? ¿Cuál es la propiedad que presenta la cromatina respecto a los colorantes? ¿Por qué en algunas de las células de la preparación los filamentos de cromatina se dividen y sus mitades se separan en la mitad de la célula? ¿Hacia qué sitios de la célula se dirigen más tarde? Siendo unos cuerpos formados por cromatina, ¿qué nombre se les da? ¿Cuál es la importancia genética de los cromosomas? ¿Qué porción especial de las células hijas formarán más tarde estos filamentos de cromatina y de acromatina?

Continuando la observación, ¿alcanza a apreciar en la preparación algunas células en cuyo plano central (ecuador) se ha iniciado la formación de un tabique? ¿De qué sustancia estará formado? ¿Cuál será la finalidad de este tabique protoplasmático? ¿En cuántas partes divide a la célula el tabique? Estas dos partes iguales entre sí, ¿serán o no nuevas células? ¿Cuántas células hijas se forman a partir de una célula adulta (madre)?

Investigue: ¿Qué nombres se dan a este método de reproducción celular? ¿Qué significa el término "mitosis"?

o carioquinesis"? ¿Cuántas etapas comprende este tipo de reproducción celular y cómo se llaman? ¿Cuál es la característica fundamental de cada etapa? ¿Ha intervenido o no el sexo? Entonces, ¿la reproducción directa y la indirecta o mitosis son o no métodos de reproducción asexual? ¿Cuándo ocurre la reproducción sexual? ¿En qué clase de plantas consideradas como organismos sucede la reproducción sexual? ¿Cuáles son los órganos especializados para ello en estos casos?

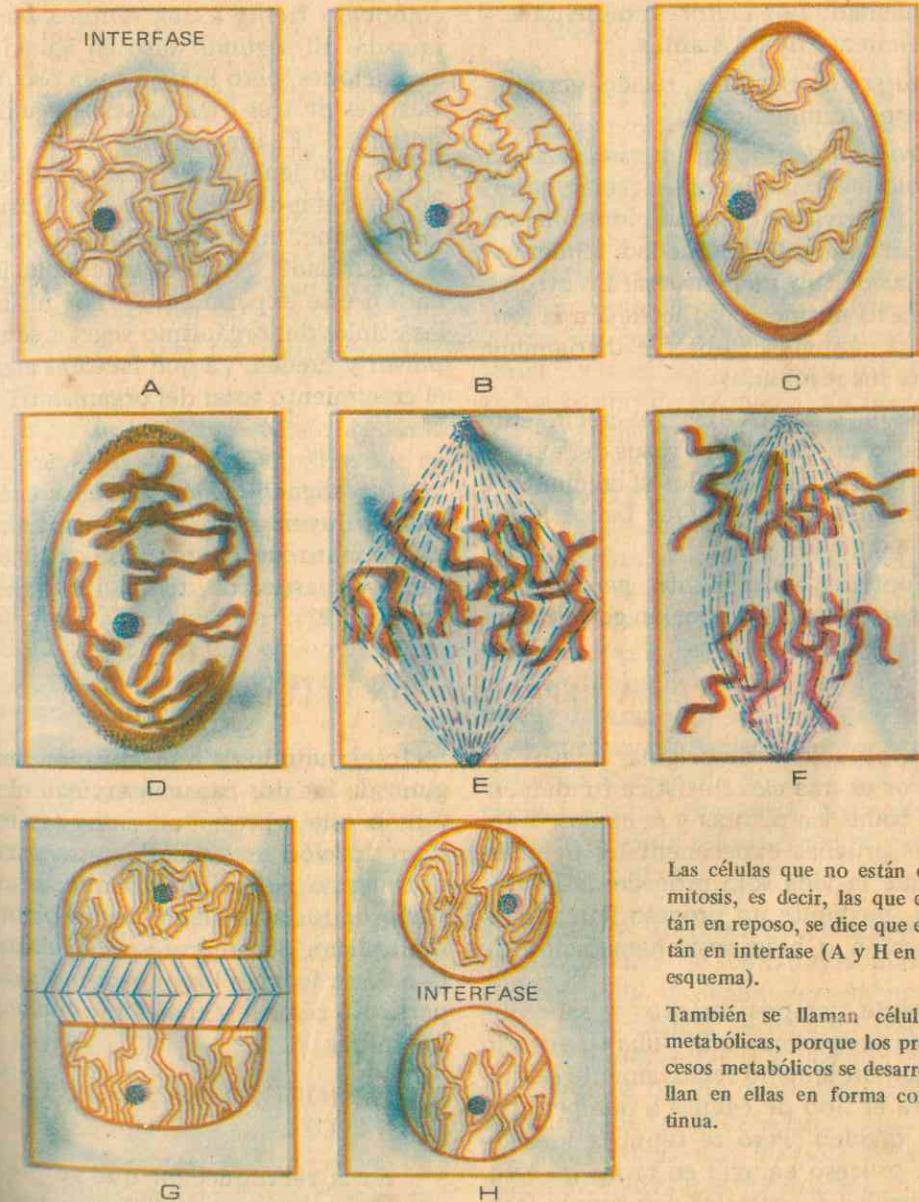
Trate de hacer los esquemas de las etapas de la cariocinesis. (Fig. No. 33).

Investigue: ¿Cuál es la consecuencia inmediata de la reproducción celular en cuanto a su número en un organismo? Si aumenta el número de células en el organismo y si las nuevas células se expanden (crecen), ¿qué conclusión final puede deducir en relación con el cuerpo vegetal?

Investigue: ¿Qué son los microsomas y qué importancia tienen? ¿Cómo se denominan las "unidades hereditarias"? ¿Qué clase de cuerpos son los cromosomas? ¿Cuál es su característica fundamental? ¿Qué son los "cromonemas"? ¿Qué clase de sustancia es el ácido desoxirribonucleico? ¿Qué le sucede a su molécula durante la metafase?

¿En qué regiones del cuerpo vegetal es más activa la reproducción celular? ¿Qué conclusión deduce de ello?

¿Qué forma toma una célula cuyo crecimiento es igual en sus distintas dimensiones? ¿En qué consiste la "diferenciación celular"? ¿Qué consecuencia importante tiene para la organización del cuerpo vegetal? Además del crecimiento del vegetal, ¿qué otras finalidades tiene la multiplicación celular en el organismo vegetal?



Las células que no están en mitosis, es decir, las que están en reposo, se dice que están en interfase (A y H en el esquema).

También se llaman células metabólicas, porque los procesos metabólicos se desarrollan en ellas en forma continua.

Fig. No. 33

FORMACION DE NUEVAS CELULAS

División nuclear y celular por mitosis:

A- Célula en reposo. B- Los filamentos dobles de cromatina se condensan en cromosomas. C- Cada cromosoma se divide en dos cromátidas. D- Los cromosomas se hacen cortos y gruesos. B, C y D forman la profase. E- Metafase: los cromosomas divididos se sitúan en el plano ecuatorial de la célula, formando el huso con sus dos polos. F- Anafase: Las mitades de los cromosomas se separan, yendo un juego a cada polo. G- Telofase: cada uno de los dos

3. **Finalidad:** Los factores ambientales y el crecimiento de las plantas.

Material: Semillas recién germinadas, vasos germinadores.

Procedimiento: En un vaso germinador coloque varias semillas recién germinadas y provistas de condiciones favorables a su desarrollo (humedad, alimento), póngalas dentro de la nevera. En otro vaso haga lo mismo, pero lo deja a la temperatura ambiente; observe diariamente y anote los resultados:

Después de dos días, ¿el crecimiento es igual o no en los dos vasos del experimento? ¿En cuál de ellos el crecimiento ha sido más rápido? ¿Qué factor ha influido para ello?

Repita el experimento, pero uno de los vasos con semillas recién germinadas,

colóquelo frente a una ventana bien iluminada. El segundo vaso en igualdad de condiciones, pero lo deja en la oscuridad. Después de tres días, observe y anote resultados: ¿El crecimiento de las plántulas ha sido igual o no en el mismo período de tiempo? ¿En cuál han alcanzado mayor longitud los talluelos, a la luz o en la oscuridad? ¿Cuál es su conclusión final en este experimento? Por último, si las células del organismo vegetal se multiplican y crecen, ¿a qué factores atribuye el crecimiento total del organismo? (Fig. No. 34).

Investigue: ¿Qué sustancias (hormonas) influyen sobre varios aspectos del crecimiento de las plantas? ¿En cuáles de esos aspectos tiene influencia la "auxina"?

VI. LA REPRODUCCION CELULAR

La capacidad de originar nuevos seres vivos es una característica fundamental de todas las plantas y animales. Y todas las pruebas experimentales demuestran que la vida solo procede de la vida misma, mediante un proceso llamado reproducción o biogénesis (generación de vida).

Desde tiempos remotos se sabe que muchos organismos unicelulares, cuando alcanzan un tamaño relativamente definido para el tipo de células a que pertenece, se dividen. Pero se tenía la idea de que el proceso ocurría en todas las células animales y vegetales por simple fragmentación del núcleo y la consiguiente división del citosoma. Hoy sabemos que la gran mayoría de las células se dividen siguiendo un método indirecto muy complicado conocido con el nombre de *mitosis* (del griego, mitos = cordón, filamento). En todo caso, sea directo o indi-

recto el método de reproducción, en ninguno de los dos casos interviene el sexo, por lo que representan casos típicos de reproducción asexual. Por otra parte, es de nuestro conocimiento que la mayor parte de los animales y de las plantas se multiplican por reproducción sexual, en la cual se forman los nuevos individuos a partir de células sexuales producidas por los padres.

A. REPRODUCCION ASEJUAL DIRECTA.

Es la reproducción que se presenta cuando los nuevos individuos proceden de un solo "progenitor", sin la intervención de órganos reproductores especiales. Es el tipo de reproducción que se presenta en muchas plantas y animales inferiores.

1. **La gemación:** En ciertas plantas infe-

riores y también en algunos animales, como las esponjas, la reproducción asexual o directa se efectúa mediante la formación de corpúsculos o "yemas" en la célula madre, yemas que pueden separarse de la célula primitiva a medida que avanza el crecimiento o bien permanecer unidas, aumentando el número de partes o su volumen y masa. Es el caso de la levadura de cerveza, por ejemplo, y en muchas esponjas entre los animales. (Fig. No. 32).

2. **La bipartición:** Es la división de la célula transversal o longitudinalmente en dos células hijas, generalmente iguales, que crecen luego hasta obtener la forma y el tamaño de la célula original. Primero se divide el núcleo y luego lo hace el citoplasma. Este tipo de reproducción ocurre en ciertos protozoos, como el paramecio, y en ciertas plantas inferiores, como algunos hongos.

3. **La esporulación:** Consiste en una división múltiple, en que el núcleo se divide repetidas veces para luego hacerlo el citoplasma que se fragmenta, rodeando cada fragmento una de las porciones del núcleo. Es la reproducción que caracteriza a los esporozoarios y a muchas plantas inferiores empezando por los helechos.

B. REPRODUCCION ASEJUAL POR MITOSIS (indirecta).

Se llama mitosis porque son los filamentos de la sustancia nuclear los que sufren profundas transformaciones durante el proceso, hasta el punto de que podría decirse que el núcleo desaparece durante él como cuerpo definido. También suele llamarse cariocinesis o cariocinesis (del griego, que quiere decir movimiento del núcleo). (Fig. No. 33).

Este tipo de reproducción es común

en todos los animales desde las amebas hasta el hombre y en todas las plantas excepto las bacterias y las algas azules. En las células vivas es un proceso continuo que para fines didácticos se divide en varias fases o etapas, a saber:

1. **Profase:** Incluye todos los cambios que sufre la célula desde que se inicia la división hasta el momento en que se establecen los cromosomas en el plano ecuatorial de la célula: cada centriolo se dirige hacia uno de los polos del núcleo; en el citoplasma que rodea a cada centriolo aparecen fibras radiales que forman el *áster*; otras fibras más largas se extienden entre los dos centriolos, que se separan; la cromatina aparece formando los *cromosomas*, cada uno compuesto por dos filamentos o cromátidas (cromosomas hijos), de forma y tamaño característicos para cada especie como también en número; desaparecen la membrana nuclear y el nucléolo; los cromosomas se adhieren a los filamentos del huso y se dirigen hacia el plano ecuatorial de la célula; el número total de cromosomas en este momento es *diploide*.

2. **Metafase:** Es el estado en que termina el movimiento de los cromosomas hacia el centro de la célula: los cromosomas hijos o cromáticas se separan y se colocan radialmente en una placa ecuatorial equidistante de los dos ásters; cada cromosoma queda unido a una fibra del huso; otras fibras van de polo a polo; se hacen evidentes los cromosomas.

3. **Anafase:** Las cromátidas de cada cromosoma se separan y se dirigen hacia los polos del huso (que serán las posiciones de los nuevos núcleos); se mueven por la contracción de las fibras del huso como si fueran atraídas por los centriolos; cada cromosoma hijo queda formado por la

mitad exacta de toda la materia del cromosoma primitivo.

4. **Telofase:** Comprende el proceso de organización de las células hijas: los cromosomas se unen entre sí en cada polo para formar la red nuclear; el centriolo se divide en dos; se forma la membrana nuclear de cada grupo de cromosomas; aparece el nucléolo; las dos células hijas se separan. En las células animales las fibras del huso desaparecen y las células se separan por constricción o encogimiento; en las células vegetales se desarrolla una serie de protuberancias en las fibras del huso transversalmente en el ecuador, que se unen entre sí para formar un tabique que dará origen a la nueva membrana celular que separa las dos nuevas células.

La duración de un ciclo mitótico

completo depende de la especie de animal o vegetal, la edad del individuo, el tejido de que se trate, la temperatura, etc.

C. IMPORTANCIA DE LA MITOSIS.

La mitosis tiene gran importancia para poder comprender los fenómenos de la herencia, puesto que consiste esencialmente en la distribución de la cromatina en partes iguales, para que cada célula hija reciba exactamente la mitad de los cromosomas paternos, ya que se dice que los genes (determinantes de los caracteres hereditarios) residen en los cromosomas y que se dividen igual que los cromosomas. Este tipo de reproducción distribuye entonces dotaciones iguales de genes a todas las células del cuerpo animal o vegetal.

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

LOS TEJIDOS VEGETALES

1. **Finalidad:** Los vegetales superiores disponen de tejidos.

Investigue: ¿Qué otros dos procesos se cumplen en las células después de la reproducción? ¿Cuáles son las partes de la célula que aumentan de volumen en primer término? ¿Qué factor influye directamente para que las células durante su crecimiento adopten una forma más o menos esférica? ¿Por qué muchas células se alargan, se adelgazan o adoptan tan diversas formas? ¿En qué consiste la diferenciación celular? ¿Qué les sucede a las paredes celulares durante la diferenciación? ¿Los órganos de una planta son iguales o diferentes entre sí? ¿Qué factor ha influido para esta diferenciación de los órganos vegetales, que tenga relación con las células? Si cada órgano

cumple una función especial, ¿qué deduce en relación con las células que los constituyen? ¿Qué nombre reciben las distintas agrupaciones o asociaciones celulares que tienen igual forma y que cumplen la misma función? Entonces, ¿qué es un tejido orgánico?

2. **Finalidad:** Los meristemos, punto de crecimiento.

Material: Semillas de fríjol, haba, maíz; germinador, alcohol de 95% , alcohol de 50° y de 70°; porta-objetos, rojo neutro, yemas de hiedra, microscopio.

Procedimiento: Para poder disponer de material a la mano, debe poner en remojo algunas semillas durante 12 horas; más tarde colóquelas en el germina-

dor de clase en aserrín húmedo y, si es posible, entre 25 y 30° C. de temperatura. Al cabo de dos o tres días, seleccione una raicilla que tenga 1 cm. de longitud, separe con la cuchilla una porción de 1/2 cm. de longitud, de su parte terminal. De otra raicilla corte otra porción en las mismas condiciones y colóquela entre alcohol al 95% para su fijación.

Del primer fragmento practique cortes longitudinales y transversales, delgados, procurando que éstos comprendan el centro de la radícula; recójalos en agua, seleccione los mejores, móntelos en el porta y examínelos al microscopio con pequeño y luego con mayor aumento:

¿Qué forma tienen y cómo están dispuestas las células? ¿Esas agrupaciones o series de células convergen o no hacia un punto común? ¿En qué parte del corte está dicho punto de convergen-

cia de las células? Ese punto se llama meristemo (primitivo o inicial). (Fig. No. 34).

Examine la preparación con gran aumento (300-500 diámetros). ¿Cómo son en tamaño sus células? ¿Grandes o pequeñas? ¿Sus paredes son delgadas o gruesas? ¿Son o no ricas en citoplasma?

¿Cómo es el tamaño del núcleo en relación con el de la célula respectiva? ¿Tienen o no vacuolas? ¿Grandes o pequeñas?

NOTA: Para que resalten mejor las partes de cada célula y se le facilite su estudio, agregue sobre los cortes en el porta una gota de rojo neutro (sol. acuosa al 1%); después de dos minutos, lave los cortes con agua sobre el porta o en un cristalizador.

Procedimiento: Practique cortes en el material fijado en alcohol y, siguiendo



Fig. No. 34

APICE EN CRECIMIENTO DEL TALLO

a- Meristemo terminal en forma de cúpula. b- A cada lado del meristemo se halla un primordio foliar. d- A cada lado del esquema se ve parte de las hojas jóvenes, con un primordio de yemas (c) en la axila de cada una.

el mismo proceso, examínelos al microscopio en alcohol de 50° - 70°.

Procedimiento: Repita las prácticas anteriores utilizando yemas terminales de tallos de hiedra o de otra planta para hacer cortes transversales y longitudinales.

Resuma las características del tejido meristemático. Dibuje el esquema de una variedad de tejido meristemático.

3. Finalidad: Hay tejidos fundamentales.

Material: Tallos de calabaza, hojas de caucho, aceitunas, semillas de maní, tubérculo de papa, semillas de ricino (higuerilla), tallo de cerraja, etc.

Procedimiento: Técnica acostumbrada: cortes transversales observados en fresco en una gota de agua. También debe hacer cortes longitudinales cuando se trate de tallos. Al examinar el corte longitudinal del tallo de cerraja encuentra: una capa de células que forman la cubierta del tallo o epidermis, ¿cuál será su nombre? Una segunda capa de células alargadas y más o menos estrechas (colénquima): ¿Son delgadas o gruesas sus membranas? Como este espesamiento se debe a la celulosa, y la celulosa es materia resistente y elástica, ¿qué beneficio prestará este tejido fundamental al cuerpo vegetal? ¿Facilitará o impedirá su crecimiento? (En un corte transversal los espesamientos de colénquima aparecen en forma triangular, localizados en los puntos de unión de tres o más células. Longitudinalmente superpuestos unos a otros, forman columnas longitudinales prismáticas).

Siguiendo la observación, encontrará una tercera porción de células más o menos rectangulares: ¿Cómo son sus pare-

des en espesor? Si encuentra algunas células de paredes gruesas, ¿tienen o no estas paredes poros o puntuaciones? ¿Estas células están vacías o, por el contrario, contienen bastante jugo celular?

Examine cortes transversales de cotiledones de maní, del epicarpio de aceituna o de papa:

¿Qué formaciones especiales encuentra en cada muestra? ¿De qué sustancia serán esas esferitas que hay en las células de maní o de la aceituna? ¿Qué clase de alimento encuentra en las células parenquimatosas de la papa?

Haga la misma observación en cortes del endospermo de semillas de maíz, trigo o ricino:

¿Qué clase de sustancia nutritiva nitrogenada contienen estas células? ¿Tienen cristaloide y globoide? ¿Cuál es el nombre de estas formaciones nitrogenadas?

Según los resultados de sus observaciones, ¿qué importancia tiene el tejido fundamental parenquimatoso en la vida y desarrollo de las plantas? (Fig. No. 35).

Material: Pera, aceituna, cáscara de aguacate, cáscara de avellana, nuez de durazno.

Procedimiento: Preparar cortes en cualquier dirección en el mesocarpio de la pera o de la aceituna, para examinar al microscopio en una gota de agua o de alcohol. Para estudiar este tejido en cáscara de avellana, en los huesos de durazno o de otras frutas, se obtienen laminillas que se adelgazan por afilamiento con lima fina, piedra de afilar, previamente montada en un tapón de corcho, con goma, por ambas caras; lave bien con agua y examine al microscopio con una gota de bálsamo del Canadá.

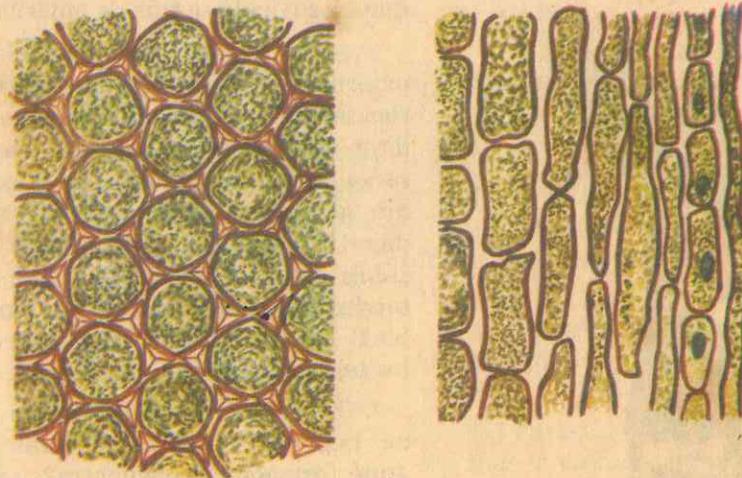


Fig. No. 35

COLENQUIMA

1. Colénquima de forma triangular en corte transversal.
2. Colénquima en columnas longitudinales prismáticas, en corte longitudinal.

Según el material utilizado, podrá apreciar células alargadas, rectangulares o estrelladas, rómbicas, etc.:

¿Cómo son las paredes de estas células? Este espesamiento es de lignina. ¿La lignina llena toda la cavidad celular? ¿Las células contienen o no protoplasma? ¿Qué importancia tendrá? Se dice que estas células tienen consistencia pétreas, ¿cuál será su importancia en relación con el tejido y el órgano de que forman parte? (Fig. No. 36).

4. Finalidad: Los tejidos protectores.

Material: Hoja de pita (Agave americana), navaja, microscopio, cloruro yoduro de zinc.

Procedimiento: Con la navaja de bolsillo corte un pedazo de la hoja de cabuya, que es gruesa y carnosa. De este fragmento prepare cortes delgados; (si dispone de cloruro-yoduro de zinc) agre-

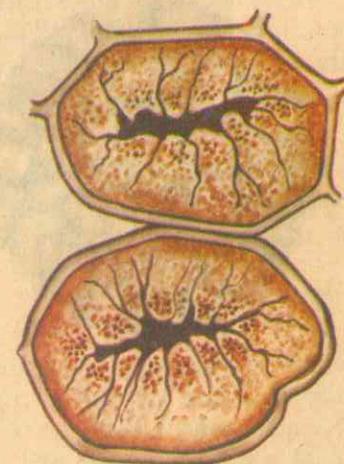


Fig. No. 36

CELULAS PETREAS

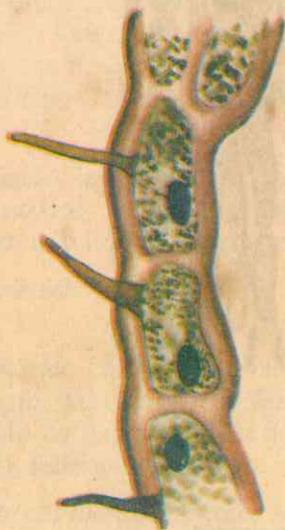


Fig. No. 37
TEJIDO EPIDERMICO Y
PELOS EPIDERMICGS.

que una gota sobre el porta-objetos, para que la cutícula se tiña de amarillo-pardo.

¿Qué forma tienen las células más externas? ¿Están o no dispuestas en varias series? ¿Cómo son sus paredes celulares en espesor? Si la primera de esas series forma la epidermis de la hoja, ¿cómo se puede llamar? ¿Qué contiene la pared externa de la membrana de cada célula de la epidermis? ¿Qué función tendrá esta cutícula cerosa e impermeable? ¿Será o no una capa protectora de los tejidos internos?

Investigue: En la epidermis de hojas de begonia, calabaza y otras plantas, ¿qué formaciones encuentra? ¿Estos pelos se originan o no en las células de la epidermis? Entonces, ¿cómo se pueden llamar? ¿Qué papel desempeñan los pelos epidérmicos? (Fig. No. 37).

En el corte transversal de estas hojas, y al examinarlo al microscopio, ¿encuentra en la superficie inferior o envés

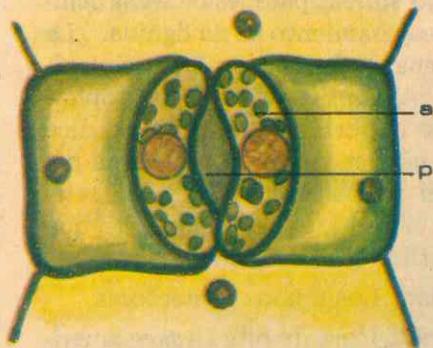
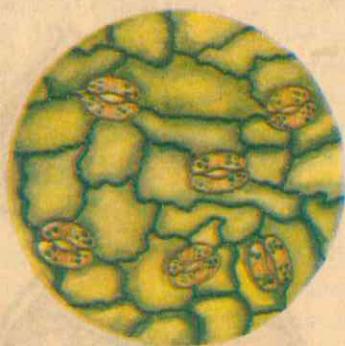


Fig. No. 38
UN ESTOMA

Vista superficial que muestra las células estomáticas (a) que contienen cloroplastos. El poro (p), o abertura entre las células adyacentes de la epidermis a la cual están adheridas las células estomáticas.

unas perforaciones en la capa epidérmica? ¿Por cuántas células está formada cada una? ¿Cuál es la función especial de los estomas de las hojas? (Fig. No. 38).

Si examina la epidermis de una raíz o tallo viejos y duros, ¿encuentra propiamente una epidermis? Si no es así, ¿qué otro tejido la está reemplazando? ¿Qué papel desempeña el corcho en estos órganos, así como la suberina de que está provisto? De acuerdo con estas observaciones, deduzca la importancia de los tejidos protectores en relación con la vida y el funcionamiento del cuerpo vegetal.

5. Finalidad: Para la circulación, las plantas tienen tejidos conductores.

Material: Tallo de calabaza, alcohol absoluto o de 95°, 80° y de 70°, pauche (médula de saúco o de maguey), agua destilada, fucsina básica, solución de ácido pícrico (saturada, en alcohol absoluto y adicionada de dos partes de agua destilada), esencia de orégano, xilol, bálsamo del Canadá, porta y cubre-objetos. Cortar el trozo de tallo a 50 cms. hacia atrás de la punta de crecimiento (debe ser fresco).

Procedimiento: Puede hacer la observación en cortes frescos sin ninguna preparación previa o proceder como sigue para una mejor claridad en sus apreciaciones:

a. Fijación en alcohol absoluto o de 95°, en caliente al principio; déjelo luego de 12 a 24 horas, páselo a alcohol de 80° y de 70° sucesivamente, donde se conserva indefinidamente.

b. Corte un fragmento del trozo de tallo y con la navaja corte una cuarta parte en sentido longitudinal; de esta porción procure sacar cortes radiales mediante la médula de saúco y con una cuchilla de afeitar recójalos en alcohol

c. Lávelos en agua destilada entre 5 y 10 minutos.

d. Tíñalos en fucsina durante 1 hasta 5 minutos.

e. Páselos un minuto por el ácido pícrico.

f. Lávelos en alcohol de 95 % cuantas veces sea necesario hasta que los cortes ya no desprendan color, entre 5 y 10 minutos.

g. Colóquelos en el porta-objetos, agregue gotas de esencia de orégano durante 5 o 10 minutos.

h. Agregue unas gotas de xilol para eliminar la esencia; móntelos en bálsamo del Canadá.

Si los cortes han sido hechos pasando radialmente por el centro del haz vascular, puede apreciar al microscopio: A ambos lados del corte, grupos o haces de tubos o vasos conductores de savia elaborada: ¿En algunos de estos vasos alcanza a apreciar espacios redondeados o elípticos con diminutas puntuaciones? Estas formaciones se llaman cribas (muchas en tallos leñosos, pocas o una sola en tallos herbáceos). ¿Qué importancia fisiológica y mecánica tendrán estos vasos para el vegetal vivo?

En la parte central puede ver, o no, haces de vasos anillados, espiralados, reticulados, escaleriformes, etc., ¿qué otra clase de savia conducirán? Si esta savia viene del suelo, ¿de qué estará formada? (Fig. No. 39).

Deduzca la importancia del tejido conductor. Si además de transportar sustancias, estos vasos forman fibras longitudinales a lo largo del tallo y de la raíz, y las paredes celulares adquieren, además de la celulosa, pectosa y callosa, ¿qué otra importancia especial tendrá este tejido para la planta?

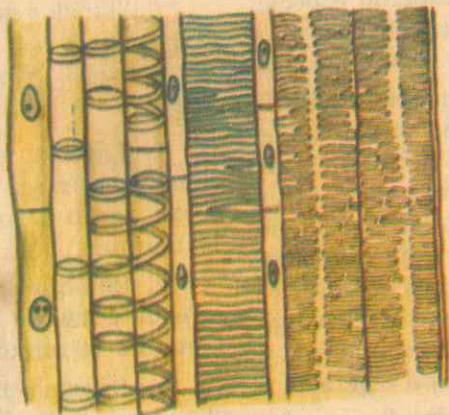


Fig. No. 39

XILEMA: PROTOXILEMA Y METAXILEMA
Sección longitudinal de un tallo, que muestra a la izquierda los elementos del protoxilema en forma de anillos o de espiral. En las células que se diferencian posteriormente la espiral es más cerrada, y en la célula de metaxilema de la derecha, las áreas no lignificadas son ahora perforaciones.

VII. ASOCIACIONES CELULARES

El cuerpo de los organismos vivientes consta de una gran variedad de células, que difieren entre sí en tamaño, forma y otros caracteres, diferencias que tienen relación con las actividades fisiológicas que cada una desempeña. Después de la reproducción y durante el proceso de crecimiento, las células se vuelven distintas por grupos, de suerte que, al examinar la estructura general del organismo pluricelular, observamos unas masas o grupos de células, parecidas entre sí pero que difieren del primer grupo. Estos grupos de células que tienen caracteres estructurales semejantes y que efectúan una función particular se denominan **TEJIDOS**.

algunos tipos de algas existen colonias de células que pudieran ser consideradas como un tejido simple, este término solo se emplea en los organismos compuestos por células diferentes o por diferentes tipos estructurales de células, como en las plantas y animales superiores. Estos tienen tejidos agrupados en las diversas partes del cuerpo, que efectúan algún tipo de funciones como contribución al organismo en total.

En el reino vegetal los tipos de células más simples (esencialmente esferas apretadas unas contra otras y aplanadas por contacto mutuo) tienen 14 caras, formando una figura geométrica conocida como *tetrakaidcahedro*, figura que

dos durante el crecimiento celular y su diferenciación.

Los tejidos vegetales han sido clasificados de varias maneras, pero podemos distinguirlos en cuatro grupos principales:

A. TEJIDOS MERISTEMATICOS

Son tejidos meristemáticos o meristemas los que están formados por células que permanecen en estado embrional, capaces de dividirse, localizadas en los puntos de crecimiento, terminales y laterales de la planta.

Las células meristemáticas son pequeñas, de paredes muy delgadas, mucho más ricas en citoplasma que la mayor parte de las otras células del organismo; tienen núcleo grande en relación al tamaño de la célula misma, las vacuolas son pequeñas o pueden estar totalmente ausentes; su división es la que origina el crecimiento del cuerpo vegetal. (Fig. No. 34).

B. TEJIDOS FUNDAMENTALES

Están formados por masas de células poco especializadas en estructura o en función. Forman la masa principal de las partes más suaves de la planta, tales como la médula y el cortex de los tallos, el tejido de las hojas (a excepción de las epidérmicas y de las venas), la mayor parte de muchos frutos y otras partes blandas de las plantas.

Sus células tienen generalmente paredes delgadas y grandes vacuolas, retienen su citoplasma por mucho tiempo y son relativamente células simples. Constituyen tejidos denominados parenquimatosos o simplemente *parénquimas*. (Fig. No. 35).

Los parénquimas funcionan como almacenes de reservas, como centros de síntesis de alimento (especialmente en las hojas), y de otras maneras donde se requiere una gran especialización celular.

Un tejido fundamental formado por células ligeramente alargadas y engrosadas en sus vértices, se llama tejido colenquimatoso o *colénquima*, común en las capas externas del tallo.

Cuando las células tienen paredes secundarias muy gruesas y fuertemente lignificadas, sustancia que llena casi totalmente la cavidad celular, por lo que el protoplasma puede morir y queda cada célula como un cascarón vacío, el tejido fundamental se llama *esclerénquima*. Sus células pueden ser esféricas, como sucede en las células pétreas que forman las paredes de las nueces y otras estructuras similares (cáscara de aguacate); o pueden ser muy alargadas, como las fibras que dan rigidez a muchas partes de la planta. (Fig. No. 36).

C. TEJIDOS PROTECTORES

La superficie exterior del cuerpo de las plantas, así como de las partes suaves, está formada por una sola capa de células; cuya pared externa está cubierta de un material ceroso o cutina; y la cutina forma una capa continua e impermeable que evita la pérdida indebida de agua de los tejidos situados hacia el interior, capa que se llama *cutícula*. Así están conformados los tejidos protectores, entre los cuales sobresalen los que forman la epidermis, por lo que se llaman *tejidos epidérmicos*. (Fig. No. 37).

Algunas células o grupos de células especializadas de la epidermis se alargan para formar pelos que pueden servir co-

mo glándulas, como estructuras de protección o como medio para reducir la evaporación de agua del organismo vegetal.

El tejido epidérmico generalmente no es continuo, sino que presenta, especialmente en las hojas, poros o perforaciones llamadas *estomas* (Fig. No. 38). Cada estoma está bordeado por dos células arriñonadas o células estomáticas, que se pueden separar en su parte central una de otra para formar un orificio o *poro del estoma*.

En los órganos más viejos y partes más duras de la planta, como el tallo y la raíz, la epidermis está reemplazada por una capa de corcho formada por células cuyas paredes secundarias están rellenas de *suberina*, sustancia grasosa, y, por tanto, son impermeables al paso del agua e impiden su salida del cuerpo vegetal.

D. TEJIDOS CONDUCTORES.

Son aquellos que conducen las dos clases de savia hacia arriba y hacia abajo del cuerpo vegetal. También se llaman tejidos vasculares, ya que sus células son muy especializadas, largas y delgadas y constituyen especies de tubos o vasos para la circulación de alimentos.

Cuando un tejido conductor lleva agua y sales disueltas (savia bruta), recibe el nombre de *madera o xilema*. Las células del xilema tienen paredes gruesas y están lignificadas, y el citoplasma desaparece poco después de que termina el crecimiento de la célula.

La savia no elaborada pasa de célula a célula a través de poros y de vaso a vaso a través de perforaciones de sus paredes. El tejido conductor que forma la *madera o xilema* proporciona sostén me-

cánico a la planta, y comprende *fibras, traqueidas* células vasculares en el tallo y la raíz.

El xilema que se desarrolla primero en los puntos de crecimiento o meristemas, se llama *protoxilema*. En este tejido la pared secundaria se presenta en *anillos* o en *bandas helicoidales*, y las células se alargan. El xilema que se desarrolla más tarde está formado por células cuyas paredes secundarias son continuas aunque tienen poros, y se llama *metaxilema*. (Fig. No. 39).

Los tejidos conductores que transportan los alimentos, es decir, la savia elaborada (azúcares y proteínas), reciben el nombre de *floema*. Sus células características son alargadas llamadas *tubos cribosos*, cuyas paredes tienen en sus extremos grupos de perforaciones conocidas como *placas cribosas*, a través de las cuales pasan bandas de citoplasma de una célula a otra que las comunican entre sí. Los tubos cribosos carecen de núcleo; pero en las plantas superiores existen las llamadas *células compañeras*, adyacentes a las anteriores, más pequeñas que ellas y provistas de núcleo. En el tejido conductor de floema también hay células parenquimatosas y en la mayor parte de los casos, fibras de paredes gruesas.

E. LA REPRODUCCION CELULAR Y EL CRECIMIENTO DEL VEGETAL

Sabemos ya que a medida que progresa la división celular la célula original aumenta un poco de tamaño, de suerte que para el momento en que las dos células hijas se forman, o poco después, cada una es tan grande como la célula madre original, aumento debido al aumento del protoplasma, puesto que aquí se produce nuevo material viviente a partir de sus

varios componentes. Cuando, como resultado de sucesivas divisiones celulares, el número de células aumenta considerablemente, cesa la división, y las células comienzan a adquirir sus caracteres de madurez, cambio que consiste esencialmente en un aumento de tamaño. Este aumento de tamaño es una de las formas

en que las células vegetales se diferencian de las animales.

Podemos deducir, entonces, que los órganos vegetales y el cuerpo mismo de la planta crecen por el aumento de células en la reproducción celular y por el crecimiento de las mismas.

EVALUACION

I. DE COMPOSICION

Lea atentamente las siguientes frases y contéstelas explicando su significado según sus conocimientos:

1. Cuáles son las características que podrían servir para diferenciar entre seres vivientes y seres inertes.
2. En términos sencillos, explique en qué consiste la fotosíntesis.
3. Cuántas y cuáles son las partes fundamentales de una célula.

II. DE SELECCION

Lea con atención las frases que siguen y subraye la respuesta o las respuestas verdaderas:

1. Una célula está formada por las siguientes partes: a) embrión, b) membrana, c) epidermis, d) citoplasma, e) cutícula, f) núcleo.
2. Los principales alimentos son: a) glúcidos, b) animales, c) lípidos, d) químicos, e) proteínas.
3. El protoplasma celular es: a) un sólido, b) un coloide, c) una emulsión.

III. DE COMPLETACION

Lea cuidadosamente las frases que siguen y complételas según sus conocimientos:

1. Las plantas superiores tienen reproducción y los órganos para esta función son
2. La absorción de savia bruta (no elaborada) la efectúan las plantas mediante el fenómeno físico de la que consiste en
3. Los elementos biogénicos son ; y los cuatro fundamentales son:

IV. DE ASOCIACION

Lea con atención las palabras siguientes e indique el significado de cada una de ellas:

1. Mitosis
2. Meristemo
3. Floema

V. VERDADERO O FALSO

Lea detenidamente y escriba una (V) verdadero o una (F) falso, delante de cada frase, según sus conocimientos:

1. La reproducción asexual indirecta o mitosis comprende las siguientes etapas: a) cariocinesis, b) profase, c) ósmosis, d) metafase, e) difusión, f) anafase, g) digestión, h) telofase.
2. Las formaciones principales de la célula vegetal son: a) protozoos, b) plastidios, c) flagelos, d) mitocondrias, e) suberina, f) microsomas.
3. La membrana de una célula vegetal está formada por: a) centroesfera, b) pared primaria, c) tegumentos, d) laminilla media, e) vacuola, f) pared secundaria.

VI. DE RAZONAMIENTO

Lea con atención las siguientes frases y respóndalas según sus conocimientos y su criterio:

1. El agua es importante para las células porque:
2. La respiración en las plantas es indispensable porque:
3. Las plantas verdes fabrican su propio alimento porque:

VII. DE CUADROS SINOPTICOS

Lea con cuidado los siguientes temas y haga los correspondientes cuadros sinópticos:

1. De las funciones de nutrición celular.
2. De la reproducción celular asexual.
3. De la estructura general de una célula.

VIII. DE IDENTIFICACION

Observe detenidamente el siguiente esquema y coloque el nombre de cada parte que indican

1.
 - a)
 - b)
 - c)
 - d)

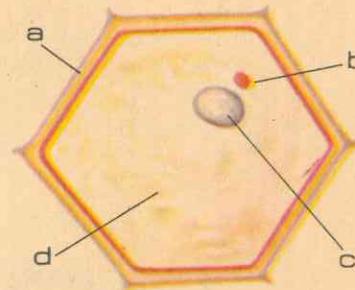


Fig. No. 40

IX. DE LOCALIZACION

Observe con atención el siguiente esquema y localice en él las partes que indican las letras:

2.
 - a). Núcleo
 - b). Citoplasma
 - c). Vacuola
 - d). Plastidios

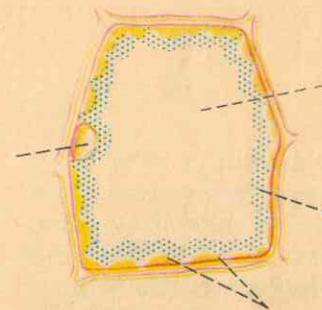


Fig. No. 41

UNIDAD

TERCERA

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

LA NUTRICION EN LAS PLANTAS

A. ESTUDIO DE LA RAIZ.

1. Finalidad: Partes de una raíz.

Material: Semillas recién germinadas, lupa, tinta china.

Procedimiento: Arranque del germinador varias plántulas de maíz, trigo, frisoles, habas, etc., observe cuidadosamente la conformación de cada una y haga los esquemas correspondientes a los diversos tipos que encuentre.

Examine con la lupa el extremo de una radícula de haba o de frisol y describa el resultado: ¿Tiene o no la misma dureza y estructura que el resto de la radícula? ¿Qué forma tiene esta cubierta? ¿Cuál será el papel de este casquete? ¿Cuál es su nombre propiamente?

Procedimiento: A lo largo de la radícula de otra semilla recién germinada señale con tinta china divisiones transversa-

les, déjelas en cámara húmeda (germinador de clase) para que continúe su desarrollo y, después de 24 horas, observe el resultado y anote: ¿Las distancias entre las diversas señales son o no iguales comparativamente? ¿En qué parte de la raíz son más cortas y en cuál son más largas las distancias entre una y otra señal? ¿Cuál es la causa del mayor alargamiento en este sector de la raíz? Si el crecimiento de la raíz en esta porción es más rápido y más notorio, ¿qué nombre se le puede dar a esta parte de la raíz?

Continúe su observación, esta vez mediante la lupa y por encima de la zona de crecimiento: ¿Qué formaciones alcanza a apreciar en esta región? Examine al microscopio uno de estos pelos y responda: ¿Se trata de una o de varias células? ¿Cuál será el papel de estos pelos? ¿Mediante qué fenómeno físico absorben del suelo el agua y las sales?

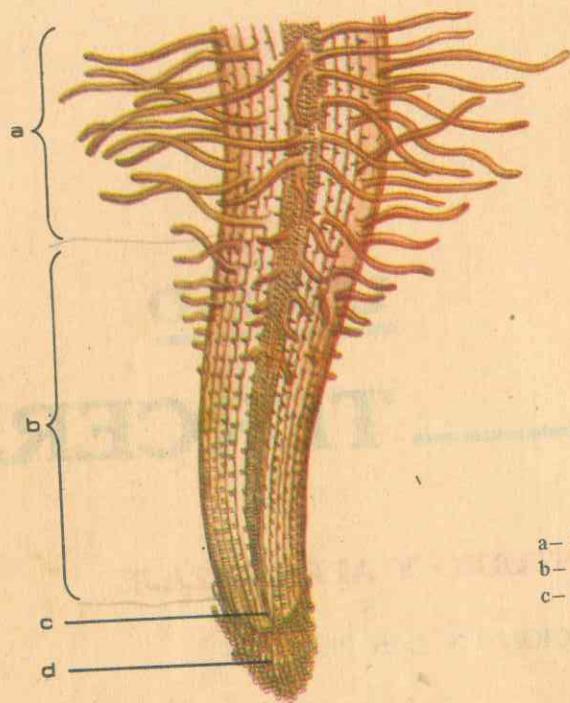


Fig. No. 42
LA RAIZ - ESTRUCTURA EXTERNA
 a- Zona pilífera o de absorción.
 b- Zona de crecimiento.
 c- Meristemo terminal protegido por la cofia (d).

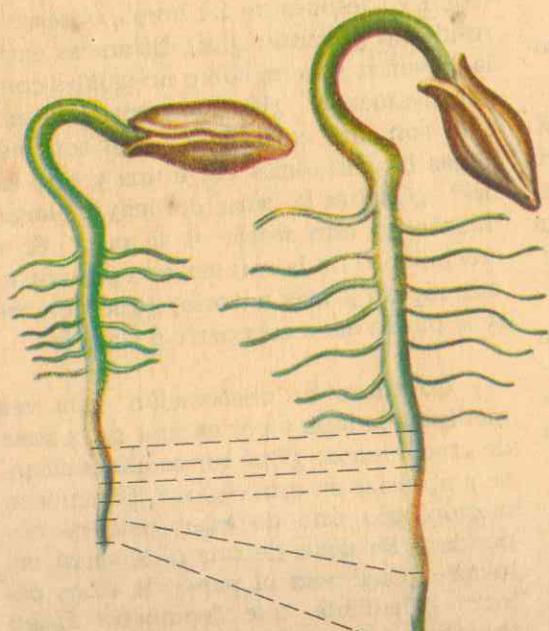


Fig. No. 43
CRECIMIENTO LONGITUDINAL DE LA RAIZ
 -después de marcarla con tinta china-
 Dos plántulas de calabaza, la de la derecha uno o dos días más vieja que la de la izquierda. El cambio en longitud de las zonas que están entre las marcas originalmente equidistantes, muestra que el crecimiento

ella disueltas? Por contener numerosos pelos absorbentes, ¿qué nombre puede darle a esta zona de la raíz?

¿Por encima de la zona polífera hay o no una región sin pelos absorbentes? Si carece de pelos, ¿cómo puede llamarla? Si suponemos que el tallo de una planta es la cabeza y la raíz el tronco del cuerpo vegetal, ¿cómo puede denominar la región en donde se une la raíz con el tallo?

Haga un cuadro sinóptico de las partes de una raíz normal.

2. Finalidad: Estructura interna (primaria) de la raíz.

Material: Semillas recién germinadas, médula de maguey, cuchilla, porta-objetos, microscopio.

Procedimiento: Tomar semillas cuya germinación ha sido completa con radícula bien desarrollada, lavarlas con agua destilada y practicar en ella cortes transversales bien finos; seleccione los mejores, colóquelos en el porta-objetos, examínelos al microscopio y anote: ¿Cuántas zonas bien definidas aprecia? ¿Están estas dos zonas formadas o no por círculos concéntricos? ¿Qué nombre se le puede dar a la zona más externa si en ella está situada la corteza de la raíz? ¿Cómo se puede denominar la segunda zona o región interna, si el corte observado corresponde al de un cilindro que ocupa la parte central de la preparación? (Figs. No. 44 y 44-A).

Procedimiento: Examine con mayor aumento la composición de la zona cortical y responda: ¿Comprende una o varias capas de células? ¿Qué forma tienen las

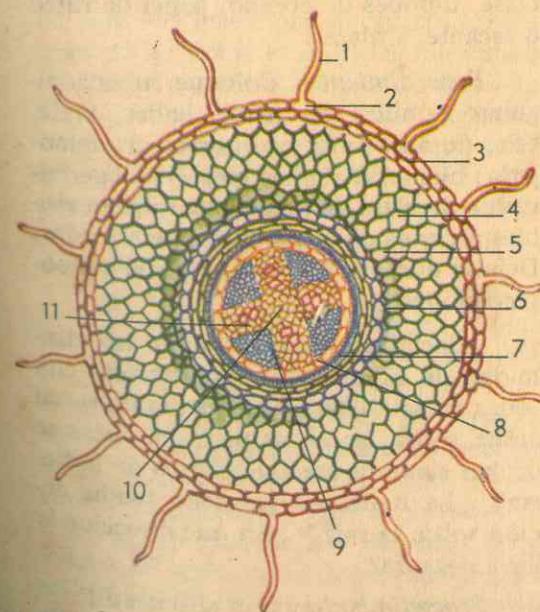


Fig. No. 44
LA RAIZ: ESTRUCTURA INTERNA (PRIMARIA)
 1- Pelo radical (absorbente)
 2- Capa pilífera.
 3- Capa suberosa.
 4- parénquima cortical.
 5- Capa cortical interna.
 6- endodermo.
 7- periciclo.
 8- radios medulares.
 9- haces liberianos.
 10- médula.
 11- haces leñosos.

células de la capa más externa? ¿Sus paredes son gruesas o delgadas? ¿Todas sus células son completamente iguales en su forma? ¿Algunas de ellas se prolongan o no hacia el exterior? ¿Qué órganos forman estas prolongaciones? ¿Cuál es la importancia de los pelos absorbentes? Si esta primera capa de células constituye lo que pudiéramos llamar la piel de la raíz, ¿cuál es el nombre de esta capa de la zona cortical? Pero si en ella están los pelos absorbentes, ¿cuál es su verdadero nombre?

La siguiente capa de células forma la corteza propiamente dicha, ¿en realidad es una sola capa o son varias? ¿Cómo son las células de la primera hacia afuera? ¿Constituyen o no un tejido conductor? ¿Qué clase de savia conducirán y cuál será, entonces, su importancia para la planta? ¿Qué papel desempeña la segunda capa de la zona cortical? La capa siguiente es la endodermis, ¿cómo son sus células? ¿De qué sustancia están impregnadas sus paredes? ¿Cuál es su papel?

Continúe sus observaciones, esta vez en la parte central de la preparación: ¿Qué partes esenciales aprecia en el cilindro central? ¿Por qué se le llama también cilindro vascular? ¿Contiene o no tejido de xilema? ¿En qué parte de la preparación localiza este tejido? ¿Cuál es el papel principal de este tejido en la raíz? ¿En qué forma están dispuestos los haces del xilema? Entre cada dos puntas vecinas de la estrella de xilema están los haces del floema: ¿Cómo son sus células y cuál es su función especial? ¿Cómo se llama la capa celular que separa la zona cortical del cilindro vascular? ¿Cómo se denomina el punto céntrico de la preparación? ¿Cómo son sus células? ¿Qué clase de tejido forman? (Fig. No. 44)

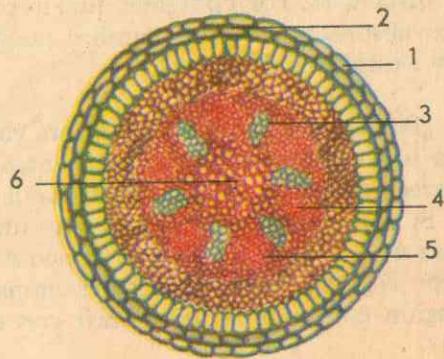


Fig. No. 44-A
CILINDRO VASCULAR DE RAÍZ
(estructura secundaria)

1- periciclo; 2- endodermis; 3- haces de xilema; 4- haces de floema, que alternan con los anteriores; 5- cambium; 6- parénquima.

Elabore el esquema de la estructura interna de la raíz joven.

3. Finalidad: Cómo crece la raíz.

Material: Semillas, germinador de clase, tapones de corcho, papel de filtro o secante, alfileres.

Procedimiento: Coloque en agua algunas semillas de frisol, habas, maíz, etc., durante unas dos horas para remojarlas bien. Siémbrelas luego en el germinador de clase de suerte que queden visibles a través de la pared del germinador. Déjelas durante 24 horas e inicie sus observaciones:

¿Hacia qué lugar se dirige la extremidad de la radícula? Sucede esto con todas las semillas? ¿Qué fuerza universal actúa sobre las cosas para que éstas se dirijan siempre hacia el centro de la tierra? ¿La fuerza de gravedad tendrá acción sobre la raíz? ¿En qué dirección la lleva siempre?

Procedimiento: Con alfileres fije las semillas a tapones de corcho procurando

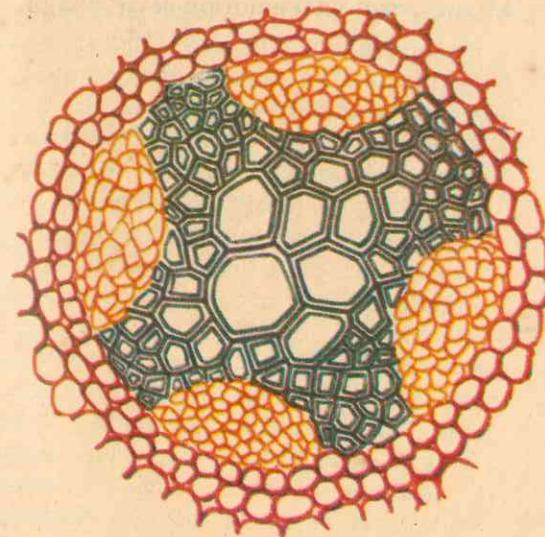


Fig. No. 45
CILINDRO VASCULAR DE LA RAÍZ
(corte transversal)

El xilema es una masa central sólida con cuatro brazos terminados en protoxilema. En cada uno de los espacios intermedios se halla un haz de floema (liberiano)

que el extremo de las radículas quede hacia arriba y déjelas con cámara húmeda para que continúen su desarrollo; después de 24 horas examínelas nuevamente: ¿Siguen creciendo hacia arriba las radículas? Si no es así, ¿qué dirección adoptan nuevamente? ¿Cómo se llama este movimiento de la raíz de las plantas provocado por la acción de la gravedad? ¿El geotropismo de la raíz es positivo o negativo? (Fig. No. 46).

Procedimiento: Repita el experimento No. 1 en su segundo procedimiento a fin de determinar en qué región crece más rápidamente la raíz. ¿Por qué razón el crecimiento de la raíz es más notorio en la zona de crecimiento por encima de la cofia? ¿Qué le sucederá al extremo de la raíz con su cofia si las células de dicha zona crecen, se reproducen y se alargan continuamente? Entonces, ¿hacia qué direcciones crece la raíz?

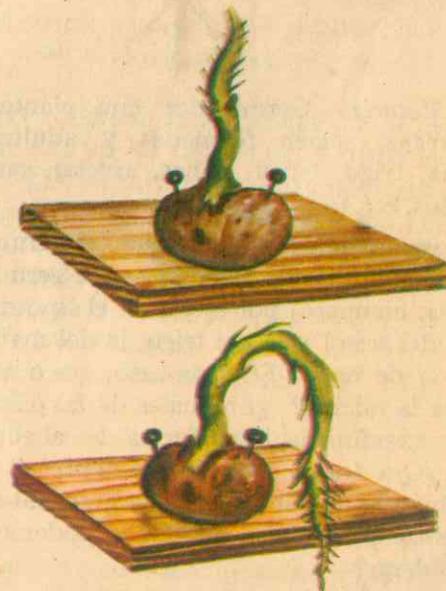
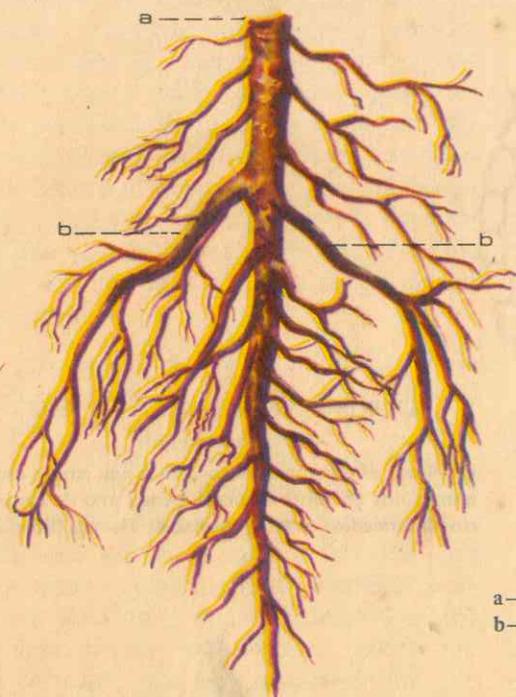


Fig. No. 46
LA RAÍZ TIENE GEOTROPISMO POSITIVO

4. Finalidad: Diversos tipos de raíces. (Figs. No. 47 a 52).



plantas hay sistema radicular pivotante? ¿De qué órgano del embrión se origina la

Fig. No. 47

UN SISTEMA DE RAIZ PIVOTANTE

a- Raíz pivotante principal (raíz primaria).
b- Raíces secundarias.

Material: Germinador con plantas diversas, recién formadas y adultas (maíz, trigo, frísol, habas, arvejas, garbanzos, etc.).

Procedimiento: Arranque del germinador plántulas de semillas recién germinadas; compare, por ejemplo, el tipo de raíz del frísol y la del trigo, la del maíz con la de haba: En cada caso, ¿es o no única la raicilla? ¿En cuáles de las plántulas examinadas tiene forma de cabelleira? ¿Qué forma tiene la raíz del frísol y también la de haba? Entonces, ¿cuántos sistemas principales de raíces podemos considerar?

Estudie en la misma forma las raíces de las plantas adultas del germinador.

¿En qué grupos de plantas se encuentran sistemas fibrosos? ¿En cuáles

raíz principal? En el sistema fibroso, ¿por qué está reemplazada la raíz principal? ¿De qué parte de la planta se desprenden todas las raicillas de un sistema fibroso? ¿Se distingue en este sistema raíz principal? ¿Cuál de los dos sistemas ofrece mayor base de anclaje a la planta? (Fig. No. 48).

Procedimiento: Estudie raíces de zanahoria, nabo, remolacha, yuca, arracacha, golondrina del cafeto, orquídeas, etc.

¿Cuál es la forma general de las dos primeras? Por pertenecer a este tipo de raíces la del nabo, ¿cuál es el nombre general? ¿Las raíces napiformes (fusiformes) contienen en sus tejidos sustancias de reserva? ¿Cuál es la sustancia alimenticia que predomina en ellas? (Fig. No. 49).

Estudie en la misma forma las raíces de yuca y arracacha: ¿A qué tipo especial de sistema radicular pertenecen por su origen, conformación y desarrollo general? Se llaman raíces tuberosas. ¿Cuál es la sustancia de reserva que contienen? Observe detenidamente la manera como están adheridas las raíces de golondrina (muérdago) al tallo del cafeto. ¿Penetran o no sus raíces en el tallo del cafeto? ¿De dónde extraen estas raíces el alimento para la planta? ¿En qué forma lo hacen? Son raíces chupadoras. Por tener su origen en el tallo de la planta "golondrina", ¿cómo se llaman? ¿Qué otras plantas tienen raíces adventicias características? ¿Cómo se puede provocar la formación de estas raíces en las plantas artificialmente? En jardinería, ¿para qué fin se utiliza la formación de raíces adventicias? (Fig. No. 51).

¿Cuál es el medio de vida de las orquídeas y demás plantas epífitas? ¿Sus raíces penetran o no en los tallos de las plantas en donde viven y se desarrollan? Entonces, ¿de dónde toman el alimento? ¿Qué otras plantas tienen raíces aéreas? (Fig. No. 52).

5. Finalidad: Origen de las raíces secundarias.

Material: Semillas recién germinadas (frísol, haba, arveja).

Procedimiento: Tome una plántula recién formada en cuya raíz principal ya

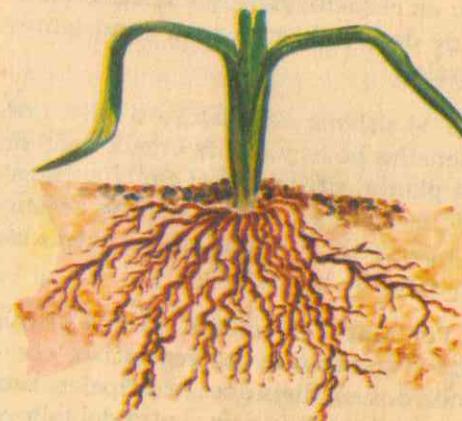


Fig. No. 48

UN SISTEMA DE RAIZ FIBROSA

Las raíces son un tanto delgadas y muy ramificadas (gramíneas).

se hayan formado algunas ramificaciones laterales: practique en ella cortes transversales y longitudinales que comprendan el nacimiento de ramificaciones laterales, observe al microscopio y anote:

¿Se originan superficialmente o internamente en los tejidos de la raíz principal? ¿De la raíz madre salen por debajo o por encima de la zona pilífera? ¿El punto de origen está en la zona cortical o en el cilindro vascular de la raíz madre? ¿De qué parte de la estrella toman origen? ¿Qué finalidad tendrán las raíces secundarias y sus ramificaciones? (Fig. No. 53).

VIII. COMO SE NUTREN LAS PLANTAS

Las plantas, como todos los organismos vivos, están constituidas por células, frecuentemente muchos millones y aún miles de millones, que, agrupadas forman tejidos y éstos los órganos con funciones particulares, que dan por resul-

tado un individuo altamente organizado. El cuerpo físico de una planta superior está dividido en dos secciones principales, que difieren una de otra en estructura y funciones, y son:

tuado en el suelo, en el que ancla la planta y de donde absorbe agua y nutrientes minerales.

Y el *sistema del vástago o tallo*, que sostiene las hojas y demás órganos aéreos de la planta, situado en el aire y encargado de la fabricación de alimentos orgánicos a partir de materias primas extraídas del suelo y de la atmósfera.

Por tanto, el estudio de una planta desde el punto de vista vegetativo, comprende dos subdivisiones principales: una que se ocupa de la raíz y otra del tallo y de los órganos que soporta.

A. SISTEMA RADICULAR:

LA RAIZ, ORGANO DE ABSORCION

A diferencia de la mayor parte de los animales, los vegetales superiores viven fijos en el suelo, de donde obtienen los alimentos indispensables para su nutrición. El sistema radicular cumple, en este sentido, una doble misión de gran importancia, la de fijar, anclando la planta en el suelo, y la de absorber y transportar el agua y las sales minerales en ella disueltas.

B. MORFOLOGIA DE LA RAIZ.

1. La raíz normal y sus partes.

La absorción del agua y los materiales nutrientes minerales se efectúa solamente en las partes jóvenes de la raíz, cerca de su extremo inferior (Fig. No. 42) o punta, en donde hay un conjunto de células que forman como un casquete llamado propiamente *cofia*. La cofia está formada por células que se originan continuamente en la zona de crecimiento situada por encima de la punta

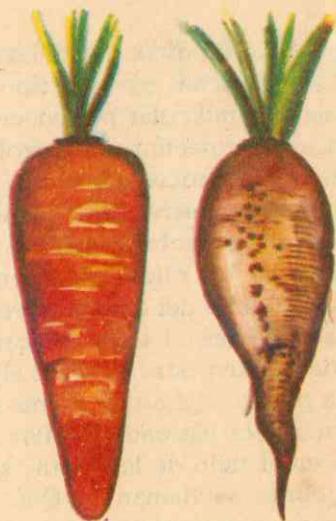


Fig. No. 49

RAICES PIVOTANTES (NAPIFORMES)

de la raíz, y la protegen en su crecimiento a través de las capas del suelo. Sus células se renuevan constantemente, y las que van muriendo quedan convertidas en una materia o mucílago que lubrica la punta de la raíz para su paso a través del suelo. Parece que la raíz en su extremo puede excretar ácidos que le permiten pasar a través de rocas calizas.

Inmediatamente por encima de la cofia se encuentra una zona cuyas células están en continua reproducción y que, al alargarse, empujan en todo momento la punta de la raíz hacia el interior del suelo, siguiendo normalmente la dirección de la gravedad; esta fuerza, unida al mucílago y a las propiedades plásticas de la punta de la raíz, le asegura la penetración en suelos compactos. Como dicha zona es el lugar donde se efectúa sobre todo el crecimiento en longitud de la raíz, se llama *zona de crecimiento*. En esta zona tiene lugar la absorción en pequeña escala.

A la zona de crecimiento o lugar de

división celular, sigue una región limitada y provista de pelos radicales, por lo que se llama *zona pilífera* o *radicular*. Estos pelos son formaciones de la exodermis, están formados por una sola célula cada uno, que se alarga hacia el exterior, con capacidad de penetración en el suelo y constituyen los órganos principales de la absorción. A pesar de su pequeño tamaño, en cada pelo radical existen zonas especializadas para la absorción: la punta absorbe especialmente sales minerales y el resto agua. Además, estos pelos contribuyen a la fijación de la planta en el suelo y su duración es relativamente breve, pero son sustituidos por otros a medida que van desapareciendo.

Cuando aparecen ramificaciones laterales, lo hacen por detrás de la zona radicular. Y para que la absorción de agua sea verdaderamente eficaz, es necesaria la formación de tejidos más complicados que estudiaremos más adelante.

El punto por donde la raíz se une al tallo se llama *cuello de la raíz principal*. (Fig. No. 42).



Fig. No. 50

RAICES TUBEROSAS (fasciculadas)

2. Estructura interna primaria.

En su estructura interna, la raíz consta de muchas células especializadas que, en un corte transversal, podemos apreciar que están dispuestas conformando dos zonas concéntricas bien diferenciadas, a saber: (Fig. No. 44).

a. *Zona cortical o corteza*, formada a su vez por varias capas de células dispuestas concéntricamente.

La capa más externa puede denominarse *exodermis*, cuyas células, si el corte corresponde a la región radicular, se prolongan hacia el exterior para formar los pelos absorbentes, razón por la cual a esta capa se le puede llamar también *capa pilífera*.

Corteza propiamente dicha, formada por varias capas celulares, de células redondeadas, de paredes delgadas que conducen agua y sustancias disueltas desde los pelos radiculares al tejido conductor central en las raíces jóvenes. Más tarde, estas células de la corteza se convierten en una región de almacenamiento de alimentos de reserva, pero que en las raíces viejas desaparece con frecuencia.

La capa más interna de la corteza es la *endodermis*, formada por células cuyas paredes se llenan de suberina o de lignina. La endodermis es constante en las raíces, menos común en los tallos. Una de sus funciones es prevenir la pérdida de agua hacia el exterior y de las sustancias disueltas, que son conducidas por el cilindro vascular.

b. *Cilindro vascular*, que ocupa la parte central de la raíz, proporciona resistencia mecánica y sirve como medio de conducción (en dos sentidos). Está constituido especialmente por el *xilema* (vasos leñosos) y por el *floema* (vasos

berianos) dispuestos dentro de un círculo formado por una capa de células que recibe el nombre de *periciclo*, un tejido parenquimatoso.

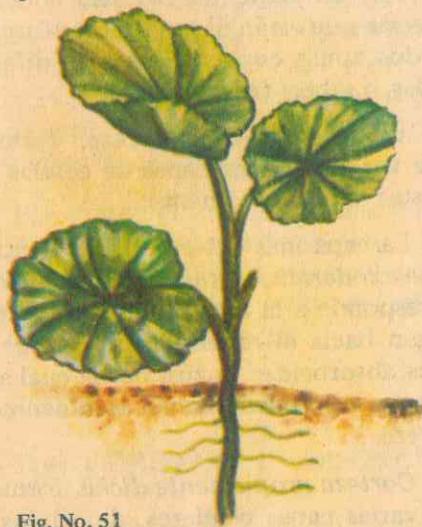


Fig. No. 51
RAICES ADVENTICIAS

El xilema (Figs. Nos. 44A y 45) forma el eje central del cilindro, tiene generalmente la forma de estrella compuesta por células alargadas, conductoras de agua y de paredes lignificadas. En las puntas de la estrella se halla un grupo de células de xilema joven o *protoxilema*, a partir de las cuales se forman posteriormente los nuevos elementos de leño o xilema. Las células más viejas de leño están en el centro de la estrella y constituyen el *metaxilema* o madera adulta. La estrella tiene más puntas en las raíces de las plantas monocotiledóneas que en las dicotiledóneas. Algunas especies tienen médula central.

En los ángulos formados por cada dos puntas de la estrella del xilema se encuentran haces de *floema*, formado por células por las cuales circula el alimento ya elaborado (savia elaborada).

Por tanto, cada haz de xilema alterna con otro de xilema, dando así una estructura especial interna cuando se trata de una raíz joven, conocida como estructura primaria o también crecimiento primario de la raíz.

3. Estructura secundaria y crecimiento.

Además del crecimiento longitudinal que ya conocemos, en las raíces adultas (con estructura secundaria) y especialmente en las plantas dicotiledóneas se presenta un crecimiento en espesor (o en diámetro), originado en el cilindro central: En efecto, una tira de parénquima en el interior del floema o tejido conductor liberiano se especializa y forma un meristemo secundario llamado *cambium* o felógeno que crece y se pone en contacto con el periciclo, formándose así un anillo ondulado continuo que serpentea entre los haces liberoleñosos (de floema y xilema); este nuevo tejido o cambium forma entonces haces de xilema hacia el interior y de floema hacia afuera, contribuyendo así al engrosamiento de la raíz. (Fig. No. 45).



Fig. No. 52
RAICES AEREAS

Por otra parte, aparece también junto a la corteza un meristemo o cambium externo, que produce una capa gruesa de células y nueva corteza hacia afuera. Por último, en los árboles de raíces muy gruesas todo el periciclo se vuelve activo y produce una capa de corcho por fuera de la estrella, que sirve para proteger externamente la raíz, ya que la corteza puede desaparecer; esta capa corchosa es importante puesto que impide la formación de hongos y bacterias y también por su impermeabilidad.

4. Ramificaciones secundarias.

Por lo regular, la raíz se ramifica profusamente, lo que se efectúa antes de iniciarse el engrosamiento y la formación de tejidos secundarios. Cada rama se forma a partir de un grupo de células del periciclo frente al protoxilema que forman un cono de crecimiento parecido al terminal de la raíz principal. Esta nueva punta se abre paso a través de la corteza, rompe la epidermis para proyectarse fuera de la raíz principal, y con su propia cofia se proyecta, perfora y se hunde en el suelo. Es éste un medio de ramificación distinto del que sigue el tallo, donde las nuevas ramas se desarrollan a partir de yemas superficiales. (Fig. No. 53).

La capacidad de producir ramificaciones es importante para la adaptación de la planta a las condiciones del suelo y para la exploración de nuevas zonas del mismo cuando los alimentos y el agua se han agotado.

5. Las raíces según su forma.

El sistema radicular presenta dos tipos principales morfológicos: El primero consta de una *raíz principal*, que ha tenido origen en la radícula del embrión de

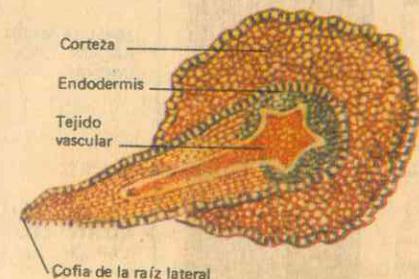


Fig. No. 53
Origen de las raíces laterales.

la semilla, penetra profundamente en el suelo y es más larga que las ramificaciones laterales o secundarias que de ella se forman. (Fig. No. 47). Es el caso del cardo y de la mayor parte de los árboles y arbustos, es la *raíz pivotante*.

Pero el tipo más común de raíz es de estructura delgada y muy ramificada, que penetra en el suelo en todas direcciones, en donde la raíz principal está sustituida por numerosas raíces finas que crecen desde la base del tallo, formando el *sistema radicular fibroso*. (Fig. No. 48). Este tipo de raíces son frecuentemente órganos de almacenamiento y pueden volverse gruesas y carnosas. Los sistemas radiculares de muchas plantas son intermedios entre estos dos tipos principales. Las raíces fibrosas se llaman también *raíces fasciculadas*.

Cualquier parte que sea la continuación de la raíz principal de una plántula originada por semilla se conoce como *raíz principal*, y las ramas que se originan en ella se llaman *raíces secundarias*. En

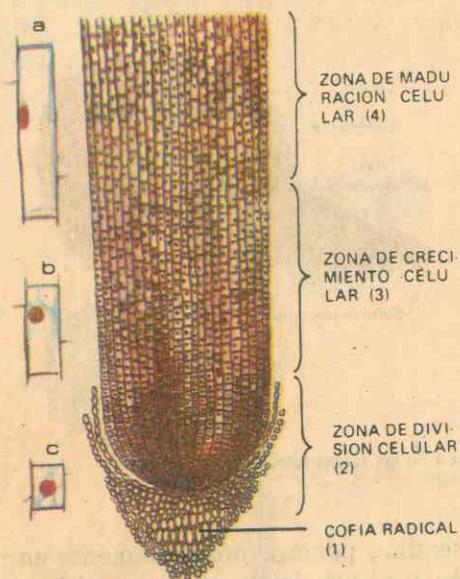


Fig. No. 54
SECCION LONGITUDINAL DE
UNA RAIZ EN CRECIMIENTO

1- Cofia protectora. 2- Las células de esta zona son pequeñas, ricas en citoplasma y se dividen rápidamente. 3- En la zona de crecimiento raramente se dividen las células, pero se alargan rápidamente. Las vacuolas aumentan de tamaño en el citoplasma. 4- En la zona de maduración (diferenciación) las células alcanzan su tamaño normal, el centro de cada una está ocupado por una gran cavidad de jugo, rodeada por una fina capa de citoplasma. Empieza la diferenciación de los tejidos. a), b), c): células muy aumentadas de estas tres zonas.

ciertas plantas la raíz primaria se conserva como la más importante, pero en otras la igualan rápidamente y aún la exceden las ramas secundarias. La raíz primaria crece normalmente hacia abajo, pero la mayor parte de las secundarias crecen al principio horizontalmente y solo después se vuelven hacia abajo. Este es el resultado de las reacciones de las puntas de crecimiento de la raíz a la acción de la gravedad, denominado *geotropismo positivo*, puesto que la raíz sigue la misma dirección de aquella fuerza.

Un sistema radicular típico es subterráneo y se desarrolla de la raíz primaria de la plántula. Pero bajo ciertas circunstancias las raíces pueden aparecer en todas partes de la planta, particularmente en las hojas y en el tallo, por lo que se llaman *raíces adventicias* (Fig. No. 51). Son las raíces que sostienen los tallos de

hiedra a un muro o soporte, o las que se desarrollan de los "estolones" como en la fresa. También se obtienen estas raíces en la propagación artificial; y son también adventicias las raíces de apoyo que brotan del tallo del maíz a cierta distancia sobre el suelo y ayudan a sostener la planta erecta.

La forma del sistema radicular de las plantas presenta modificaciones muy notables de los ya descritos. Una de ellas consiste en servir de almacenamiento de sustancias de reserva alimenticia. Cuando esto sucede en un sistema pivotante, como en el nabo y la zanahoria, la raíz se llama raíz carnosa *napiforme* o *nabiforme*. Pero si se trata de un sistema radicular fibroso o fasciculado, como sucede en la yuca y en la arracacha, se denomina *raíz carnosa tuberosa*. (Fig. No. 50).

Las raíces hasta aquí estudiadas son todas subterráneas, a excepción de las adventicias en casos determinados, por permanecer y desarrollarse bajo el suelo. Pero la mayor parte de las raíces adventicias, las de las plantas epífitas —como las orquídeas— y de otras más que permanecen en el aire atmosférico del que extraen el alimento y para lo cual están debidamente adaptadas, se llaman *raíces aéreas*. (Fig. No. 52). Y son *raíces acuáticas* las que pertenecen a todas las plantas que viven, se desarrollan y prosperan

en el agua que les proporciona los materiales para su nutrición, y que pueden ser marinas, lacustres, fluviales o de los pantanos.

Por último, son *raíces chupadoras* las de las plantas verdes parásitas, que se introducen en los tejidos del huésped para succionar de ellos la savia elaborada de que se nutren. También suele clasificarse a las raíces de conformidad con su período de duración o ciclo vital, según el cual pueden ser raíces perennes, bisanuales, anuales o efímeras.

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

LA ABSORCION

1. **Finalidad:** La absorción de agua y sales se efectúa en la zona radicular o pilífera.

Material: Plántulas del germinador, tubos de ensayos, agua, aceite, algodón, anilina o tinta.

Procedimiento: En un tubo de ensayos eche agua teñida con anilina o tinta; arranque cuidadosamente una plántula del germinador de modo que sus raicillas no se rompan y colóquela dentro del tubo con la solución teñida; cubra la boca del tubo con algodón y disponga el conjunto en la gradilla de madera.

En otro tubo eche agua teñida hasta unos 3 ó 4 centímetros cúbicos, agregue aceite hasta 5 centímetros más e introduzca en él otra plántula en las mismas condiciones de la anterior, pero teniendo cuidado de que ni el extremo ni la zona pilífera queden en contacto con la solución de anilina. Colóquelo al lado del anterior y observe cada dos horas:

¿Qué aprecia en relación con la can-

tidad de agua coloreada? ¿Por qué habrá disminuido en el tubo número uno? ¿Por qué razón en el segundo tubo no ha variado la cantidad de solución? ¿Ha variado o no la cantidad de aceite en el tubo número dos? ¿Cuál es su conclusión en este experimento? (Fig. No. 22).

Procedimiento: Practique cortes transversales en la raíz y en el tallo de las dos plántulas y obsérvelos al microscopio: ¿Qué diferencia encuentra entre los cortes de las dos plántulas? ¿Por qué esta coloración en los tejidos de la planta número uno? ¿Cuál es su deducción final?

2. **Finalidad:** Los pelos radiculares absorben por ósmosis.

Material: El de la figura No. 55.

Procedimiento: Repase las conclusiones a que llegó en el experimento No. 2 de las páginas 48 y 49. Observe detenidamente el esquema de los pelos radiculares ampliamente aumentados de la Fig. No. 55. Con mucho cuidado desprenda unos

cuantos pelos radicales de la zona pilífera de una plántula del germinador de clase, obsérvelos al microscopio y deduzca:

¿Cada pelo radicular está formado por una o por varias células? Si cada pelo es una sola célula, ¿cómo funciona su membrana celular? De acuerdo con los conocimientos que ya posee acerca de las membranas celulares, ¿la membrana de la célula del pelo radicular es o no permeable al agua y a las sales disueltas en ella? ¿Cuándo entra agua al interior del pelo absorbente? ¿En qué condiciones sale agua del pelo hacia el medio externo? A excepción del agua y las sales disueltas, ¿salen o no del pelo radicular sustancias orgánicas como almidón o azúcar? Si no es así, explique esta propiedad de la membrana celular. ¿Qué beneficio reporta a la célula radicular la retención de estos productos?

3. **Finalidad:** La raíz como órgano de fijación de la planta.

Material: Plantas del germinador, la vegetación del huerto o de los lugares aledaños al colegio.

Procedimiento: Trate de arrancar diversas plantas y compare el esfuerzo que debe realizar en cada caso:

¿A qué atribuye esta diferencia de energía que debe utilizar para arrancar cada tipo de plantas? En relación con las condiciones del suelo, ¿cuándo es más fácil arrancar una planta, de suelo seco o de suelo húmedo? ¿De suelo compacto o de suelo arenoso y suelto? Deduzca, entonces, la importancia de la raíz como órgano de anclaje y de fijación de la planta.

¿Cuál de los dos sistemas radiculares principales fijará mejor?

4. **Finalidad:** La raíz como órgano de reserva de alimentos.

Material: Raíces de yuca, arracacha, etc., solución de yodo, porta-objetos, microscopio.

Procedimiento: Haga cortes muy finos en la médula de yuca y de arracacha; seleccione los mejores, recójalos en el porta-objetos, agrégueles una gota de solución de yodo, observe al microscopio y deduzca:

¿Encuentra cuerpos teñidos de azul? ¿Qué forma tienen en la papa, en el fríjol, en el maíz? Si se tiñen de azul con el yodo, ¿qué sustancia alimenticia contienen estas raíces? ¿Qué relación encuentra entre el diámetro de estas raíces, su aspecto carnoso y la cantidad de almidones que contienen en sus tejidos? ¿A cuál de las tres clases fundamentales de alimento pertenece el almidón? ¿Para qué les sirve a las plantas?

Material: Semillas de maní o cacahuete, aceitunas, Sudán III, alcohol, ácido acético glacial (cristalizable).

Procedimiento: Haga cortes en el pericarpio y en el mesocarpio de aceituna y en los cotiledones del maní; observe cada uno al microscopio: Dentro de las células, ¿encuentra formaciones más o menos esféricas?

Agregue al corte una gota de alcohol o de ácido acético: ¿Persisten o no esos cuerpos esféricos? Si no se han disuelto por el alcohol o el ácido, ¿de qué clase de sustancia de reserva se trata?

En un vidrio de reloj o una capsulita de cristal coloque los cortes y agrégueles Sudán III; examínelos después de algún tiempo al microscopio: ¿De qué color se tiñen las esferas dentro de las células?

Entonces, ¿se trata o no de gotas de grasa?

Material: Granos de trigo, maíz, ricino.

Procedimiento: Pueden hacer cortes en el endospermo de estas semillas después de permanecer en remojo por algunas horas, especialmente en su capa periférica; puede hacer la observación en fresco y en agua:

¿Las células contienen o no gran número de granulaciones distintas a las de almidón y de grasa? ¿Cuál es su forma general? Para hacer los cortes en el endospermo del ricino no se requiere remojo de las semillas; observe con aumento de 300-500: ¿Encuentra unos corpúsculos abultados, esféricos o elipsoides, bastante grandes? Se trata de granos de aleurona.

¿Puede apreciar dentro de cada grano de aleurona una esferita más clara o brillante? Se trata del *globoide*.

Material: Papas y microscopio.

Procedimiento: Haga cortes muy delgados en la región inmediatamente debajo de la capa suberosa que recubre el tubérculo; examínelos en una gota de agua con pequeño aumento para orientar mejor la observación: Puede apreciar unos cuerpecitos cuya forma no es redondeada; cambie el objetivo por otro de 300-500 diámetros y continúe la observación:

¿Qué forma geométrica tienen estos corpúsculos? Son los *cristaloides*. ¿Por qué razón se les llama así?

Material: Semilla de ricino, cuchilla o navaja.

Procedimiento: Sin remojar la semilla y sin humedecer la navaja (que debe estar perfectamente seca en este caso),

haga cortes delgados en el endospermo de la semilla; seleccione los mejores y examine uno por uno en una gota de aceite de oliva: Además de la sustancia oleaginosa abundante ya conocida, ¿aprecia o no unos corpúsculos ovoideos y relativamente grandes, como incrustados en dicha materia aceitosa? Compare su forma con la de los granos de aleurona ya conocidos:

¿Son o no cuerpos semejantes? ¿Se tratará también en este caso de granos de aleurona? En cada uno de estos granos observa una esferita clara o brillante? ¿Cómo se llama este último cuerpecito?

Tome otro corte en el porta, agregue una gota de agua, cúbralo con la laminita (cubre-objetos) y examínelo al microscopio, busque los bordes del corte que son más delgados:

¿Puede ver dentro de los granos de aleurona otra formación diferente al globoide? ¿Será o no el *cristaloide*? Deduzca, entonces, cómo están formados los granos de aleurona.

Investigue: ¿Qué tipo de alimentos se almacena en los vegetales como granos de aleurona? ¿Qué importancia tienen las albúminas para los seres vivos?

Cite ejemplos de raíces que contengan almidones en sus tejidos de reserva. Ejemplos de raíces que contengan grasas. Ejemplos de raíces que contengan proteínas. ¿Qué importancia tienen para el hombre y los animales estas reservas de las raíces de los vegetales?

5. **Finalidad:** Las raíces y la erosión de los suelos.

Material: Plantas del germinador.

Procedimiento: Arranque con cuidado algunas de las plantas del germinador o del terrario, observe su sistema radicular:

¿Están perfectamente limpias y sin partículas de tierra sus raicillas? Si no es así, ¿cómo explica que numerosas partículas del suelo están adheridas a todo el sistema de la raíz? ¿Qué ventajas deduce de esta acción de la raíz en relación con el suelo? Además de evitar la erosión, ¿a qué más contribuyen las plantas con su sistema radicular en cuanto a la conservación de las aguas naturales?

A. LA ABSORCIÓN.

Una de las principales funciones de la raíz es la de absorber del suelo el agua y las sustancias minerales necesarias en la vida y el crecimiento de la planta. En esta absorción los pelos radiculares (células especializadas para esta función), siguen el mecanismo que ya conocemos como ósmosis, lo que es muy importante puesto que aquí intervienen procesos físicos y químicos como los que tienen lugar en todos los intercambios entre una célula viviente y sus vecinas y otras partes del medio que la rodea. Y difusión y ósmosis son los dos fenómenos fundamentales que se relacionan directamente con la absorción por los pelos radiculares.

1. Hemos dicho antes que la difusión es un proceso por el cual una sustancia (gaseosa o en solución) tiende a distribuirse uniformemente a través de todo el espacio de que disponga, moviéndose desde las regiones de mayor concentración a las que contienen menor proporción de ella.

Es lo que sucede, por ejemplo, con una sustancia de olor fuerte; las minúsculas partículas desprendidas de él se mueven rápidamente, aún en aire en perfecta calma, en todas direcciones y su olor se

6. Finalidad: Utilidad de las raíces.

Procedimiento: De acuerdo con los conocimientos adquiridos durante las observaciones anteriores, resume en un cuadro sinóptico la utilidad de las raíces en la alimentación, en la medicina y en la industria, citando ejemplos de plantas típicas en cada caso.

hace presente a distancias relativamente considerables a partir del lugar de origen.

La tendencia a la difusión se explica por el hecho de que las partículas de los gases y las soluciones se hallan en movimiento, chocando continuamente unas contra otras y rebotando, lo que permite que tales partículas se dispersen en distintas direcciones hasta que alcanzan una cantidad uniforme en todas partes. (Figs. No. 23 y 24).

2. Pero cuando los líquidos están separados por una membrana semipermeable, la difusión recibe el nombre de *ósmosis*, y tiende a continuar hasta que la composición de los dos líquidos sea la misma a ambos lados de la membrana. Fig. No. 25.

Por ejemplo, si de un lado de la membrana tenemos una solución de sal en agua y del otro lado hay agua pura, la sal tenderá a difundirse a través de la membrana hacia el agua pura, y ésta a la solución salina, hasta que la concentración sea la misma en ambos lados de la membrana. Y es principalmente por difusión a través de las membranas citoplasmáticas de los pelos radiculares, como el agua y las sales minerales de la solución del suelo penetran a la planta, puesto

que la concentración total de sustancias disueltas en la solución del suelo es normalmente menor que en la solución del jugo de la vacuola del pelo radicular, ya que en dicha vacuola hay disuelta una cantidad considerable de azúcar y ácidos orgánicos, a los cuales son impermeables las membranas de dichos pelos. Por consiguiente, el agua del suelo pasará a través de estas membranas hasta entrar en la vacuola.

Por otra parte, si la concentración de sustancias disueltas en el suelo se vuelve mayor que la del pelo, necesariamente el agua tenderá a salir hacia el suelo y la planta sufrirá las consecuencias.

A medida que el agua penetra en la vacuola del pelo radicular, la disolución de ésta se diluye con agua, y la siguiente célula interna está entonces capacitada para extraer agua de la primera, proceso

que se continuará hasta que el agua alcance el cilindro vascular. En esta forma la planta extrae del suelo los materiales disueltos que utiliza en sus múltiples funciones. (Fig. No. 55).

B. ANCLAJE Y FIJACION DE LA PLANTA.

Ya hemos dicho que las plantas permanecen fijas en el lugar que ocupan, del cual absorben los alimentos para su nutrición. También sabemos que son las raíces las que desempeñan esta doble misión, y que para el cumplimiento del anclaje y fijación de la planta en el suelo, éstas disponen del sistema radicular que en sus diversas formas también conocemos.

Las raíces crecen en longitud solamente cerca de sus extremos donde las células están protegidas por la cofia. El crecimiento y la multiplicación de las

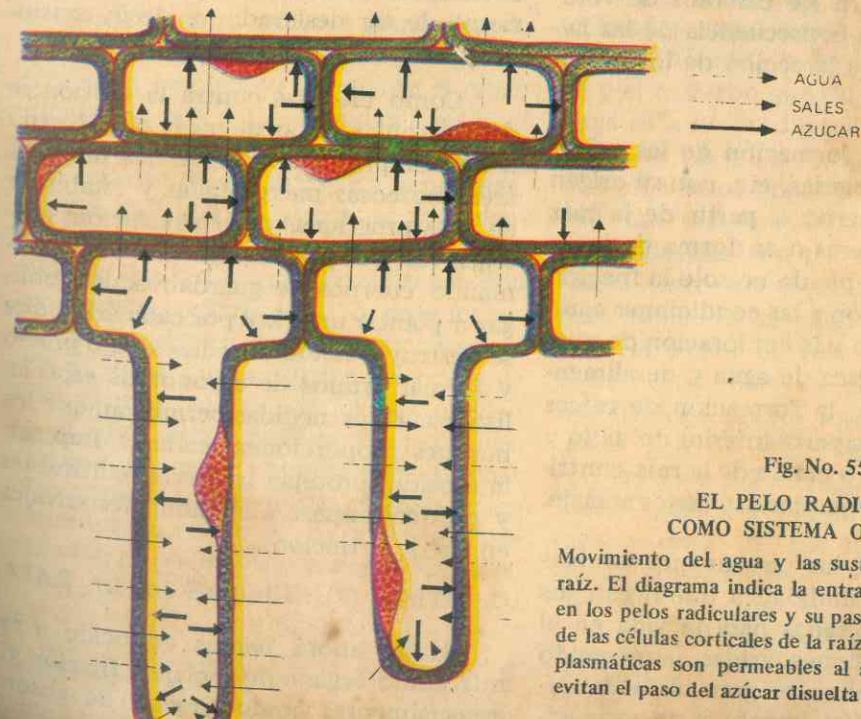


Fig. No. 55

EL PELO RADICULAR COMO SISTEMA OSMOTICO

Movimiento del agua y las sustancias disueltas en la raíz. El diagrama indica la entrada del agua y las sales en los pelos radiculares y su paso subsiguiente a través de las células corticales de la raíz. Las membranas citoplasmáticas son permeables al agua y las sales, pero evitan el paso del azúcar disuelta en el jugo celular.

células de esta región fuerzan a la punta de la raíz a penetrar entre las partículas del suelo; se tuerce hacia un lado y otro cuando encuentra obstáculos y es extremadamente sensible al estímulo de la gravedad y de las sustancias químicas del suelo, además de tratar de alejarse de la luz.

También los pelos radicales crecen primero en dirección perpendicular a la dirección de la raíz principal, y solo se doblan al llegar al primer obstáculo constituido por una partícula de tierra y, al tocarla, el pelo se ensancha, se acorta y se aplica íntimamente a la partícula.

El tejido de sostén de la raíz o de resistencia mecánica está dispuesto centralmente para resistir mejor los esfuerzos de tracción debidos a la acción del viento sobre las partes aéreas de la planta (tallos y hojas), a los cambios de volumen del suelo a consecuencia de las heladas, e incluso a la acción de los herbívoros al pastar.

Además, la formación de las raíces secundarias, terciarias, etc. con su origen endógeno o interno a partir de la raíz principal en hileras o en forma de corona, asegura a la planta no solo la fijación sino su adaptación a las condiciones cambiantes del suelo y la exploración de nuevas zonas en busca de agua y de alimentos. Por último, la formación de raíces adventicias en la parte inferior del tallo y en el hipocótilo o cuello de la raíz contribuye en muchas plantas a su mejor anclaje.

En general, las plantas que sobresalen por la profundidad a que llegan sus raíces son adaptadas para la vida en el desierto y regiones áridas, aun cuando algunas desarrollan su gran masa de raíces

tensión, a fin de captar toda el agua de la lluvia que solo alcanza a humedecer la superficie del suelo.

En cambio, en las regiones tropicales y húmedas, las plantas disponen de un sistema radicular de poco volumen en comparación con la masa aérea que soporta.

Es así como los árboles, los pastos y toda la vida vegetal actúan como importantes elementos de contención, impidiendo que el agua se deslice y deje los suelos sin la humedad necesaria hasta ir a parar a los océanos sin haber prestado servicio alguno, provocando inundaciones y procesos de erosión, peligro que prácticamente no existe en las tierras cubiertas de bosques o simplemente de gramíneas. El suelo que así se halla lleno de raíces y cubierto de vegetación está tan fuertemente sostenido que corre poco riesgo de ser deslavado, es decir, erosionado.

Como medidas contra la erosión se deben tomar las siguientes: el gobierno debe comprar o expropiar las mayores áreas boscosas inexploradas y establecer en ellas programas de reforestación; proteger los bosques contra incendios formando cuerpos de guardabosques; obligar a plantar un árbol por cada árbol que se destruye; vender semillas a bajo precio y formar grupos de agrónomos especializados. Estas medidas permitirán que los bosques proporcionen maderas, impidan la erosión, protejan las tierras cultivables y presten amparo a los animales salvajes en vía de extinción.

C. OTRAS FUNCIONES DE LA RAÍZ

Hasta ahora hemos conocido a la raíz como órgano de anclaje y fijación y, especialmente, como órgano de absor-

ción. Pero su función como reservorio o almacenamiento de sustancias alimenticias es también importante. (Figs. No. 49 y 50). Tanto la corteza como el cilindro central pueden desempeñar esta función, como la zanahoria, la remolacha, el nabo, la yuca, la arracacha y otras plantas semejantes. Y no solo las raíces primarias pueden actuar como órganos de reserva, también pueden hacerlo las raíces adventicias, como sucede con los tubérculos de la dalia y las raíces de diversas orquídeas.

En muchas plantas trepadoras se producen raíces abundantes en los órganos aéreos que sirven para sujetarlas firmemente al soporte; en el maíz salen raíces fuertes del tallo que actúan como soportes para sostener la planta erecta; en las epífitas las raíces emergen directamente al aire, poseen una envoltura esponjosa que absorbe y retiene el agua lluvia y el rocío, y pueden tener clorofila; en las parásitas las raíces se convierten en órganos chupadores; muchas plantas se extienden lentamente mediante el crecimiento de sus sistemas radicales y el desarrollo de yemas que crecen en él para formar nuevas plantas. En la propagación artificial de las plantas se usan algunas veces pedazos de raíces; en las leguminosas, las raíces viven en simbiosis con las bacterias nitrificantes o radicícolas, que proporcionan compuestos nitrogenados al suelo y que utilizan las raíces de tales plantas para su nutrición, o quedan en el suelo como fertilizantes naturales. Algunas plantas de pantano pueden tener raíces respiratorias. Como el suelo de los pantanos es pobre en oxígeno, algunas raíces que pueden ser o no adventicias,

crecen hacia el aire apareciendo en la superficie, y el oxígeno se difunde en ellas y en el resto del sistema radical.

D. UTILIDAD DE LAS RAICES.

Son muchos los productos valiosos para el hombre que se obtienen de las raíces de las plantas: la abundancia de alimentos almacenados en estos órganos los han convertido en una fuente importante para la alimentación humana, y en muchas plantas es la raíz la que se cosecha, tales como la remolacha azucarera como fuente importante de azúcar en Europa, que puede cultivarse en climas templados, la remolacha forrajera, la zanahoria, el nabo, la batata, la yuca, la arracacha y otras más que proporcionan el alimento principal de las poblaciones de muchas partes del mundo.

Bastantes raíces son ricas en sustancias químicas activas, por lo que han sido utilizadas como fuente de drogas, tales como el acónito, la genciana, la ipecacuana y el ruibarbo que forman parte de una larga lista de productos medicinales derivados de las raíces, y algunas de ellas tienen otros usos importantes en la actualidad. La "raíz fuerte", el safrán y la zarzaparrilla también provienen de las raíces. Y entre las sustancias más eficaces para combatir las plagas de insectos, se halla el polvo de rotenona, que se obtiene de las raíces de un miembro de la familia leguminosa. Industrialmente, las raíces son de gran importancia en la conservación del suelo, pues su extenso y fuerte sistema ayuda a sostenerlo en su lugar y evita que sea erosionado por el agua y por el viento.

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

EL TALLO

1. Finalidad: Origen y forma del tallo. Partes que comprende.

Material: Semillas recién germinadas, lupa, plantas adultas del germinador.

Procedimiento: Abra una de las semillas de fríjol recién germinada y observe con la lupa el embrión que se encuentra adherido a uno de los cotiledones: ¿Cuáles son las partes que forman el embrión? ¿Distingue la radícula del resto del embrión? ¿Cómo se llama la región que sigue inmediatamente después de la radícula? ¿Qué forma tiene el talluelo del embrión? ¿Cómo se llama la porción comprendida entre el límite de la radícula y la iniciación del talluelo? ¿Cómo es la forma de este hipocótilo? ¿Cómo se llama el extremo del embrión opuesto a la radícula? ¿De cuál de las partes del embrión se desarrolla el tallo de la plántula? (Figs. Nos. 2 y 5).



Fig. No. 56
MORFOLOGIA DEL TALLO

Procedimiento: Observe las plantas adultas del germinador y las del jardín o huerto del colegio: ¿Cómo se llaman las diferentes partes de una de estas plantas? ¿Cuál es el órgano que sostiene las hojas y las flores de la planta? ¿El tallo es completamente liso en toda su extensión? ¿Cómo se llaman los abultamientos más o menos desarrollados que presenta el tallo de trecho en trecho? ¿Qué formaciones encuentra en estos nudos del tallo, donde se insertan las hojas? ¿Cuál es su forma? ¿Cuál será la importancia de estas yemas? ¿Se parecen o no a la yema terminal del tallo? ¿Qué partes de la planta se desarrollan a partir de estas yemas? ¿Qué es una yema ramifera, una yema florífera y una yema mixta? ¿Cómo se llama la porción del tallo comprendida entre dos nudos? Examine detenidamente el ápice o punto terminal del tallo o de una rama: ¿Habrá en estos puntos meristemas primarios? ¿Para qué sirve el meristemo terminal del tallo? (Figs. No. 34 y 56).

2. Finalidad: Formas que adoptan los tallos.

Material: Tallos de diversas plantas: naranjo, maíz, acacia, junco, cortadera, fresal, rizoma de un helecho, caña de azúcar, calabacera o vitoriera, fríjol, etc.

Procedimiento: La observación puede hacerse en el campo y coleccionar solo aquellas plantas que sea fácil llevar a la clase. Estudie comparativamente la forma de los tallos de estas plantas o de otras semejantes que se encuentren en la región. ¿Cuál es el medio apropiado para el desarrollo de cada uno de los tallos de

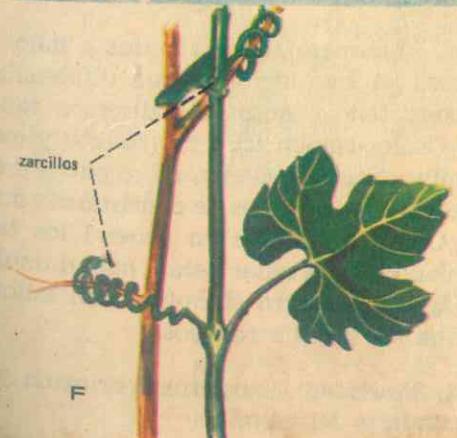
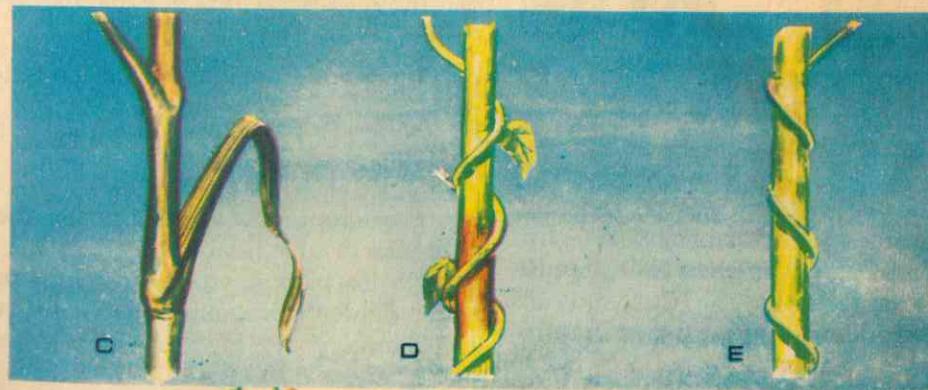


Fig. No. 57
TALLOS AEREOS
-erguidos-

- a- Tronco
- b- estípote
- c- caña
- d- voluble (sinestroso)
- e- voluble (dextrorso)
- f- trepador.

estas plantas? Haga un cuadro sinóptico de los tallos teniendo en cuenta dicho medio. ¿Cuáles se desarrollan en el interior del suelo? ¿Cuáles en el aire? ¿Habrá o no tallos acuáticos?

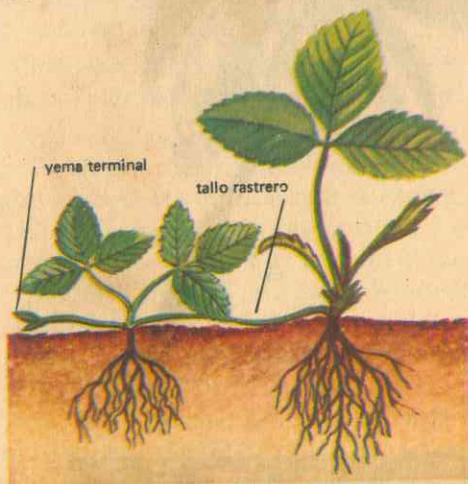


Figura No. 58
TALLO RASTRERO (estolones)
— La Fresa —

¿Cuál es la forma general del tallo en los árboles y en los arbustos? ¿Los tallos aéreos cónicos tienen todas ramificaciones desde su base? ¿Cuáles de los tallos estudiados solo tienen ramificaciones en su parte superior? ¿Qué plantas tienen tallos cilíndricos y con diámetro sensiblemente igual en toda su longitud? ¿En el junco y plantas similares el tallo es cilíndrico o presenta aristas longitudinales? ¿Qué forma se les puede asignar a estos tallos? ¿Examine el rizoma de un helecho: ¿Es aéreo o subterráneo? ¿Por qué está protegido externamente? ¿Cómo es su superficie externa? ¿Qué presenta de trecho en trecho y en su parte terminal? ¿Para qué le sirven estas yemas? ¿Qué órganos filamentosos tiene en su superficie inferior? ¿Cómo es el tallo del fresal? ¿Es erecto o es

superficial su desarrollo? ¿Qué se desarrolla en cada nudo o en cada punto que se pone en contacto con el suelo? ¿Qué nombre reciben estos tallos como los del fresal? ¿Qué otras plantas tienen tallo en estolones? (Fig. No. 58).

Describa el tallo del frísol. Además de hojas, ¿qué otros órganos encuentra en los nudos del tallo de calabaza? ¿Qué papel desempeñan los zarcillos? ¿En qué parte del suelo se desarrollan los tallos de la cebolla, del tulipán, de los lirios y azucenas? ¿Qué forma tienen estos bulbos? ¿El tubérculo de la papa es un tallo o una raíz? ¿Cómo lo demuestra? ¿Cómo es el tallo de los cactus? ¿Cuáles de los tallos observados y de los demás que conozca tienen agujones, tunas o numerosos pelos? ¿Qué papel desempeñan estas formaciones?

3. Finalidad: Consistencia de los tallos.

Material: Puede utilizar el mismo del experimento anterior.

Procedimiento: Puede a simple tacto o mediante una navaja examinar los tallos de las plantas en observación, para tratar de deducir cuáles tienen consistencia blanda y cuáles tienen consistencia más o menos dura.

Enumere tallos blandos y tallos duros. ¿A qué atribuye esta diferencia de consistencia entre los diversos tallos? ¿Cuáles tienen leño abundante y cuáles muy escaso? ¿Qué nombre puede dar en general a los tallos de consistencia dura? ¿Cómo se llaman en general los tallos blandos? ¿Cuáles serán más durables? Haga un cuadro sinóptico con tallos leñosos y tallos herbáceos.

4. Finalidad: Estructuras primaria y secundaria del tallo.

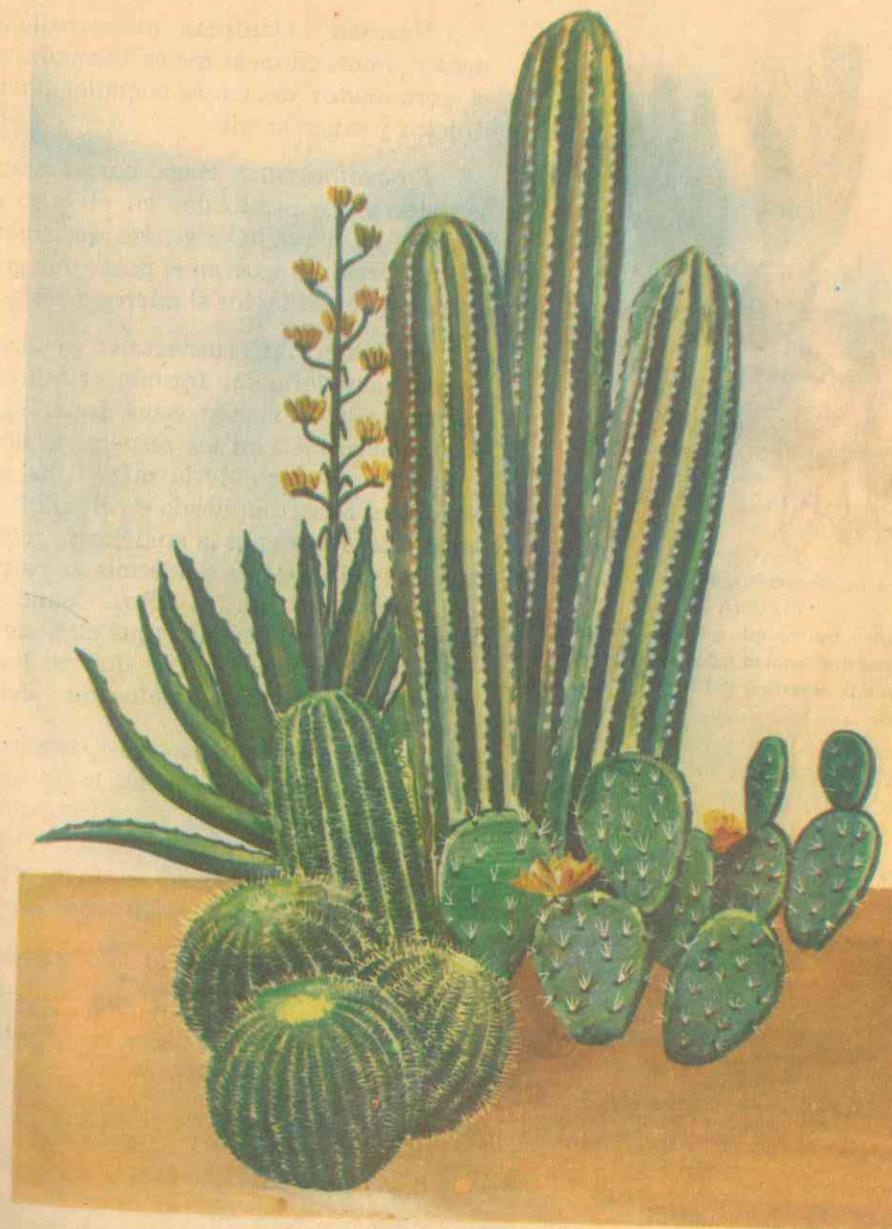


Fig. No. 59
TALLOS CLADODIOS CARNOSOS
(Cactus).

Plantas Xerófitas "amantes de la sequía". Los cactus son plantas xerófitas sin hojas, de tallos carnosos y suculentos. Generalmente tienen internamente un fuerte desarrollo de tejido leñoso.

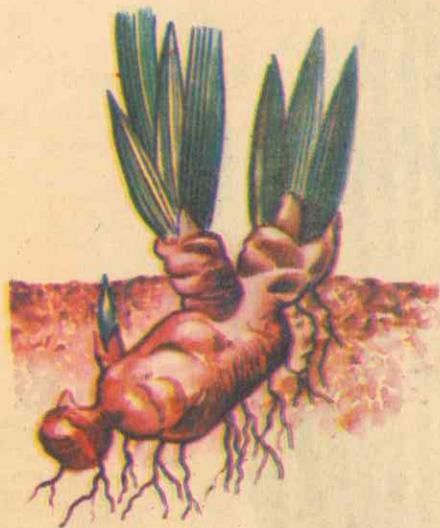


Figura No. 60
RIZOMA

Tallo subterráneo con escamas que son hojas modificadas; tiene yemas que forman tallos aéreos; crece en un plano paralelo a la superficie del suelo y presenta raíces adventicias.

Material: Plántulas monocotiledóneas y dicotiledóneas recién formadas en el germinador de clase, cuchilla, portaobjetos y microscopio.

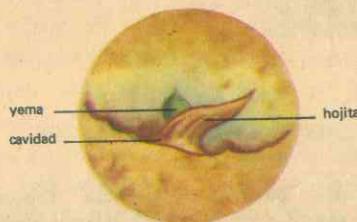
Procedimiento: Haga cortes transversales y longitudinales en el tallo de fríjol y de maíz, haba y trigo, seleccione los mejores, agregue en el porta una gota de agua y examínelos al microscopio:

En los cortes transversales, ¿cuántas zonas bien definidas forman el tallo internamente? ¿Tienen estas zonas algunas semejanzas con las respectivas en la estructura interna de la raíz? ¿Es más sencilla o más complicada en el tallo? La capa más externa es la epidermis, ¿cómo son sus células? La epidermis es permanente o caduca en los tallos. Cuando se desprende la epidermis, ¿qué clase de tejido la reemplaza? ¿Por qué se llama capa corchosa? Los tejidos que siguen



Figura No. 61
TUBERCULO

Tallo subterráneo de papa: los "ojos" son yemas, cada una en la axila de una hoja escamosa muy reducida. Algunas yemas están brotadas.



UN "OJO" DE LA PAPA

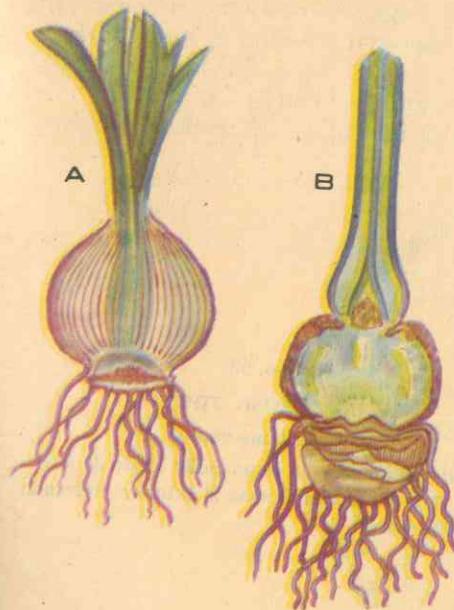


Figura No. 62
BULBO Y CORMO

Tallos subterráneos en sección longitudinal. a - Bulbo de Jacinto: tallo corto y ancho con un manojito de hojas carnosas que rodean a una yema terminal. b - Cormo, tallo grueso y corto, rodeado por los residuos fibrosos de las bases de las hojas viejas. Solo posee unas cuantas hojas escamosas en su superficie (crocus).

hacia adentro forman la corteza: ¿Cuántas capas de células la forman? Además del tejido corchoso, ¿cuál otra forma la corteza del tallo? ¿Este tejido de floema será permanente o desaparecerá pronto? ¿Cuál es el árbol del corcho?

¿Distingue el periciclo? ¿Encuentra tejido parenquimatoso? ¿Cuál es el tejido especial que constituye el cilindro central y por qué se llama también cilindro vascular? ¿Qué distribución ofrecen el floema y el xilema en el tallo?

Investigue: ¿Qué son los tubos cribosos y cuál es su papel? ¿Qué son las placas cribosas y qué clase de vasos forman cuando están dispuestas en series? ¿Aprecia vasos escaleriformes en la preparación?

¿Cómo son las células del xilema? ¿Qué son las punteaduras areoladas y pa-

ra qué sirven? ¿Qué son las traqueidas y qué clase de fibras forman? ¿Qué relación tienen estas fibras con los vasos que conducen agua en sentido ascendente por todo el tallo? ¿Tiene o no médula el tallo?

Investigue: ¿Qué son los rayos leñosos y cuál es su función? ¿Qué clase de estructura hemos estudiado en el tallo, si ésta se ha formado a partir del meristemo primario de la yema terminal o apical del tallo? (Figs. No. 63 y 64).

Investigue: Cuando la planta está capacitada para nutrirse por sí sola (después de la germinación de la semilla), de qué tejidos especiales depende el crecimiento en longitud y en espesor? ¿Cuántas clases de meristemos conoce ya? ¿Qué otro nombre recibe el meristemo secundario? ¿En qué partes de la estructura interna del tallo está localiza-

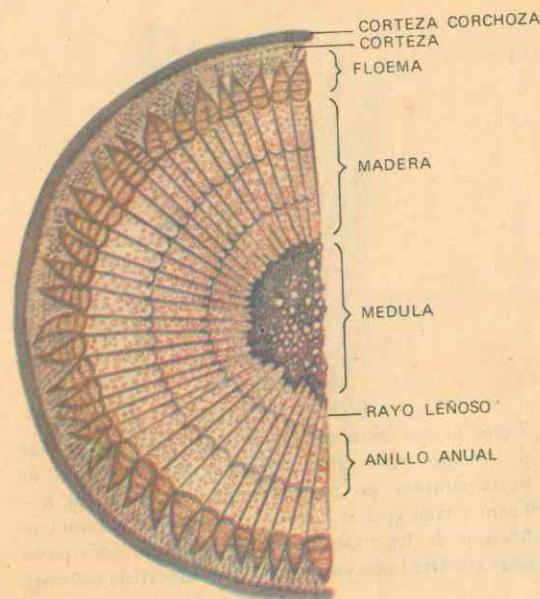


Fig. No. 63
TALLO LEÑOSO TÍPICO
—Sección transversal—

El cilindro vascular consta de un anillo sólido de madera hacia el interior y el floema al exterior, rodeando una medula central.

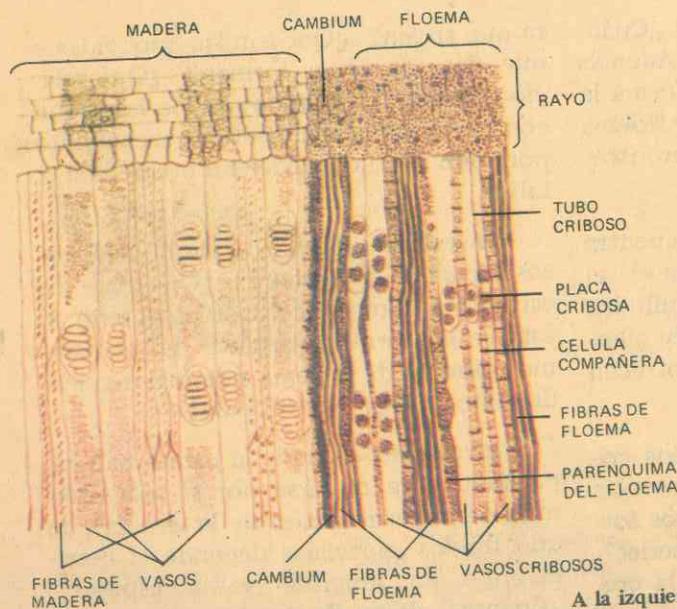


Fig. No. 64
TALLO LEÑOSO
—Corte longitudinal—

A la izquierda se ve la madera y a la derecha el floema, separados por el cambium. Las marcas que semejan una escala en los vasos son las paredes terminales de las células vasculares, y las pequeñas marcas elípticas son las perforaciones de sus paredes laterales. Los extre...

da? ¿Cuál es su papel? ¿Por qué se le llama también cambium vascular? ¿Cuándo decimos que el tallo es herbáceo y cuándo que es leñoso?

Observe y anote las diferencias que encuentre entre la estructura interna de

tallos herbáceos y tallos leñosos, entre tallos de monocotiledóneas y tallos de dicotiledóneas.

Describe la estructura interna de un tallo acuático. (Fig. No. 65).

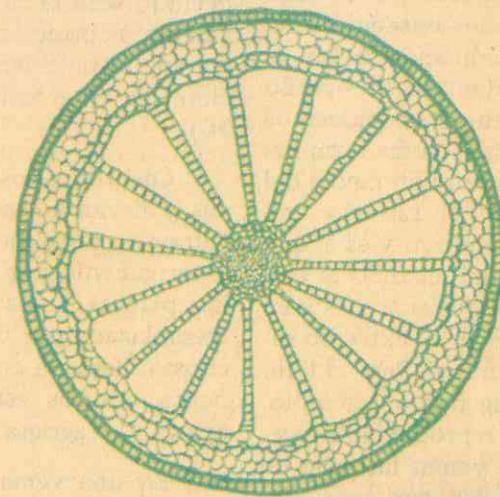


Fig. No. 65

TALLO ACUÁTICO

Sección transversal del tallo de una planta acuática típica. El cilindro vascular está mal desarrollado, y la corteza está provista de grandes cámaras de aire.

X. EL SISTEMA DEL TALLO

A. EL TALLO ORGANO DE SOPORTE Y CIRCULACION

La raíz absorbe agua y nutrientes minerales del suelo y las hojas se encargan de la fabricación de los alimentos. El tallo, que conecta la raíz y las hojas entre sí, es una parte característica de la mayor parte de las plantas superiores, que en las especies leñosas forma la porción más grande de sus cuerpos. Sus funciones son también esenciales para la vida de las plantas: sostiene las hojas en

posición favorable para que efectúen la fotosíntesis y conduce el agua y los nutrientes minerales hacia arriba, desde el sistema radicular a las partes aéreas del cuerpo vegetal, donde se utiliza o se almacena como reservas. También sostiene las flores y los frutos en posiciones favorables y lleva hasta ellos los materiales necesarios para su crecimiento. Además, el tallo sirve frecuentemente para almacenar alimentos, y puede ser entonces modificado para la elaboración de alimentos, el almacenamiento de agua, la

dispersión, la reproducción, y para otras funciones más.

1. Origen del tallo o vástago.

Sabemos que la parte esencial de la semilla, como órgano de propagación de las plantas, es el embrión, y que éste consta de varias regiones contenidas en un órgano alargado, conocido como el hipocótilo o hipocotíleo. El hipocótilo lleva la radícula en uno de sus extremos y en el otro la plúmula o yema terminal (gémula). Pues bien, la porción media del hipocotíleo constituye el talluelo embrionario o talluelo primitivo y es el que da origen al tallo normal, cuando el embrión se transforma en plántula y ésta en planta adulta, llevando en su extremo superior la yemecilla terminal. Pero el tallo puede tener otro origen, por ejemplo, cuando se trata de la reproducción vegetativa, es decir, en las yemas laterales de los esquejes utilizados con este fin. (Figs. Nos. 2 y 5).

2. Morfología general y partes del tallo.

Hemos dicho antes que el tallo o vástago proporciona un eje en el cual se colocan debidamente las hojas en toda su extensión, en los tallos herbáceos, y en los leñosos en su parte media y superior. El punto del tallo donde se inserta o se halla sujeta la hoja se llama *nudo*; lógicamente, el espacio situado entre dos de esos nudos es un *entrenudo*. Los nudos son centros importantes en el crecimiento de los tallos, ya que en ellos y bajo condiciones normales, tienen origen la mayor parte de las *yemas laterales* o yemas axilares como se les suele llamar también.

Y de las yemas laterales toman origen las ramificaciones de la planta, y en

esos nudos se desarrollan también raíces adventicias.

Cuando las hojas se separan del tallo lo hacen sin lastimarlo, debido a la formación de una capa corchosa en la base del pecíolo, que es la que sella la herida dejando solo la *cicatriz foliar*. Por consiguiente, la posición de las cicatrices foliares en un tallo leñoso indican la colocación que en él tenían las hojas. (Fig. No. 56).

Casi todos los tallos jóvenes son verdes y llevan a cabo algo de fotosíntesis. Durante cierto tiempo están protegidos externamente por una *epidermis*, que en las plantas leñosas se desprende y es reemplazada por una capa de células corchosas, llamada *corteza*. En los tallos leñosos adultos esta corteza externa se arruga y se agrieta.

En una *yema ramífera* o vegetativa se encuentra un tallo muy corto con sus diminutas hojas adheridas, toda una rama joven ya formada. En las *yemas florales* se desarrollan una o varias flores. Las *yemas mixtas* contienen tanto hojas como flores.

3. Variedad en los tallos.

Los tallos pueden clasificarse teniendo en cuenta el medio en donde viven y se desarrollan, la forma especial que pueden adoptar, el tiempo de duración y su consistencia.

a. *Según el medio*: Por razón del medio en donde prosperan normalmente las plantas, sus tallos son *terrestres* y *acuáticos*.

1. Son terrestres los tallos de todas las plantas que viven en tierra, cuyos vástagos se desarrollan sobre la superficie o en el interior del suelo, razón por la cual

podemos clasificarlos en tallos *aéreos* y *subterráneos*.

Los tallos aéreos como el del maíz, del cafeto, las palmeras, etc., que se levantan verticalmente sobre la superficie del suelo, se llaman *tallos erguidos*; pero los de plantas como la calabaza, la auyama y el del fresal, que generalmente se arrastran por el suelo, donde suelen echar raíces adventicias, se denominan *tallos rastreros* o *estolones*. (Fig. No. 57c). Cuando un tallo erguido es cónico, sus ramas más largas están en la base a cierta distancia del suelo y el follaje en conjunto ofrece la forma de cúpula, se llama *tronco*, como el del mango, la ceiba y, en general, la mayor parte de los árboles. En cambio, el tallo del cocotero y de las palmas en general, que es tan grueso en el ápice como en la base, no dispone de ramas y termina en un penacho de hojas, flores y frutos, es un *tallo en estípite* o *estipe*. (Figs. No. 57 a y b).

Los tallos erguidos cilíndricos, macizos o huecos, como el del maíz, el trigo, la guadua, la cañabrava, etc., reciben el nombre genérico de *caña*, que es semejante al de las palmeras, pero presenta nudos y hojas envainadoras. (Fig. No. 58-c). Por último, entre los tallos erguidos encontramos plantas que, como el junco, tienen tallo cónico, carente de nudos y de ramas laterales y se llaman *calamo*.

Son también tallos terrestres aéreos los de las plantas como el frísol y plantas parecidas, débiles, que se levantan enroscándose alrededor de un soporte, o como los de la arveja, la badea y otros, que se prenden del soporte mediante órganos especializados o *zarcillos*: los del frísol, batatilla, etc., son *tallos volubles*; en cambio, los que disponen de zarcillos re-

ciben el nombre de *tallos trepadores*. (Figs. No. 57-d, e y f).

Por último, encontramos los *cladodios*, tallos carnosos muy ramificados, sin hojas, como los cactus, que son planos y delgados, semejantes en cierto modo al limbo de una hoja y cuya función fotosintética es fundamental. También desempeñan la función de almacenar agua y, en ellos las ramas laterales se han transformado en espinas que les sirven de protección. (Fig. No. 59).

Los demás tallos terrestres son todos subterráneos por desarrollarse y prosperar bajo la superficie del suelo. Plantas como la zanahoria o el diente de león carecen de tallos o los tienen tan pequeños que las hojas crecen casi directamente del ápice del sistema radicular. Pero en la mayor parte de las hierbas perennes el tallo principal se ha vuelto subterráneo y sirve fundamentalmente como almacén de alimento, producen hojas o vástagos sobre la superficie del suelo cada año. (Figs. 60, 61 y 62).

Son tallos terrestres subterráneos los siguientes: el *rizoma*, tales como los del helecho y del lirio, que son delgados, con hojas escamosas, tienen yemas terminales y laterales que desarrollan en vástagos con muchas raíces adventicias en sus nudos; en otros casos, los tallos subterráneos han perdido su capacidad de producir hojas, son cortos y gruesos y constituyen el tallo en *tubérculo*, como se observa en la planta de la papa, en la cual las hojas crecen en vástagos aéreos.

Además del tubérculo, son igualmente tallos subterráneos que almacenan sustancias: el *bulbo escamoso* de la azucena, el *bulbo tunicado* de la cebolla, el *bulbo macizo* del gladiolo, y el *cormo* del crocus. En los tres primeros el tallo

consta de un disco o platillo corto, rodeado de un manojito de hojas carnosas y llenas de alimentos, las hojas centrales se desarrollan como follaje y rodean a una yema terminal, en su parte inferior nace una cabellera de raíces adventicias.

2. Tallos acuáticos son los vástagos de todas las plantas superiores que se desarrollan y prosperan en el agua, y son entonces marinos, fluviales y lacustres o de pantano.

La estructura de estos tallos, cuando existen, ofrece varias modificaciones sustanciales en relación con la de las plantas terrestres. (Fig. No. 65). Tal sucede con los nenúfares, el loto y otras más.

b. Según la forma, la duración y la consistencia:

Por razón de la forma que adoptan, los tallos pueden ser *cilíndricos, ovoides, triangulares, cuadrangulares, discoidales, cónicos y planos*.

En cuanto al tiempo de duración en actividad, se dividen en tallos *perennes, bienales o bisanuales, anuales y efímeros*.

Y por su consistencia, los hay leñosos y herbáceos.

Por último, podemos clasificarlos por su contextura en tallos *fibrosos, carnosos, fistulosos y esponjosos*.

4. Estructura del tallo (primaria y secundaria).

La estructura interna del tallo es más compleja que la de los demás órganos de una planta superior, puesto que sus tejidos llevan a efecto diversas e importantes funciones, tales como las de soporte mecánico, conducción de agua y

conducción y almacenamiento de alimentos elaborados, además de proveer lo necesario para el crecimiento continuo en grosor y en longitud del mismo tallo.

En términos generales, la estructura de un tallo joven consta, como en la raíz, de dos zonas bien diferenciadas: la corteza y el cilindro vascular. (Fig. No. 63).

a. *La corteza o zona cortical*: El término corteza lo utilizamos comúnmente para describir todos los tejidos que quedan por fuera de la madera. En el tallo, la corteza consta de células cuyo protoplasma desaparece pronto, y la pared de celulosa se convierte en corchosa o se suberiza, volviéndose casi impermeable al aire o al agua; sus partes externas se separan por lo general y se desprenden, sea en tiras transversales o en largos cordones o en escamas irregulares, todo lo cual da la apariencia característica de la corteza de diferentes especies de árboles. Solo en unos pocos árboles, como el alcornoque, la corteza llega a alcanzar un grosor considerable, formando el corcho propiamente dicho. En un principio, esta corteza está provista de una *epidermis* que, en los tallos que crecen en grosor, se desprende pronto, y su función de protectora la efectúa la corteza corchosa que para entonces ya se ha formado.

La endodermis es la capa más interna de la corteza, con frecuencia ausente en el tallo, o al menos no se distingue de las células de aquélla; generalmente contiene almidón.

b. *El cilindro vascular*: Se inicia en el tallo (corte transversal) con el *periciclo*, por lo regular difícil de distinguir de los demás tejidos vecinos; contiene fibras y tejido parenquimatoso.

Pero el cilindro vascular del tallo está formado por dos tejidos principales: hacia el exterior del cilindro está el floema, y en el interior el xilema.

1o. El floema ocupa la parte externa del cilindro vascular; se llama también *líber* y consta de cordones o haces de células denominados *tubos cribosos*, cuyas células alargadas, con paredes de celulosa y que carecen de núcleo, se encargan del transporte de alimentos elaborados (glúcidos, lípidos y proteínas), desde las regiones de elaboración a las de utilización o almacenamiento.

En las paredes de los tubos cribosos se encuentran pequeñas perforaciones o *poros* (los poros de criba), que permiten el paso de los materiales nutrientes de una célula a otra sin necesidad de difusión, a la vez que facilitan la conexión entre las mismas células por la continuidad de los plasmodesmos. Estos poros están reunidos en grupos, y a cada agrupación se le da el nombre de *placa cribosa*. Cuando hay una serie de estas placas, se origina la apariencia de escalera en los tubos, por lo que generalmente se llaman *vasos escaleriformes*, muy abundantes en los tallos herbáceos. (Figs. No. 39 y 64).

2. El xilema es el tejido que ocupa la porción interna del cilindro vascular, da rigidez mecánica al tallo y transporta la corriente de agua y sustancias disueltas desde la raíz hasta las hojas, a través del tallo. Casi todas las células del xilema son alargadas con paredes de celulosa, gruesas y lignificadas; su protoplasma desaparece y solo queda la pared leñosa formando los vasos de este mismo nombre. Las paredes de dichas células presentan perforaciones, que ayudan al paso del agua, perforaciones que reciben el

nombre de *puercos*. Entre las células con estas perforaciones se encuentran las *traqueidas*, y son células que en los vegetales constituyen las fibras leñosas. Las perforaciones en sus paredes están distribuidas en hileras verticales. Los conductos o vasos leñosos son conductores de agua ascendente a través del tallo. (Fig. No. 64).

Con frecuencia se encuentran entre los vasos leñosos algunas células vivas distribuidas a través del xilema o a lo largo de los radios del tallo: son los *rayos leñosos*, que van hasta dentro del floema, y son los encargados del transporte horizontal de los materiales nutrientes del tallo, a la vez que son importantes como centros de almacenamiento de alimentos.

El protoxilema es la primera madera que se forma, y se encuentra junto a la médula (a la inversa que en la raíz). Las paredes de sus células no están completamente lignificadas, puesto que la lignina se presenta entonces en forma de anillos o espirales, formando los llamados *vasos anillados* y *vasos espiralados*. (Fig. No. 39).

La cantidad relativamente pequeña de médula, corteza, protoxilema y protofloema producidos por el meristemo primario o punto de crecimiento de la yema terminal del tallo, es lo que constituye la estructura primaria de este órgano. En cambio, la estructura secundaria de los tallos leñosos viejos es producida por la actividad de un nuevo tejido de crecimiento o *meristemo secundario*, llamado *cambium vascular*, formado por una capa de células de paredes delgadas situada entre la madera y el líber. La reproducción constante de

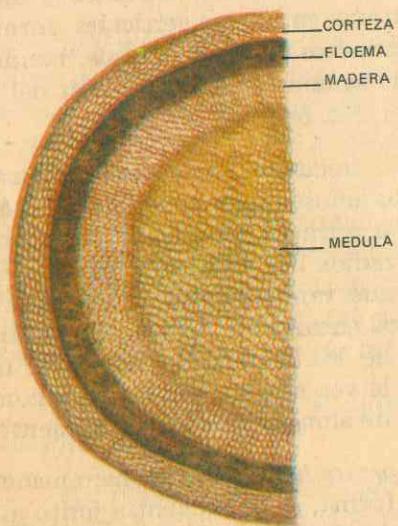


Figura No. 66A
TALLO HERBACEO
Sección transversal con cilindro vascular continuo.

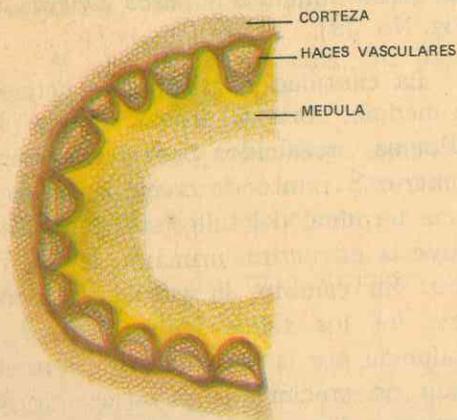


Figura No. 66B
TALLO HERBACEO
Sección transversal con cilindro vascular hueco, dividido en un anillo de haces vasculares separados.

estas células origina nuevas células de madera al interior y de floema al exterior, y de esta manera el tallo crece en grosor; este crecimiento transversal en las plantas leñosas se efectúa de año en año, dando un anillo anual fácil de reconocer si se practica una sección transversal con una sierra en uno de estos tallos. (Fig. No. 63).

En los tallos herbáceos que son de vida corta, más suaves y formados fundamentalmente por tejidos primarios, el cilindro vascular es delgado, adopta la forma de anillo continuo, o está dividido en haces vasculares dispersos (Figs. No. 66 y 67). Cada haz consta de células leñosas hacia el interior y de floema hacia

afuera, con un vestigio de cambium entre ellos, o sin él. (Fig. No. 68).

El xilema de los tallos herbáceos es un reducido número de vasos, pero las fibras del periciclo son muy desarrolladas, con paredes fuertemente lignificadas, por lo que el tipo de estos tallos es un tallo hueco. (Fig. No. 66-b).

Por fin, en las monocotiledóneas los haces vasculares son distintos entre sí, están dispersos irregularmente, la corteza y la médula se confunden, no están separadas por anillo vascular, y el tejido básico es la médula. Como los haces vasculares no tienen cambium, no hay crecimiento indefinido en grosor, como sucede con las palmas.

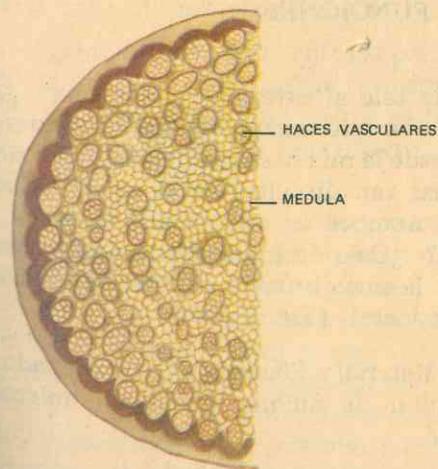


Figura No. 67
TALLO DE MONOCOTILEDONEA
Sección transversal que muestra los haces vasculares dispersos en la médula.

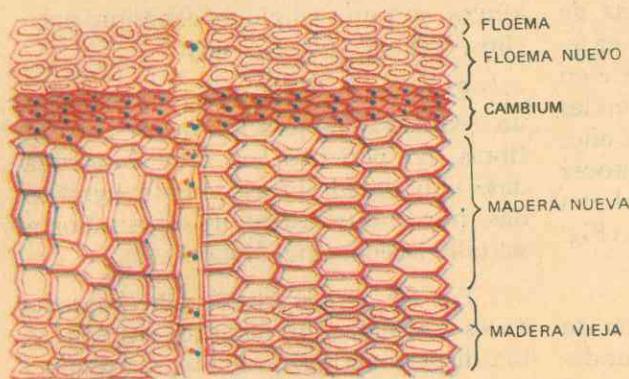


Fig. No. 68

CAMBIUM DE TALLO DE PINO

El cambium está lleno de protoplasma, produciendo activamente madera y floema. Las células más jóvenes de madera y floema adyacentes al cambium son pequeñas, pero conforme envejecen se expanden hasta alcanzar su tamaño de madurez. Las nuevas células de la madera son de paredes muy delgadas y retienen un forro de citoplasma que más tarde desaparece totalmente.

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

EL TALLO Y SUS FUNCIONES

1. **Finalidad:** El tallo es órgano conductor de savias.

Material: Campana de vidrio, maceta con una planta herbácea (frísol, por ejemplo), cuchilla, solución de yodo.

Procedimiento: Sobre un vidrio bien seco coloque la maceta con su planta, cúbrala con la campana de vidrio igualmente seca por dentro especialmente. Después de algunas horas de estar al sol, observe y anote:

¿Qué aprecia en las paredes internas de la campana? ¿Por qué razón se empañan? Más tarde alcanza a ver pequeñas gotas de agua, ¿de dónde procede esta agua? ¿Por medio de qué órganos de la

planta sale al exterior de la misma? ¿A través de qué órgano vegetal es conducida desde la raíz hasta las hojas? ¿Qué sustancias van disueltas en el agua? ¿Cuál es el nombre de esta mezcla de agua y sales? ¿Cuál de los tejidos del tallo conduce la savia bruta o mineral en sentido ascendente? (Fig. No. 31).

Material: Plántula del germinador, solución de anilina, cuchilla y microscopio.

Procedimiento: Con mucho cuidado para no lastimar el sistema radicular arranque una plántula del germinador bien desarrollada, introduzca sus raíces en un tubo de ensayos que contenga la

solución de anilina; después de algún tiempo, haga cortes transversales en el tallo de la planta del experimento, examínelos al microscopio y deduzca:

¿Encuentra coloración especial en algunos de los tejidos del tallo? ¿En la corteza o en el cilindro vascular? ¿El floema o el xilema? Entonces, ¿cuál de estos dos tejidos se encarga de la conducción ascendente de la savia mineral o no elaborada? ¿Hasta qué partes de la planta transporta el tallo esta clase de savia? Como ya conoce la constitución de la madera, leño o xilema, ¿qué otra finalidad cumple este tejido en relación con la planta en general? (Fig. No. 22).

Material: Planta bien desarrollada cultivada en el huerto, jardín o en el campo, cuchilla.

Procedimiento: En la corteza de una rama bien desarrollada de una planta y sin desprenderla de ésta, mediante una cuchilla separe un anillo angosto de dicha corteza, por debajo de las hojas; observe por unos minutos y anote:

¿Qué observa en el corte superior de la corteza en el tallo? ¿Qué se desprende en este lugar del corte? ¿Cuál es la sustancia líquida que lo constituye principalmente?

Recoja algunas gotas de este líquido en un vidrio de reloj o en un tubo de ensayos, trátelas con solución de yodo y observe: ¿Qué coloración toman algunas formaciones contenidas en este líquido? ¿Cuál de las sustancias alimenticias o alimento vegetal reacciona así con el yodo? Entonces, ¿qué sustancia especial contiene el líquido obtenido? Además del almidón, ¿qué otros alimentos puede contener la savia elaborada? ¿En qué direcciones puede circular en la planta la savia elaborada? ¿Por qué clase de tejido

circula en el tallo la savia elaborada? ¿Cuál es su papel en relación con la vida de la planta? ¿Qué órganos del vegetal verde elaboran la savia que lo nutre?

2. **Finalidad:** El tallo almacena alimento.

Material: Tubérculo de papa o cepa de ñame, tubo de ensayos grande, agua, solución de yodo.

Procedimiento: Triture la parte interna o parénquima de un tubérculo de papa o de cepa de ñame, recoja la papilla obtenida en un tubo de ensayos grande, agregue agua y agite, échele unas gotas de solución de yodo, y observe:

¿Aparece o no coloración azul? En caso afirmativo, ¿qué conclusión deduce sobre este experimento?

3. **Finalidad:** El tallo, sostén de la planta.

Material: Planta leñosa (manzano, limonero, caucho, pino), cuchilla, microscopio.

Procedimiento: Haga cortes bien finos en la parte terminal del tallo o de una rama de la planta leñosa, examínelos al microscopio y observe:

Entre los tejidos que conforman el corte transversal, ¿encuentra capas de tejido leñoso? ¿Es escaso o abundante? Según sus conocimientos ya adquiridos sobre la textura y disposición del tejido leñoso en el interior del tallo, ¿qué papel atribuye al leño o madera en este órgano de las plantas superiores? ¿Qué tipo de plantas pueden resistir mejor la acción de los vientos, huracanes, ciclones, etc.? ¿Sucederá lo mismo con las plantas herbáceas? ¿Por qué no?

Procedimiento: Con un serrucho haga cortes transversales en el tronco de un

pino adulto: ¿Encuentra o no diferencias entre la corteza y el cilindro vascular? ¿Aprecia estrías o rayas en forma de círculos concéntricos? ¿Cómo se llaman? ¿Qué conclusión deduce de esta estructura y el papel de sostén que debe cumplir el tallo?

4. **Finalidad:** Los meristemos y el crecimiento del tallo.

Material: El mismo utilizado en el experimento No. 2 (página 70).

Procedimiento: El adoptado en la página (70).

¿Cuáles son sus conclusiones generales en relación con el crecimiento en longitud de las plantas superiores? ¿Qué otra clase de crecimiento se efectúa en el tallo? Este crecimiento en grosor, ¿por qué tejido está determinado? ¿Entre qué otros tejidos está situado el cam-

bium secundario? ¿Cuál es su característica? ¿Cómo comprueba el crecimiento anual en grosor de un tallo leñoso? (Figs. No. 34 y 63).

5. **Finalidad:** Importancia del tallo en la reproducción vegetativa.

Material: Trozos de tallos frescos de sauce, caña de azúcar, morera, yuca, begonia, geranio.

Procedimiento: Siembre en suelo húmedo o en una matera con tierra húmeda trozos de tallos de las plantas citadas o de otras de que disponga más fácilmente, o simplemente gajos de las mismas. Después de ocho días observe:

¿Continúan o no verdes los trozos o gajos? Arranque algunos de los trozos o gajos y observe en los nudos que estaban dentro de tierra húmeda: ¿Qué formaciones aprecia? ¿Qué finalidad tendrán

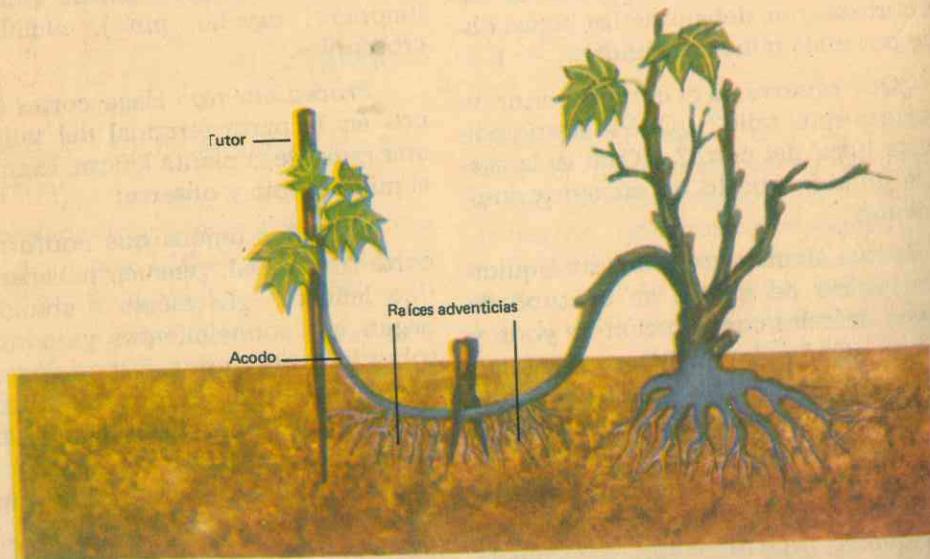


Fig. No. 69
PROPAGACION POR ACODO

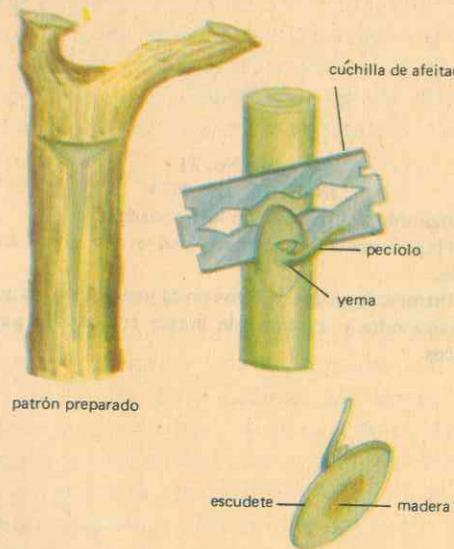


Figura No. 70
INJERTO DE ESCUDETE
(Se hace en rosales y árboles frutales)

- 1o. Cortamos una yema con parte de corteza de la planta madre: es el injerto.
- 2o. Hacemos una incisión en T sobre el arbusto por injertar, llamado patrón o pie.
- 3o. Colocamos allí el injerto, lo sujetamos bien y protegemos la incisión cubriendo la herida con masilla para injertos y atamos con rafia.

estas raíces adventicias en relación con la vida del tallo? ¿Qué formaciones especiales aprecia en los nudos que quedaban fuera de tierra? ¿Cuál será el papel futuro de estas yemas laterales? ¿Qué conclusión final deduce de este experimento?

Repita este experimento con tallos de cafeto, naranjo, limonero, marañón, papayo y, comparativamente con los anteriores, deduzca conclusiones prácticas.

Procedimiento: Siembre en lugares apropiados tubérculos de papa, batatas, cepas de plátano o de ñame, cubios, etc.

Después de unos 20 días observe y anote resultados: ¿De dónde toman origen los brotes verdes que aparecían en cada uno de estos tallos? ¿A qué órganos dan origen? Deduzca entonces el papel del tallo en la propagación vegetativa de ciertas plantas.

Procedimiento: En el tallo de un rosal silvestre haga una incisión en forma de T; del tallo de un rosal común desprenda cuidadosamente una de sus yemas más desarrolladas (en forma de escudete, Fig. No. 70), y colóquela dentro de la T y asegúrelo con rafia, como lo indica la figura citada. Después de algún tiempo observe y anote sus deducciones: ¿Qué finalidad se persigue con este experimento? ¿Qué es un injerto? ¿Qué otros tipos de injerto conoce? (Figs. Nos. 71 y 72).

Procedimiento: Haga prácticas de injerto en la siguiente forma: elija una planta de naranjo agrio joven (en formación), corte el tallo a determinada altura del suelo; en el segmento que queda en el suelo o patrón, siembre yemas (escudetes) procedentes de naranjos dulces. Después de algunos meses, observe: ¿Han crecido o no las yemas sembradas en el

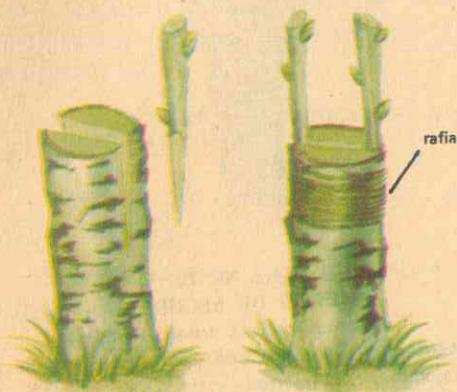


Figura No. 71
INJERTO DE PUA

- 1o. Hendimos el patrón con una podadera.
- 2o. Preparamos los injertos cortados con dos o tres yemas.
- 3o. Introducimos los injertos en la hendidura, los atamos con rafia y cubrimos la herida con masilla para injertos.

PRECAUCION

La parte verde situada bajo la corteza de los injertos debe estar en contacto con la parte situada bajo la corteza del patrón.

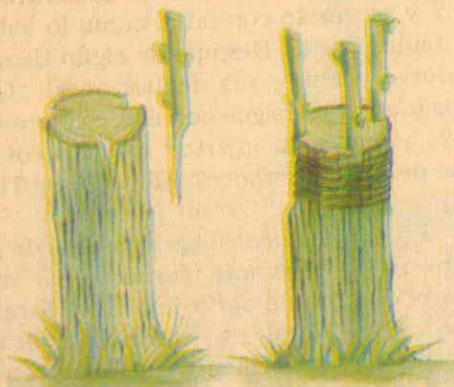


Figura No. 72
INJERTO DE CORONA

- 1o. Levantamos la corteza del patrón.
- 2o. Cortamos los injertos.
- 3o. Introducimos los injertos entre la madera y la corteza.
- 4o. Los atamos con rafia y cubrimos la herida con masilla para injertos.

patrón? ¿Se formarán nuevas plantas mediante el crecimiento y desarrollo de estas yemas? Si es posible, y logra que fructifiquen, examine la bondad de los frutos. Deduzca las ventajas del injerto en la propagación y mejoramiento de árboles frutales. ¿Cuáles son los diferentes métodos de propagación vegetativa de las plantas?

6. **Finalidad:** Importancia de los tallos en la alimentación, en la industria y en la medicina.

Procedimiento: Investigue: Cuáles tallos utilizan en su región en la alimentación humana y de los animales. Cuáles son utilizados industrialmente. Cuáles tallos tienen frecuente uso en la medicina.

XI. FISILOGIA DEL TALLO

A través de nuestro estudio hemos aprendido que el tallo es la parte de una planta que, creciendo en sentido contrario al de la raíz, sostiene las hojas, las flores y los frutos; es el esqueleto de la planta y une entre sí sus órganos activos, asegurando la circulación entre ellos de materias primas absorbidas del suelo y la distribución de sustancias elaboradas por toda la planta.

vienen varios factores: *presión de la raíz* (de origen incierto); el *aumento de concentración del jugo celular* a consecuencia de la pérdida de agua por transpiración; el fenómeno de la *capilaridad*; y especialmente la *gran fuerza de cohesión* que presenta el agua bajo ciertas condiciones.

Podría decirse que la energía necesaria para este movimiento de ascenso es el calor latente de vaporización, que permite que las células vecinas a los vasos absorban el agua que conducen; y las porciones de agua absorbidas no se separan del agua que hay debajo, sino que arrastran tras ellas toda la columna de agua.

A. EL TALLO, ORGANO DE LA CIRCULACION

La función principal del tallo en relación con la vida y salud de las plantas es la circulación de materiales en sentidos ascendente y descendente, desde el cuello de la raíz hasta las hojas y de éstas, al tallo abajo y tallo arriba, hasta todas y cada una de las células vivas de sus tejidos.

2. **Transporte de sustancias disueltas:** Generalmente se acepta que los alimentos ya elaborados en las hojas son conducidos hacia abajo o a los lugares de utilización o de almacenamiento mediante el floema o vasos liberianos. Los movimientos de estas sustancias, cualquiera sea su dirección a través del tallo, se llaman transporte o translocalización. El paso de estas sustancias se realiza por difusión, es decir, de las regiones en donde están en abundancia (como son las hojas en donde se producen o los puntos de entrada en la planta), a las regiones donde son escasas porque en éstas son asimiladas y

1. Ascenso de agua:

El agua absorbida por la raíz asciende por la madera del tallo, movimiento que es relativamente fácil de explicar en plantas herbáceas de escaso crecimiento, pero difícil en los árboles. Ya lo hemos visto experimentalmente y comprobado mediante nuestras observaciones prácticas. En el ascenso del agua sabemos que inter-

se convierten en otros compuestos (como los centros de crecimiento o de reserva). No obstante, hoy se acepta como única conclusión general este transporte de alimentos desde las hojas. (Fig. No. 28).

Por otra parte, el transporte de sustancias elaboradas es extremadamente rápido, y en él intervienen procesos de carácter físico, químico y biológico.

B. EL TALLO COMO CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y DE SECRECIÓN

Otra de las funciones que cumple el tallo es la de servir como centro para almacenar alimentos. Los materiales de reserva se acumulan principalmente en las partes perennes del tallo, tanto debajo como encima del suelo. Todas o cualquiera de las células vivas del tallo pueden almacenar alimentos, pero es función especial de la médula, la corteza, los parénquimas de la madera y el floema, y de manera muy fundamental el parénquima de los rayos medulares.

El tipo más común de alimento almacenado es el almidón, pero también pueden encontrarse con frecuencia grasas y proteínas.

El tallo de las plantas superiores no solo es órgano de circulación de materiales nutritivos y de almacenamiento de sustancias de reserva. La corteza y la madera de muchos árboles coníferos (pinos, abetos, etc.) secretan resina o brea en canales especiales. Estos canales se estimulan hiriendo el tallo, y la secreción, como en muchos pinos, es importante comercialmente como base de la trementina y sus derivados.

Los tallos de otros árboles secretan aceite, mucílago y taninos. Actualmente es más importante el látex, material le-

choso que secretan varias plantas por un sistema de tubos que se desarrollan especialmente en la corteza. Este látex es fuente del hule y de otros productos comerciales.

C. EL TALLO CRECE EN LONGITUD Y EN GROSOR

Ya hemos visto cómo poco después de que la plántula de una planta verde y normal ha extendido sus hojas en el aire es capaz de realizar fotosíntesis, que después de este momento vive y *crece* a expensas de los materiales que asimila.

Pues bien, la continuación del crecimiento se distingue por dos importantes características: continúa durante toda la vida de la planta, y está limitado a ciertas porciones o puntos de crecimiento, llamados *meristemas*.

Un meristemo es un grupo de células permanentemente jóvenes con paredes delgadas y llenas de protoplasma, que se encuentran precisamente en aquellos lugares de la planta donde se efectúa el crecimiento, es decir, en el extremo de la raíz (Fig. No. 54) y del tallo (Fig. No. 34) y en el *cambium*, y se llaman meristemas primarios o terminales y meristemo secundario o lateral.

1. El meristemo terminal del tallo es la *yema apical*, que origina el crecimiento en longitud de este órgano, merced a su actividad. También se encuentran estos meristemas en el ápice de cada rama y producen el mismo efecto. Pero este meristemo terminal del tallo, en vez de dar origen a un solo órgano, como sucede en la raíz, produce un nuevo tallo, nuevas hojas y, con frecuencia, nuevos órganos florales.

Cuando se dañan o se extirpan las yemas laterales y terminales pueden de-

sarrollarse las yemas adventicias en cualquier punto del tallo, a veces aparecen en las raíces o en las hojas; también hay yemas en reposo, como son las que permanecen bajo la corteza, ligeramente desarrolladas que jamás crecen, a menos que sean estimuladas por condiciones anormales.

Un rasgo característico de ciertas plantas monocotiledóneas, tales como las gramíneas, es que la parte inferior de cada entrenudo y de las hojas, siguen siendo puntos de crecimiento o meristemáticas después de que las partes superiores han madurado, motivo por el cual la mayoría de estos entrenudos crecen durante algún tiempo y todo el tallo se alarga por este crecimiento llamado *crecimiento intercalar*.

2. Un meristemo secundario o lateral o *cambium vascular* (Figs. Nos. 64 y 68) consta igualmente de células jóvenes con un desarrollo similar a las de los meristemas primarios, que forman un anillo o tubo de tejido de crecimiento que envuelve a la raíz y al tallo en toda su extensión. Y si los meristemas terminales son los responsables del crecimiento longitudinal de tallos y raíces, normalmente su crecimiento en grosor es debido a la actividad de un meristemo rejuvenecido o *cambium vascular*, que aparece en el parénquima joven de estos órganos vegetales.

Por último, casi todos los tallos se alargan indefinidamente, pero en algunas plantas herbáceas la yema terminal produce finalmente una flor o una inflorescencia, y generalmente cesa el crecimiento longitudinal del tallo.

D. MOVIMIENTOS DEL TALLO DEBIDOS AL CRECIMIENTO

Estamos acostumbrados a pensar en las plantas como organismos sin capaci-

dad de movimiento, pero la observación cuidadosa de casi cualquier parte de una planta durante un período continuo de tiempo, nos mostrará que cambia de posición y con frecuencia en forma considerable. Muchos de estos movimientos resultan de un crecimiento desigual de los lados del tallo, que determina que este órgano se tuerza hacia un lado u otro. Algunos son dirigidos por un estímulo externo, como la luz, y se denominan *fitotropismo positivo* o la gravedad, caso en el cual se llama *geotropismo negativo*. Otros movimientos parecen estar dirigidos enteramente por factores internos. (Figs. Nos. 73 y 74).

Los movimientos de los órganos vegetales que se extienden o que se abren se deben siempre a un crecimiento desigual: en una yema floral, que cabecea cuando es joven y más tarde se vuelve erecta, estos cambios de posición son causados por el crecimiento más rápido primero de un lado del pedúnculo floral y después del otro. Pero el más notable de estos movimientos es el de rotación constante de los ápices de los tallos jóvenes, que en las plantas trepadoras es muy ventajoso para conducir el tallo en un soporte o para poner sus zarcillos en contacto con los posibles puntos de fijación.

E. MODIFICACIONES DEL TALLO

El tallo típico que hemos estudiado es erecto, portador de hojas y de ramas, flores y frutos. Pero en algunas plantas ha sufrido profundas modificaciones, especialmente cuando debe cumplir funciones distintas a las de sostén y circulación. Muchos no son erectos sino débiles y delgados y crecen arrastrados sobre el suelo produciendo raíces adventicias, sirviendo así como órganos de reproducción vegetativa. Es el caso de los estolones del fresal. (Fig. No. 58). Algunos tallos se vuelven a otros tipos.

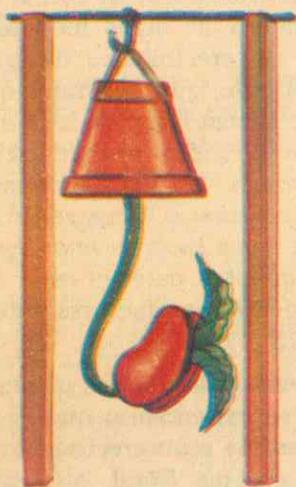


Fig. No. 73

El tallo tiene geotropismo negativo

ner sus hojas a la luz sin tener que desarrollar un tallo grueso, lo que logran enredándose alrededor del soporte o por la actividad de los *zarcillos*, órganos delgados y sensibles al contacto que, por contracción semejante a la de un resorte, hacen a las plantas más cerca de su soporte. Algunos zarcillos son hojas modificadas, otros son tallos modificados como en la uva. (Fig. No. 57 F.).

Plantas como la zanahoria y el diente de león disponen de tallos pequeños o carecen de ellos durante cierto estado de su vida, y las hojas crecen directamente del ápice del sistema radicular. Pero en la mayor parte de las hierbas perennes el tallo principal se ha vuelto subterráneo y sirve fundamentalmente como almacén de alimento, y produce hojas o vástagos sobre la superficie del suelo. Entre estos



Fig. No. 74

El tallo tiene fototropismo positivo.

están los *rizomas*, tallos subterráneos, delgados y con hojas escamosas superficiales, pero con yemas terminales y laterales que desarrollan hojas (frondas) o vástagos típicos; también tienen raíces adventicias en sus nudos. (Fig. No. 60).

Algunos tallos subterráneos han perdido su capacidad para producir hojas, son cortos pero muy gruesos y se llaman *tubérculos*, como los de la planta de papa o patata. En estos tallos las hojas crecen en vástagos aéreos, y en la parte subterránea del tallo crecen rizomas delgados, pero con el extremo engrosado que se convierte en el tubérculo. El tubérculo es un tallo por el hecho de que produce yemas u "ojos". Otros tallos subterráneos modificados para almacenar alimentos son el *bulbo*, que consta de un tallo

muy corto con un manajo de hojas gruesas y carnosas que rodean a una yema terminal; y el *cormo*, en el cual todo el alimento está depositado en el mismo tallo, que es corto y grueso y con unas cuantas hojas escamosas en su superficie. (Figs. Nos. 61 y 62).

La mayor parte de los tallos jóvenes son verdes y realizan fotosíntesis por un corto tiempo; pero en algunas plantas que carecen de hojas, como los cactus, la fotosíntesis es la función principal del tallo. Estos tallos son planos y delgados, con cierta similitud a las hojas típicas, y se llaman *cladodios*. En los cactus carnosos hay otra función común que consiste en almacenar agua. (Fig. No. 59).

Por otra parte, en muchos tallos las ramas laterales han sido transformadas en espinas, que le sirven a la planta de protección.

F. EL TALLO, FUENTE DE ALIMENTOS, DROGAS Y PRODUCTOS INDUSTRIALES

Los productos derivados de los tallos de las plantas tienen gran variedad de usos y son muy diversos: alimento, madera, combustible, fibras, drogas, sustancias químicas, hule y muchos productos más tienen esta fuente.

1. El alimento más importante es el azúcar, que se extrae del jugo de la caña de azúcar, del tallo de ciertas especies de sorgo, de la remolacha azucarera y el azúcar de arce.

Pero las fuentes más importantes de alimentos en el mundo vegetal son los tallos modificados como regiones de almacenamiento, tales como los rizomas, tubérculos, bulbos y cormos de muchas plantas; otros tallos de este tipo constitu-

yen verduras importantes en la alimentación humana y de los animales.

2. Los usos de la madera son más diversos que los de cualquier otro tejido vegetal, y es significativo que en la edad de los metales, el concreto y los plásticos, la madera cuenta con muchos y nuevos usos que aumentan su importancia económica: puertas, ventanas, muebles, cajas, barriles, instrumentos musicales, herramientas; el triplex y la madera impregnada de resinas y otras sustancias químicas, de uso industrial; el carbón para uso doméstico e industrial; la madera fosilizada o lignito y muchas otras variedades de carbón mineral se formaron de la madera; la pulpa es fuente de papel. Sustancias químicas como el tanino del quebracho, el colorante rojo púrpura del palo de campeche, el alcohol de madera, el alquitrán, el aceite y el gas derivado de la destilación de la madera, se sacan de la madera. El celofán y el rayón son celulosa purificada hecha de pulpa de madera y algodón por medios químicos.

Los tallos del lino dan una fibra fina, los del cáñamo una fibra burda. El yute se usa para fabricar telas, costales y otros tejidos burdos semejantes; también produce una fibra de gran resistencia. Todas estas y otras fibras se desarrollan entre el floema y la corteza.

3. El corcho comercial, usado para tapones, flotadores, amortiguadores, aisladores y otros muchos objetos, así como en la fabricación del linóleoum, proviene de la corteza del alcornoque. La corteza del encino, encenillo, pinabete y de otros árboles más, contiene alto porcentaje de tanino, por lo que se utilizan en el curtido de pieles y en la producción del cuero. La quina, importante en el tratamiento del paludismo, se extrae de la corteza del árbol de la quina.

la corteza de varias especies del género *Cinchona*, árbol nativo de los Andes de Suramérica.

4. El látex del tallo de una gran variedad de plantas es la fuente de muchos productos útiles: el hule, indispensable en la economía moderna, se extrae del árbol de hule del Pará (*Hevea brasiliensis*), nativo de las regiones selváticas del Amazonas, y es Manaos la capital mundial del hule. El látex del género *Palaquium* de Indias Orientales produce la gutapercha, hule no elástico, útil en la fabricación de pelotas de golf, receptores telefónicos, cables submarinos y en odontología. Del zapote chico de México y América Central (*Sapota achras*) se obtiene un látex usado en la fabricación de chicles comerciales.

5. Gomas, resinas, ámbar, lacas, barniz natural; trementina, aguarrás, bálsamos, etc. son producidos en los tejidos secretores de los tallos de gran variedad de plantas, y tienen gran importancia en la medicina y en muchas y variadas industrias.

G. EL TALLO Y LA PROPAGACION VEGETATIVA DE LAS PLANTAS

Uno de los métodos de reproducción asexual en los vegetales consiste en los diferentes procedimientos de multiplicación vegetativa. Este consiste en la división de la planta progenitora en dos o más partes, cada una de las cuales se vuelve independiente. Algunos trozos de tallo o de raíz separados de la planta y fijados en el suelo húmedo, son capaces de regenerar numerosos órganos y de crecer hasta formar plantas independientes, especialmente si cada parte incluye una o más yemas. Esta capacidad de multiplica-

ción se usa en los varios métodos de propagación vegetal, donde se producen nuevos individuos mediante acodos, esquejes o injertos.

1. El método del acodo o fragmentación consiste en que los extremos arqueados de ciertas plantas (brevo o higuera y frambueso) pueden entrar en contacto con el suelo y enraizarse allí, originando chupones a partir de las yemas que hay en ellos, chupones que pueden ser cortados de la planta original (madre) y sembrados independientemente como nuevas plantas. (Fig. No. 69).

2. El esqueje consiste en cortar una rama por debajo de una yema y se planta; en su base no tardan en aparecer raíces y la estaca o esqueje comienza a brotar. Se puede practicar con geranio, crisantemo, rosal, sauce, etc. (Fig. No. 51).

3. El método del injerto consiste en poner en íntimo contacto las células de una yema o ramilla con las células de otra planta de la misma especie.

Hay varias clases de injerto o maneras de injertar, tales como el injerto de escudete, el injerto de púa y el injerto de corona, como se observa en las Figuras Nos. 70 a 72.

En el injerto la yema prospera y crece como parte integral de la planta (patrón) a la cual ha sido transferido.

También hay reproducción vegetativa cuando utilizamos los tubérculos como la papa y la dalia, o los bulbos como los de ajo y cebolla. O empleando rizomas como en el kikuyo y la grama, o los estolones como en el fresal.

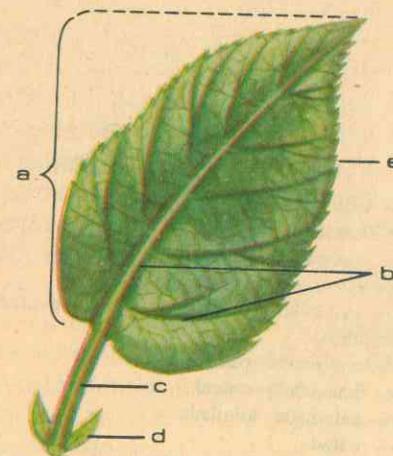


Fig. No. 75

LA HOJA

Es una estructura ancha y delgada.

a - limbo (haz y envés)

b - venas o costillas (venación reticular).

c - pecíolo

d - estípulas

e - borde del limbo (dentado).

I. GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

LAS HOJAS Y SUS FUNCIONES

1. **Finalidad:** Origen y partes de una hoja.

Material: Excursión al campo, herramientas para coleccionar hojas, prensa para disecarlas, papel periódico, lupa.

Procedimiento: Durante la excursión al campo y bajo la dirección del profesor, colecciona hojas de distintas plantas y estúdielas comparativamente entre sí:

¿Tiene o no un aspecto general semejante? ¿De qué parte del embrión se originan las primeras hojas de una planta superior? ¿Cómo se llaman en la gémula las hojitas embrionarias? ¿Cómo se denominan las yemas que sólo producen hojas? (Fig. No. 75).

¿Cuántas partes diferentes alcanza a

distinguir en cada una de las hojas coleccionadas? ¿Cómo es el limbo? ¿Cuántas caras o superficies tiene y qué aspecto ofrece cada una de ellas? ¿El color verde tiene igual intensidad en el haz y en el envés? ¿Cómo se llaman esos cordones que sobresalen más en el envés que en el haz? ¿Qué papel mecánico desempeñan las venas? Describa la forma del limbo de cada grupo de hojas coleccionadas. Examine el borde de las hojas de que dispone: ¿Es continuo, o presenta entranques y salientes? En el primer caso se trata de una hoja *entera*, ¿qué nombre recibe el borde del limbo cuando no son enteras las hojas? Si las escotaduras del limbo son onduladas y amplias, o estrechas pero onduladas, o estrechas y agudas, o muy pequeñas y agudas, ¿qué nombres reciben tanto el borde del lim-

Fig. No. 76

TIPOS DE HOJAS

- a- lineal, venación paralela
- b- lobulado-pinnada
- c- compuesta-pinnada
- d- doble pinnada-compuesta
- e- orbicular-cordiforme margen dentada, venación palmeada.
- f- compuesta-palmeada
- g- lanceolada-entera
- h- palmeada-lobulada
- i- peltada
- j- elíptica, margen aserrado, venación pinnada.
- k- compuesta
- l- simple, entera, aovada, pinnada.



bo como la hoja misma en cada caso particular? Cite ejemplos de entre las hojas coleccionadas. (Fig. No. 76).

Observe detenidamente el material recolectado y responda: ¿En cuáles de las hojas estudiadas el limbo consta de una sola lámina y en cuáles tiene varias? Cada lámina es un *foliolo*, entonces, ¿qué nombre recibe la hoja que solo tiene un foliolo? ¿Cuándo una hoja es compuesta y cuándo recompuesta? Cite ejemplos. ¿Cuándo es hendida y cuándo es partida una hoja? ¿En cuál de estos dos casos está la hoja del yarumo?

Examine ahora la forma como están dispuestas las venas: ¿Cuándo el tipo de venación es paralela, y cuándo reticulada? ¿Cuándo se dice que una hoja es lisa, pubescente o tomentosa? Además del limbo, ¿qué otras partes comprende una hoja? ¿Cómo se llama el cabito o tallito que une el limbo al tallo? ¿Cómo se llaman las hojas que carecen de pecíolo?

lo? ¿Cuál es la vaina del pecíolo o de la hoja en general? ¿Cuándo una hoja es envainadora? ¿Qué funciones desempeña el pecíolo? ¿Qué son las estípulas?

2. Finalidad: Distribución de las hojas en el tallo.

Material: Las plantas del germinador, del jardín o huerto.

Procedimiento: En cada una de las plantas examine en qué forma están distribuidas sus hojas alrededor del tallo. ¿Cuándo se dice que las hojas son *alternas*? ¿Cuándo son *opuestas* y cuándo *verticiladas*? (Fig. No. 77).

3. Finalidad: Estructura interna de la hoja.

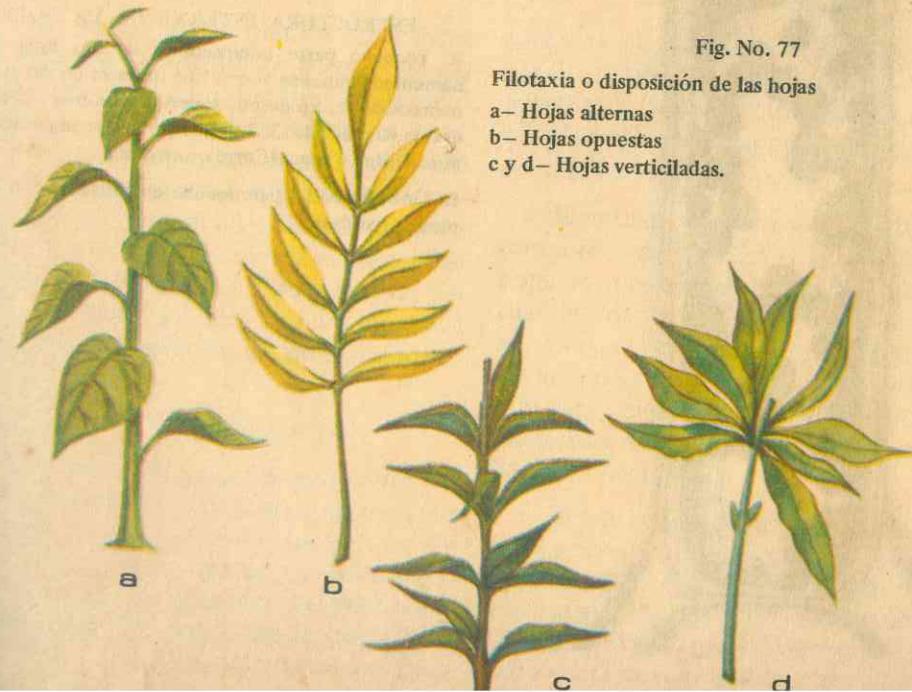
Material: Hojas de caucho, de laurel, cuchilla, porta-objetos, glicerina, agua, microscopio, médula de maguey.

Procedimiento: En una de las hojas, corte un pedacito de un centímetro cua-

Fig. No. 77

Filotaxia o disposición de las hojas

- a- Hojas alternas
- b- Hojas opuestas
- c y d- Hojas verticiladas.



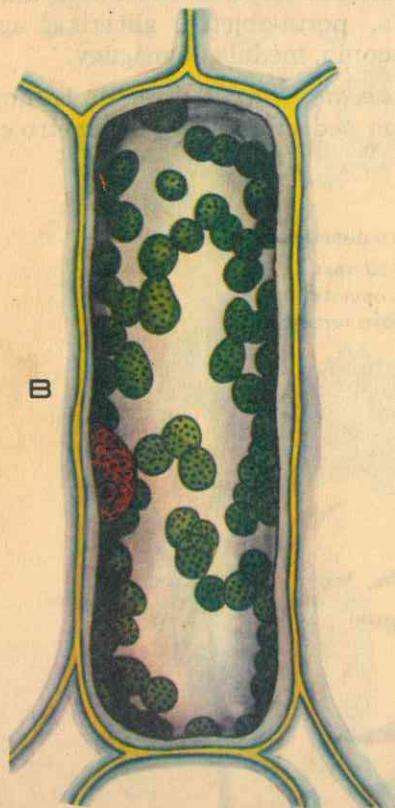
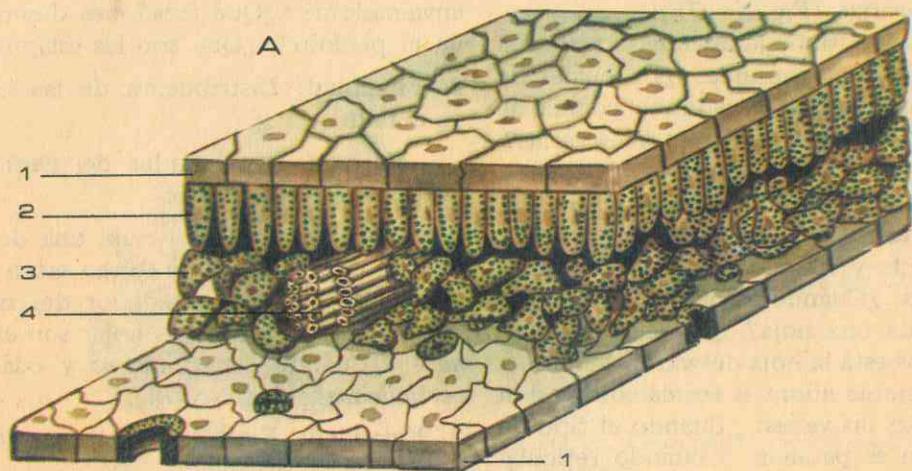


Fig. No. 78

ESTRUCTURA INTERNA DE LA HOJA

A. Pequeña parte microscópica de una hoja típica aumentada muchas veces, que muestra en sus tres dimensiones: 1. Epidermis superior e inferior; 2. Parénquima en palizada; 3. Tejido esponjoso con espacios de aire; 4. Haz o vena. (Corte transversal)

B. Una célula del parénquima en palizada, con cloroplastos (verdes)

drado del limbo y colóquelo entre dos laminitas de medula de maguey o pauche; haga cortes transversales con la cuchilla previamente humedecida y seleccione los mejores, recójalos en el porta-objetos y examínelos al microscopio en agua y glicerina:

¿Cómo son las células de la epidermis superior? ¿Son o no transparentes? ¿Qué finalidad se persigue con ello? ¿Qué diferencia encuentra con las células de la epidermis inferior? ¿Cómo se llaman las aberturas que abundan más en la superficie inferior del limbo? ¿Para qué sirven los *estomas* en las hojas? ¿Cómo está formado un estoma?

¿A continuación de la epidermis superior encuentra o no un tejido parenquimatoso? ¿Qué forma tienen y cómo están dispuestas sus células? ¿Por qué se llama tejido de *empalizada*?

¿Por qué razón su protoplasma aparece de color verde? ¿Para qué función especial sirve la *clorofila* de las hojas? Por debajo del tejido de empalizada encuentra otro parénquima: ¿Cómo son sus células en comparación con las del anterior? ¿Contienen o no clorofila? Deduzca, entonces, ¿por qué razón el haz de una hoja generalmente es de color verde más intenso que el del envés? ¿Por qué se le dice tejido esponjoso al parénquima sin clorofila de la hoja? (Fig. No. 78).

Si en el corte examinado ha quedado incluida la sección de un nervio, ¿por qué clase de tejido está formado el nervio o vena? ¿Contiene vasos de floema y de xilema? ¿Qué papel desempeñan estos vasos? ¿Qué función mecánica desempeñan? Elabore un esquema de la estructura interna de la hoja.

XII. LAS HOJAS, FABRICA DE ALIMENTOS

Las hojas de las plantas superiores son órganos generalmente aéreos, verdes y aplanados que cumplen funciones esenciales en relación con la nutrición vegetal, como es la de elaborar alimentos con base en los materiales que la planta obtiene del suelo y del aire. El tallo expone las hojas a la luz y al aire y es un medio de comunicación entre ellas y la raíz, pero son las hojas las que llevan a efecto el importante trabajo de asimilar o sintetizar los alimentos.

A. ORIGEN Y DISTRIBUCION

Las hojas son consideradas como extensiones del tallo y toman origen en sus puntos terminales de crecimiento, es decir, en las yemas apicales y laterales o axilares, que son meristemos primarios. A diferencia del tallo, las hojas típicas carecen de puntos de crecimiento organi-

zados como meristemos propiamente dichos, y una vez que han alcanzado su tamaño de madurez, dejan de crecer; en las plantas perennes acaban por morir y caer. (Fig. No. 34).

Hemos dicho antes que el tallo proporciona un eje en el cual se colocan las hojas en posiciones favorables para efectuar la fotosíntesis, y que en sus nudos se insertan las hojas. Pero la distribución de las hojas en el tallo no es casual, sino que sigue cierto tipo definido de acomodamiento alrededor del eje de la planta llamado *filotaxia*.

El tipo más común de disposición de las hojas en el tallo es aquel en que una hoja se desarrolla en un nudo, es decir, en cada nudo hay una hoja, de suerte que las hojas vecinas hacia arriba y hacia abajo son aproximadamente *alternas* en

su colocación, y forman una espiral ascendente alrededor del tallo. (Fig. No. 77).

Pero cuando en cada nudo se desarrollan dos hojas, éstas son exactamente *opuestas* una a la otra, pero el plano en que están colocadas forma un ángulo recto con el par que sigue inmediatamente arriba o abajo, de manera que hay una cantidad mínima de sombra. En ciertos casos hay más de dos hojas en cada nudo, acomodadas en forma de verticilo, es decir, uniformemente dispuestas alrededor del tallo, por lo que se dice que son hojas *verticiladas*. Por lo general, cada especie, y con frecuencia cada familia vegetal, presenta solo un tipo único de filotaxia.

B. MORFOLOGIA DE LA HOJA TIPICA

Nuestra observación diaria del mundo vegetal nos ha enseñado que una hoja típica o completa es una estructura ancha y delgada, más o menos aplanada, en la que las células con pigmento verde (clorofila) quedan naturalmente expuestas a la luz.

Una hoja completa comprende las siguientes partes:

1. **El limbo:** constituye la parte esencial de la hoja y es una lámina de tejido verde en donde tienen lugar la mayor parte de sus actividades. Presenta dos caras o superficies, una superior llamada *haz* y la otra inferior o *envés*, que se distinguen entre sí porque el haz presenta una coloración más intensa que la superficie inferior. Además, tiene base y ápice. Tanto en el haz como en el envés se aprecia un sistema de *venas* o costillas llamadas también nervios o nervaduras, que sirven de sostén a los demás tejidos del limbo: son

haces de tejido vascular, prolongación del sistema vascular del tallo y de la raíz, órganos desde los que pueden conducir agua y sales a todas las células de la hoja y llevar a todas las células de la planta los productos de la fotosíntesis. Se llaman venas principales las más gruesas y que se proyectan en el envés; éstas se dividen en haces cada vez más delgados, hasta convertirse en venillas diminutas, que constan de unas cuantas células que se ponen en contacto íntimo con los tejidos parenquimatosos del limbo foliar.

2. **El pecíolo:** En algunas plantas el limbo está adherido directamente al tallo, se dice entonces que la hoja es *sésil* o *sentada*, pero en la mayor parte de los vegetales superiores el limbo está sostenido por un tallito, llamado *pecíolo*, órgano que puede alargarse o torcerse para que el limbo quede bien expuesto a la luz.

3. **Otras partes:** En la base del pecíolo, llamada *vaina*, y a cada lado de ésta se encuentran frecuentemente dos apéndices pequeños, las *estípulas*, que sirven de protección al limbo joven en la yema de origen, o como pequeñas hojas, o bien transformarse en zarcillos; en algunas plantas las estípulas no desempeñan función específica, y en muchas otras no existen. (Fig. No. 75).

C. DIVERSIDAD EN LAS HOJAS.

Las hojas varían notablemente en tamaño, forma, textura, margen, venación y otros caracteres. (Fig. No. 76).

1. **En cuanto al tamaño,** las hojas varían desde pequeñas escamas, como en el pino, hasta las inmensas hojas de nuestras plantas tropicales, cuyos limbos llegan a medir varios metros de longitud.

2. **Según el limbo:** Igualmente variable en las hojas por la forma del limbo, desde las muy largas y angostas, como en las gramíneas, hasta otras casi aciculares, como en el mastuerzo. Además, la forma del limbo ha servido frecuentemente para identificar las plantas, en algunas de las cuales han sido tan modificados que no solo no parecen hojas, sino que no cumplen la fotosíntesis. Si el limbo consta de una sola lámina, se dice que la hoja es *simple*; pero si está tan profundamente dividido en partes separadas, la hoja como un todo es *compuesta*; cuando todos los folíolos se unen en un solo punto, como el trébol, la hoja es *compuesta-palmeada*; y si los folíolos crecen por pares sobre la prolongación del pecíolo, como en el fresno, es *compuesta-pinnada*.

El borde o margen del limbo presenta entrantes y salientes, la hoja puede ser: *dentada*, *aserrada*, *festoneada*, *espinosa*, *lobulada* y *partida*. (Fig. No. 76).

Ciertas hojas tienen el haz lisa y brillante, y se llaman *hojas lisas*; pero en muchas plantas está cubierta más o menos con pelos de varias clases y consistencias, según lo cual se denominan *hojas vellosas*, *pubescentes* y *tomentosas*, teniendo en cuenta la cantidad y consistencia de dichas formaciones. Cuando estos pelos son espesos ayudan a reducir la evaporación del agua en la superficie de la hoja; en otros casos producen secreciones glandulares; y los pelos duros de plantas como la ortiga, son órganos urticantes defensivos.

Hemos dicho que la forma del limbo es sumamente variada y que este aspecto ha servido para la clasificación de las plantas. Pues bien, según la forma que adopta el limbo en las hojas, éstas se llaman: *circulares*, *elípticas*, *ovales*, *aciculares*, *lineales*, *lanceoladas*, *falciformes*,

sagitadas, *acorazonadas*, *espatuladas* y *arriñonadas*. (Fig. No. 76).

3. **Según la disposición de las venas.** La distribución de las venas o nervios es también variable en las hojas, pero podemos reducirla a dos tipos principales: *venación paralela*, cuando los nervios corren paralelos uno al lado del otro con ramificaciones típicas; y *venación reticulada*, cuando se dividen repetidamente formando una red cerrada en todas direcciones del limbo. Dentro de estos dos tipos especiales, encontramos entonces las siguientes variaciones por la distribución: *pintinervadas*, *palminervadas*, *paralelinervadas*. (Fig. No. 76).

La hoja típica que hemos estudiado ha sido modificada en muchos casos, de suerte que lleva a cabo actividades muy diferentes a la original de fotosíntesis: algunas han sido reducidas a escamas de las yemas, que protegen los puntos jóvenes de crecimiento, como sucede en la mayor parte de las ramillas leñosas; otras están reducidas a estructuras gruesas para almacenar alimentos, como en las hojas escamosas del bulbo de cebolla; otras se han convertido en espinas; las hay que almacenan agua, como en la piñuela; y otras, en fin, sirven para capturar insectos, como en la drosera, el nepentes y la utricularia.

En ciertos casos de tallos subterráneos, tales como los tubérculos de papa, o en algunas plantas parásitas, las hojas son apenas diminutos vestigios y son totalmente atrofiadas. En las partes maduras de los cactus y otras plantas semejantes, han desaparecido por completo.

Finalmente, según el período vital o de duración, las hojas pueden ser *perennes* o *caducas*.

D. ESTRUCTURA INTERNA DE UNA HOJA TIPICA

En una sección transversal del limbo de una hoja típica encontramos, a través del microscopio, tres clases de tejidos: la cubierta protectora o *epidermis*; el *mesofilo*, o tejido principal de la hoja; y las *venas*, cada una de las cuales es un haz vascular. (Fig. No. 78).

1. **La epidermis:** Está formada por una sola capa de células que sirve de protección de los delicados tejidos del mesofilo contra daños mecánicos, pérdida de agua e infección. Sus células están llenas de un jugo transparente. Sobre la pared externa de la epidermis se encuentra una capa cerosa, delgada e impermeable, la *cutícula*, secretada por las mismas células de la epidermis, mucho más gruesas en el haz que en el envés de la hoja.

La epidermis presenta muchas aberturas pequeñas llamadas *estomas*, que facilitan el intercambio de gases entre los tejidos interiores y la atmósfera, a fin de que puedan tener lugar en la hoja todas sus actividades, especialmente el proceso de fabricación de alimentos. Un estoma (Fig. No. 38-B) es un poro alargado formado por dos células epidérmicas especializadas y continuas llamadas *células estomáticas*, que contienen cloroplastos (a diferencia de las demás células de la epidermis), que se separan en su parte media dejando una abertura de 0,003 a 0,012 milímetros de ancho cuando está completamente abierto, abertura que es la que recibe propiamente el nombre de *poro*, y son más numerosos en el envés que en la cara superior de la hoja.

2. **El mesofilo:** El mesofilo es un tejido suave y verde, cuyas células tienen paredes finas y con citoplasma provisto de

cloroplastos, cuerpos muy pequeños, redondeados y más densos que las demás sustancias vivientes de la hoja; los cloroplastos contienen el pigmento verde o *clorofila*, al cual se debe el color característico del follaje, que es fundamental en el proceso de la fotosíntesis.

En el tipo más común de hoja, donde una superficie está expuesta a la luz y la otra sombreada, el mesofilo no es un tejido uniforme, puesto que está dividido en dos regiones:

a. *El parénquima en empalizada*, formado por células situadas inmediatamente abajo de la epidermis superior, alargadas y colocadas unas junto a las otras y en ángulo recto con la superficie de la hoja; son abundantes en cloroplastos (más de 400.000 por milímetro cuadrado de superficie). Aquí es, precisamente, donde se efectúa el proceso de fabricación de alimentos con mayor actividad.

b. *Y el parénquima esponjoso*. Formado por las células de la región inferior del mesofilo, es un tejido suelto, como el de una esponja, de donde deriva su nombre. Este parénquima también puede contener cloroplastos, pero en menor número y entre sus células quedan muchos espacios (espacios intercelulares) que se comunican con el aire exterior a través de los estomas, facilitando así el intercambio de gases entre la hoja y la atmósfera.

Las hojas de muchas plantas, especialmente gramíneas, tienen una orientación aproximadamente vertical y están, por tanto, iluminadas en las dos superficies, y tienen parénquima en empalizada en ambas, con parénquima esponjoso intermedio.

3. **Las venas:** Un haz vascular sabemos que está constituido por dos tejidos: *el xilema*, formado por células alargadas, conductoras de agua que distribuyen junto con las sustancias disueltas traídas desde la raíz a través del tallo; y *el floema*, formado por células que colectan los alimentos elaborados en el mesofilo y los conducen al floema del tallo y así a las otras partes de la planta. En una hoja horizontal, la madera de la vena se halla

hacia la superficie superior y el floema hacia la inferior de la hoja.

4. **El pecíolo:** El pecíolo, que generalmente tiene una sección transversal circular o aproximada a ésta, consta principalmente de un tejido fundamental, pero a través de éste corre el haz vascular, o una serie de ellos, acomodados en forma de arco o de anillo. Los haces del pecíolo conectan las venas principales del limbo con el cilindro vascular del tallo.

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

FISIOLOGIA DE LAS HOJAS

1. **Finalidad:** Por las hojas libera la planta el exceso de agua.

Material: Plantas cultivadas en materas, papel celofán o hule, campana de vidrio bien seca o bolsa de celofán.

Procedimiento: Seleccione una materia con una planta de abundante follaje, cubra la tierra con papel celofán o con hule; coloque la materia así preparada en una superficie bien seca y cúbrala con la campana de vidrio o la bolsa de celofán bien secas; deje el conjunto a la luz durante algunas horas, y observe:

¿Qué puede apreciar en las paredes internas de la campana o del celofán? ¿Qué sustancia será la causa para que se empañen sus paredes? Si continúa la observación por más tiempo, ¿encuentra o no pequeñas gotitas de agua? ¿Por qué razón la hoja elimina agua si ésta es necesaria a la vida de la planta? ¿De dónde procede el agua eliminada por transpiración de las hojas? ¿Por dónde llega al limbo de la hoja esta agua? ¿Por qué tipo de órganos del limbo sale al exterior el agua de transpiración? Dibuje un estoma. (Fig. Nos. 31 y 35).

Material: Balanza, caja de pesas marcadas, materia con planta de bastante follaje, probeta graduada, agua.

Procedimiento: En uno de los platillos de la balanza coloque una materia preparada como en el experimento anterior; equilibre poniendo pesas y una probeta graduada vacía en el otro platillo; deje el conjunto durante 24 horas, observe y anote:

¿Permanece o no el equilibrio entre los dos platillos de la balanza? ¿A qué atribuye este desequilibrio? ¿En cuál de los dos platillos es mayor el peso? ¿Por qué ha disminuido el peso donde está la materia? (Fig. No. 79).

Equilibre nuevamente la balanza echando agua en la probeta y deduzca: ¿Qué cantidad de agua fue necesaria para restablecer el equilibrio? ¿A qué corresponde la cantidad de agua que tuvo que echar en la probeta? ¿Por qué órganos de la planta fue eliminada esta cantidad de agua durante las 24 horas? Si el experimento hubiera sido dejado a pleno sol, ¿la transpiración sería mayor o me-

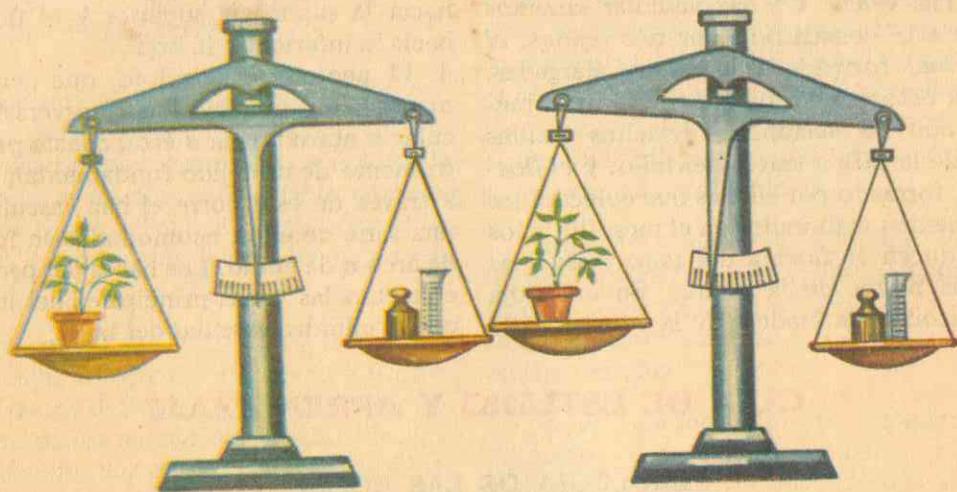


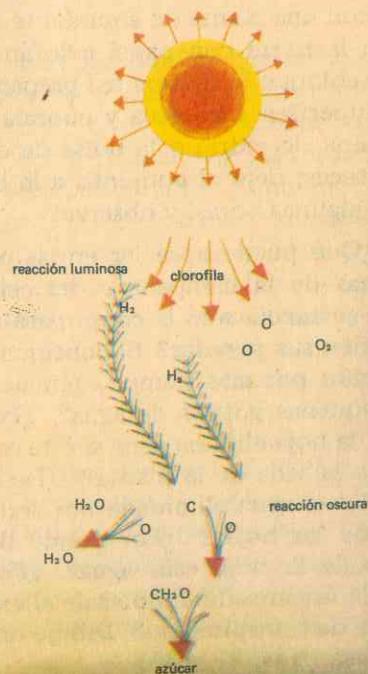
Fig. No. 79

La planta al eliminar agua pierde parte de su peso.

Fig. No. 80

DIAGRAMA DE FOTOSINTESIS

Arriba: el agua se descompone por la energía de la luz del sol con la clorofila como agente, y los átomos de oxígeno se desprenden como oxígeno gaseoso. Abajo: el hidrógeno es transferido al bióxido de carbono para formar agua e hidratos de carbono. Es una reacción simplificada de lo que realmente ocurre en la fotosíntesis.



nor que en el caso anterior? ¿Qué conclusión deduce?

2. **Finalidad:** La hoja fabrica almidón.

Material: Materas con matas de capuchina o geranio u otras con hojas de limbo y superficie lisa, dos láminas de estaño, una de ellas con letras o dibujos perforados, agua caliente, alcohol de alta graduación, tubo de ensayos ancho, solución de yodo.

Procedimiento: En la mata de geranio seleccione una hoja bien desarrollada y con las láminas de estaño cúbrala, por el haz con la que está perforada, y por el envés con la otra. Deje la planta expuesta a la luz por algún tiempo. Arranque la hoja, lávela con agua caliente, introdúzcala en un tubo de ensayos ancho y agregue alcohol; cuando se haya disuelto la clorofila, pase la hoja por una solución de yodo, observe y anote:

¿Qué coloración aparece? ¿Sobre qué porciones del limbo aparece color azul? ¿Por qué no en toda la superficie del limbo? ¿Qué sustancia alimenticia reacciona dando color azul con el yodo? Deduzca, entonces, ¿qué sustancia se formó en aquellas partes de la hoja? ¿Qué factores intervinieron en la formación de almidón durante el experimento? ¿Cómo se llama la función especial de las hojas? (Fig. No. 80).

3. **Finalidad:** Durante la asimilación, la hoja desprende oxígeno.

Material: Cubeta de vidrio, agua, plantas acuáticas (algas), embudo de vidrio, tubo de ensayos, astilla encendida (con grasa).

Procedimiento: En el fondo de la cubeta con agua coloque algas verdes; cúbralas con el embudo de vidrio, sobre éste coloque un tubo de ensayos lleno

con agua, invertido. Deje el conjunto al sol durante varias horas y observe:

¿Qué alcanza a apreciar en la superficie de las algas? ¿Qué sitio van a ocupar estas burbujas más tarde? ¿Serán de agua o de algún gas estas burbujas? (Fig. No. 82).

Cuando el tubo haya estado completamente lleno de gas (porque éste ha desalojado toda el agua), tápelo por debajo del agua dentro de la cubeta, retírelo e inviértalo. Procurando no dejar escapar el gas, introduzca la astilla encendida y observe: ¿Se inflama el gas? ¿Se aviva la llama de la astilla? Si lo último, ¿cuál es el gas que tiene esta propiedad de la *comburencia*? Entonces, ¿qué gas desprenden las plantas verdes a la luz del sol? ¿De dónde procede este oxígeno desprendido durante la *fotosíntesis*?

4. **Finalidad:** En la oscuridad no se desprende oxígeno.

Material: El anterior.

Procedimiento: Repita el anterior



Fig. No. 81

LA HOJA, FABRICA DE ALMIDON

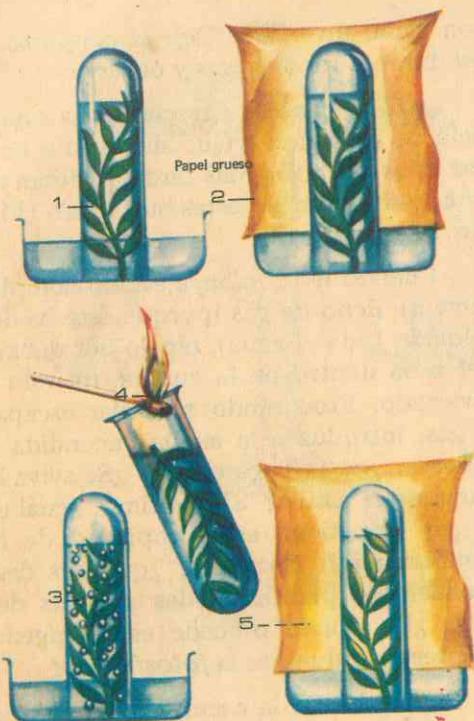


Fig. No. 82

La hoja desprende oxígeno durante la Asimilación

- 1- Dispositivo al sol.
- 2- El mismo, cubierto con papel grueso.
- 3- Cuatro horas después: se desprenden burbujas.
- 4- ¿Qué haces para verificar que el gas desprendido es oxígeno?
- 5- ¿Se desprendió oxígeno? ¿Qué deduces?

experimento, pero dejando la planta en un lugar completamente oscuro; compare los resultados con los obtenidos anteriormente y deduzca conclusiones generales.

5. **Finalidad:** Las hojas como órganos de la respiración vegetal.

Material: Madera con planta tierna bien desarrollada, campana de vidrio bien seca, vaso con agua de cal filtrada.

Procedimiento: Debajo de la campana de vidrio bien seca, coloque la madera con la planta y un vaso con agua de cal filtrada; deje el experimento en la oscuridad durante 24 horas. Observe y anote los resultados:

¿Qué observa en el agua de cal que antes era límpida y transparente? ¿Por qué se ha empañado o enturbiado? ¿Qué gas reacciona así con el hidróxido de calcio? Entonces, ¿qué sustancia ga-

seosa ha producido la planta? ¿Qué otro gas del aire ha consumido la planta en el experimento si sabemos que es *comburente*? ¿En qué consiste esencialmente la respiración en los vegetales superiores? Recuerde los experimentos realizados en "Introducción a las Ciencias" con los ratoncitos:

¿Por qué razón, si el experimento se realiza a la luz, no se muere el ratoncito pronto? ¿Por qué se muere si el experimento se efectúa en la oscuridad? ¿Hay o no diferencia entre *respiración* vegetal y *respiración* animal? (Fig. No. 83).

6. **Finalidad:** La *clorofila*, pigmento de las plantas superiores.

Material: Cápsula de porcelana, hojas frescas de gramíneas o de espinacas, alcohol de 96°, tubo de ensayos, bencina.

Procedimiento: En la cápsula de porcelana macere hojas frescas de gramí-



Fig. No. 83

LAS PLANTAS AL RESPIRAR, DESPRENDEN GAS CARBONICO

- 1- Madera dentro de una campana de vidrio y cubierta con papel grueso.
- 2- Vaso con agua de cal filtrada.
- 3- La misma planta después de 24 horas: el agua de cal se ha enturbiado por formación de carbonato de calcio, mediante el gas carbónico desprendido.

neas o de espinacas, recoja la papilla formada en alcohol de 96°; cuando se haya disuelto toda la *clorofila*, recójala en un tubo de ensayos y observe por reflexión y por transparencia los colores que presenta.

Agregue un poco de bencina pura, agite durante cinco minutos: ¿Cuántas zonas coloreadas aprecia? ¿Qué colores tiene cada zona? ¿A qué pigmento corresponde el color verde? ¿A cuál el amarillo oro? Explique, entonces, cómo

está compuesta la *clorofila*. ¿Qué importancia tienen estos dos nuevos pigmentos? (Fig. No. 84).

7. **Finalidad:** Utilidades de las hojas.

Investigue: Entre las plantas regionales, ¿cuáles tienen aplicación en la alimentación humana y de los animales? ¿Cuáles tienen mayor aplicación en las industrias? ¿Cuáles tienen propiedades medicinales?

Haga un cuadro sinóptico sobre estos aspectos.

XIII. PRINCIPALES FUNCIONES DE LA HOJA

Las hojas son órganos de gran importancia en la vida vegetal por estar encargadas de efectuar muy diversas y trascendentales actividades, tales como la transpiración o eliminación de un exceso de agua, la respiración o adquisición del

oxígeno indispensable para la obtención de energía suficiente para el desarrollo de las demás funciones como seres vivos, y en especial la conversión de materiales minerales en material vivo, es decir en protoplasma.

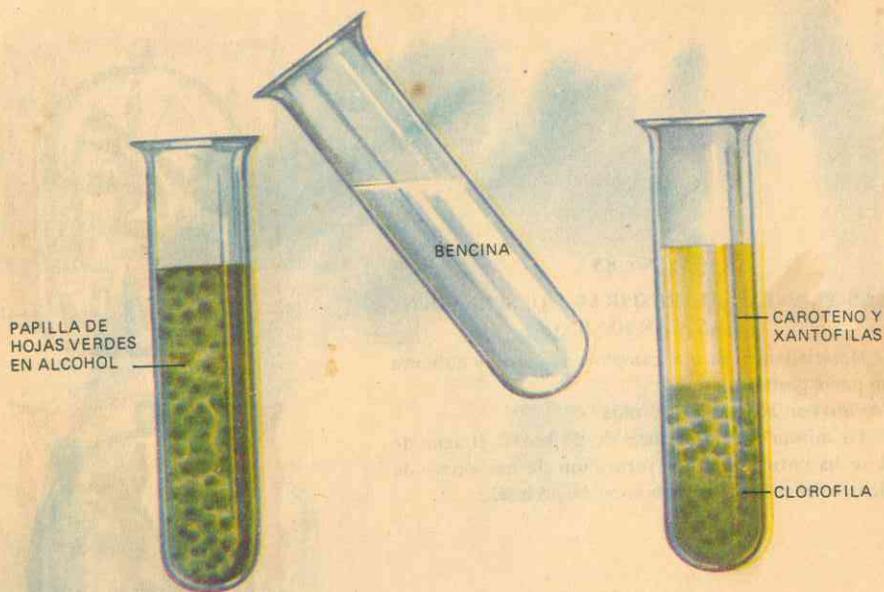


Fig. No. 84

LA CLOROFILA, PIGMENTO DE LAS PLANTAS VERDES

A. LA TRANSPIRACION

Entre el cuerpo del vegetal y la atmósfera se cumple constantemente un continuo intercambio de productos gaseosos que benefician la vida de las plantas. Entre los procesos que tienen esta finalidad está la eliminación de agua que, en forma de vapor, se hace a través de las hojas. Esta actividad la conocemos como transpiración, fenómeno que tiene lugar fundamentalmente en los tejidos esponjosos del mesofilo foliar.

En la elaboración de alimento (azúcar), la planta solo utiliza una pequeña parte del agua que entra por los pelos radiculares y sube hasta las hojas, el resto se reparte entre las células de la capa esponjosa, se evapora de sus paredes húmedas, y sale al exterior en forma de vapor de agua, lo que equivale a decir que du-

rante la estación o período de crecimiento hay una corriente constante de agua que pasa a través del cuerpo vegetal. (Fig. No. 79).

Pero como la vida y crecimiento de la planta requiere una abundante provisión de agua en sus tejidos, es indispensable que se reúnan las siguientes condiciones, si la planta ha de prosperar: presencia de suficiente cantidad de agua disponible en el suelo; absorción abundante por la raíz la cual debe ser igual o exceder a la transpiración.

La velocidad de la transpiración varía mucho con el tipo de plantas, las condiciones del suelo, la estación del año, la hora del día, alta temperatura, luz brillante, movimiento rápido y baja humedad del aire. Los últimos cuatro factores favorecen el aumento de la transpiración y su velocidad. Pero indudablemente que

el factor más importante que retarda o acelera este proceso es el *abrir y cerrar de los estomas*, asociados con los cambios de concentración del jugo celular en el mesofilo foliar.

Como la pérdida excesiva de agua es un peligro para las plantas terrestres, varias especies han desarrollado muchas estructuras que tienden a reducir dicha pérdida y pueden crecer en condiciones de sequía.

Son consecuencias del proceso de transpiración: la corriente o movimiento continuo del agua desde la raíz hasta las hojas a través del tallo, corriente que es útil para la distribución rápida de los materiales absorbidos del suelo; interviene en la temperatura de las hojas, puesto que el agua que se evapora del mesofilo absorbe el exceso de energía — en forma de calor — que no se utiliza en la fotosíntesis; si la transpiración es baja y la absorción de agua es activa por las raíces, el agua puede desarrollar cierta presión en la planta, presión que permite la expansión rápida de algunos tejidos y de que se rompan, como sucede en los frutos, como los tomates después de una serie de lluvias durante el período de crecimiento rápido.

Por otra parte, las hojas de algunas plantas evitan que los tejidos almacenen exceso de agua, ya que en el ápice y en los dientes del borde del limbo aparecen microscópicos orificios o *poros de agua*, por donde salen gotitas de agua en estado líquido, proceso que es el origen de mucha parte del rocío que se encuentra sobre el pasto en las mañanas durante el verano.

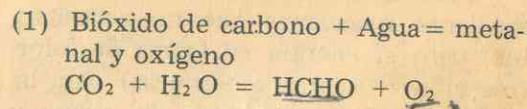
B. LA ASIMILACION O FOTOSINTESIS

A través de este curso hemos encontrado muchas veces el término *fotosínte-*

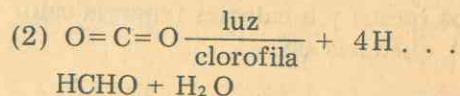
sis, pero es aquí donde trataremos de comprender en qué consiste y cuál es su mecanismo fundamental. (Figs. No. 80 y 81).

Al iniciar nuestro estudio de la hoja dijimos que este órgano tiene como actividad principal la elaboración de alimento a partir de ciertos materiales inorgánicos simples, especialmente bióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O), gracias a la clorofila y a la energía derivada de la luz solar.

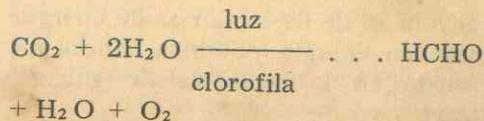
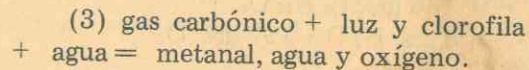
En este proceso el bióxido de carbono y el agua se unen mediante la energía de la luz y la intervención de la clorofila, para formar azúcar, quedando oxígeno en libertad que retorna a la atmósfera. En realidad se trata de una serie de reacciones químicas en que la primera podría ser interpretada así:



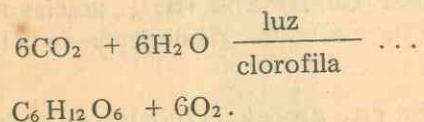
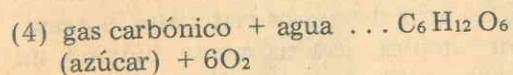
En esta reacción, el hidrógeno procedente del agua reduce el bióxido de carbono pero sin romper su molécula, ya que el oxígeno desprendido procede del agua. Por consiguiente, esta primera reacción podemos esquematizarla así:



Pero como el donador de hidrógeno es el agua, la reacción global puede ser:



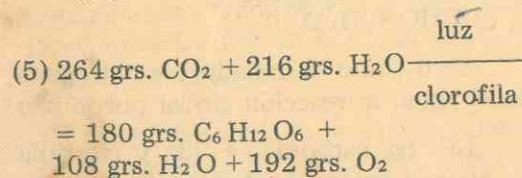
En realidad, a través de una serie de estos pasos (reacciones), se combinan seis moléculas de bióxido de carbono para formar un azúcar de seis carbonos ($C_6H_{12}O_6$), con desprendimiento de seis moléculas de oxígeno, la ecuación química se escribe generalmente así:



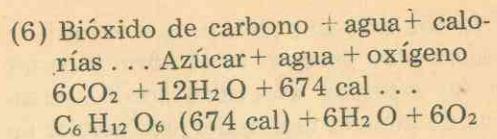
Vemos, pues, que durante los primeros pasos de la fotosíntesis se requiere energía que proviene de la luz absorbida por la clorofila (reacción luminosa), que las moléculas de agua se desintegran, y se desprende oxígeno gaseoso libre.

Pero como el fenómeno continúa mediante reacciones que no necesitan luz, pero sí energía en forma de calor (reacciones oscuras o térmicas) para la formación de compuestos de carbono inestables, continúa la toma de bióxido de carbono y transferencia de hidrógeno derivado del agua, con lo cual se forman moléculas de glucosa, que es estable.

La reacción número (4) convertida a gramos (peso) y a calorías (energía calorífica), quedaría así:



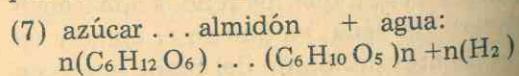
Esta ecuación comprende, además, la conversión de 674 calorías de energía cinética en energía potencial, ahora almacenada en la molécula de glucosa (azúcar):



Es decir, que la energía luminosa es atrapada por la clorofila almacenada y convertida en energía química.

El producto hasta aquí es uno de los azúcares de seis átomos de carbono, entre los cuales está la glucosa, que se encuentra prácticamente en el jugo de todas las células vegetales; de la glucosa se derivan en última instancia todos los compuestos orgánicos de las plantas y los animales. Con frecuencia se convierte en azúcares más complejos como la sacarosa o azúcar de caña ($C_{12}H_{22}O_{11}$), formado por la unión de una molécula de glucosa y otra de fructosa, con liberación de una molécula de agua.

Después que la fotosíntesis ha continuado por un tiempo, el azúcar acumulado generalmente se convierte en *almidón*, cuya fórmula química general es ($C_6H_{10}O_5$), insoluble, que se presenta en forma de granos cuyo tamaño, forma y marcas varían en las diferentes especies vegetales. Su molécula resulta de la unión de muchas moléculas de azúcar, con liberación de una molécula de agua por cada una de aquéllas, así:



Como esta reacción no requiere luz, no forma parte del proceso de la fotosíntesis. Azúcar y almidón rara vez se acumulan en el limbo de las hojas en grandes cantidades, puesto que la mayor parte es transportada poco después de su formación hacia regiones de la planta donde se usa o se almacena.

El oxígeno liberado en la fotosíntesis es de mucha importancia en la natu-

raleza y para los organismos animales, ya que es uno de los pocos medios de que el oxígeno regrese a la atmósfera.

La actividad fotosintética de las plantas verdes solo ha llegado a ser interpretada y comprendida en tiempos relativamente recientes, puesto que fue en 1804 cuando el suizo De Saussure interpretó con bases químicas el proceso, demostrando que en él se absorbe bióxido de carbono y agua, que se desprende oxígeno, y que resulta un aumento de peso (del azúcar formado). Por otra parte, hace más de un siglo, el fisiólogo vegetal alemán Sachs demostró que la fotosíntesis es esencialmente un proceso de elaboración de alimentos y que su producto característico es el almidón. (Fig. No. 81).

Como materias primas utilizadas en la fotosíntesis son importantes el bióxido de carbono atmosférico que penetra en las hojas a través de sus estomas, el agua absorbida por las raíces y los elementos minerales esenciales también tomados del suelo, que forman la base química necesaria para la vida de las plantas, los elementos biogénicos.

1. **La clorofila:** Es el agente por el cual se efectúa la fotosíntesis, y es una sustancia compleja compuesta de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y magnesio. Consta de dos pigmentos bastante similares pero diferentes, conocidos como clorofila (a) y clorofila (b). La primera es de color verde-azuloso y se encuentra en mayor cantidad que la clorofila (b), que es verde-amarillenta. (Fig. No. 84).

Cosa muy importante es que la clorofila es químicamente muy semejante a la hemoglobina de la sangre, en la cual el hierro ocupa el lugar del magnesio de la clorofila. En casi todas las plantas la clorofila se encuentra en los cloroplastos,

corpúsculos compuestos por diminutos cuerpecitos en forma de disco llamados *grana*, que a su vez están formados por finas laminillas circulares que son las que contienen el pigmento.

Junto con la clorofila se encuentran otros dos pigmentos de color amarillo: el *caroteno* y las *xantofilas*. Estos pigmentos dan la mayor parte de los colores amarillos que encontramos en las plantas, con ellos está muy relacionada la vitamina A, y en la fotosíntesis transfieren la energía que absorben a la clorofila.

La clorofila es sintetizada en los tejidos verdes de la planta, generalmente en presencia de la luz, como lo apreciamos en el color pálido de las hojas de plantas que crecen en la oscuridad, aunque en muchas plantas inferiores la clorofila puede producirse sin luz (coníferas, helechos y musgos).

2. **La energía:** Lo mismo que en toda actividad o movimiento de la materia, en el proceso fotosintético se gasta energía, consumida en la desintegración de las moléculas de agua y del bióxido de carbono, y en la recombinación de sus átomos para formar un nuevo compuesto (alimento).

Sabemos (Introducción a las Ciencias) que la energía activa o *cinética* se presenta en varias formas: calor, electricidad, energía química, luz y energía mecánica; y sabemos también que cualquiera de estas formas de energía puede convertirse en otra o almacenarse como *energía potencial*.

Ahora bien, como la experiencia nos ha enseñado que la fotosíntesis no tiene lugar en la oscuridad, es claro que la forma de energía empleada en este proceso, es la *luz*, en sus longitudes de onda roja y

azul, que son las que absorbe la clorofila. Por esta razón podemos decir que la fotosíntesis es, esencialmente, la *conversión de la energía de la luz del sol en energía química*, que se almacena en compuestos donde queda disponible para los procesos vitales de las plantas, los animales y el hombre.

Hemos dicho antes que no toda la luz solar que incide sobre una hoja es fijada por la fotosíntesis, sino una pequeña parte, variable dentro de amplios límites, según las circunstancias. Así nos lo muestra la siguiente tabla en números redondos:

Energía incidente en forma de luz:	100
Luz fijada por fotosíntesis	1
Luz reflejada o filtrada por la hoja	30
Calor absorbido por transpiración	49
Calor radiado a la atmósfera	20
	100

C. LA RESPIRACION

Hemos aprendido en capítulos anteriores que los azúcares son utilizados en la construcción de sustancias complejas del cuerpo vegetal, pero una parte de ellos sufre continuamente las consecuencias del metabolismo, es decir, se descompone sin cesar, al propio tiempo que se desprende bióxido de carbono y se absorbe oxígeno, frecuentemente a volúmenes iguales.

Este intercambio de gases que tiene su sede en todas las células vivas activamente, es fácil de observar y se conoce desde mucho tiempo con el nombre de RESPIRACION. Como los intercambios de estos dos gases son los mismos en los animales que en los vegetales, se ha dado el mismo nombre a los procesos en los dos reinos. En el caso de las plantas, pue-

de admitirse que el gas carbónico así liberado proviene de la combustión de los azúcares o de otros glúcidos (oxidación de carbohidratos) que estos organismos elaboran con facilidad.

Los productos formados por la respiración vegetal son exclusivamente bióxido de carbono y agua (lo mismo que en animales), que se forman a partir de la oxidación del carbono y del hidrógeno presentes en las moléculas de azúcar. En ello intervienen (como en los últimos pasos de la fotosíntesis) las *enzimas* producidas por el mismo protoplasma vivo, que es el que regula y controla los cambios respiratorios y hasta la velocidad con que se realizan.

Si colocamos una planta en la oscuridad, la fotosíntesis se detiene, pero la respiración continúa, pues la planta sigue emitiendo lentamente gas carbónico, cuya presencia comprobamos mediante el agua de cal filtrada (hidróxido de calcio). (Fig. No. 83).

El más alto índice respiratorio, es decir la mayor intensidad de la respiración de una planta, se alcanza cuando la germinación está tocando a su fin. Los carbohidratos respirables son, normalmente, almidón, sacarosa, glucosa y fructosa; las grasas (lípidos) sólo se usan en casos especiales, como en las semillas en germinación; y las proteínas, en ningún caso, salvo en condiciones de falta de los dos otros tipos de reserva. No obstante, las enzimas que intervienen como catalizadores, son proteínas.

La importancia del oxígeno en la respiración es evidente, si consideramos que en su ausencia se detienen la síntesis, la división celular, la circulación del protoplasma, la respuesta a los estímulos, el transporte de sustancias, la germinación, la absorción de sales, el mantenimiento

de la semipermeabilidad de las membranas y otras actividades, es decir, viene la muerte del organismo.

Si comparamos la fotosíntesis con la respiración vemos que la primera es una reacción biológica inversa al acto respiratorio: aquélla se cumple solo en los cloroplastos (es una reducción), en tanto que la respiración solo se cumple en el

citoplasma (es una oxidación); los dos procesos se cumplen por la acción de enzimas diferentes que actúan sobre sustancias también distintas. Pero los dos fenómenos van asociados, por cuanto en la respiración el NADP (nicotinamín-dinucleótido) pasa a ATP (adenosín-trifosfato), rico en energía que es utilizada en la fotosíntesis para la formación del azúcar.

Cuadro comparativo

Fotosíntesis

Almacena energía y absorbe bióxido de carbono.
Libera oxígeno.
Sucede solo en las plantas verdes.

Sucede solo en células con clorofila.
Fabrica alimentos.
Aumenta el peso.

Respiración

Libera energía y bióxido de carbono.

Absorbe oxígeno.
Sucede en todas las plantas y los animales.
Sucede en todas las células vivientes.
Utiliza alimentos.
Disminuye el peso.

D. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LAS HOJAS

Consideradas económicamente, las hojas son muy importantes como fuentes de alimento, de materiales industriales y en la obtención de muchas drogas.

1. La col, las coquecillas de brucas, el apio, la lechuga, el ruibarbo, las espinacas, las cebollas, etc. son verduras, hortalizas comunes cuyas hojas son total o parcialmente comestibles, pues son alimenticias, especialmente por ser ricas en varias vitaminas. Muchas plantas forrajeras proporcionan alimento a los animales herbívoros.

2. De las hojas provienen muchas fibras importantes en el comercio y en la industria, tales como el cáñamo de Manila, la cabuya de las hojas de Agave, el cáñamo de Nueva Zelanda; éstas son fibras relativamente burdas, utilizadas en la fabrica-

ción de reatas y cordeles, que se derivan de las células del colénquima del tejido mecánico de las hojas.

3. Gran número de drogas, narcóticos, aceites y de ceras se obtienen de las hojas, tales como el tabaco; la cocaína de las hojas de la coca es importante anestésico; las hojas del digital o dedalera dan digitalina, droga muy usada en enfermedades del corazón; otras plantas producen diversas drogas, tales como la belladona, el poleo y el estramonio. Las hojas del arbusto de té de la China y los trópicos orientales sirven para preparar una bebida de uso muy extendido; varias especies de geranio y de la menta son cultivadas comercialmente por el fragante aceite que se destila de sus hojas, y la exudación cerosa de las hojas de palma de carnauba es la fuente de una de nuestras más importantes ceras (palma de cera: *Copernicia cerifera*).

EVALUACION

I. DE COMPOSICION

Lea con atención las frases siguientes y contéstelas explicando su significado, según sus conocimientos:

1. ¿Cómo está formado el cuerpo físico de una planta superior?
2. En términos sencillos explique en qué consiste la transpiración.
3. ¿Cuántas y cuáles zonas se observan en la estructura interna primaria de la raíz?

II. DE SELECCION

Lea con cuidado las frases que siguen y subraye la respuesta o las respuestas verdaderas:

1. En la raíz principal encontramos las siguientes partes externas: a) tubérculo; b) cofia; c) vástago; d) zona de crecimiento; e) periciclo; f) zona pilífera; g) zona cortical; h) cuello.
2. Los principales productos de la fotosíntesis son: a) clorofila; b) azúcares sencillos; c) energía solar; d) glucosa; e) grasas; f) almidón; g) proteínas.
3. La circulación de la savia elaborada se efectúa en el tallo: a) por los estomas; b) por el xilema; c) por el floema; d) por la epidermis; e) por los vasos leñosos; f) por los vasos liberianos.

III. DE COMPLETACION

Lea atentamente las siguientes preguntas y complételas según sus conocimientos:

1. En las plantas superiores la transpiración se efectúa especialmente por
a través de
2. En el corte transversal de una raíz joven el xilema se encuentra en en
forma de Alternando con los haces de
3. Para que se efectúe la fotosíntesis son indispensables
y la ; y como materias primas la planta utiliza
y

IV. DE ASOCIACION

Lea con mucha atención las palabras que siguen e indique su significado:

1. Cambium

2. Respiración
3. Clorofila

V. VERDADERO O FALSO

Lea detenidamente las siguientes cuestiones y escriba una V (verdadero) o una F (falso) delante de cada frase, según sus conocimientos:

1. Una hoja típica comprende las siguientes partes principales :
a) estructura primaria; b) limbo; c) zarcillos; d) pecíolo; e) cilindro externo; f) vaina; g) corcho; h) estípulas.
2. La respiración en las plantas superiores consiste esencialmente en: a) absorber agua y oxígeno; b) en liberar oxígeno y absorber gas carbónico; c) en absorber bióxido de carbono y liberar agua; d) en absorber oxígeno y liberar bióxido de carbono.
3. Son tallos subterráneos modificados los siguientes: a) la yuca; b) el rizoma; c) los cactus; d) los bulbos; e) la arracacha; f) el tubérculo; g) la zanahoria; h) el cormo.

VI. DE RAZONAMIENTO

Con atención lea las frases que siguen y respóndalas según sus conocimientos:

1. El bióxido de carbono es indispensable para la fotosíntesis porque:
2. La respiración es esencial en las plantas superiores porque:
y consiste en
3. El crecimiento longitudinal en la raíz y en el tallo se efectúa en:
porque en esos lugares existen los

VII. DE CUADROS SINOPTICOS

Lea con cuidado los siguientes temas y haga los correspondientes cuadros sinópticos:

1. De la clasificación de los tallos por sus diversos aspectos.
2. De las funciones de la raíz, del tallo y de las hojas.
3. De la estructura secundaria de la raíz.

VIII. DE IDENTIFICACION

Observe detenidamente el siguiente esquema y coloque el nombre de cada parte que indican las letras:

- | | |
|----------|----------|
| a) | d) |
| b) | e) |
| c) | f) |

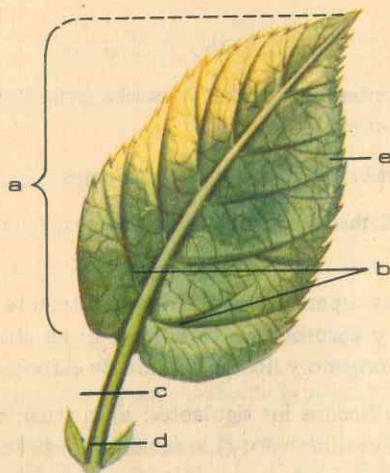


Fig. 85

IX. DE LOCALIZACION

Observe con atención el siguiente esquema y localice en él las partes que indican las letras:

- a) nudos
- b) entrenudos
- c) yema apical
- d) cicatrices foliares

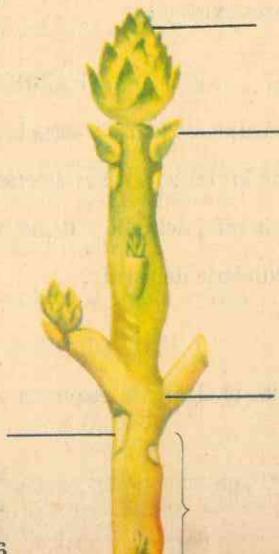


Fig. 86

UNIDAD

CUARTA

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

LA REPRODUCCION EN LAS PLANTAS SUPERIORES

1. **Finalidad:** Origen y disposición de las flores en las plantas.

Material: Plantas maduras con flores.

Procedimiento: En las plantas del germinador, del jardín, del huerto o en las plantas recolectadas para este estudio, examine detenidamente las yemas apicales y laterales que encuentre en ellas y responda:

¿Encuentra yemas floríferas? ¿En qué lugares de la planta están y cómo están distribuidas? ¿En qué aspectos se basa para decir que son yemas floríferas o florales?

En la misma forma examine las flores bien desarrolladas que encuentre en tales plantas: ¿En qué plantas encuentra flores en el ápice del tallo de las ramas? ¿En cuáles encuentra flores desarrolladas

en las axilas de las hojas ordinarias? En este caso, ¿tienen distribución alterna y opuesta? ¿Tienen flores aisladas o están agrupadas en forma de racimos? ¿O espigas?

Investigue: ¿A qué órgano se le da el nombre de *tallo floral*? ¿Qué nombre recibe el tallo floral cuando lleva una sola flor o es el eje de un racimo de flores? En un racimo de flores, ¿cuál es el *pedicelo*?

2. **Finalidad:** Una flor completa y sus partes.

Material: Distintos tipos de flores completas: geranio, durazno, curubo, cafeto, algodón, rosa silvestre, tulipán, azucena.

Procedimiento: Examine, comparativamente, los distintos tipos de flores recolectadas: ¿De cuántas partes diferentes

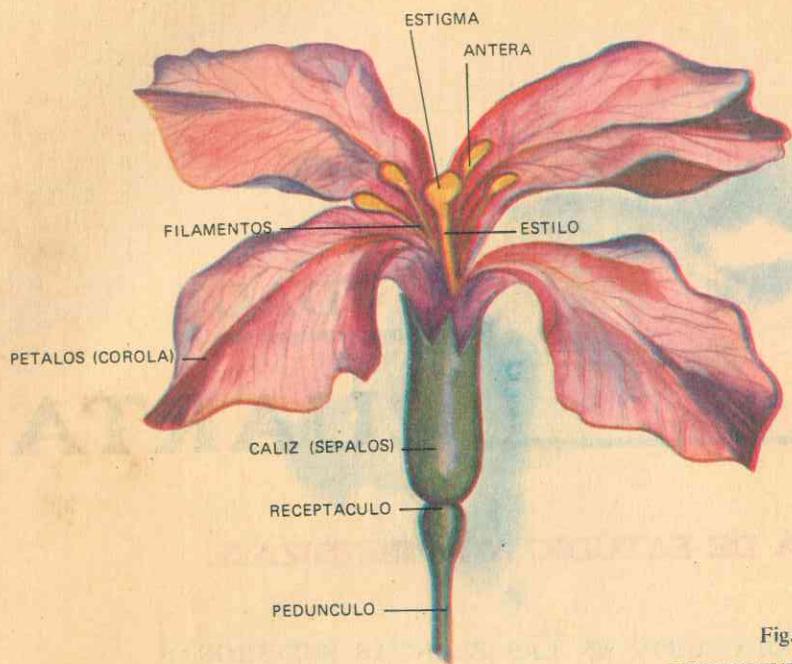


Fig. No. 87
ESTRUCTURAS FLORALES

consta una flor completa? Si cada una de estas partes están dispuestas en forma *verticilada*, ¿cómo se denominan en general estas cuatro partes de una flor? ¿Qué color tiene el primero o más externo de estos verticilos? ¿Qué forma general tiene este primer verticilo floral y, por ello, qué nombre recibe? Siguiendo hacia el interior de la flor encuentra la *corola*, ¿en qué se diferencia del *cáliz*? ¿Los órganos que forman tanto el cáliz como la corola a qué otro órgano vegetal se parecen por su forma general? Las partes que forman el cáliz se llaman *sépalos*, ¿cómo se llaman las que forman la corola?

Investigue: ¿Qué papel desempeñan el cáliz y la corola? ¿Intervendrán directa o indirectamente en la reproducción? Examine uno por uno los *pétalos* de una flor: ¿Encuentra o no en cada uno de

ellos las mismas partes de una hoja típica? Desprenda cuidadosamente los sépalos y los pétalos de una flor completa: ¿Cómo son los órganos o partes que encuentra inmediatamente hacia dentro después de la corola? ¿Estos son los *estambres*? ¿Cuántas partes conforman un estambre? ¿Qué forma o aspecto tiene cada una de estas partes? ¿Cuál de ellas es la *antera* y qué le queda en los dedos al tocarlas? ¿Por qué está formado este polvillo? Examine al microscopio el *polen* y determine la forma y el color de cada grano de polen. El conjunto de los estambres se llama *androceo*. ¿Qué papel desempeña en la reproducción?

Si desprende con mucho cuidado cada uno de los estambres, ¿qué encuentra en el centro de la flor? ¿Qué aspecto tiene y qué partes diferentes constituyen el *pistilo*? ¿Qué otro nombre genérico

tiene el pistilo? ¿El *gineceo* o aparato femenino de la flor cuántos pistilos tiene en cada uno de los tipos de flores examinadas? ¿La parte inferior y más desarrollada es el *ovario*. ¿Cómo se llaman las otras dos partes de un pistilo? (Fig. No. 88).

Después de haber quitado todos los verticilos de una flor completa, ¿qué órgano le queda en las manos? Si en esta parte de la flor se insertan todos los verticilos florales o los recibe, ¿cuál es el nombre?

¿Androceo y gineceo intervienen o no directa o indirectamente en la reproducción sexual de las plantas?

3. **Finalidad:** Hay flores incompletas.

Material: Flores bien desarrolladas

de papayo, calabaza, maíz, trigo, begonia, plátano, etc.

Procedimiento: Proceda, siguiendo las pautas trazadas en el experimento anterior, en forma comparativa con una flor completa: ¿Tienen o no todos los verticilos de una flor completa? En caso negativo, ¿cuáles verticilos faltan en cada tipo de las flores examinadas? Si faltan uno o varios de los verticilos estudiados en una flor completa, ¿qué nombre se les debe dar en general a estas flores? Si en una de estas flores falta el androceo o el gineceo, ¿qué nombre recibe en relación con el sexo? ¿Cuáles de las flores examinadas son *unisexuales* masculinas y cuáles *unisexuales* femeninas? ¿Por qué razón?

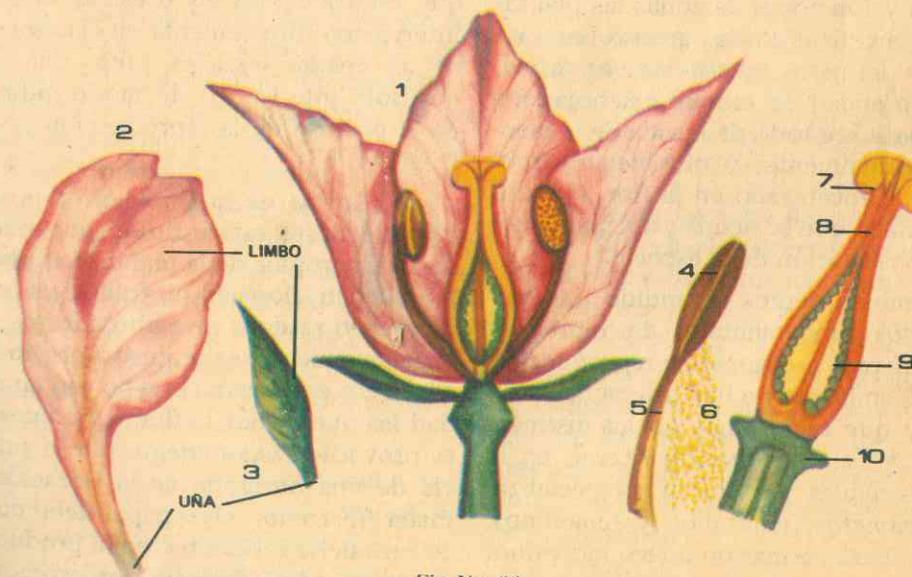


Fig. No. 88
ORGANOS FLORALES

1- Diagrama longitudinal que muestra las diferentes partes de una flor completa. 2- Pétalo. 3- Sépalo. Un estambre con: 4- antera con dos sacos polínicos; 5- el filamento y 6- granos de polen liberados. El pistilo que comprende: 7- estigma; 8- estilo; 9- ovario con sus óvulos; 10- receptáculo.

XIV. COMO SE REPRODUCEN LAS PLANTAS SUPERIORES

A. GENERALIDADES.

Hasta aquí hemos estudiado el cuerpo vegetal como un organismo individual, como un individuo, en el que raíces, tallos y hojas se desarrollan normalmente y funcionan para asegurar la existencia próspera de la planta. Pero la planta como individuo desaparece, en tanto que la especie sobrevive y se conserva a través de una sucesión constante de individuos que transmiten la vida de una generación a la siguiente. Esto último se cumple mediante la *reproducción*, proceso por el cual la planta, de una manera u otra, produce un grupo de nuevas plantas semejantes a ella. Por estas razones los órganos y funciones de todas las plantas pueden dividirse en dos grupos bastante claros y definidos: el *sistema vegetativo*, centrado en la raíz, el tallo y la hoja, que se ocupa sobre todo de la vida de la planta individualmente; y el *sistema reproductivo*, concentrado en la flor, el fruto y la semilla, que se ocupa principalmente de la conservación de la especie.

También hemos aprendido que hay dos tipos fundamentales de reproducción, diferentes entre sí: la *reproducción asexual*, en la que no hay intervención de sexos y que conocemos en sus distintas formas, y la *reproducción sexual*, en la que dos células reproductivas especializadas o *gametos* (masculino y femenino), se unen para formar un nuevo individuo.

Más común entre las plantas superiores y el más importante método de reproducción es el sexual, cuyo éxito está en el funcionamiento de una gran variedad de estructuras reproductivas en todo el reino vegetal, que entre las plantas superiores conocemos como *la flor, el fruto y la semilla*.

Entre las ventajas de la reproducción sexual se encuentran: aumento de vigor en la progenie y la gran variedad que resulta de la mezcla y recombinación de caracteres por el *cruzamiento* entre dos tipos genéticamente diferentes, dando por resultado la producción de tipos nuevos y superiores. Como descubridor de la sexualidad en las plantas se ha considerado al alemán Koelreuter.

B. LA FLOR, APARATO REPRODUCTIVO

En las plantas superiores de semillas hay un aparato reproductivo complejo que conocemos con el nombre de *FLOR*, que consta de partes o estructuras que intervienen directamente en el desarrollo de las células sexuales, junto con otras que sólo intervienen de modo indirecto en el proceso de la reproducción sexual. (Fig. No. 88).

El inicio de la floración o producción de flores está influido por muchos factores propios de la planta. Las plantas no pueden florecer ni fructificar si no contienen reservas de carbohidratos, y su almacenamiento es requisito previo para ello. Pero estas sustancias no son en realidad las que inician la floración, pues ésta es provocada seguramente por la presencia de una hormona de la floración llamada *florigeno*, cuyo papel debe consistir en iniciar un cambio en la producción de promordios foliares por promordios florales. El comienzo de la floración y probablemente, la producción de la hormona están influidos por la luz.

1. Origen y distribución.

La flor se origina y desarrolla generalmente, como las ramas, de una yema,

la yema floral, y crece en la axila de una hoja pequeña llamada *bráctea*, aunque algunas flores crecen en las axilas de las hojas del follaje ordinario. El eje que sostiene la flor en posición favorable para la polinización es el tallo floral; cuando éste lleva una sola flor o es el eje principal de un racimo de flores, se llama *pedúnculo*; en los racimos florales los tallos de cada flor reciben el nombre de *pedicelos*. Algunas flores son terminales en el tallo del cuerpo vegetal.

C. MORFOLOGIA Y PARTES DE LA FLOR. (Figs. Nos. 87 y 88).

Una flor típica completa consta de cuatro partes fundamentales o *verticilos florales*, que son:

a. *El cáliz*, primer verticilo de la flor, el más externo, formado por los *sépalos*, generalmente verdes y con apariencia de hojas; pueden ser algo coriáceos y funcionan como protección de los verticilos internos y de la yema floral. En algunas flores son semejantes a los pétalos (sépalos petaloides). Los sépalos se encuentran por lo común en el mismo número que los pétalos y, al igual que ellos, pueden estar fusionados entre sí formando un *cáliz gamosépalo*, en oposición al *cáliz polisépalo* o *dialisépalo*, cuando son independientes uno de otro. (Fig. No. 89).

b. *La corola*, verticilo situado dentro del cáliz y formado por órganos anchos y aplanados, los *pétalos*, que generalmente alternan con los sépalos en cuanto a su inserción; son delicados y por lo común de colores vivos. La función principal de la corola es atraer a los insectos, que son útiles para efectuar la polinización, atracción que se logra ya sea por los colores y olores atractivos que guían al insecto a la flor, o bien por

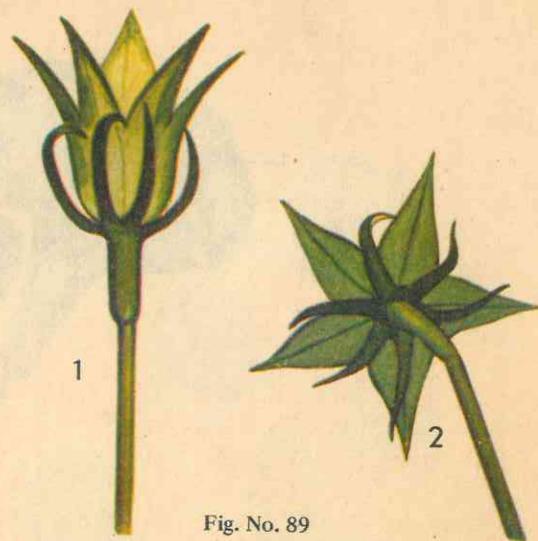


Fig. No. 89
EL CALIZ

1- Gamosépalo
2- Polisépalo o dialisépalo

la secreción de una sustancia dulce, llamada *néctar*, en las glándulas o *nectario*, situado cerca de la corola o en los extremos de unas especies de espuelas que tienen algunas flores.

Algunos insectos buscan también el polen. Los colores rojos y azules se deben a varias clases de pigmentos de antocianina; los colores naranja y amarillo son principalmente carotenoides. La blancura de los pétalos es el resultado de la reflexión de la luz por muchos espacios de aire de los tejidos. Algunas veces hay brácteas semejantes a los pétalos que toman el lugar de éstos, como en las flores del cornejo.

El cáliz y la corola juntos forman el *perianto* o envoltura protectora y atractiva de la flor; en algunas flores, como en las gramíneas, las partes del perianto son duras, secas y pajosas. Una flor que carece de cáliz es *asépala*; si es la corola la que falta, se llama flor *apétala*; en ambos casos, la flor es *monoaperiantada*, pero si

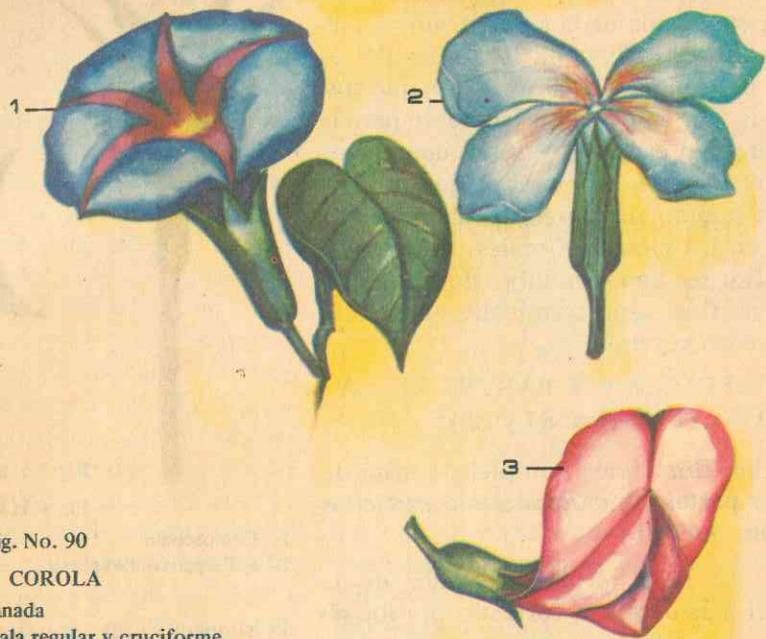


Fig. No. 90

LA COROLA

- 1- Gamopétala acampanada
- 2- Polipétala o dialipétala regular y cruciforme.
- 3- Irregular-amariposada.

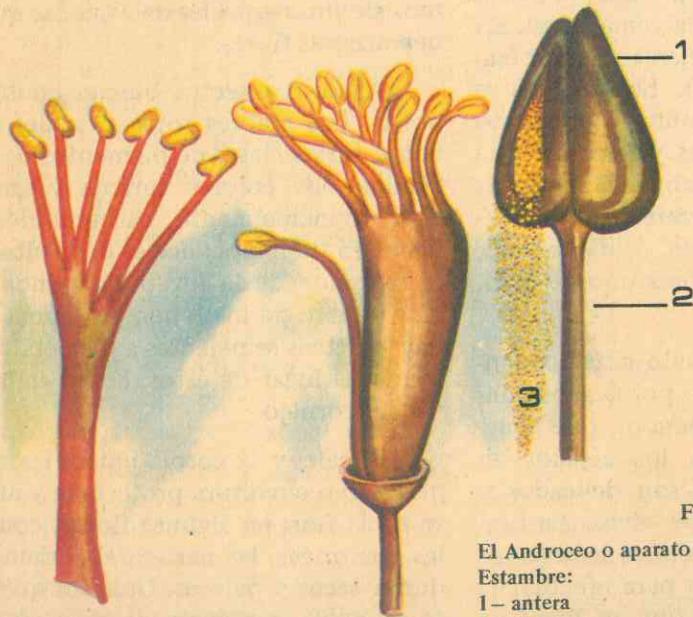


Fig. No. 91

El Androceo o aparato masculino de la flor.
Estambre:
1- antera
2- filamento
3- Polen.

faltan los dos verticilos se llama *aperian-tada*.

En ciertos órdenes los pétalos de la corola están unidos entre sí para formar una corola *gamopétala*, en oposición a la *corola polipétala* o *dialipétala*, cuando son independientes. (Fig. No. 90).

Cáliz y corola varían mucho en cuanto a la forma: En los grupos inferiores, tales como las rosas, todas las partes del mismo verticilo son iguales o muy semejantes y la flor adopta forma de estrella: la flor es entonces regular (Fig. No. 90); pero en la mayoría de los grupos superiores, algunos sépalos y pétalos son diferentes del resto, o el cáliz y la corola no son simétricos, dando por resultado una flor *irregular*, como las orquídeas y las leguminosas. Tales flores están adaptadas para la polinización por insectos.

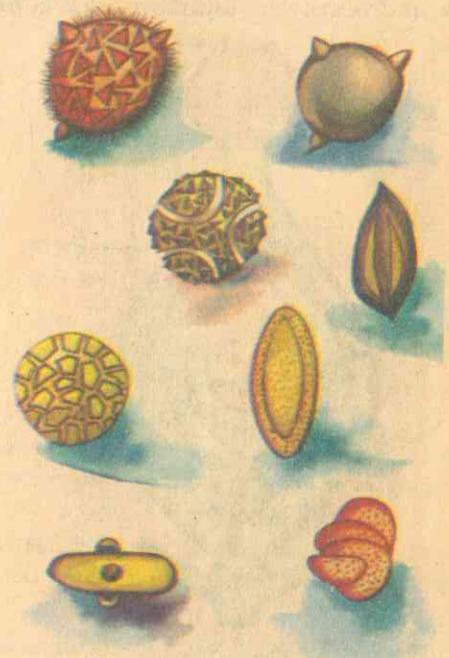


Fig. No. 92

Diversas formas de los granos de polen.

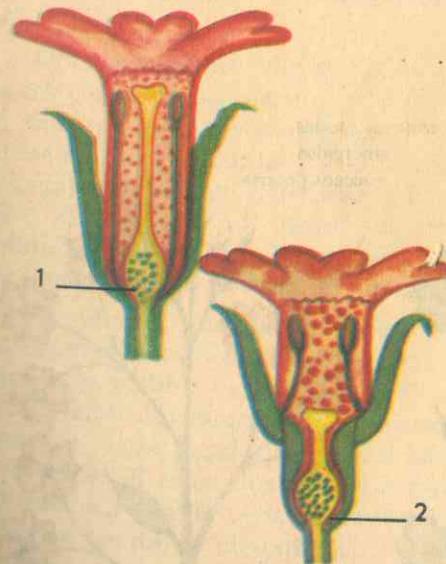


Fig. No. 92-A

El ovario según su posición.
1- Ovario súpero
2- Ovario ínfero

c. Los estambres constituyen el aparato sexual masculino de la flor que se llama *androceo*. Un estambre consta de

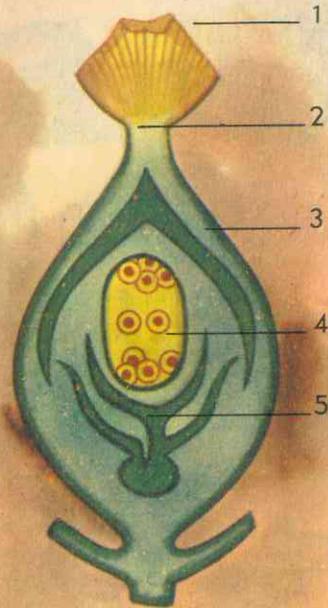


Fig. No. 93

Estructura del ovario -corte longitudinal- que muestra la estructura del óvulo. El pistilo está maduro.

1- Estigma. 2- Estilo. 3- Tegumentos 4- Saco embrionario con: antípodas sinérgidas núcleos polares. 5- Micrópilo

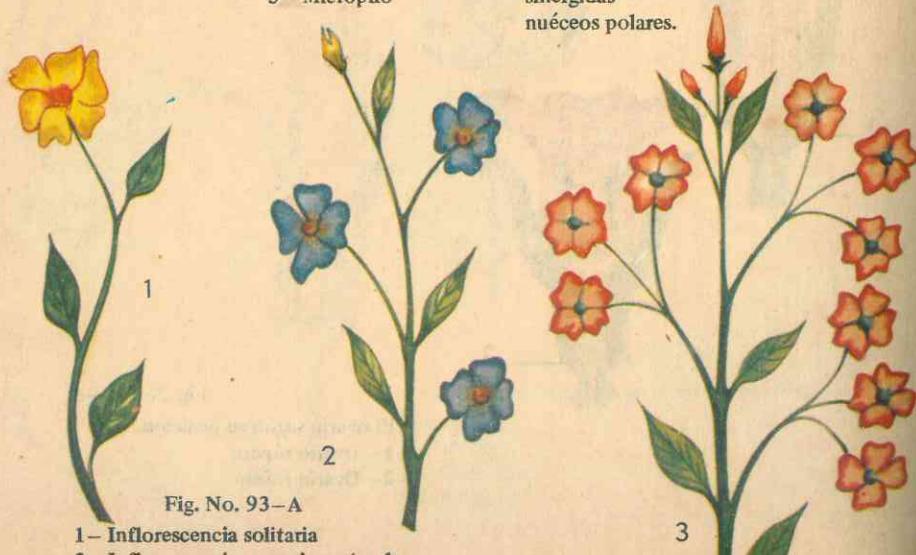


Fig. No. 93-A

1 - Inflorescencia solitaria

un órgano terminal, la *antera*, sujeta por un talluelo o *filamento*, en la mayor parte de las especies. Cada antera contiene generalmente dos *sacos polínicos*, que inicialmente contienen gran número de células (las células madres del polen), cada una de las cuales se divide para dar lugar a la formación de cuatro *granos de polen*, que se desprenden cuando están maduros y salen por la abertura del saco polínico (Fig. No. 91).

Dentro de cada grano de polen hay dos *gametos masculinos* y el *núcleo del tubo polínico*, que más tarde estudiaremos. Los granos de polen varían mucho en tamaño y en forma (Fig. No. 92); tienen algunas prolongaciones en forma de globo; muchos tienen poros por donde crecerá más tarde el tubo polínico; algunos están cubiertos por espinas que les ayudan a adherirse al estigma de la flor.

d. Los *pistilos* forman el llamado aparato sexual femenino de la flor, y pueden ser uno o varios en cada una de ellas. Cada pistilo consta de tres partes: el *ovario*, o cámara inferior donde se desarrollan los *óvulos*, o semillas potenciales; está formada por una o varias unidades de pistilo que reciben el nombre de *carpelos*. El ovario se prolonga hacia arriba generalmente con un talluelo llamado *estilo*, en forma de tubo de longitud variable; en el extremo opuesto y libre del estilo se encuentra el *estigma*, órgano esponjoso, rugoso o modificado en una u otra forma a fin de atrapar y sujetar los granos del polen. (Figs. Nos. 92A y 93).

Cuando el pistilo consta de un solo carpelo, como en la vaina del fríjol, se llama *simple*; es *compuesto* si un solo pistilo es la fusión más o menos completa de dos o más carpelos, lo que queda indicado por la presencia de más de una cámara en el ovario, de un estilo o estigma.

Algunas veces no sólo se hallan unidas las partes de un mismo verticilo floral, sino que dos de éstos pueden estar unidos el uno al otro: las partes unidas a los pétalos se llaman *epipétalos*; a los sépalos, *episépalos*; y al ovario, *epigíneas*. Cualquier cosa unida al receptáculo y, por tanto abajo del ovario, es *hipogínea*.

Por último, una flor con los cuatro verticilos es *completa*; la que tiene estambres y pistilos es una *flor perfecta*; pero si faltan los estambres, es *unisexual femenina*, o *unisexual masculina* si faltan los pistilos. Si estos dos tipos de flores son distintas una de otra, pero crecen en la misma planta, se dice que la planta es *monoica* (maíz, calabaza); si los dos sexos crecen en plantas separadas, la especie es *dioica* (sauce).

Muchas flores, especialmente entre

las plantas polinizadas por el viento, son muy pequeñas. Estas flores son típicas de la familia de las Gramíneas, las cuales se hallan en pequeños grupos o *espiguillas*, agrupadas a su vez en conjuntos más grandes; las partes florales son muy modificadas, secas y pajosas.

3. Inflorescencias.

Se da el nombre de *inflorescencia* a la manera como se acomodan las flores en la planta.

Son *flores solitarias* las que emergen de la tierra individualmente o en las yemas de las axilas de las hojas; pero las hojas pueden estar reducidas a pequeñas brácteas y las flores estar agrupadas en conjuntos o grupos, que varían en la forma y acomodo: son estos grupos los que constituyen una *inflorescencia*, la que puede ser *determinada* o *indeterminada*.

a. Una *inflorescencia* es *determinada* cuando las primeras flores en abrirse se hallan en el ápice o en la parte media de la *inflorescencia*, limitando así el crecimiento del tallo floral, y las flores posteriores están progresivamente más abajo o más afuera. También recibe el nombre de *cima*. (Fig. No. 93 A).

b. La *inflorescencia indeterminada* comprende todas aquellas *inflorescencias* en las que las primeras flores que se abren están en la base o en el exterior de la misma, siguiendo hacia arriba o hacia el interior otras más jóvenes cada vez. Y abarca los siguientes grupos:

1o. El *racimo*, *inflorescencia* con un eje delgado, con flores individuales sujetas a pedicelos de igual longitud, que forman un grupo alargado y suelto, como en el jacinto y muchas otras plantas más. (Figs. No. 93 A., 2 y 3).

2o. La *espiga*, semejante al *racimo*, pero las flores individuales carecen de pedice-

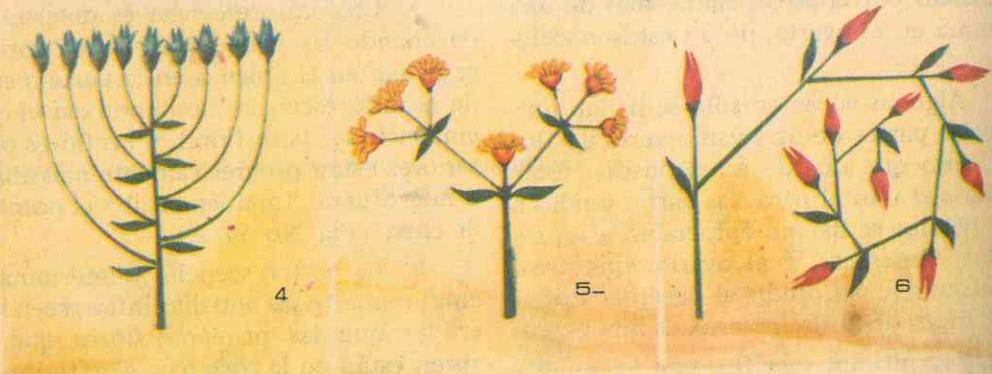
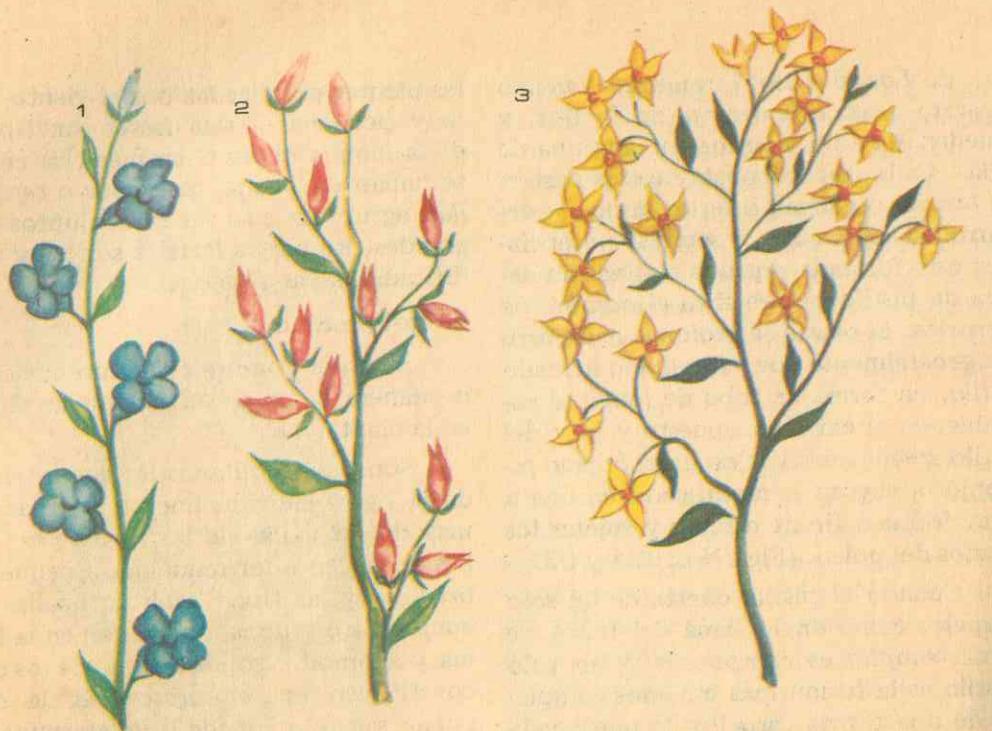


Fig. No. 94
 1- Inflorescencia en espiga simple
 2- Inflorescencia en espiga compuesta
 3- Inflorescencia en espiga recompuesta (panícula)
 4- Inflorescencia en corimbo
 5- Inflorescencia en cima
 6- Inflorescencia escorpioide
 7- Inflorescencia en cabeza

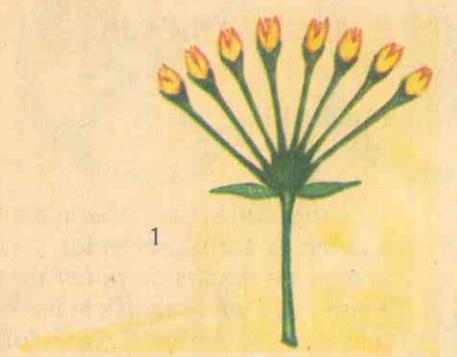


Fig. No. 95
 1- Inflorescencia en umbela
 2- Inflorescencia en umbela compuesta

lo y nacen directamente del eje, como el llantén. (Fig. No. 94, 1 - 2 - 3).

3o. El amento, inflorescencia semejante a la espiga y en forma de cono de flores secas y pajasas, que se desprenden totalmente del tallo, como el sauce.

4o. El corimbo, inflorescencia de ápice plano, con eje principal alargado y pedicelos individuales de longitud desigual, como el zarapico. (Fig. No. 94, 4).

5o. La cabeza, grupo de eje corto y flores individuales sésiles, como el trébol

rojo.

6o. La umbela, grupo o inflorescencia de eje corto, cuyas flores individuales tienen pedicelos de la misma longitud aproximadamente; o bien, cada rama primaria del grupo, que es asimismo una umbela, porta una umbela, de manera que todo el grupo es una *umbela compuesta*, como en la zanahoria silvestre. (Fig. No. 95).

7o. La panícula, que es un racimo compuesto, y es característica de las gramíneas. (Fig. No. 94, 3)

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

ESTRUCTURAS FLORALES

1. **Finalidad:** Las estructuras florales son hojas más o menos modificadas: *Cáliz y Corola*. (Figs. Nos. 89 y 90).

Material: Flores completas hermafroditas, lupa y microscopio.

Procedimiento: Haga cortes transversales de pétalos y sépalos, tal como lo ha practicado con la hoja. Observe al microscopio y responda: ¿Encuentra o no tejidos similares a los de la estructura interna de la hoja? Describa los principales. ¿Qué pigmento encuentra en los tejidos de los sépalos? ¿Cuáles en los pétalos? ¿Tienen o no *estomas*? ¿Aprecia venas? ¿Cuál será su función?

2. **Finalidad:** Las anteras, productoras de polen. (Fig. No. 91).

Material: Flores con androceo bien desarrollado.

Procedimiento: Examine con la lupa la forma, el color y el aspecto externo de una antera. ¿Cuántas cavidades contiene? ¿Aprecia aberturas, surcos, poros? ¿Cuál será su función? Haga cortes transversales en una antera madura y observe al microscopio: ¿Encuentra tejido epidérmico? ¿Cuántos *sacos polínicos* tiene la antera? ¿Cuántas celdas contiene cada saco polínico y qué contienen estas celdas? ¿Por qué está formado el polen?

3. **Finalidad:** Un grano de polen porta gametos masculinos.

Material: El utilizado anteriormente. (Figs. Nos. 98, 102 y 103).

Procedimiento: Mediante la lupa examine la forma, el color y el aspecto externo de granos de *polen* de flores diferentes: ¿Tiene superficie lisa o con formaciones diferentes? ¿Qué formas predominan entre los granos examinados? ¿Cuál es el color más generalizado entre el material observado? ¿Se trata o no de una célula? ¿Cuántas envolturas tiene cada uno? ¿Cuál de ellas es la *exina*? ¿Cómo se llama la más interna? ¿Cuántos núcleos contiene?

Coloque en agua varios granos de polen y al cabo de algunas horas observe: ¿Aprecia algo especial en cada uno de ellos? Esa prolongación externa es el *tubo polínico*.

4. **Finalidad:** El ovario productor de óvulos.

Material: Flores completas con ovario bien desarrollado.

Procedimiento: Haga cortes transversales del ovario y observe con la lupa o con el microscopio: ¿Cuántas cavidades lo forman? ¿Cómo se llama cada una de ellas? ¿Qué contienen los *carpelos*? ¿Cómo están dispuestos los óvulos? ¿Cómo están unidos a las paredes del ovario en los ángulos formados por los tabiques o en el centro del ovario? Esas salientes o cordoncitos forman la *placenta*. ¿La placentación es parietal, axilar o central?

Investigue: En la estructura de un

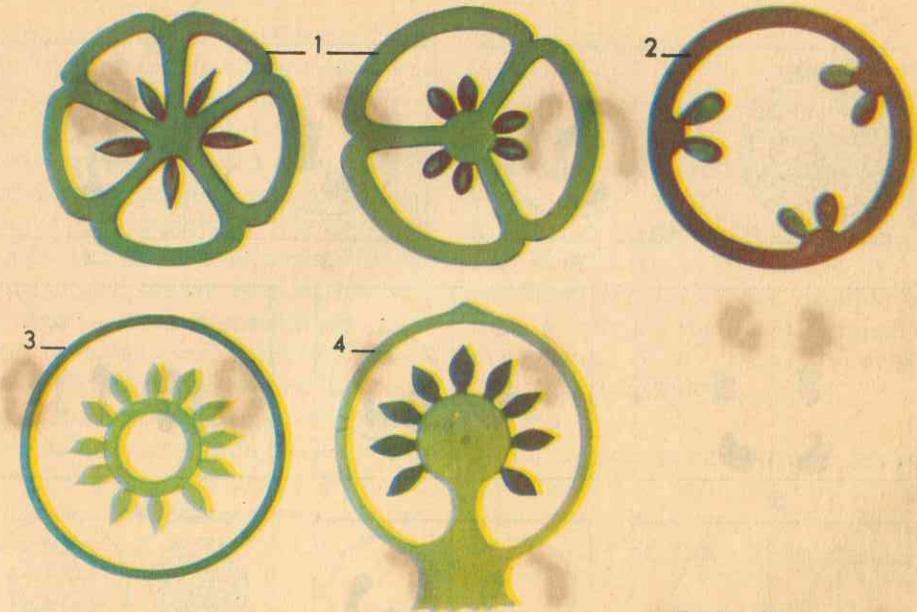


Fig. No. 97

Diversos tipos de placentación.

- 1- Axilar
- 2- Parietal
- 3- Central
- 4- Central libre

óvulo, ¿qué es la *nuececilla*? ¿Por cuántas cubiertas está envuelta? La más externa es la *primina*. ¿Cuál es la *secundina*? ¿En qué consiste el *funículo*? ¿Qué es el *micrópilo*? ¿En qué consiste el *saco embrionario*? ¿Qué son las *antípodas* y qué son las *sinérgidas*? ¿Qué son los *núcleos polares*? (Fig. No. 93).

5. **Finalidad:** Relaciones entre las partes de una flor.

Procedimiento: Con base en las Figs. Nos. 103 y 103A, explique qué representa un *diagrama floral*. ¿Cuántas clases de diagramas florales se conocen? ¿Qué nos enseña un diagrama transversal? ¿Qué nos indica un diagrama longitudinal? ¿Cuál es la utilidad del conocimiento de los diagramas florales?

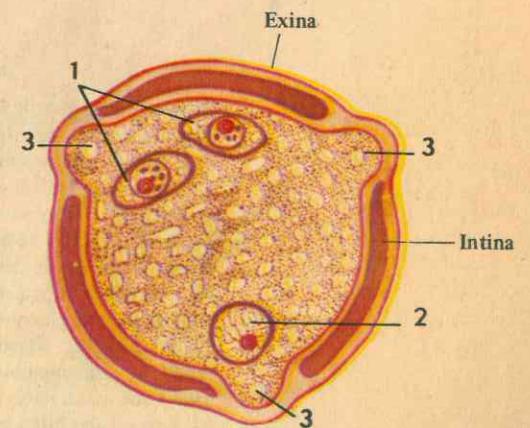


Fig. No. 98

Sección transversal de un grano maduro de polen:

- 1- Dos núcleos masculinos
- 2- Núcleo del tubo
- 3- Tres poros

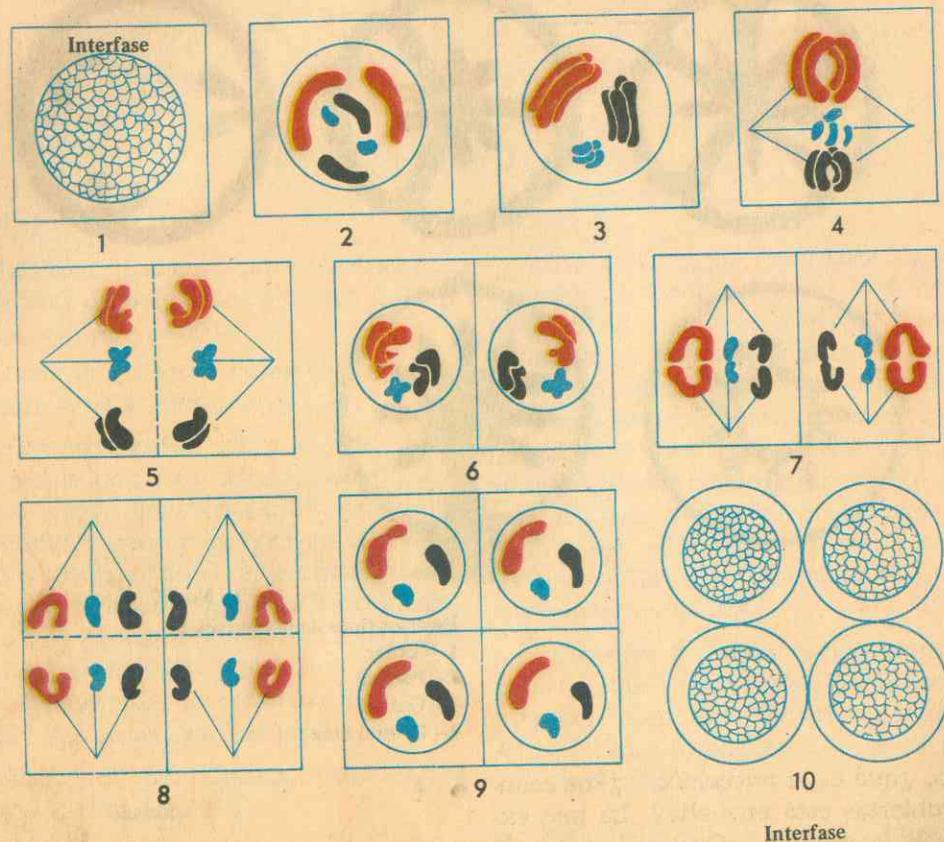


Fig. No. 99

División reductora de la célula madre del polen que da origen a cuatro granos de polen. esquema.

- 1- Célula madre en reposo. (Interfase)
- 2- Profase de la primera división, que muestra 3 pares distintos de cromosomas (homólogos).
- 3- Apareamiento de los cromosomas y división longitudinal de cada uno de ellos.
- 4- Metafase de la primera división, con las tétradas colocadas en el plano ecuatorial.
- 5- Anafase, las tétradas se van separando en 2 pares (cada par corresponde a uno de los cromosomas originales) que pasan hacia los polos.
- 6- Dos células hijas, cada una con el número reducido de cromosomas (dividido longitudinalmente).
- 7- Metafase de la segunda división.
- 8- Anafase de la segunda división.
- 9- Cuatro células con el número reducido de cromosomas.
- 10- Cuatro microsporas o granos de polen. (Interfase).

XV. ESTRUCTURA DE LOS ORGANOS SEXUALES DE LA FLOR

A. EL POLEN

Conociendo ya la morfología de los órganos que integran una flor típica completa, así como su composición y número de partes que integran cada uno de sus verticilos, sólo nos resta estudiar la estructura interna que, en términos generales, es muy semejante a la que estudiamos en capítulos anteriores al hablar sobre las hojas, puesto que en los diferentes órganos florales encontramos gran analogía tanto externa como interna con las hojas típicas, aunque más o menos profundamente modificadas. Por esta razón, apenas nos detendremos en el conocimiento del *grano de polen* y del *óvulo*, así como en los órganos que los producen.

Al examinar el corte transversal de un grano de polen encontramos las siguientes partes fundamentales:

1. Una cubierta exterior formada por dos envolturas: una externa de mayor consistencia, con surcos, papilas, salientes o verrugas y los poros germinales, llamada *exina*. Y la envoltura interna o *intina*, más delgada y más débil.
2. El núcleo germinativo o generatriz, que más tarde dará origen a los dos núcleos masculinos por división; está rodeado de una fina capa de citoplasma, e in-

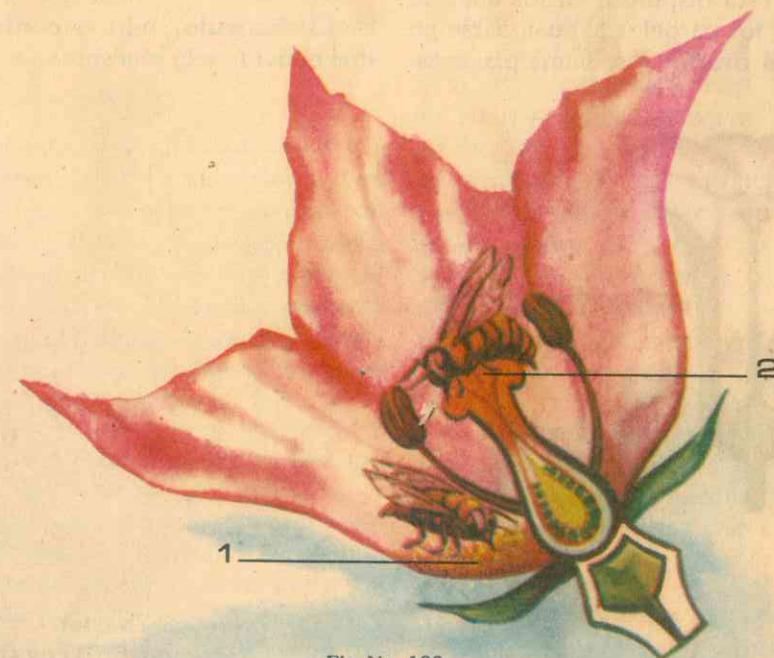


Fig. No. 100

LA POLINIZACION

Un ejemplo de autopolinización o autogamia efectuada por los insectos (transferencia del polen al estigma de la misma flor)

- 1- El insecto recoge polen liberado por la antera.
- 2- El insecto transfiere el polen al estigma de la flor visitada en busca del néctar.

cluido en la célula mayor, que es la que llena el grano de polen.

3. El núcleo del tubo polínico.
4. Y los poros. (Figs. Nos. 98 y 102).

B. EL OVULO.

Un óvulo es un cuerpecito generalmente de forma ovoide, situado dentro del ovario, unido a éste por medio de la placenta. Su disposición dentro del ovario varía con las especies, y se denomina placentación. La placentación puede ser parietal, cuando los óvulos están adheridos por medio de la placenta a las paredes internas de los carpelos; es axilar, si la placenta está dispuesta en los ángulos que forman los carpelos al fusionarse en el centro del ovario; y se llama placentación

central, cuando la placenta rodea la columnita central del ovario; y por fin, es central libre cuando dicha columnita no alcanza a llegar al ápice del ovario. (Fig. No. 97).

En un corte longitudinal de un óvulo maduro encontramos las siguientes partes: (Fig. No. 93).

1. La nuececilla o nucelo, rodeada por dos tegumentos;
2. Los tegumentos: primina y secundina.
3. El micrópilo, abertura de los tegumentos en el extremo del óvulo.
4. El saco embrionario con un grupo de células entre las cuales se encuentra el gameto femenino.
5. El funículo, hilo o cordoncito que une el óvulo a la placenta.

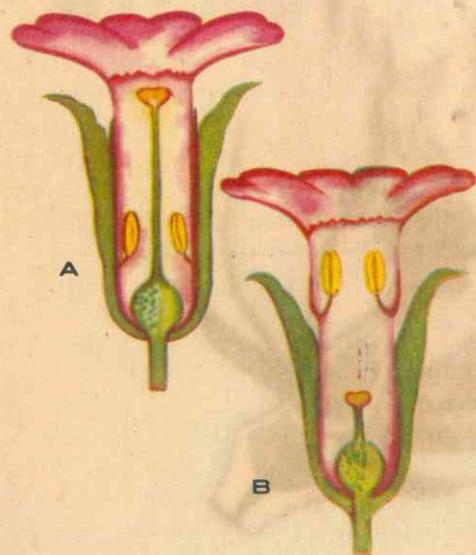


Fig. No. 101

DIMORFISMO FLORAL

A- Flor con estilo largo y estambres insertos abajo del tubo de la corola.
B- Flor con estilo corto y estambres insertos en la garganta de la corola, que facilitan la polinización cruzada.

(corte longitudinal)

XVI. LA REPRODUCCION SEXUAL Y LA FORMACION DE SEMILLAS

Para que ocurra la perpetuación de las especies vegetales superiores, la flor y cada uno de sus verticilos han de llevar a efecto ciertas actividades o funciones, tendientes a la formación de las semillas, de las cuales tomarán origen las nuevas plantas, productos de la reproducción sexual. Como funciones fundamentales de la flor para llenar tal finalidad, debemos estudiar las siguientes:

A. LA POLINIZACION

La polinización es el primer paso para lograr la reproducción sexual en las plantas superiores, y consiste en el transporte del polen desde las anteras al estigma. (Fig. No. 100).

Casi al mismo tiempo que se abre la flor, lo hacen también las anteras para liberar los granos de polen, fenómeno que se llama dehiscencia de las anteras. La dehiscencia de las anteras puede ser longitudinal, valvar o poricida, según se abran dichos órganos, por una abertura a lo largo de la antera, mediante valvas laterales o por medio de poros.

En ciertos casos el estigma está tan cercano a las anteras que el polen es transportado *directamente*, lo que sucede antes de que la flor se abra. Pero en la mayor parte de las flores, la polinización es efectuada por algún agente externo, y el polen de una planta es llevado con frecuencia a las flores de otra, es decir, la polinización es *indirecta o cruzada*. Y los dos agentes polinizadores más importantes son el viento y los insectos: polinización *anemófila* y polinización *entomófila*.

1. Las flores polinizadas por el viento tienen una exposición especial en la planta, generalmente son pequeñas, disponen de un perianto mal desarrollado, de polen abundante, seco y liviano, de estigmas plumosos y son unisexuales. El polen puede ser llevado por el viento a varios cientos de kilómetros.

2. Las flores polinizadas por los insectos son típicas o poseen aroma notable. Se caracterizan por una corola bien desarrollada, granos de polen que tienden a pegarse en masas, estigmas muy pegajosos y, en muchos casos, por la presencia de nectarios, que producen miel. El insecto es atraído hacia la flor por el color o por el olor; el polen se adhiere fácilmente a su cuerpo veloso, y así es transportado de flor en flor, entrando con frecuencia en contacto con un estigma, a cuya superficie pegajosa es transferido. Los insectos, como las abejas y sus parientes, son los más importantes en la polinización, aunque algunas mariposas (diurnas y nocturnas) son igualmente eficaces para ello. (fig. No. 100).

3. También los pájaros, como los colibríes, polinizan ciertos tipos de flores, como lo hacen eventualmente otros animales, que visitan las flores en busca de pequeños insectos.

4. Unas pocas flores son polinizadas por el agua, como la Vallisneria (hierba acuática), que crecen sumergidas. Las flores pistiladas flotan en la superficie del agua en tallos largos; las estaminadas se desprenden, ascienden y flotan, entrando en contacto con las primeras, y así las polinizan.

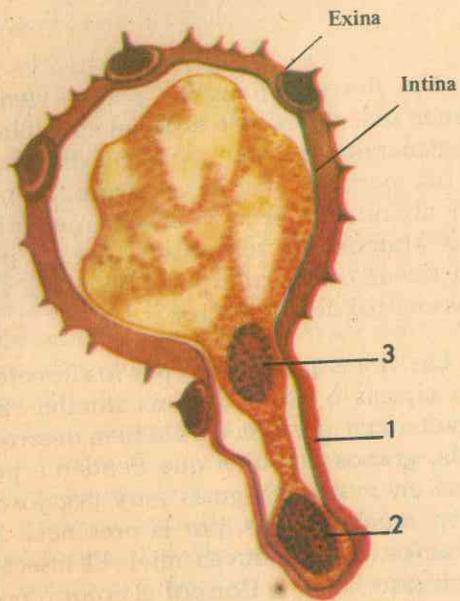


Fig. No. 102

GERMINACION DEL GRANO DE POLEN
El grano de polen ha reventado, el tubo polínico (1) empieza a descender a través del estilo. Cerca al extremo del tubo está (2) el núcleo respectivo. Más atrás (3) está la célula generativa, que dará origen a las dos células masculinas.

Fig. No. 103

LA FECUNDACION

Las anteras han liberado el polen y ha tenido lugar la polinización: dos granos de polen han germinado y el tubo polínico de uno de ellos ha penetrado en el estilo, entrado al ovario, pasado a través del micrópilo del óvulo y descargado su contenido (los dos gametos masculinos) en el saco embrionario. Uno de los gametos se une con el huevo y el otro con los núcleos polares.

Diagrama longitudinal de la flor:

- 1- Grano de polen germinado.
- 2- Tubo polínico
- 3- Gametos masculinos
- 4- Saco embrionario
- 5- Micrópilo del óvulo.

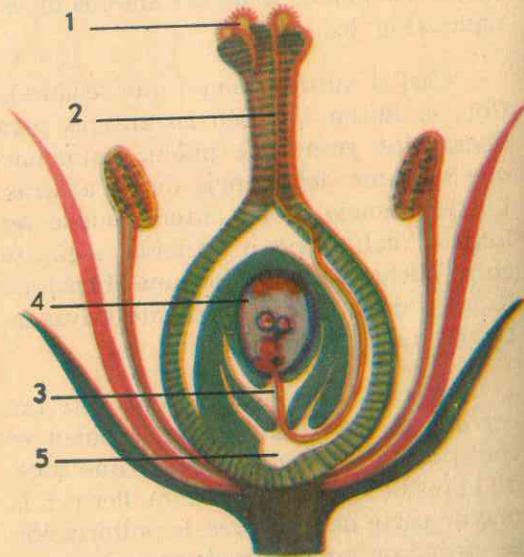


Fig. No. 103 A

DIAGRAMAS FLORALES



Hay multitud de casos en que la autopolinización se hace difícil o imposible y se facilita la polinización cruzada: anteras y estigmas maduran en tiempos diferentes; el polen de otra planta tiene mayor capacidad para la fecundación que el polen de la propia planta; la planta puede ser autoestéril, es decir, que su propio polen es incapaz de fecundar sus óvulos; y el caso del dimorfismo floral, (Fig. No. 101) es decir dos tipos de flores de la misma planta, de suerte que los puntos donde la antera y el estigma tocan el cuerpo del insecto son invertidos, lo que da por resultado que el polen de una tenga mayores probabilidades de alcanzar el estigma de la otra. Quizá los mecanismos más notables los presentan las flores de las orquídeas para la polinización cruzada.

En muchos casos se ha comprobado que las generaciones que se obtienen de un cruzamiento o unión de células sexuales provenientes de dos progenitores diferentes, son superiores en vigor a aquellos cuyos gametos provienen de la misma planta. Por esta razón existe la *polinización artificial*, o transferencia del polen por el hombre, como lo hacen los árabes para hacer fructificar con abundancia las datileras, sacudiendo las flores estaminadas sobre las pistiladas.

B. LA FECUNDACION

Se conoce como fecundación la unión de los dos gametos *masculino* y *femenino*, facilitada por la polinización.

El grano de polen es una sola célula, pero no es el gameto masculino y, para que se efectúe la fecundación, debe estar maduro y haber iniciado su germinación.

En el momento de la polinización, aproximadamente, el núcleo del grano de polen se divide en dos, uno de los cuales, el núcleo del tubo polínico, queda libre. (Fig. No. 102). El otro se rodea de citoplasma para formar la *célula generativa*.

Poco después de que el polen ha alcanzado al estigma, germina al contacto merced al líquido que encuentra en aquél: se revienta la pared del grano de polen en un punto llamado *poro germinal* y se extiende hacia afuera para formar el *tubo polínico*, en cuyo extremo se mueve su núcleo, seguido de la célula generativa. El tubo polínico crece hacia abajo a través de los tejidos del estilo (que puede ser total o parcialmente hueco), llevando el contenido del grano de polen hasta el centro del ovario y en éste hasta la boca del óvulo.

Mientras tanto, la célula generativa se divide en dos núcleos masculinos o *espermatozoides*, que son los verdaderos gametos masculinos. (Fig. No. 98).

En este momento el óvulo se ha preparado para la fecundación. Toda la parte central del óvulo está ocupada por el *saco embrionario*, cavidad llena de savia, con tres células en cada extremo y dos núcleos polares cerca de su centro. (Fig. No. 103). Las tres células más alejadas del micrópilo no toman parte en la fecundación. De las otras tres, la de mayor tamaño es el *gameto femenino* (oosfera o huevo).

El ápice del tubo polínico penetra al micrópilo y revienta, descargando los dos gametos masculinos, con su citoplasma asociado, en el saco embrionario: uno de los dos gametos se fusiona con el núcleo de la célula huevo, y de esta unión se forma el *huevo fecundado*, en el cual se res-

tablece el número doble (diploide) de cromosomas, que se había dividido en dos en la división reductora. (Fig. No. 99). De esta célula única se desarrolla todo el embrión de la semilla, del cual se desarrollará la planta joven más tarde.

Cuando la fecundación se efectúa entre gametos de la misma planta se dice que es *autofecundación*; si se hace por gametos de diferentes plantas se llama *fecundación cruzada*.

El otro núcleo masculino se fusiona con los dos núcleos polares, para formar una célula, de la cual se origina el *endospermo*, o tejido de reserva alimenticia de la semilla. En algunas semillas el endospermo es muy reducido y la mayor parte del alimento se halla en el embrión mismo, en los cotiledones.

Inmediatamente después de la fecundación, pétalos y estambres se marchitan y desprenden; el ovario crece en tamaño y su pared se vuelve gruesa y madura para formar la envoltura externa o pericarpio del fruto. La diferencia de tamaño entre el ovario y el fruto puede ser pequeña como en el caso del girasol, o muy grande y notoria como en la sandía.

La fecundación es el punto de partida de tres ciclos de crecimiento: el crecimiento del fruto, el del embrión y el del endospermo. En las semillas de los cereales solo se desarrolla muy poco tejido del fruto, que pronto se seca, como en los granos de cebada; pero en los frutos carnosos, como la manzana, se forma gran volumen de tejido. En el primer caso, los tejidos correspondientes al fruto se secan, y el endospermo va perdiendo agua, se endurece, y el grano puede separarse de la planta; el desarrollo del

vida latente: se ha formado la semilla propiamente dicha. En la manzana, las semillas o pepitas han seguido un desarrollo muy semejante, pero el fruto emplea unos cinco meses para pasar por diversas etapas que conducen a la madurez; el desarrollo más visible es el del pericarpio y mesocarpio; en el pedúnculo se forma una capa de escisión, y el fruto maduro cae de la planta.

C. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LAS FLORES

Las flores tienen su importancia económica, puesto que además de que la mayoría de las plantas son cultivadas por su belleza y ornato, en unas cuantas la flor misma proporciona un producto económicamente más importante por otras razones. Así, muchos de los perfumes valiosos se obtienen por destilación de los aceites fragantes de las flores. Las flores del rosal, naranjo, lavanda, violeta, jazmín, clavel, jacinto y de otras plantas de regiones templadas y tropicales, especialmente el Ilang-ilang y el campac del Oriente, son fuentes importantes de perfumes.

La miel de las abejas, una de las fuentes de azúcar para el hombre desde la antigüedad, se deriva del néctar segregado por las flores y almacenado por estos insectos. Las principales plantas productoras de miel son el trébol, la alfalfa, el alforjón, y especialmente las varias flores de los cítricos. Algunas cosechas de hortalizas constan de flores o de partes anormales de la flor. Así es que la coliflor y el brócoli son inflorescencias no maduras que se usan como alimento, y en la alcachofa, las cabezas no maduras de las flores y las brácteas carnosas que

las rodean son las que se utilizan. Las inflorescencias de la planta del lúpulo se producen en grandes cantidades para

usarlas en la fabricación de cerveza, a cuya bebida proporcionan un sabor amargo característico. Hoy son productos de exportación.

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

ESTUDIO DEL FRUTO

1. **Finalidad:** El ovario, origen del fruto.

Material: Flores de plantas regionales: calabaza, tomate, limonero, cuyas corolas ya empiezan a marchitarse.

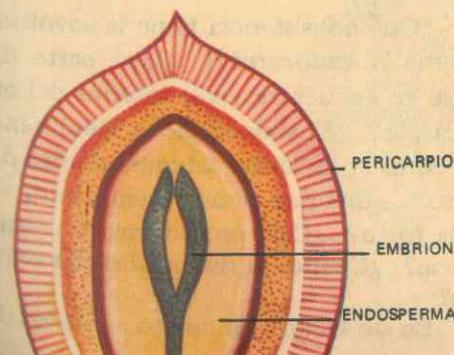
Procedimiento: Elija una flor femenina con corola en vía de marchitarse, desprenda los pétalos, observe:

¿Cómo se llama el órgano central que encuentra si la flor es hermafrodita o simplemente femenina? Qué posición ocupa el *ovario* en el *pistilo* o androceo de la flor: ¿Es súpero o ínfero? Compare su volumen con el de otra flor completamente abierta y lozana: ¿Encuentra

Fig. No. 104

FORMACION DEL FRUTO

Los sépalos, los pétalos, los estambres y el estilo han desaparecido; la pared del ovario se endurece para formar el pericarpio; el micrópilo se ha cerrado; los tegumentos se convierten en las cubiertas de la semilla; el óvulo se transforma en semilla. El embrión, en el centro de la semilla, ha crecido a partir del huevo fecundado, y el endosperma que lo rodea, a partir del núcleo del endosperma.



diferencia en volumen? ¿A qué se debe este aumento en el ovario más maduro? ¿Qué procesos se han cumplido en la flor para formar el fruto? Deduzca, entonces, cuál es el origen de los frutos. (Fig. No. 104).

2. **Finalidad:** El huevo fecundado, origen de la semilla.

Material: El mismo del experimento anterior, lupa y microscopio.

Procedimiento: Haga cortes transversales y longitudinales en un ovario que inicia su maduración; observe mediante la lupa o con el microscopio:

¿Qué encuentra en las cavidades del ovario? ¿Cómo se llaman esos cuerpecitos pequeños y ovoides? ¿Su placentación es axilar, central o parietal? Estudie en un esquema las partes de que consta un óvulo vegetal:

¿Cuántas envolturas tiene y cuál es el micrópilo? ¿Qué es el *funiculo* y cuál es el *saco embrionario*? ¿En qué consiste el *nucelo* o *nuececilla*?

Compare los óvulos ya examinados con las semillas de un fruto maduro de la misma planta:

¿Encuentra alguna relación entre los óvulos fecundados y las semillas maduras? ¿Cuál será, entonces, el origen de las *semillas*? (Fig. 104).

3. **Finalidad:** Morfología y estructura interna del fruto.

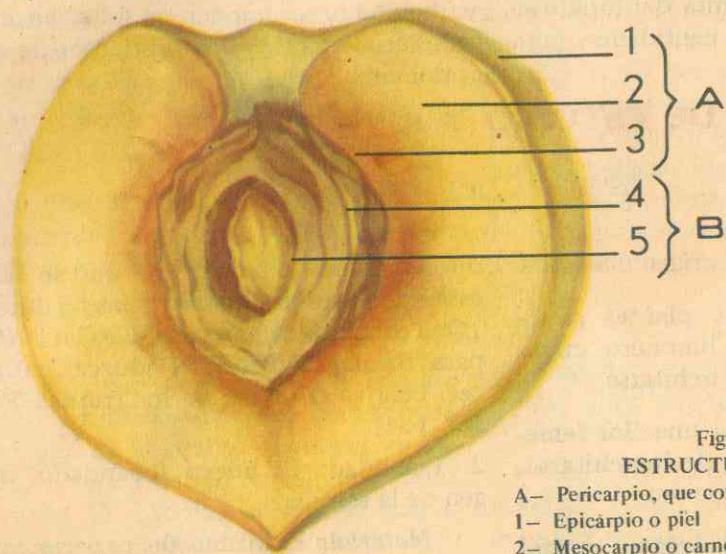


Figura No. 105
ESTRUCTURA DEL FRUTO

- A- Pericarpio, que comprende:
1- Epicarpio o piel
2- Mesocarpio o carne
3- Endocarpio
B- Semilla, que comprende:
4- Tegumentos o envolturas
5- Almendra

Material: Colección de frutos de la región: naranja, calabaza, ciruela, arveja, frísoles, mora, breva, piña, conos de pino, maíz, trigo, etc.

Procedimiento: Examine en todos ellos: forma, color, consistencia, tamaño, peso.

¿Qué caracteres son comunes a todos o a la mayor parte de los frutos examinados? ¿Qué diferencias fundamentales encuentra usted entre unos y otros? Por su consistencia, ¿cuáles son frutos secos y cuáles carnosos? En qué se diferencian esencialmente los frutos secos y carnosos. Haga cortes transversales y longitudinales en un fruto típico, manzana o durazno, por ejemplo, observe su estructura y responda:

¿Cuántas partes fundamentales com-

ponen el fruto? ¿Cuáles son las partes que integran el *pericarpio*? ¿Qué consistencia tiene el *epicarpio*?

Describa la consistencia y el espesor del mesocarpio. ¿Cuál es la parte carnosa o comestible del fruto? ¿Cuál es su sabor y a qué sustancias se debe? ¿Cuál es el sabor general de los frutos verdes? Investigue la causa de este sabor *ácido*.

¿Qué consistencia tiene la envoltura interna o *endocarpio*? ¿Qué parte del fruto se encuentra en el interior del endocarpio? ¿El endocarpio es membranoso, coriáceo o forma tabiques dentro del fruto? ¿Cuántas semillas encuentra en cada fruto? ¿Cuál es su forma y consistencia? ¿Cuál es la finalidad de las semillas?

En un cuadro sinóptico anote las di-

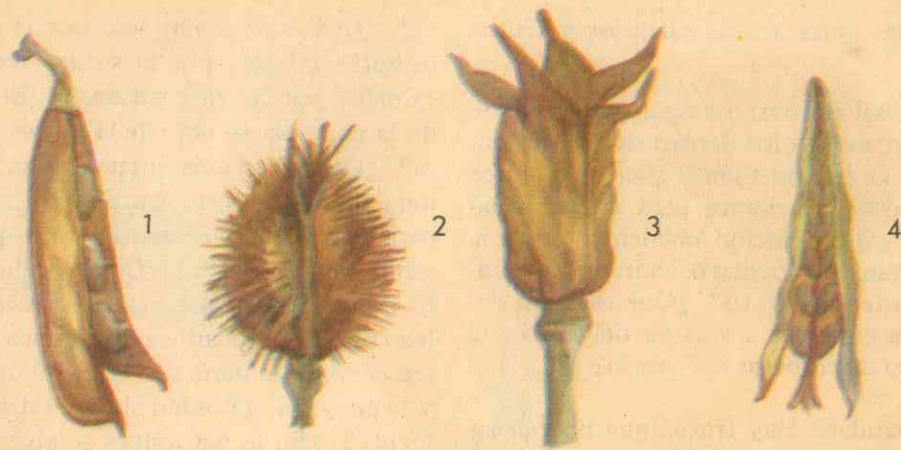


Figura No. 106
FRUTOS SECOS DEHISCENTES

- 1 - Legumbre
2 - Cápsula
3 - Folículo
4 - Silicua

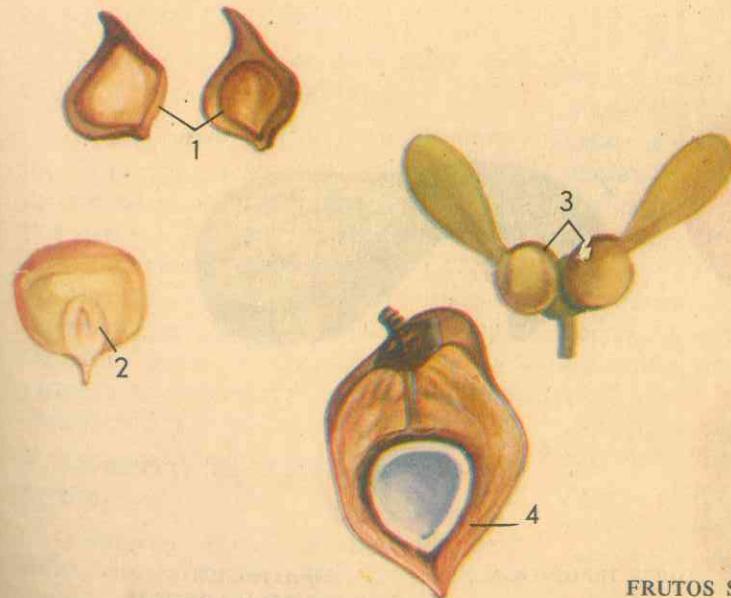


Figura No. 107
FRUTOS SECOS INDEHISCENTES

- 1 - Aquenios
2 - Cariópside o grano
3 - Sámara
4 - Nuez. Corte longitudinal

ferencias entre frutos *carposos* y frutos *secos*.

¿Cuál es el tipo de placentación que tendrán los óvulos dentro del ovario antes de la fecundación? ¿Qué elementos ha tenido en cuenta para esta afirmación? ¿Qué relación encuentra entre la placentación y la disposición de las semillas dentro del fruto? ¿Qué relación encuentra entre las cavidades del fruto y el número de *carpelos* del ovario?

5. **Finalidad:** Hay frutos que liberan las semillas.

Material: Frutos de frísol, arveja, haba, habichuela, amapola, estramonio.

Procedimiento: Trate de abrir un fruto de cada una de las especies mencionadas: ¿Puede o no abrirlos fácilmente? ¿Qué le ha facilitado la operación? ¿Cuáles se pueden abrir longitudinalmen-

te? ¿Cuáles se abren solo por la *sutura dorsal*? ¿Cuáles por la *sutura ventral*? ¿Cuáles por las dos suturas? ¿El fruto de la amapola se abre de la misma manera? ¿Qué diferencia encuentra en la manera de abrirse este fruto y los anteriores? Otros frutos presentan poros para la salida de las semillas. ¿Cómo se llama esta manera de abrirse el fruto? Compare los frutos examinados con algunos frutos secos como el maíz y el trigo, el durazno y la guayaba: ¿Pueden abrirse estos fácilmente? ¿En la naturaleza se abren o no espontáneamente los frutos que estudió primero en este experimento? ¿Cómo se llama el fenómeno? ¿Cuáles frutos son *indehiscentes* entre los de la región y que más conoce? ¿Cuál es la finalidad de la *dehiscencia* de los frutos? ¿Qué agentes pueden intervenir en la *dispersión* de las semillas?

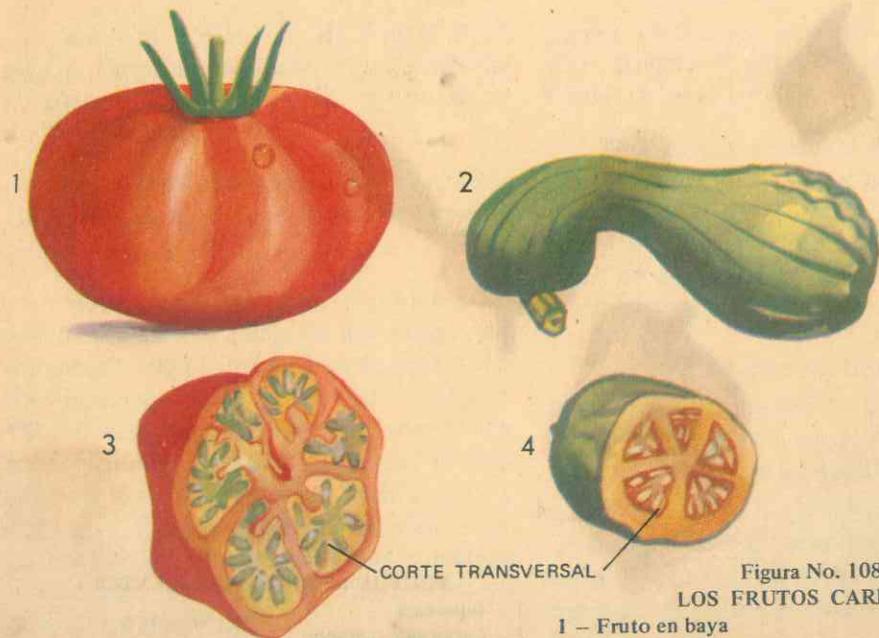
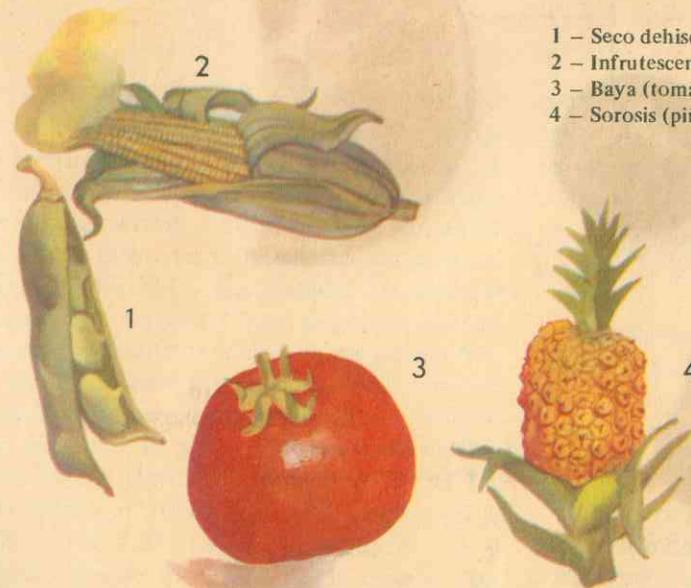


Figura No. 108
LOS FRUTOS CARNOSOS

- 1 - Fruto en baya
2 - Fruto en pepónide
3-4 - Corte transversal

Figura No. 109
DIVERSOS FRUTOS



- 1 - Seco dehiscente
2 - Infrutescencia del maíz (cariópside)
3 - Baya (tomate)
4 - Sorosis (piña)

6. **Finalidad:** La variedad en los frutos.

Material: Colección de la mayor parte de los frutos de la región.

Procedimiento: Con los conocimientos adquiridos hasta aquí trate de realizar un estudio comparativo entre la mayor parte de los frutos regionales de que pueda disponer, y elabore un cuadro sinóptico de los caracteres morfológicos y de estructura teniendo en cuenta: forma, tamaño, peso, consistencia, cavidades, número y disposición de las semillas, dehiscencia y medios de dispersión.

7. **Finalidad:** Los frutos también se dispersan.

Material: Frutos de *diente de león*, *dalia*, *margarita*, semillas de *guayacán*, *cocos*, *cadillos*, *masiquía*.

Procedimiento: Observe detenidamente los frutos y semillas citados:

¿Qué aspecto presenta su superficie exterior? ¿Es completamente lisa o presenta formaciones especiales? ¿Cómo son esos *apéndices* en el *diente de león* y qué finalidad tienen? Compárelos con los que encuentra en el fruto de la *dalia* y de *margarita* y responda: ¿Cuál será el agente encargado de dispersar esta clase de frutos y semillas? ¿Qué otras plantas son *anemófilas* en este sentido? ¿Qué forma y aspecto tienen esos mismos apéndices en el fruto y semilla del *guayacán*?

¿Qué tipo de apéndices aprecia usted en los *cadillos* y en el fruto de *masiquía*? ¿Para qué utilizan esas dos o tres cerdas rígidas que tienen? ¿Por qué tienen forma de anzuelo sus pelillos?

¿Cómo explica la dispersión de semillas de frutos carnosos, y la presencia de *cocos* en las costas marinas, donde no han sido plantadas por el hombre?

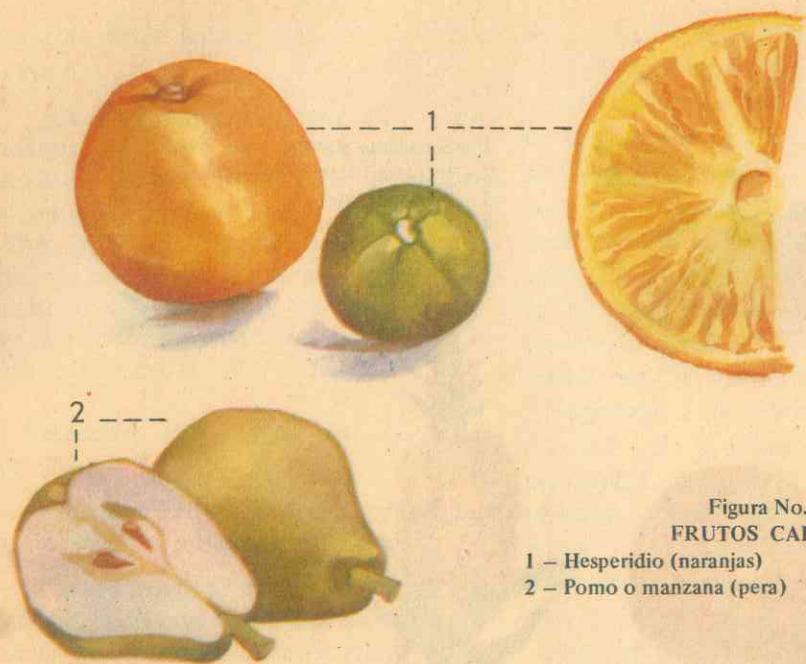


Figura No. 110
FRUTOS CARNOSOS
1 - Hesperidio (naranjas)
2 - Pomo o manzana (pera)

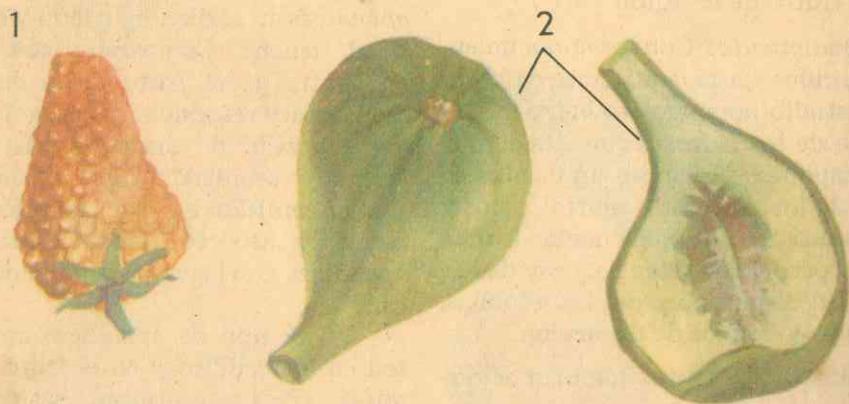


Figura No. 111
OTROS FRUTOS CARNOSOS
1 - Fruto agregado, Fresa
2 - Fruto en sicono, Higo o Brevo

Investigue: ¿Cuál es la importancia de los frutos frescos en la alimentación humana? ¿Qué importancia tienen los

frutos y las semillas en la alimentación, en la medicina y en la industria?

XVII. EL FRUTO Y LA SEMILLA, PORTADORES DE GERMENES DE NUEVAS PLANTAS

En el capítulo XXVI vimos cómo el ovario de las flores femeninas y en las hermafroditas, una vez efectuada la fecundación, sufre profundas transformaciones externas e internas para convertirse en la estructura conocida con el nombre de FRUTO. Sus paredes en muchos casos se engruesan por acumulación de agua y sustancias alimenticias en sus tejidos; en otros por el contrario, pierden agua, se desarrolla poco tejido de reserva, se seca pronto y el endospermo se va cargando de almidón, como sucede en los cereales, en donde los tejidos externos se secan, el endospermo se endurece y el grano puede separarse de la planta. Así se originan los frutos y también las semillas y, en el interior de éstas, el embrión adquiere su madurez para entrar en estado de vida latente, hasta cuando circunstancias especiales le faciliten la germinación.

A. MORFOLOGIA EXTERNA Y ESTRUCTURA

Del estudio que hemos hecho sobre las estructuras florales y de sus funciones especiales, podemos concluir aquí que el fruto no es otra cosa que un ovario maduro, desprovisto de las demás estructuras que han contribuido a la fecundación, cuyas paredes carpelares crecen y desarrollan, al mismo tiempo que lo hacen los huevos o cigotes para transformarse en semillas.

El fruto, como las hojas y las flores, ofrece multitud de formas, tamaños, as-

pectos, colores y sobre todo, gran diversidad de sabores debidos a la calidad de las sustancias de reserva almacenadas.

Esencialmente, el fruto consta de dos partes típicas y características: el pericarpio y la semilla.

1. El **pericarpio**: Se da este nombre a todas las estructuras de la flor que durante la transformación del ovario en fruto pasan a formar las partes protectoras que rodean la semilla.

El pericarpio puede ser seco o contener sustancias de reserva que vienen a constituir la pulpa o carne comestible del fruto, y consta de tres partes, a saber:

a. **Epicarpio**: es la cáscara o piel del fruto, que ofrece gran variedad en coloración, consistencia, sabor y espesor; se le llama también exocarpio.

b. **Mesocarpio**: Es la parte media del pericarpio, generalmente espesa, de consistencia más o menos blanda, de coloración variada y diferente sabor en la mayoría de los frutos. Puede ser también delgada, desprovista de agua y de sustancias de reserva. El mesocarpio del fruto forma la parte comestible en los frutos carnosos.

c. **Endocarpio**: es la envoltura interna en contacto directo con la semilla, delgado y apergaminado en unos frutos, duro y rugoso en otros. Se llama también hueso. (Fig. No. 105).

B. DEHISCENCIA Y LIBERACION DE SEMILLAS

Cuando un órgano vegetal cerrado se abre en forma natural para dejar en libertad su contenido, tales como anteras y frutos, se dice que disponen del fenómeno de la *dehiscencia*. Por tanto, cuando los frutos han terminado su desarrollo y madurez y se abren para liberar las semillas, se dice que son frutos dehiscientes, fenómeno que sólo se presenta en ciertos frutos secos, y apertura que se hace de diferentes maneras: por una hendidura longitudinal, por dos hendiduras longitudinales, por cuatro, por una hendidura horizontal, por agujeritos o poros, etc.

Por tanto, la dehiscencia de los frutos puede ser: septicida, cuando se separan las hojas carpelares; loculicida, cuando cada celda se hiende por el nervio medio de la hoja carpelar; dehiscencia poricida, si se forman poros o agujeritos por donde salen las semillas; dehiscencia transversal, cuando se levanta la parte superior del fruto a manera de tapadera. (Fig. No. 106).

C. LA VARIEDAD EN LOS FRUTOS

Existe gran variedad de frutos, pero, en términos generales, podemos reconocer dos tipos fundamentales: frutos de pericarpio seco cuando maduran y frutos de pericarpio carnoso.

1. Frutos secos dehiscientes.

a. *Legumbre*, es un fruto seco que cuando madura se abre longitudinalmente por sus dos bordes; proviene de un ovario simple y de un solo carpelo, como el fríjol, la arveja, la habichuela. También recibe el nombre de vaina.

b. *Folículo*, es un fruto semejante a

la legumbre, pero que solo se abre longitudinalmente por un solo lado, como ocurre en la espuela de caballero.

c. *Cápsula*, fruto que proviene del desarrollo de un ovario compuesto y que se abre de un modo diferente de los anteriores, como en la azucena, el estramonio o pedro de noche. Como la cápsula puede abrirse de varias maneras, el fruto recibe diferentes nombres, o mejor la dehiscencia, que puede ser septicida, si se separan las dos hojas carpelares; loculicida si se hiende cada celda por el nervio medio de la hoja carpelar; poricida si se forman poros o agujeritos por donde salen las semillas.

d. *Silicua*, es un fruto seco que se abre por dos lados opuestos dejando en medio un tabique con las semillas adheridas, como sucede en las crucíferas. (Fig. No. 106).

2. Frutos secos indehiscientes.

a. *Aquenio*, fruto seco que no se abre al madurar; contiene una sola semilla, sujeta al pericarpio en un solo punto, como el girasol, el ranúnculo y el alforfón.

b. *Cariópside o grano*, fruto semejante al aquenio, pero cuya cubierta de una sola semilla está fuertemente fusionada con el pericarpio. Es el fruto característico de las gramíneas, que incluye todos los granos comunes, como el maíz, cebada, arroz, centeno, etc. (Fig. No. 107).

c. *Sámara* es un fruto que no se abre y presenta una prolongación en forma de ala, como el del arce.

d. *Nuez*, fruto con una sola semilla, de pericarpio muy leñoso, tales como el del nogal y el roble.

3. Frutos carnosos.

Son frutos carnosos aquellos en que las células del pericarpio y de otras partes del fruto se llenan de agua, sus paredes delgadas finalmente se descomponen, se separan las células y el fruto se suaviza. (Figs. Nos. 108 y 110).

a. *Baya*, fruto en que todo el pericarpio es carnoso y rodea las semillas, como en la uva, la grosella, el tomate y otros. Como tipos modificados de la baya tenemos el *pepónide*, característico de las cucurbitáceas, tales como la auyama, la calabaza y el melón, que disponen de una cáscara dura externa; y el *hesperidio*, típico de la familia de los cítricos, donde la cáscara es muy coriácea, como la naranja, el limón, etc.

b. *Drupa*, fruto con hueso, con una sola semilla, con el pericarpio dividido en una capa externa carnosa y otra interna pétreo, como la cereza, el durazno y el olivo.

c. *Pomo* es un fruto cuya porción carnosa está formada por el receptáculo agrandado y maduro que rodea el ovario, y éste forma principalmente el corazón, que es coriáceo, tales como en la manzana y en la pera. (Fig. No. 110).

4. Otros tipos de frutos.

a. *Agregado*, fruto que procede de una sola flor con muchos pistilos separados, como son los de la zarzamora, en donde cada pistilo madura en una pequeña drupa, y la masa completa de todos ellos, con el receptáculo al cual están unidos puede recolectarse como una unidad. En la frambuesa la masa de drupillas se separa fácilmente del receptáculo. En la fresa cada pistilo madura en un aquenio. (Fig. No. 111).

b. *Múltiple* es aquel fruto que se desarrolla a partir de los ovarios de un grupo de flores distintas pero aglomeradas íntimamente, como en la mora y en la anana o piña.

c. Por último, se aplica el nombre de fruto *accesorio* a uno en el que forman parte del fruto cualesquiera otras partes del ovario. En la fresa, por ejemplo, la parte comestible es el receptáculo carnoso y agrandado. En su superficie hay numerosos aquenios que provienen de los pistilos simples y separados de la flor, por lo que este tipo de fruto es tanto un fruto accesorio como agregado. Se le da también el nombre de *eterio*, así como a la piña o anana se le llama fruto en *sorosis* y a la breva *sicono*. (Fig. No. 111).

D. DISEMINACION DE SEMILLAS Y FRUTOS

Con el fin de que las semillas producidas por las diversas plantas puedan caer en medios apropiados a su germinación y desarrollo para la formación de nuevas plantas y la conservación de las especies, semillas y frutos son transportados a veces a sitios muy distantes de aquel en donde se produjeron. Este transporte es el que se conoce con el nombre de *diseminación* o *dispersión* de las semillas.

Algunos frutos cuando alcanzan la madurez se abren violentamente utilizando cierta elasticidad que poseen y lanzan sus semillas a cierta distancia. Así sucede, por ejemplo, en el fruto del "beso" o "mariela", en el "pepino diablito" y en otros. Pero en la mayoría de los frutos dehiscientes la *diseminación* se hace mediante agentes que la determinan, y son el viento, los animales y el agua.

Tratándose de frutos carnosos, sus semillas son dispersadas por los pájaros y muchos otros animales, puesto que éstos al comerse la carne de los frutos se tragan también las semillas que luego arrojan en las deyecciones. Y en ciertos frutos secos se encuentran semillas que tienen una formación carnosa, de sabor dulce y generalmente con vivos colores, todo lo cual atrae a los pájaros que luego se encargan de su dispersión en lugares apartados.

Hay también bastantes frutos y muchas semillas, como se observa entre la familia de las compuestas como el diente de león, dalias y margaritas, que disponen de un penacho de pelos que los hacen más ligeros y les sirven de paracaídas. En esta forma es el viento el agente diseminador. Otros frutos y semillas, como ocurre en el guayacán, poseen prolongaciones semejantes a alas; otras, como las del algodón, tienen fibras largas que sirven de órganos voladores.

Pero encontramos frutos como los de los cadillos y la masiquía, que disponen de pelos pegajosos o de cerdas rígidas con pelitos en forma de anzuelos, con los que se adhieren al pelo de los animales o al vestido del hombre, y éstos se encargan entonces de su dispersión.

Por último, existen frutos y semillas con ciertos tejidos que se llenan de aire, con lo cual, sin cambiar mucho de peso, aumentan su volumen o superficie, pueden sobrenadar y el agua es su diseminador.

E. LAS FRUTAS FRESCAS Y LA ALIMENTACION

Varias son las razones por las cuales

en nuestra dieta alimenticia las frutas frescas deben figurar en una justa y metódica proporción:

1. "Porque proporcionan sales minerales necesarias a nuestro organismo, y cuya deficiencia es causa de graves alteraciones". Entre otras, las ciruelas, cerezas, mangos, naranjas y uvas proporcionan calcio para la formación y calcificación ósea, además de potasio; las manzanas suministran fósforo, indispensable a todas las células, y también magnesio.
2. "Porque en las frutas existen diastasas que intervienen en la digestión de los alimentos".
3. "Porque dejan libres ciertos residuos alcalinos, que con los residuos ácidos restablecen el equilibrio ácido-básico, necesario para una perfecta salud".
4. "Porque las frutas frescas son una gran fuente de vitaminas, indispensables para una perfecta nutrición que origina el bienestar orgánico" (1).

F. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LOS FRUTOS

Las plantas en que la parte económicamente importante es el ovario maduro, más bien que las semillas que contiene, contribuyen en forma notable a la alimentación humana.

Las cosechas que se llaman frutos son las que generalmente se comen crudas y que en las regiones de clima templado son valiosas como atractivas adiciones de la dieta; los frutos proporcionan también azúcares, vitaminas y minerales. Entre estos frutos están: manzanas, peras, membrillos, ciruelas, cerezas, duraznos, albaricoques, grosellas, zarzamo-

ra, frambuesa, uvas, fresas, melón, naranjas, limones, toronjas, olivas, etc.

En las regiones tropicales hay una gran riqueza de frutos que con frecuencia constituyen la mayor parte del alimento de las poblaciones nativas, tales como los frutos cítricos, la papaya, el higo, el mango, la banana, el plátano, la guayaba y la piña. Las palmas datileras son importantes en muchas regiones áridas. Muchos frutos se comen cocidos o en forma de encurtidos más que crudos y que son tratados como verduras. Entre éstos encontramos el pepino, el pimiento y la berenjena, el fruto del árbol del pan, ampliamente cultivado en las regiones tropicales, donde constituye una de las fuentes de alimento más importantes.

La oliva es la fuente de un aceite alimenticio básico y se utiliza ampliamente en todas partes. De este fruto se obtiene también cera.

De las vainas inmaduras de la amapola del opio se deriva el poderoso narcótico llamado opio, que, con sus componentes la morfina y la codeína, es de gran valor en la medicina como sedativo.

El uso demasiado común de la droga conduce a una afición peligrosa, al "hábito del opio", que es ahora uno de los mayores problemas humanos del Oriente.

El estropajo, o fruto de la lufa o esponja vegetal, contiene una fibra importante formada por los haces conductores del pericarpio, que se vuelven resistentes y forman una red fibrosa valiosa como sustituto de una esponja, como filtro de aceite, y para otros propósitos.

Además de la oliva, son también frutos industriales el coco, utilizado en la fabricación de aceites y jabones, el laurel u olivo de cera en la fabricación de bujías (velas de oliva) y los bananos.

Entre muchos frutos medicinales citamos los siguientes: el perejil, del que se extrae el apiol, excitante y febrífugo; la granada, cuya corteza se utiliza como astringente; la otoba, para preparar pomada contra la tiña y la sarna; el comino, el eneldo y el cilantro, como aromáticos y que regulan la digestión; la naranja, y sobre todo el limón, de tantas aplicaciones medicinales.

EVALUACION

I. DE COMPOSICION

Lea atentamente las cuestiones que siguen y contéstelas explicando su significado, según sus conocimientos:

1. ¿Qué es una flor; cuál es su origen; qué partes forman una flor completa?
2. ¿Qué nos indica un diagrama floral y cuál es su importancia?
3. ¿En qué consiste la polinización y qué tipos de polinización hay?

II. DE SELECCION

Lea con cuidado las frases siguientes y subraye la respuesta o las respuestas verdaderas:

- En un fruto típico encontramos las partes fundamentales:
a) corola; b) epicarpio; c) androceo; d) mesocarpio; e) epidermis; f) endocarpio; g) semilla.
- En la fecundación intervienen directamente: a) los insectos; b) el polen; c) los estambres; d) los óvulos; e) el viento y los pájaros.
- Son frutos secos dehiscentes los siguientes: a) la piña o sorosis; b) la manzana y la pera; c) la legumbre o vaina; d) la cápsula; e) la naranja o hesperidio; f) la silicua; g) el maíz o cariósipide; h) el folículo.

III. DE COMPLETACION

Con mucha atención lea las preguntas que siguen y complételas según sus conocimientos:

- La dehiscencia consiste en
y como ejemplos tenemos:
- La fecundación consiste en
y puede ser de dos tipos:
- Son frutos carnosos los siguientes:
por tener

IV. DE ASOCIACION

Lea con mucho cuidado las siguientes palabras e indique su significado:

- Androceo
- Placentación
- Inflorescencia

V. VERDADERO O FALSO

Analice cuidadosamente las siguientes cuestiones y escriba una (V) verdadero o una (F) falso, delante de cada frase, según sus conocimientos:

- Las células sexuales de una planta son: a) los ovarios; b) los estigmas; c) los óvulos; d) las anteras; e) el polen; f) el pistilo.
- La placentación puede ser: a) axilar, b) epitelial; c) central; d) parietal; e) estratificada.
- El tubo polínico se forma en: a) pistilo; b) el saco embrionario; c) el gameto femenino; d) el grano de polen; e) la antera.

VI. DE RAZONAMIENTO

Lea atentamente las siguientes frases y contéstelas según sus conocimientos:

- La germinación del grano de polen es indispensable para la fecundación porque:
- Los frutos frescos son indispensables en la alimentación porque
- La polinización puede ser directa o cruzada porque
y comprende los siguientes tipos:

VII. DE CUADROS SINOPTICOS

Lea con cuidado los siguientes temas y haga los cuadros sinópticos correspondientes:

- Partes de una flor completa.
- Partes de un fruto típico.
- De las inflorescencias.

VIII. DE IDENTIFICACION

Observe detenidamente el siguiente esquema y coloque el nombre de las partes que indican las letras:

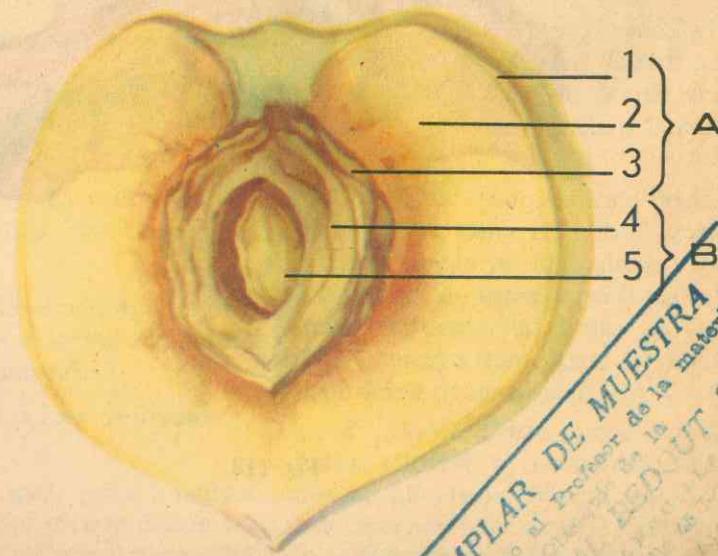


Fig. 112

EJEMPLAR DE MUESTRA
Destinado al Profesor de la materia.
LITOGRAFIA LEONAUT S. A.
Calle de la Libertad 28-48
T. 1. en cada Impresión.

A { 1
2
3

B { 4
5

IX. DE LOCALIZACION

Observe con atención el siguiente esquema y localice en él las partes que indican las letras:

a. Estigma

b. Filamentos

c. Pétalos (corola)

d. Cáliz (sépalos)

e. Anteras

f. Estilo

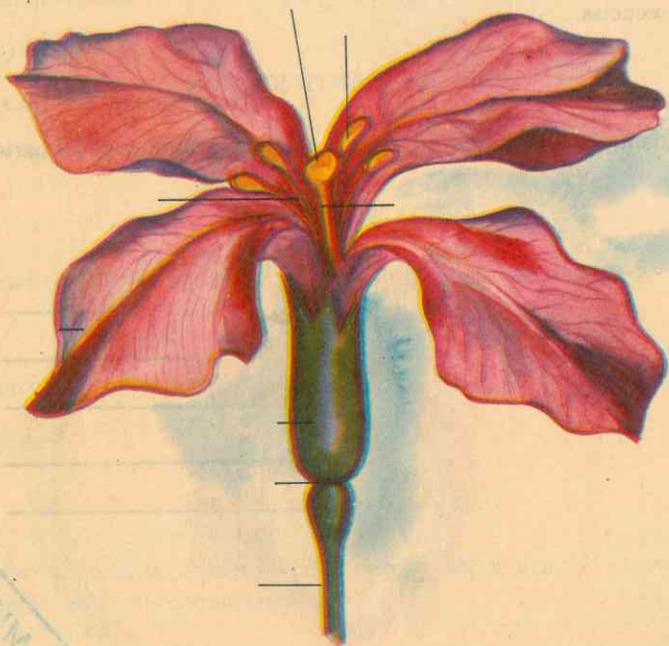


Fig. 113

UNIDAD

QUINTA

PLANTAS UTILES MAS REPRESENTATIVAS

XVIII. GUIAS PARA ELABORAR BREVES MONOGRAFIAS

A. DICOTILEDONEAS

1. Finalidad: Familia *COMPUESTAS*.

Material: Girasol o Sol de las Indias.

Procedimiento: Arranque una planta de girasol que tenga flores, observe y anote:

a. *Raíz:* Observe una raíz y clasifíquela por su longitud, la forma como penetra en el suelo.

¿Qué aprecia lateralmente en la raíz principal? ¿Para qué le sirven a la planta las numerosas raíces laterales?

¿A qué tipo de raíces pertenece la del Girasol?

b. *Tallo:* Investigue, ¿qué longitud puede alcanzar? ¿Qué grosor puede tener? Examine la superficie externa del tallo: ¿Es lisa o áspera? ¿Qué formaciones presenta? Practique un corte trans-

versal y observe: ¿Es macizo y compacto? ¿Es hueco o lleno de médula? ¿Qué aspecto tiene la médula? Clasifique el tallo según el medio en donde vive y se desarrolla, la consistencia y la superficie externa.

c. *Hojas:* ¿Son sésiles o pecioladas? ¿Qué forma tiene el limbo? ¿Qué consistencia tienen las nervaduras? ¿Cuál es la finalidad de estas nervaduras? ¿Cómo están dispuestas las hojas en el tallo? ¿Qué ventajas tiene para la planta esta disposición de las hojas?

d. *Flores:* Corte uno de los grandes discos (flores) y obsérvelo cuidadosamente: ¿Se trata de una flor o de una inflorescencia? ¿Cómo se llama este tipo de inflorescencia? Desprenda de la inflorescencia una de las lengüeticas de la periferia juntamente con el cuerpecito cen-



Fig. No. 114
GIRASOL

tral, y observe: ¿Qué nombre recibe la especie de plato o disco donde está fijo o sentado? ¿En qué parte de este disco está fijo o sentado?

Investigue: ¿Cuál es el nombre de las hojas escamosas que bordean el receptáculo? ¿Qué nombre se le da al conjunto de brácteas? ¿Cuál es la finalidad del involucreo?

Observe bien uno de los cuerpecitos amarillos que cubren el disco con la lengüeta de la periferia: ¿Será una flor o un pétalo solamente? ¿Será flor completa? ¿Por qué lo afirma? ¿Cómo está formado el cáliz? ¿A qué tipo pertenece la corola? ¿De cuántos pétalos consta? ¿Qué nombre recibe por esta razón? ¿Cuántas divisiones presenta esta corola? ¿Cuántos estambres tiene la flor? ¿Dónde se insertan? ¿Cómo se encuentran las anteras, unidas entre sí o aisla-

das? ¿Dónde se encuentra el estilo? ¿Cómo es su parte terminal? Con relación a la corola, ¿dónde se encuentra el ovario? ¿Cómo se llama éste según su posición? ¿Cuántos óvulos contiene? Examine detenidamente una de las flores liguladas de la periferia del disco y compárela con las estudiadas anteriormente: ¿Son regulares o irregulares? ¿Qué forma tiene la corola? ¿Cuántos dientes presenta? ¿Tienen estambres y pistilo? Sexualmente, ¿qué clase de flores son? ¿Cuál será entonces su finalidad? ¿Qué clase de insectos encuentra en ellas? ¿Qué tipo de polinización tendrán?

e. *Fruto*: Examine una inflorescencia en que se hayan marchitado las flores (flóculos) y responda: ¿Qué clase de órgano vegetal serán esas pepitas de color pardo que aparecen en hileras? Clasifique los frutos del Girasol: ¿Son secos o carnosos, dehiscentes o indehiscentes?

¿Cuántas semillas contiene cada uno? ¿A qué tipo de frutos pertenece el del girasol?

f. *Semilla*: Investigue: ¿Qué sustancias predominan en la semilla del girasol? ¿Qué se puede extraer de estos frutos: aceite, azúcar o almidón?

NOTA: Siguiendo este cuestionario, el profesor puede distribuir trabajos de investigación personales o por equipos sobre otras plantas de este mismo grupo, a saber:

Girasol (*Helianthus annuus*)
Margarita (*Chrisantemun leucanthemun*)
Manzanilla romana (*Anthemis nobilis*)
Crisantemo (*Crisanthemum indicum*)
Altamiza (*Ambrosia cumanensis*)
Arnica (*Senesio formosus*)
Achicoria (*Taraxacum officinale*)
Dalia (*Dahlia variabilis*)
Manzanilla (*Matricaria chamomilla*)
Caléndula (*Calendula officinalis*)
Botón de oro (*Helich rysum orientale*)
Chilco (*Baccharis floribunda*)
Arboloco (*Polimnia pyramidalis*)
Alcachofa (*Cynara scolymus*)
Lechugas (*Lactuca sativa*)

g. *Caracteres comunes*: Flores en cabezuela o capítulo; estambres con filamentos libres y anteras soldadas formando un tubo por el cual pasa el estilo bifido; el fruto es siempre un aquenio.

Estas plantas y muchas otras, que comprenden unas 20.000 especies, son fundamentalmente hierbas, matas bien desarrolladas, bejucos trepadores, algunos arbustos y también árboles; con hojas simples o compuestas, alternas y opuestas; inflorescencias rodeadas por un involucreo (conjunto de brácteas); flores sésiles; corola gamopétala tubular o ligulada; cinco estambres; ovario ínfero; estilo bifido; flores unisexuales, otras estériles.

Las plantas con estas características forman la familia *COMPUESTAS*, que marca el punto más alto en la evolución de las dicotiledóneas, muchas de las cuales se cultivan como ornamentales; otras como alimento; las hay medicinales; otras son malas hierbas, como el cardo del Canadá y la bardana. Las ambrosías y otras plantas compuestas polinizadas por el viento son las peores plantas causantes de la "fiebre de heno". Es la familia más grande y más ampliamente conocida.

La familia Compuestas constituye el orden *ASTERALES*, de flores acomodadas en cabezas, cada una de las cuales se asemeja a una sola flor; las flores al margen del capítulo son, con frecuencia, diferentes de las del centro. El cáliz se halla muy reducido y se convierte en un "papo" escamoso o *vilano*, que corona a un ovario de una sola semilla.

2. *Finalidad*: Familia *CUCURBITACEAS*.

Material: Calabaza o vitoriera, auyama.

Procedimiento: Coleccione las diversas partes de una planta de calabaza, auyama y otra cualquiera del mismo grupo, observe y deduzca:

a. *Raíz*: Si la planta está extendida sobre el suelo, ¿cómo se fija en tierra? ¿De qué partes del tallo salen estas raíces? ¿Qué tipo de raíces son por esta razón?

b. *Tallo*: Examine la consistencia del tallo y clasifíquelo por este concepto. ¿Qué forma tiene? Practique un corte transversal y observe: ¿Es macizo o hueco, seco o succulento? ¿Qué relación encuentra entre este aspecto del tallo y el gran número de raíces adventicias que presenta?

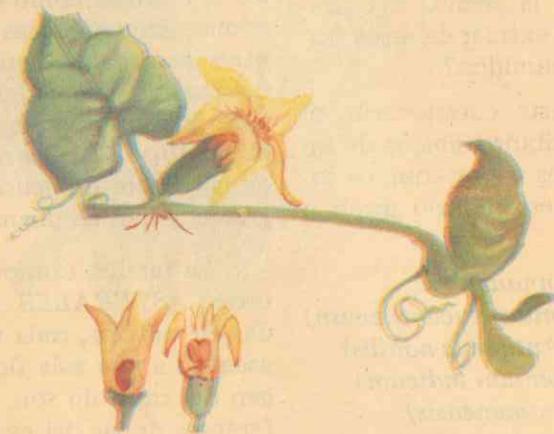


Figura No. 115
CALABAZA

Observe la superficie externa: ¿Es lisa, áspera, por qué? ¿Para qué le sirven esos pelos tiesos y algo punzantes?

Investigue: ¿Qué son los zarcillos? ¿De qué partes del tallo se desprenden? ¿Qué aspecto tienen? ¿Para qué le sirven a la planta? ¿Qué finalidad tendrá la elasticidad de que disponen? ¿Cómo se llaman las plantas que utilizan zarcillos para adherirse a los soportes?

c. *Hojas*: ¿Son pecioladas o sésiles? ¿Los pecíolos son cortos o largos, blandos o tiesos? ¿Rectos o se pueden arquear? ¿Por qué razón se arquean los pecíolos de las hojas inferiores? ¿Estas hojas son grandes o pequeñas? ¿Por su consistencia el limbo podrá o no resistir fácilmente la acción del viento? ¿Qué protección les dan los zarcillos a las hojas? ¿Cómo están dispuestas las nervaduras? ¿Qué finalidad tiene esta disposi-

ción? ¿Qué formaciones encuentra usted en toda la superficie de las hojas? ¿Cuál es el objeto de tales formaciones? Clasifique las hojas de la calabaza: según la forma del limbo; según el borde del limbo; por el tipo de nervadura; según el revestimiento externo.

d. *Flores*: Observe cuántas clases de flores presenta la calabaza y clasifíquelas sexualmente. ¿Cuáles son más numerosas en la planta? ¿Cuáles flores tienen pedúnculo corto y grueso? ¿Por qué razón?

Examine una flor masculina: ¿Cuántos estambres tiene? ¿Las anteras son grandes o pequeñas? ¿Tiene nectarios? ¿Para qué le sirven? ¿Qué tipo de polinización tendrán estas plantas? ¿En qué lugar del tallo se encuentran las flores estaminadas y en qué número?

Observe una flor femenina: ¿Cuán-

tos pistilos tiene? ¿El ovario es ínfero o súpero? ¿Cuántos lóbulos tiene el estigma? Anote el color de las flores. ¿Qué relación guarda el cáliz con la base de la corola? ¿Cuántos sépalos tiene el cáliz? ¿Cuántos pétalos tiene la corola? Clasifique la corola de estas flores.

e. *Frutos*: Observe y anote la forma, el color y la consistencia. Practique un corte transversal en el fruto de calabaza y observe su estructura interna: ¿Es seco o carnoso? ¿Qué nombre recibe este tipo de frutos? ¿Cómo se utilizan estos frutos por el hombre?

f. *Semillas*: ¿Son pocas o numerosas? Observe y anote su forma, su color y su consistencia. ¿Cómo se utilizan estas semillas?

Otros ejemplos

Calabaza (*Cucurbita pepo*)
Patilla, sandía (*Citrullus vulgaris*)
Pepino cohombro (*Cucumis sativus*)
Calabacera (*Lagenaria vulgaris*)
Cidra, cidrayota (*Sechium edule*)
Auyama, zapallo (*C. maxima*)
Melón (*Cucumis melo*)
Pepino de rellenar (*Cyclanthera pedata*)
Estropajo (*Luffa cylindrica*)
Esponjilla (*L. operculata*)
Hiedra de Barranquilla (*Coccinia cordifolia*)

g. *Caracteres comunes*: Hierbas de tallos débiles, rastreros y trepadores; hojas grandes alternas; plantas monoicas de flores regulares, gamopétalas, generalmente unisexuales; ovario ínfero; cinco pétalos, cinco estambres y estigma trilobulado; fruto en baya o pepónide, con tres lóculos.

La calabaza, auyama, melón, sandía, pepino cohombro, estropajo y otras plantas semejantes que abarcan unas 800 especies son principalmente plantas tro-

picales y sub-tropicales, aunque unos cuantos tipos son ampliamente cultivados en las regiones templadas; sus frutos se utilizan en la alimentación como "verduras", y muchas de ellas como plantas ornamentales importantes. Muchas de las especies son nativas del Hemisferio Occidental. Todas ellas constituyen la familia *CUCURBITACEAS* del orden *CUCURBITALES*, que son plantas enredaderas herbáceas, de flores monoicas o dioicas, la mayoría con tres estambres y de tres a cinco carpelos unidos en un ovario ínfero, compuesto, que se convierte en un fruto conocido como *pepo* o *pepónide*.

3. Finalidad: Familia *RUBIACEAS*.

Material: Cafeto.

Procedimiento: Arranque una plantita de cafeto del almácigo o de las que se encuentran alrededor de una planta adulta, observe y anote:

a. *Raíz*: Clasifique la raíz según su forma y longitud. ¿Qué ventajas aporta a la planta este tipo de raíz?

b. *Tallo*: Observe plantas adultas y determine hasta qué altura puede llegar el tallo cuando no son podados.

¿Cuál es su consistencia? Clasifíquelo por este aspecto. ¿A qué estructura deberá este tallo tal consistencia? ¿Qué ventajas proporcionan a la planta la consistencia o estructura leñosa? Practique un corte transversal y observe: ¿Qué forma ofrece el corte (sección)? ¿Aprecia usted círculos concéntricos? ¿Cuál es el origen de tales círculos? ¿Cuál es la distribución de las ramas laterales en el tallo?

c. *Hojas*: Corte una de esas ramas y observe: ¿Qué distribución tienen las hojas? ¿Cómo se denominan éstas por su

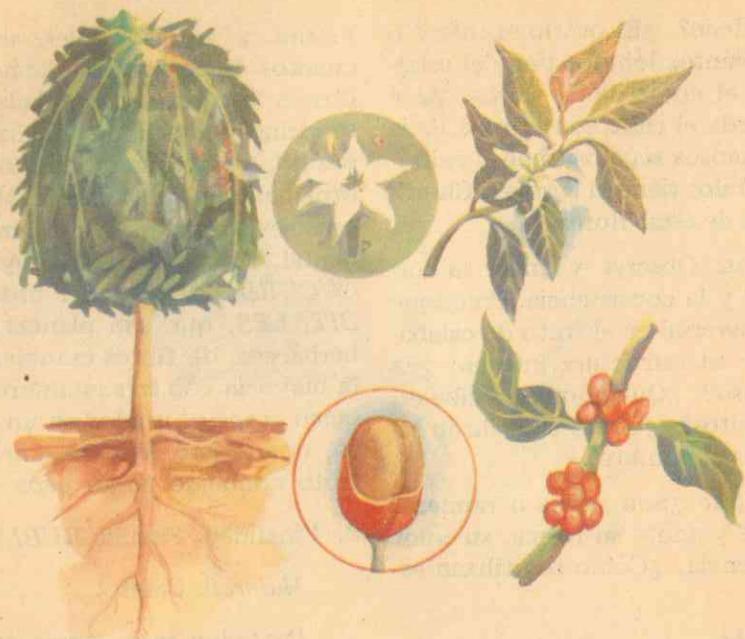


Figura No. 116
CAFE

posición en el tallo? Clasifíquelas según la forma del limbo, el borde del mismo, el tipo de nervaduras y la superficie del mismo limbo. ¿Son simples o compuestas? ¿Cuál es su coloración en las dos caras del limbo? ¿Tienen o no estípulas?

d. *Flores*: Examine un ramo florecido: anote el color y el olor de las flores del cafeto. ¿Son o no regulares? ¿Por qué? ¿Son solitarias o agrupadas? ¿En qué sitios están? ¿Tienen o no cáliz? ¿Cuántos dientecitos tiene cada uno y cuál es su color? ¿Son unisexuales o hermafroditas? ¿Por qué razón? ¿Qué forma tiene la corola, tubular o acampanada? ¿Cuál es el número de pétalos de una de estas flores? ¿Cuántos estambres tiene cada una? ¿En qué parte de la flor se insertan los estambres? Clasifique la flor por el número de piezas de cada verticilo floral.

¿Cuántos pistilos tiene? ¿Cómo está el estigma? ¿Cuántas celdas o carpelos tiene el ovario? ¿El ovario es súpero o ínfero? ¿Por qué?

e. *Fruto*: Observe un fruto del cafeto: Cuando está maduro, ¿cuál es su coloración? ¿Cómo es el mesocarpio? ¿Qué sabor tiene? ¿Cuántas semillas contiene cada fruto? Clasifique este fruto según su estructura.

f. *Semillas*: Observe semillas secas: ¿Cuál es el nombre que comúnmente se les da a estas semillas? ¿Cómo es el tegumento? ¿Qué consistencia, color y aspecto tiene la almendra? ¿Para qué se utilizan las semillas del cafeto? ¿Qué importancia tiene para Colombia la industria cafetera?

Investigue: ¿Cuál es el alcaloide más abundante en los granos de café? ¿Qué

acción tiene sobre el sistema nervioso del hombre? ¿Qué productos derivados del café conoce? ¿Cuál es el primer departamento colombiano productor del grano? ¿En cuál departamento de Colombia se produce el café más "suave" del mundo?

Otros ejemplos:

Cafeto (*Coffea arabica*)

Ipecacuana (*Cephaelis Ipecacuanha*)

Barba de gallo colorado o guacamayo (*Warscewiczia coccinea*)

Benbenuco o coralito (*Hamelia patens* o *Ixora coccinea*)

Barniz de pasto (*Elaeagia utilis*)

Quina o cascarilla (*Cinchona varias especies*)

Gardenia, Jasmín (*Gardenia florida*)

Investigue: Cuáles de estas plantas son alimenticias, cuáles medicinales, cuáles ornamentales y cuáles industriales.

g. *Caracteres comunes*: Los ejemplos estudiados y otros vegetales, semejantes en muchos aspectos, son fundamentalmente árboles o arbustos tropicales, con hojas sencillas, opuestas y estipuladas; de flores regulares, tetrámeras o pentámeras; corola tubulosa, por lo menos parcialmente; ovario ínfero con dos carpelos; fruto variado: drupa o baya con dos semillas. Contienen alcaloides especiales.

Existen unas 4.500 especies que constituyen la familia RUBIACEAS que, con la familia de las Caprifoliáceas (madreselva, saúco y té de Suecia) forma el orden RUBIALES, plantas que van desde las hierbas prostradas de hojas diminutas y flores inconspicuas hasta grandes árboles de grandes hojas e inflorescencias perfumadas y de gran belleza.

4. Familia SOLANACEAS: Ejemplo, papa o patata.

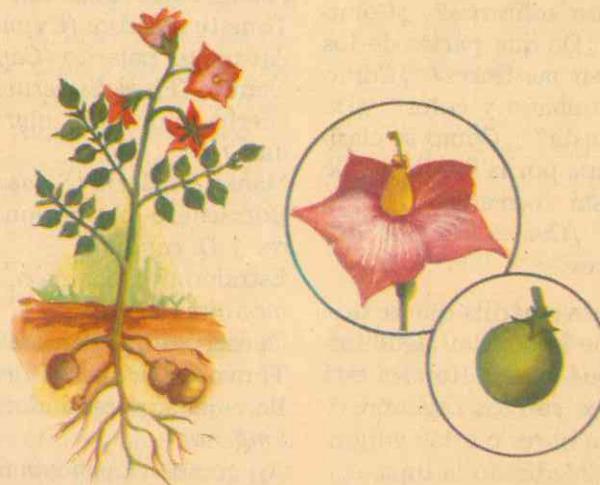


Figura No. 117
PAPA

Arranque una mata de papa y observe:

a. *Raíz*: ¿A qué tipo de raíz pertenece la de la papa? ¿Qué clase de raíces son por su origen? ¿Qué órganos se forman en estas raíces, cuando la planta es adulta? ¿Qué importancia tienen estos tubérculos? Investigue: ¿De dónde es originaria la papa? ¿Cuál es su principal aplicación en Europa? ¿En América? ¿Qué climas y terrenos son más propicios para su cultivo?

b. *Tallo*: ¿De qué órgano se origina el tallo aéreo de la papa? ¿Cuál es su forma, color y consistencia? ¿Qué clase de planta es la papa por este aspecto? ¿Qué otro tipo de tallo encuentra usted en una mata de papa adulta? ¿Qué sustancia alimenticia almacena la papa en sus tubérculos? ¿Qué encuentra en los "ojos" de un tubérculo? ¿Por qué se le llama "esquejes naturales"?

c. *Hojas*: Clasifique las hojas de la papa por su posición en el tallo aéreo, por la composición del limbo y por la superficie de sus dos caras.

d. *Flores*: ¿Son solitarias? ¿Cómo están agrupadas? ¿De qué partes de los tallos aéreos penden las flores? ¿Cómo es el cáliz por su tamaño y color? ¿De cuántos sépalos consta? ¿Cómo se clasifica la flor de la papa por la corola? ¿De cuántos pétalos está formada? ¿Cómo están dispuestos? ¿Cuáles son los dos colores más comunes?

Examine la masa amarilla que se destaca en el centro de la corola: ¿Qué forma tiene? ¿Por qué piezas florales está formada? ¿Cuántos son los estambres? ¿Sus filamentos son libres o están adheridos a los pétalos? Mediante la lupa examine las anteras: ¿Qué observa en los extremos de las anteras? ¿Para qué servirán estos poros? ¿Cuál es el órgano que

sobresale del cono amarillo? ¿Qué forma y qué color tiene el estigma? ¿El estilo es fuerte o débil? ¿Qué posición ocupa el ovario en relación con el cáliz? ¿Cómo se llama esta clase de ovario? ¿En qué se diferencia del ovario de las plantas hasta ahora estudiadas? ¿Cuántas celdas forman este tipo de ovario?

Investigue: ¿Las flores de la papa contienen nectarios? Según esto, ¿qué tipo de polinización deben tener? ¿En estas flores se facilitará o no la polinización directa?

e. *Fruto*: Clasifique el fruto de la papa según su estructura, origen, color y tamaño. ¿Qué utilidad tendrán estos frutos? ¿En qué casos se debe recurrir a la reproducción por semillas tratándose de papas?

f. *Semilla*: Clasifique las semillas de la papa por su tamaño y el número de ellas que encuentra en cada celda del fruto. ¿Que utilidad representan estas semillas?

Otros ejemplos:

Papa, patata (*Solanum tuberosum*)
Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*)
Ají pique, pajarito (*Capsicum frutescens*)
Uchuva (*Physalis peruviana*)
Hierba mora (*S. nigrum* var. *americanum*)
Manto de María (*S. jasminoides*)
Borrachero o floripondio (*Datura arborea* y *D. candida*)
Estramonio, chamico, ñongué (*D. stramonium*)
Conservadora (*Petunia hybrida*)
Tomate (*Lycopersicon esculentum*)
Berenjena, pepino morado (*Solanum melongena*)
Ají grande (*Capsicum annum*)
Curubo (*Solanum scorpioideum*)
Lulo, naranjilla (*Solanum quitoense*)
Tabaco (*Nicotiana tabacum*)

Borrachero rojo (*Datura sanguinea*)
Llorones, dulunsoga (*S. caricense*)
Zulia, Teresita (*Browallia americana*)
Belladona Europea (*Atropa belladonna*)

g. *Caracteres comunes*: Las plantas antes enumeradas y otras muchas que comprenden unas 2.000 especies, son principalmente hierbas de amplia distribución en ambos hemisferios y comunes en los climas cálidos. Forman la familia SOLANACEAS, entre las cuales se encuentran muchas plantas alimenticias de gran valor, otras básicas para la industria y otras tantas medicinales por sus valiosas drogas y alcaloides que contienen. La mayoría de las solanáceas, económicamente importantes, son nativas del Hemisferio Occidental y eran desconocidas en el Viejo Mundo hasta hace unos pocos siglos. Las solanáceas y otras dos familias más conforman el orden TUBIFLORALES, plantas herbáceas o leñosas, con hojas alternas, sencillas o compuestas que generalmente forman un follaje sombrío y de color repelente; de flores gamopétalas y conspicuas y predominantemente tubulares, de corola casi siempre regular en la cual se insertan los estambres; el ovario es súpero con placentación axilar, con un solo estilo y formado por dos carpelos concrecentes. Este orden comprende algunas plantas superiores de flores extremadamente irregulares; muchas son plantas de jardín por ornamentales. Fruto en baya o en cápsula.

(Ver página 222)

B. — *Arquiclamídeas*. Son plantas entre las cuales predominan las especies herbáceas sobre los árboles; sus flores tienen cáliz y corola con sépalos y pétalos independientes, por lo que se denominan *Arquiclamídeas dialipétalas* o bien *arquiclamídeas apétalas*, aquellas que sólo tienen cáliz y carecen de pétalos.

Las dialipétalas comprenden muchas plantas ornamentales, de fecundación cruzada, pero la adaptación de sus flores a los insectos no es tan perfecta como en las Metaclamídeas; tienen numerosos estambres y receptáculos ahuecados formados por el cáliz; presentan sépalos y pétalos independientes.

5. Familia UMBELIFERAS: Ejemplo, Zanahoria



Figura No. 118
ZANAHORIA

Observe una mata de zanahoria:

a. Clasifique su raíz por la forma, longitud, color y origen. ¿Qué importancia reviste para el hombre? Investigue: ¿Cuáles son las principales sustancias alimenticias que contiene?

b. *Tallo*: Investigue: ¿Hasta qué altura puede alcanzar el tallo de esta planta? ¿Por qué se dice que el tallo de la zanahoria es asurcado y fistuloso? Practique un corte transversal y observe: ¿Es macizo o hueco? ¿Qué forma presenta la sección en el corte transversal del tallo? Clasifique este tallo por su consistencia.

c. *Hojas*: ¿Cuántas clases de hojas observa en esta planta según su situación? ¿Cuáles son las hojas "radicales", y cuáles las "caulinares"? ¿Son simples o compuestas? ¿Cómo son sus folíolos? Clasifique las hojas caulinares por su posición en el tallo.

d. *Flores*: Examine una planta florida: ¿Cómo son sus flores en tamaño? ¿Están solitarias o agrupadas? ¿Cómo se llama esta inflorescencia? ¿Es umbela simple o compuesta? ¿Qué finalidad cumple su vistosidad? ¿Qué tipo de polinización presenta? ¿Qué encuentra por debajo de la umbela? ¿Cómo se llama la reunión de estas brácteas? ¿Para qué sirven los involucros a la inflorescencia?

Investigue: ¿Para qué se inclina la umbela joven hacia el suelo al llegar la noche? ¿Qué nombre recibe esta posición? Observe con la lupa una de las florecillas de la umbela: ¿Qué posición tiene el ovario? ¿Qué relación tiene con los demás órganos florales? ¿Cómo es el cáliz?

¿Cuántos pétalos tiene la corola y cuántos estambres tiene el androceo? ¿Qué encuentra en el centro del ovario? ¿En dónde tienen asiento los estilos? ¿Cuántos son éstos? ¿En dónde se produce el néctar? ¿Qué sabor tiene? ¿Cuál es la finalidad de este líquido? ¿Qué insectos frecuentan la flor? ¿Qué tipo de polinización tiene?

e. *Fruto*: Clasifique el fruto de la Zanahoria por su origen y estructura. ¿Cuántas semillas contiene cuando está maduro? ¿Por qué se dice que es un doble aquenio?

f. *Semilla*: ¿Cómo es la superficie de cada semilla? ¿Para qué le servirán esas espinas ganchudas? ¿Qué relación

tiene con la propagación de las semillas? Preñe unas cuantas semillas: ¿Qué producto obtiene? ¿Cuál es el olor del zumo o esencia? ¿Qué conclusión deduce?

Otros ejemplos:

Zanahoria (*Daucus carota*)

Apio (*Apium graveolens*)

Eneldo (*Anethum graveolens*)

Cilantro, culantro (*Coriandrum sativum*)

Anís (*Pimpinella anisum*)

Cominos (*Cuminum cyminum*)

Arracacha (*Arracacia esculenta-xanthorrhiza*)

Apio de monte (*A. ranunculifolium o montanum*)

Hinojo (*Foeniculum vulgare*)

Culantrón, culantro de sabana (*Eryngium foetidum*)

Perejil (*Petroselinum sativum*)

Cicuta de Sócrates (*Comium maculatum*)

g. *Caracteres comunes*: 2.000 especies, entre las cuales se encuentran las plantas enumeradas, constituyen la familia **UMBELIFERAS**, que son hierbas de amplia distribución en las regiones templadas, muchas de las cuales han sido cultivadas desde hace tiempos; proporcionan algunas de nuestras "verduras" o son hierbas aromáticas de gran importancia. Tienen hojas alternas divididas y envainadoras y flores agrupadas en umbela, de ovario ínfero y fruto en aquenio; producen aceites aromáticos. Esta familia y otras dos más forman el orden **UMBELALES**, plantas de ovario ínfero, con el cual están fundidas las otras partes florales o nacen de él. Las flores son muy pequeñas, colocadas en umbelas compuestas y compactas, de ápice plano. Este orden marca el nivel más alto de desarrollo entre las Arquiclamídeas.

6. Familia **MIRTACEAS**. Ejemplo: *Guayabo*.

Arranque una plantita de guayabo dulce de las que encuentra en el potrero y observe:

a. *Raíz*: Clasifique la raíz del guayabo por su forma, longitud y ramificaciones laterales. ¿Qué ventajas ofrece este tipo de raíz a las plantas que la tienen?

b. *Tallos*: Examine y anote: Color, consistencia y resistencia. ¿Entre qué tipo de tallos lo puede clasificar? ¿En qué clase de climas se encuentra con mayor frecuencia? ¿Su crecimiento es rápido o lento? ¿Sus ramas tienen disposición regular en el tallo?

c. *Hojas*: Observe su posición en el tallo y clasifíquelas por este concepto. ¿Son sencillas o compuestas? ¿Enteras o lobuladas? ¿Suaves o rígidas? ¿Lisas o tomentosas? Observe una hoja al trasluz e investigue: ¿Qué serán esos como puntitos brillantes? ¿Qué contienen esas bolsitas? Triture entre las manos una hoja y aprecie el olor: ¿Es desagradable o

aromático? ¿Qué importancia tendrán estos aceites aromáticos?

d. *Flores*: Observe un ramo florido: ¿En qué sitios nacen las flores? ¿Agrupadas o solitarias? ¿Qué forma tiene el cáliz? ¿Qué relación tiene con el ovario? ¿Cuántos sépalos tiene? Examine la corola de una de esas flores: ¿Cuál es su color? ¿De cuántos pétalos consta? ¿Son persistentes o caducos? ¿En qué parte del ovario se insertan? Observe los estambres: ¿Están libres o forman haccillos? ¿Son pocos o numerosos? ¿Qué particularidad ofrecen sus filamentos? ¿El ovario es súpero o ínfero? ¿Cuántas celdas o carpelos tiene? ¿Estos carpelos están libres o soldados? ¿Cuántos estilos y estigmas tiene una de estas flores?

e. *Frutos*: Clasifique el fruto (guayaba dulce) por su origen y estructura. Indique el color de la carne y su olor. ¿Cómo se utiliza la carne o pulpa de la guayaba dulce?

f. *Semillas*: ¿En un mismo fruto son pocas o numerosas? ¿Cómo están distribuidas? ¿Cuál es su consistencia? ¿Cuál es su tamaño? ¿Cómo se dispersan?

Otros ejemplos:

Guayabo dulce (*Psidium guayaba*)

Guayabo de leche Anselmo (*Campomanensis lineatifolia, cornifolia*)

Pomarroso (*Eugenia jambosa*)

Guayabo agrio, cimarrón (*P. araca*)

Arrayán (*Myrtus foliosa*)

Eucalipto (*Eucalyptus globulos*)

g. *Caracteres comunes*: 3.000 especies, entre las cuales se encuentran las plantas enumeradas antes, constituyen la familia **MIRTACEAS**, árboles o arbustos leñosos de las regiones tropicales de ambos hemisferios; con hojas opuestas, sencillas y enteras, rígidas y de olores aro-

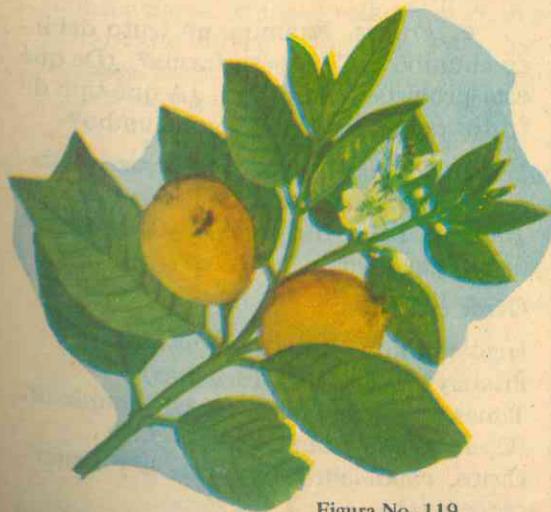


Figura No. 119
GUAYABO

máticos por tener bolsitas de aceites esenciales, a los que deben su importancia como plantas medicinales y productoras de especias. Flor radiada con 4 o 5 pétalos libres; numerosos estambres, libres o reunidos en hacecillos, que en algunas plantas dan gran vistosa a la flor; ovario ínfero y compuesto de dos a cinco carpelos soldados, con un estilo y un solo estigma; fruto en baya o drupa.

Las mirtáceas, con otras dos familias más, forman el orden **MIRTALES**, que evolucionó, es probable, de las plantas semejantes a los rosales. Son plantas de ovario típicamente ínfero. Algunos de sus miembros son los más altos del mundo vegetal, excepto los "grandes árboles" de California.

7. Familia **CACTACEAS**. Ejemplo: *Higo chumbo*.

a. *Raíces*: Examine sus raíces: Por su aspecto de gusano, ¿cómo se pueden denominar? ¿Son resistentes o endebles? ¿Superficiales o penetrantes en el suelo? ¿Cuál será su función principal?

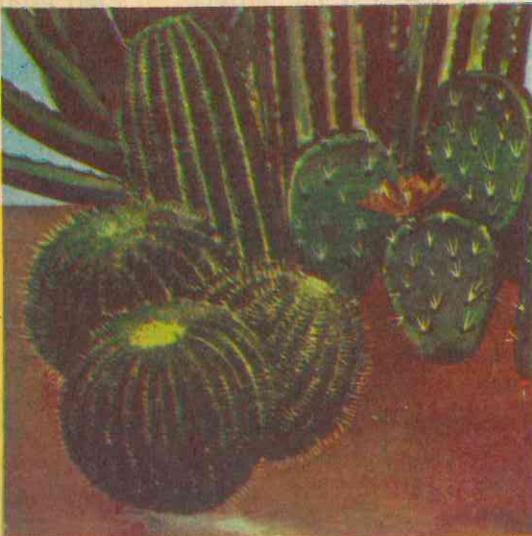


Fig. No. 120
CACTOS

b. *Tallos*: ¿Qué longitud pueden alcanzar? ¿Cuál es su forma? ¿Leñosos o carnosos? ¿Cuál es el líquido que almacenan? ¿Qué finalidad tiene este líquido? ¿Tienen superficie lisa o espinosa? ¿Cómo están dispuestas entre sí las diversas partes aéreas de la planta? ¿A qué órganos sustituyen esas partes aéreas de la planta? ¿Tienen cutícula? ¿Qué finalidad tiene ésta? ¿En qué partes de la planta se efectúa la fotosíntesis? ¿Qué finalidad tienen las espinas? ¿En qué lugares prosperan estas plantas? Enumere los medios de adaptación a la vida desértica.

c. *Hojas*: Observe varias de estas plantas: ¿Tienen o no hojas?

d. *Flores*: ¿En qué sitios de la planta nacen las flores? ¿Son solitarias o agrupadas? ¿Puede distinguir los sépalos y los pétalos? ¿Cómo están dispuestos estos órganos? ¿Distingue cáliz y corola? ¿Por qué? ¿Los estambres son pocos o numerosos? ¿Qué órgano encuentra en medio de los estambres? ¿El ovario es ínfero o súpero? ¿Cuántos carpelos tiene?

e. *Frutos*: Examine un fruto del higo chumbo: ¿Cuál es su forma? ¿De qué está provista su corteza? ¿A qué tipo de frutos pertenece el del higo chumbo?

f. *Semillas*: Son numerosas o escasas en estos frutos? ¿Cuál es su color? ¿Son lustrosas u opacas? ¿Cómo están dispuestas dentro del fruto?

Otros ejemplos:

Higo chumbo (*Opuntia ficus-indica*)
Pitahaya amarilla (*C. variabilis*)
Tunas, mancadera (*Opuntia bonplandii*)
(*Opuntia Schymanii*)
Cirios, candelabros (*Pilocereus* y *Lemaireocereus*)
Guamacho costeño (*Pereskia colombiana*)

Cactus de salón (*Epyphyllum truncatum*)

Cactus de melón o cabeza de negro (*Cactus* y *Mamillaria*)

Flor de baile o filocato (*Phyllocactus phyllantoides* y *Epiphyllum ph.*)

Bella o reina de noche (*Selenicereus grandiflorus*)

Lluvia de perlas (*Rhipsalis cassutha* y *Rh. Roseana*)

Pitahaya roja (*Cereus triangularis*)

Pitahaya costeña (*Acanthocerus pitajaya*)

g. *Caracteres comunes*: Estas plantas y otras muchas más que abarcan unas 1.200 especies son conocidas comúnmente con el nombre de *cactus*, especies xerófitas confinadas a las partes cálidas y desérticas o semidesérticas de América. Fácilmente distinguibles por su tallo suculento, esférico, aplanado o en forma de columnas, simple o ramificado, con aristas longitudinales o ciertas protuberancias. Carecen de hojas que se han transformado en espinas. Con flores radiadas, sin pedúnculo y generalmente solitarias; cáliz y corola formados por piezas semejantes y dispuestas en círculos concéntricos; muchos estambres y carpelos; ovario ínfero y fruto en baya. Estas características pertenecen a la familia **CACTACEAS**, única del orden **CACTALES**, que comprende plantas que se adaptan fácilmente a la vida desértica transformando sus tallos en bolsas para reserva de agua, evitando con ello la transpiración mediante la cutícula impermeable que los cubre y transformando las hojas en órganos defensivos.

8. Familia **PASIFLORACEAS**. Ejemplo: *Curubo*.

Observe bien una planta de curubo y anote sus observaciones:

a. *Raíces*: Examine las raíces del curubo y clasifíquelas.

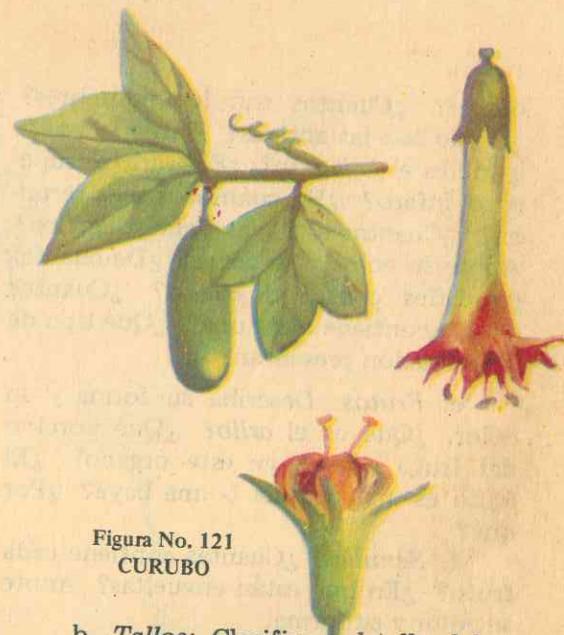


Figura No. 121
CURUBO

b. *Tallos*: Clasifique el tallo del curubo según el medio en donde se desarrolla; ¿cuáles son su longitud, espesor, consistencia y superficie externa? Establezca semejanzas con el tallo de la calabaza o vitoriera. Investigue el funcionamiento de un zarcillo y su utilidad para la planta.

c. *Hojas*: Examine su posición en el tallo y clasifíquelas por este concepto. Clasifique el limbo por su forma, borde y superficie de las caras. ¿Tienen estípulas? ¿Las hojas son sésiles o pecioladas? ¿Qué observa usted en los pecíolos?

d. *Flores*: ¿Están agrupadas o solitarias? ¿Son pedunculadas o sentadas? ¿Qué forma tiene el cáliz? ¿Por qué está protegido el cáliz? ¿En cuántos sépalos termina? Anote su color. ¿Cuántos pétalos forman la corola? Anote su color. ¿Qué otros órganos florales puede apreciar? ¿Cómo están dispuestos estos apéndices glandulares?

Investigue: ¿Qué se desprende de la base del tubo formado por el Cáliz? ¿Cómo se llama esta columnita? ¿Qué se desprende del angróginóforo o porta-

ovario? ¿Cuántos son los estambres? ¿Cómo son las anteras? Anote su color. ¿Qué es el *balancín*? ¿El ovario es súpero o ínfero? ¿En cuántos estilos termina? ¿Cuántos estigmas tiene cada flor? Anote su color y su forma. ¿De cuántas cavidades consta el ovario? ¿Cuántos óvulos contiene cada una? ¿Qué tipo de placentación presentan?

e. *Frutos*: Describa su forma y su color. ¿Qué es el *arilo*? ¿Qué porción del fruto constituye este órgano? ¿El fruto es una cápsula o una baya? ¿Por qué?

f. *Semillas*: ¿Cuántas contiene cada fruto? ¿En qué están envueltas? Anote su color y su forma.

Otros ejemplos:

Curubo (*Passiflora mollissima*)
 Curubo antioqueño (*P. antioquiensis*)
 Badea (*P. quadrangularis*)
 Curuba de indio (*Passiflora mixta*)
 Granadillo (*Passiflora ligularis*)
 Gulupa, Palchas (*P. pinastistipula*)
 Flor de pasión (*P. foetida*)

g. *Caracteres comunes*: Las plantas enumeradas y otras más forman la familia **PASIFLORACEAS**, que comprende unas 350 especies, en su mayoría bejucos casi siempre herbáceos y trepadores, unas pocas son arbolitos vistosos. Con hojas alternas, estipuladas, enteras o lobuladas. El tálamo de la flor es bien desarrollado en forma de tubo largo o de campana, en cuyo vértice van los sépalos, los pétalos libres y una corona de tubérculos coloreados o filamentosos. Los estambres y el ovario colocados sobre el androginóforo (portador de estambres y pistilos). Fruto en baya o en cápsula. Las Pasifloráceas pertenecen al orden **PARIETALES**.

9. Familia **MALVACEAS**. Ejemplo: Al-

a. *Raíces*: Observe la raíz del algodonoero y clasifíquela por su forma, manera de penetrar en el suelo y ramificaciones laterales.

b. *Tallos*: Observe el tallo del algodonoero y clasifíquelo según el medio en donde se desarrolla, por su consistencia. ¿Se trata de una hierba? ¿De un arbusto o un árbol? ¿Hasta qué altura puede alcanzar?

c. *Hojas*: Observe su posición en el tallo y clasifíquelas por este concepto, por la forma del limbo, por el tipo de nervaduras, por la superficie y por la presencia o ausencia de pecíolos.

d. *Flores*: ¿Agrupadas o solitarias? ¿En qué parte del tallo se encuentran? Cuando están en botón, ¿por qué están protegidas? Investigue: ¿El cáliz es caduco o persistente? ¿Cuántos sépalos presenta? ¿Qué forma tiene el cáliz? Anote el color de la corola. ¿Cuántos pétalos tiene? ¿Qué finalidad tendrá la vistosidad de la corola? ¿Cuántos estambres tiene? ¿Cómo están sus filamentos? ¿Cómo son en tamaño las anteras? ¿Contienen poco o mucho polen? ¿En qué lugar está situado el pistilo? ¿Cómo son sus estigmas? ¿Qué tipo de polinización tendrá?

e. *Frutos*: ¿A qué clase de frutos pertenece? ¿Cuántas cavidades contiene? ¿Cuál es la causa para que se abran al madurar las cápsulas?

f. *Semillas*: Anote su número en cada fruto y también su tamaño. ¿De qué está provista cada una? ¿Para qué servirán los *airones* o filamentos blancos a la semilla?

Examine una fibra o pelo: ¿Es maciza o tubular? ¿Para qué se utiliza el vellón? ¿Qué sustancia contienen las semillas? ¿Para qué se utiliza este aceite?



Figura No. 122
 ALGODON

Otros ejemplos:

Algodonero (*Gossypium herbaceum, barbadense, arboreum*)
 Malva blanca (*Malvastrum peruvianum*)
 Malva silvestre (*Malva silvestris*)
 Malvarrosa (*Althaea rosea*)
 Malvavisco (*Althaea officinalis*)
 San Joaquín, Cayeno rojo (*Hibiscus sosa-sinensis*) (*H. mutabilis*)
 Abutilón (*Abutilon*)

g. *Caracteres comunes*: De estas plantas se conocen unas 1.000 especies de hierbas, arbustos y árboles, especialmente abundantes en las regiones cálidas, que constituyen la familia **MALVACEAS**, plantas de hojas lobuladas o de bordes diversamente recortados, y estipuladas. Sus flores regulares, pentámeras; cáliz provisto de *calículo*, y corola dialipétala; numerosos estambres libres; fruto

en cápsula y semillas en algunas especies provistas de vellones.

Las Malváceas forman parte del orden **MALVALES**, que incluye otras familias bastante primitivas, con flores regulares con todas sus partes *hipóginas*, y corola de pétalos separados; en muchos casos los estambres están unidos por sus filamentos.

10. Familia **ESTERCULIACEAS**. Ejemplo: *Cacaotero*.

a. *Raíces*: Arranque una plantita pequeña de cacaotero: examine la raíz y clasifíquela por su forma, ramificaciones laterales y manera de penetrar en el suelo.

b. *Tallos*: Investigue: ¿Hasta qué altura puede alcanzar? ¿Cuál es su consistencia? Clasifíquelo por este concepto y

por el medio en que se desarrolla. ¿Se trata de una hierba, árbol o arbusto? ¿Qué otros órganos encuentra usted en el tallo en ciertas épocas del año?

c. *Hojas*: ¿Cómo puede denominar las hojas del cacaotero por su posición en el tallo? ¿Cómo las clasifica según la composición del limbo, su forma, el borde, nervaduras y superficie de sus caras? ¿Qué consistencia ofrecen?

d. *Flores*: ¿En qué sitios de la planta se encuentran las flores? ¿Por qué no estarán en las ramas tiernas y débiles? ¿Son solitarias o agrupadas? ¿Todas las flores serán fecundadas? ¿Por qué? ¿Son o no regulares? ¿Cuál es el número de sépalos de una flor? ¿Cómo están entre sí los sépalos? Anote el color de la corola. ¿Por cuántos pétalos está formada? ¿Estos son libres o están soldados? ¿Cuántos son los estambres? ¿Cómo se encuentran entre sí? ¿El ovario es ínfero o súpero? ¿Por qué? ¿Cuántos estilos tiene? ¿Qué tipo de fecundación tendrá? ¿Por qué lo afirma?



e. *Frutos*: ¿En qué sitios de la planta se encuentran? ¿Por qué se forman allí? ¿Será una drupa o una baya? ¿Por qué razones lo dice? Investigue: ¿Qué longitud, peso y diámetro puede alcanzar un fruto de cacaotero? ¿Qué variedad de colores presenta durante su desarrollo? ¿De qué dependerá la coloración amarilla o rojiza final? ¿Cómo es el epicarpio? ¿Qué sabor tiene el mesocarpio? ¿En qué consiste el endocarpio? ¿Qué encuentra en él?

f. *Semillas*: ¿Hasta cuántas semillas encuentra usted en un fruto de cacaotero? ¿Cómo están dispuestas? ¿Cuál es el color del tegumento y cuál el de la almendra? Investigue: ¿Qué sustancias contienen estas semillas? ¿Cuál es su utilidad para el hombre? ¿Qué importancia tiene su cultivo? ¿En qué climas y tierras prospera más y mejor?

Otros ejemplos:

- Cacaotero (*Theobroma cacao*)
- Guásimo (*Guazuma ulmifolia*)
- Camajonduro, camajorú, Castaño de Indias (*Sterculia apetala*)
- Bacao, cacao cimarrón (*Theobroma bicolor*)
- Cacao de monte (*Herrania albiflora*)
- Escobillas (*Melochia*)

g. *Caracteres comunes*: Las plantas antes enumeradas con otras más constituyen la familia **ESTERCULIACEAS**, con unas 750 especies de árboles y arbustos de regiones cálidas, de consistencia leñosa por lo general, tropicales o subtropicales; con hojas alternas, sencillas y ordinariamente estipuladas. Sus flores son regulares con 3 ó 5 sépalos unidos entre sí; cinco pétalos libres o sin ellos; estambres parcialmente unidos en un tubo o completamente libres; ovario súpero con un estilo simple o dividido en lóbulos, o bien con varios estilos independientes. El

fruto es una baya, seco, dehiscente o indehiscente.

Esta familia, juntamente con las Malváceas, las Bombáceas (entre las cuales se encuentran los Balsos o lano, las Ceibas, el zapote y otras) y varias familias más, forman el orden **MALVALES**.

11. Familia **ANACARDIACEAS**. Ejemplo: *Mango*.

Arranque una plantita de las que encuentra fácilmente en el huerto, en el jardín, en el solar, etc., observe y anote:

a. *Raíz*: ¿Qué tipo de raíz tiene el mango? ¿Cómo penetra en el suelo? ¿Cuál es su finalidad al penetrar así?

b. *Tallos*: Clasifique el tallo por el medio en donde se desarrolla, por su forma y consistencia. ¿Hasta qué altura puede llegar?

c. *Hojas*: ¿Son alternas u opuestas? ¿Simples o compuestas? ¿con estípulas o sin ellas? ¿enteras o lobuladas? ¿lisas o tomentosas? ¿El follaje es frondoso o escaso? ¿Para qué fin puede ser utilizado el follaje por este último aspecto?

d. *Flores*: ¿Son solitarias o agrupadas? ¿Unisexuales masculinas o unisexuales femeninas? ¿O hermafroditas? ¿Grandes o pequeñas? ¿Pocas o numerosas? ¿Regulares o irregulares? ¿Por qué lo afirma? ¿Cómo es el cáliz? ¿Cuál es el número de estambres? ¿Cuántos son fértiles? ¿Cómo es el filamento del estambre fértil? ¿Cuántos pistilos tiene cada flor? ¿Cómo es el ovario? ¿Cómo es el disco en el cual está sentado? ¿Cuántos carpelos contiene? ¿Qué posición presenta el estilo? ¿Por qué esta disposición?

e. *Frutos*: ¿A qué tipo de frutos pertenece el del mango? ¿Cómo es el



Figura No. 124
MANGO

mesocarpio? ¿Cómo es el endocarpio? ¿Cuántas semillas contiene cada fruto? ¿Qué utilidad ofrece el mesocarpio?

f. *Semilla*: ¿Única o numerosas? ¿Cómo es el tegumento? ¿Cómo es la almendra? ¿Cuántos cotiledones tiene?

Otros ejemplos:

- Mango (*Mangifera indica*)
- Ciruelo calentano (*Spondias purpurea*)
- Pimiento, muelle (*Schinus molle*)
- Quebracho, diomate (*Astronium graveolens*, *A. Fraxinifolium*).
- Marañón, mamey (*Anacardium occidentale*)
- Caracolí (*Rhinocarpus excelsa*, *Anacardium excelsum*)
- Manzanillo, chirado, Pedrohernández (*Toxicodendron striata*, *Rhus jaglandifolia*)

g. *Caracteres comunes*: Este grupo de plantas, árboles y arbustos, con canales resiníferos en la corteza y que se caracterizan por tener sustancias picantes, forman la familia **ANACARDIACEAS**, que comprende unas 500 especies de ho-

jas alternas, compuestas, o sencillas, sin estípulas; de flores pequeñas, regulares y pentámeras, hermafroditas o unisexuales, con un disco conspicuo; tienen de 5 a 10 estambres; carpelo unilocular con una sola semilla; fruto en drupa por lo general; uno solo de los estambres es fértil. Constituyen el orden *TEREBINTHALES*, que algunos autores dividen en Sapindales y Rutales; son plantas en las cuales predominan las de consistencia leñosa, con recipientes secretorios que producen aceites, resinas y bálsamos, de donde su importancia en medicina y en diversas industrias.

12. Familia *RUTACEAS*. Ejemplo: *Naranja dulce*.

Examine la raíz de una planta pequeña y anote:

a. *Raíz*: ¿Es fasciculada o tuberosa? ¿Fibrosa o napiforme? ¿Pivotante o adventicia? ¿Cuál es su consistencia? ¿Cómo penetra en el suelo?

b. *Tallo*: ¿Es aéreo o subterráneo? ¿Herbáceo o leñoso? ¿Es un ronco o



Figura No. 125
NARANJO

una caña? ¿Único o con ramificaciones? ¿Hasta qué altura puede alcanzar? ¿Qué órganos presentan el tallo y sus ramificaciones? ¿Para qué les sirven?

c. *Hojas*: ¿Follaje abundante o escaso? ¿Qué posición tienen las hojas en el tallo? ¿Sésiles o pecioladas? ¿Sencillas o compuestas? ¿Enteras o de borde dentado? ¿Lisas o tomentosas? ¿De consistencia blanda o coriácea? ¿De color pálido o intenso? ¿Por qué razón? Observe el limbo al trasluz: ¿Qué cuerpecitos presenta? ¿Qué contienen tales saquitos o vesículas? ¿Qué olor tiene esta esencia? ¿En qué forma se utilizan las hojas y contra qué clase de excitaciones?

d. *Flores*: ¿Nacen solitarias o agrupadas? ¿Qué nombre reciben estas agrupaciones? ¿Son de colorido opaco o vistoso? ¿Inodoras o de grato e intenso aroma? ¿Para qué se utilizan por estos caracteres? ¿Y para qué le sirven a la planta los mismos? ¿Qué tipo de polinización tendrán? ¿Son unisexuales o hermafroditas?

Investigue: ¿Qué forma tiene el cáliz? ¿Los sépalos son libres o van soldados? ¿Forman o no receptáculo? Forma y color de la corola. ¿Cuántos pétalos tiene? ¿Es regular o irregular? ¿Cuántos estambres forman el androceo? ¿Qué posición tienen en relación con el gineceo? ¿Sobre qué está sentado el gineceo? ¿Cuál es la forma del ovario? ¿Es ínfero o súpero? ¿Unilocular o plurilocular? ¿Cuántos estilos presenta? ¿El estilo es corto o largo? ¿Cuántos estigmas tiene? ¿Cómo se denominan las flores?

e. *Frutos*: Clasifique el fruto del naranjo por su origen y estructura interna. ¿Cuáles son su forma y consistencia? ¿Qué color toma el epicarpio maduro? ¿Qué contienen las glándulas del epicar-

pio? Color y aspecto del mesocarpio. Aspecto del endocarpio. ¿Cuántos carpelos tiene? ¿Qué contienen los pelos glandulosos del endocarpio? ¿Cuál es la parte comestible? ¿Cuál es su utilidad?

f. *Semillas*: ¿Son pocas o numerosas en cada fruto? ¿Grandes o pequeñas? ¿Blandas o consistentes? ¿Cómo es el tegumento? ¿Cuántos cotiledones tiene cada una?

Otros ejemplos:

Naranja dulce (*Citrus o Aurantium sinensis*)

Naranja agrio (*C. aurantium amara*)

Mandarino (*C. nobilis* y *C. reticulata*)

Pamplemusa (*C. maxima*)

Lima dulce (*C. limetta*)

Ruda de castilla (*Ruta graveolens*)

Matijón, matahijo (*Xanthoxylum Dugandii*)

Limón (*Citrus lemon*)

Toronja (*C. grandis*)

Lima agria (*C. aurantifolia*)

Cidra (*Citrus medica*)

Mastranto, Zapote blanco (*Casimiroa edulis*)

g. *Caracteres comunes*: Estas plantas y otras que forman con ellas la familia *RUTACEAS*, con unas 1.000 especies, son plantas de regiones cálidas templadas y tropicales de ambos hemisferios, de hojas enteras con vesículas de esencias aromáticas. En su mayoría árboles y arbustos y unas pocas plantas herbáceas; de flores radiadas, casi siempre regulares, generalmente pentámeras; número variable de estambres, pero múltiplo de 5 o en número indefinido, a menudo con filamentos ensanchados en la base o conchocrescentes; ovario súpero, colocado sobre un disco carnososo; estambres libres o soldados, formando un ovario plurilocular. El fruto en *hesperidio*, una cápsula o una drupa. Sus frutos se encuentran entre los más importantes del comercio.

13. Familia *EUFORBIACEAS*. Ejemplo: *Higuerilla*.

a. *Raíces*: Clasifique las raíces de la higuerilla según su forma, consistencia y manera de penetrar en el suelo. ¿Dónde encuentra estas plantas?

b. *Tallos*: ¿Son gruesos o delgados? ¿Cuál es su consistencia? ¿Son macizos o huecos? ¿Forman un tubo continuo o están sus entrenudos dispuestos en "canutos"? Clasifique el tallo de la higuerilla según el medio donde se desarrolla. ¿Hasta qué altura pueden alcanzar? ¿Es único o ramificado?



Figura No. 126
HIGUERILLA



c. *Hojas*: ¿Son verticiladas, opuestas o alternas? ¿Sésiles o pecioladas? ¿De pecíolo corto o largo? ¿Es macizo o tubular? ¿El limbo es grande o pequeño? ¿Entero o lobulado? ¿Su borde es entero o dentado? ¿Las hojas son acorazonadas, peltadas o palmeadas? ¿Qué tipo de nervaduras tienen?

d. *Flores*: ¿Solitarias o agrupadas? ¿Qué tipo de inflorescencia presenta la

higuerilla? ¿Las flores son unisexuales o hermafroditas? Por este concepto, ¿la planta es monoica o dioica? Explique por qué. ¿En qué parte de la espiga están las flores masculinas? ¿Estas flores son de escasos o numerosos estambres? ¿En dónde aparecen las flores femeninas? ¿Cómo es el ovario por su posición? ¿Cuántos carpelos o celdas presenta? ¿Cuántos estilos tiene? ¿Estos son únicos o bifurcados? ¿Qué clase de polinización tienen las flores de higuerilla?

e. *Frutos*: Clasifique el fruto por su forma, origen y estructura. ¿Qué formaciones presenta el epicarpio? ¿Cuántas cavidades tiene cada fruto? ¿Cuántas semillas tiene cada una?

f. *Semillas*: ¿Cuál es la consistencia del tegumento? ¿Qué obtiene usted al exprimir o triturar la almendra o albumen? ¿Qué aplicaciones tiene este aceite? ¿Qué importancia industrial o comercial tiene?

Otros ejemplos:

Higuerilla, ricino (*Ricinus communis*)
Yuca dulce (*Manihot dulcis*)
Manzanillo (*Hippomane mansinella*)
Mosquerito (*Croton leptostachys*)
Yuca (*Manihot esculentus, utilisima*)
Caucho del Pará (*Hevea brasiliensis* y *H. guyanensis*)
Drago (*Croton sanguifluum*)

g. *Caracteres comunes*: 4.000 especies, entre las cuales se cuentan las plantas enumeradas, forman la familia **EUFORBIACEAS**, familia inmensa de hierbas, arbustos y árboles, la mayoría con jugo lechoso, ampliamente distribuidos, pero particularmente comunes en las regiones más cálidas. Plantas predominantemente leñosas; de hojas alternas, sencillas o digitado-compuestas, generalmente estipuladas; flores unisexuales co-

locadas en uno o en dos pies (monoicas o dioicas), generalmente pequeñas; pueden tener cáliz y corola, o uno solo de estos verticilos, o ninguno de ellos; estambres uno o muchos; ovario súpero, con tres carpelos de ordinario concrecentes. Fruto casi siempre, una cápsula de tres valvas o cocos. Semillas de albumen oleaginoso. El látex de algunas especies es tóxico. En otras es de importancia industrial. Las raíces tuberosas de la yuca tienen importancia alimenticia e industrial. A esta familia pertenece el caucho, (*Hevea brasiliensis*) fuente principal del hule de las plantaciones.

Más ejemplos:

Teología (*Euphorbia peplus* y *E. dichotoma*)
Tuatúa, purga de fraile (*Jatropha gossypifolia*)
Crotos (*Codiaeum variegatum*)
Cardenales, paraguas japonés (*E. splendens*)
Viernes santo (*Phyllanthus miruri*)
Clavos de cristo, gallito colorado, dictamo (*Pedilanthus tithymaloides*)
Pringamosa costeña (*Jatropha urens*).
Malambo (*Croton Malambo*)
Simetría (*Euphorbia lathyris*)
Milpesos, ceiba de leche (*Hura crepitans*)
Avellano del Nare (*García nutans*)

14. Familia LEGUMINOSAS. Ejemplo: ARVEJA.

Arranque una mata de arvejas y observe sus raíces:

a. *Raíces*: ¿A qué tipo pertenecen por su forma, ramificaciones, consistencia y manera de penetrar en el suelo? ¿Qué encuentra en sus filamentos? ¿Qué nombre reciben esos abultamientos? ¿Qué contienen éstos? ¿Cómo se llaman esas bacterias? ¿Por qué? ¿Qué utilidad prestan las bacterias nitrificantes a la agricultura?



Figura No. 127
ARVEJA

b. *Tallos*: Clasifique el tallo de la arveja según su forma, consistencia, medio en donde se desarrolla y la manera de agarrarse a los soportes.

c. *Hojas*: ¿Sencillas o compuestas? ¿Alternas u opuestas? ¿Cuántos pares de folíolos tiene cada una? ¿Estipuladas? ¿En qué se convierte el folíolo terminal? ¿Para qué le sirve a la planta? ¿Cuáles otros folíolos se transforman en zarcillos? ¿Cómo son las estipulas? ¿Con qué otros órganos pueden confundirse?

d. *Flores*: ¿Disponen de cáliz? ¿De cuántos sépalos consta? ¿Son libres o soldados? ¿La corola es regular o irregular? Por su forma, ¿a cuál insecto se le puede comparar? ¿Cuántos pétalos tiene la corola? ¿Cuál de ellos es "estandar-te"? ¿Qué nombre reciben los dos laterales? ¿Cuántos pétalos forman la "quilla"? Quitá con cuidado los pétalos: ¿Cuántos estambres encuentra? ¿Cuántos estambres están unidos por sus filamentos? ¿Cuántos quedan libres? ¿Qué encuentra en medio de los estambres?

¿Cómo es el estigma? ¿El ovario es súpero? ¿De cuántos carpelos consta? ¿Cuántos óvulos tiene cada uno?

e. *Frutos*: ¿Cómo es el fruto de la arveja por su forma? ¿Qué nombre recibe dentro de la clasificación de los frutos? ¿Es dehiscente o no? ¿Por cuántas hendeduras se abre al madurar? ¿Cuántas semillas contiene?

f. *Semilla*: ¿Cuántas encuentra en cada vaina? ¿Cuál es su forma? ¿Cómo es el tegumento? ¿De cuántos cotiledones consta? ¿Qué sustancias contiene? ¿Qué utilidad presta al hombre?

Otros ejemplos:

Arveja (*Pisum o Lathyrus sativus*)
Garbanzo (*Cicer arietinum*)
Doncenón (*Lathyrus odoratus*)
Maní o cacahuete (*Arachis hypogea*)
Soya (*Glycine Soja*)
Barbasco (*Lonchocarpus Nicou* y *Teprosia toxicaria*)
Culén, rúchica (*Psoralea Mutisii*)
Cámbulo, Písamo, Anaco (*Erythrina umbrosa*)
Carretón, Trébol (*Trifolium repens*)
Guandú, frijol de árbol (*Cajanus indicus*)
Retamo (*Cytissus monspessulanus*)
Arroz con coco (*Dolichos Lablab*)
Dormidera, Sensitiva (*Mimosa pudica*)
Guamo bejuco (*Inga spuria*)
Guamo cansamuelas (*I. nobilis*)
Carbonero blanco (*Calliandra tetragona*)
Carbonero rojo (*CMdellinensis*)
Acacia bogotana (*Acacia melanoxylon*)
Acacia negra, carbonero zorro (*Cojoba colombiana*)
Zarza de matorral (*Mimosa igma*)
Cachitos (*Myrmecodendron costarricense*)
Cañafístula (*Cassia grandis*)
Algarrobo (*Hymenea courbaril*)
Campeche (*Haematoxylon campechianum*)

Habas (*Vicia faba*)
 Lenteja (*Ervum lens*)
 Frisoles (*Faseolus vulgaris*)
 Chachafruto, balú (*Erthrina edulis*)
 Picapica, ojo de venado (*Mucuna pruriens*)
 Añil (*Indigofera suffruticosa*, *I. tinctoria*)
 Sarrapia (*Coumarouna punctata*)
 Bálsamo del Tolú (*Miroxylon balsamun*)
 Alfalfa (*Medicago sativa*)
 Matarratón (*Gliricidia sepium*)
 Búcaro, cantagallo (*Erythrina glauca*)
 Trébol costeño (*Platymiscium pinnatum*)
 Guamo rabo de mico (*Inga edulis*)
 Guamo cajeto (*Inga spectabilis*)
 Carbonero, Pisquín (*Albizia carbonaria*)
 Carbonero morado (*C. Pittieri*)
 Carbonero de Popayán (*C. carbonaria*)
 Acacia ceniza (*A. decurrens*)
 Zarza de los cercos (*Mimosa floribunda*)
 Samán, campano (*Samanea Samán*)
 Tamarindo (*Tamarindum indica*)
 Dividivi, Guarango (*Tara spinosa*)
 Pata o casco de vaca (*Bauchinia*)

g. *Caracteres comunes:* Estas plantas y muchísimas más constituyen la familia **LEGUMINOSAS**, con unas 7.500 especies de árboles, arbustos y hierbas que se encuentran por todo el mundo. Muy importantes económicamente como la fuente de muchas "verduras" y otros alimentos, forrajes, drogas de todas clases, maderas y plantas ornamentales.

Particularmente significativas en la agricultura, como las únicas plantas de cultivo con las cuales están asociadas las bacterias fijadoras de nitrógeno. Algunos autores las dividen en tres subfamilias (*Papilionáceas*, *Cesalpináceas* y *Mimosáceas*) que, con otras familias importantes, forman el orden **ROSALES**.

Las leguminosas ofrecen muchas formas biológicas tales como hierbas, beju-

cos herbáceos y leñosos, arbustos y árboles; con hojas alternas, generalmente compuestas y estipuladas. Sus flores son en su mayor parte conspicuas y atractivas, y proporcionan un buen número de plantas ornamentales; de color irregular constituyendo el tipo papilionáceo o amariposado.

15. Familia **ROSACEAS**. Ejemplo: **Fresal**.

Busque en los campos de tierra fría, en el jardín de la casa o en los prados de clima templado, una planta de fresa bien desarrollada, y obsérvela detenidamente:

a. *Raíces:* ¿Qué clase de raíz tiene el fresal? ¿Cómo se llaman las raíces que aparecen en cada uno de los nudos de los tallos filamentosos que aparecen en la planta? ¿Para qué le sirven estas raíces adventicias a la planta en cuanto a su propagación? ¿Por qué?

b. *Tallos:* Por su consistencia, ¿el fresal es arbusto o una hierba? ¿Cómo se llaman los tallos largos y filamentosos que aparecen en el fresal bien desarrollado? ¿Los estolones son permanentes o temporales? ¿Qué sucede cuando el estolón se seca? ¿Cuál es el medio que utiliza el fresal para su propagación?

c. *Hojas:* ¿Qué nombre toman las hojas por su posición en la planta? Clásifíquelas por la composición del limbo; por el borde del limbo. ¿Son o no estipuladas? ¿Cómo son estas estípulas?

d. *Flores:* ¿Son regulares? ¿Por qué lo afirma usted? ¿Tienen cáliz? ¿Cuántos sépalos tiene? ¿Cómo se llama el órgano que protege el cáliz? ¿Por cuántos pétalos está formada la corola? ¿Cómo están dispuestos? ¿Cuál es su color? ¿Los estambres son escasos o numerosos? ¿Sus filamentos son libres?

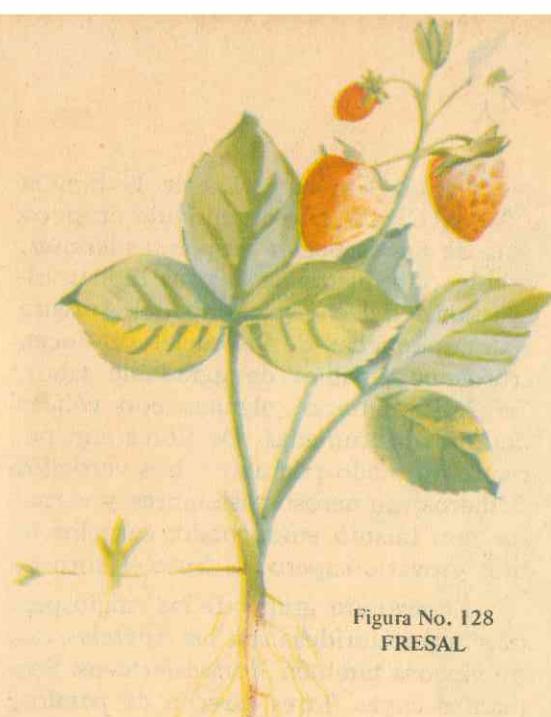


Figura No. 128
FRESAL

¿Dónde se insertan? ¿Qué encuentra en el centro de cada flor? ¿Cuántos óvulos tiene cada carpelo? ¿Cómo se llama la porción donde se insertan los carpelos? ¿Qué forma tiene el receptáculo? ¿El ovario es súpero o ínfero?

e. *Frutos:* ¿En qué órganos se transforman los carpelos? ¿Cómo se llama cada uno de estos pequeños frutos? ¿Cuál es la parte comestible del fruto? ¿Cómo se denomina esta reunión de frutos o infrutescencia?

f. *Semillas:* ¿Cuántas semillas encuentra en cada fruto? ¿Cuál es su tamaño y consistencia?

Otros ejemplos:

Fresal silvestre (*Fragaria vesca*)
 Manzano (*Pirus mallus*)
 Cerezo, capulí (*Pirus capuli*)
 Icacó (*Chrysobalanus Icacó*)
 Níspero del Japón (*Eriobotrya japonica*)
 Moral silvestre (*R. urticifolius*)
 Miguitas (*Margyricarpus setosus*)
 Rosa silvestre (*Rosa canina*)
 Fresal de sulvito (*Fragaria chiloensis*)
 Peral (*Pirus communis*)

Ciruelo (*Prunus domestivus*)
 Duraznero, durazno (*Prunus persica*)
 Mora de Castilla (*Rubus glaucus*)
 Zorzamora de tierra fría (*R. floribundus*)
 Mortiño (*Hesperomeles Goudotiana*)

g. *Caracteres comunes:* El fresal y las demás plantas enumeradas con otras muchas más forman la familia **ROSA-CEAS**, que abarca unas 2.500 especies de hierbas, arbustos y árboles comunes en las regiones templadas del mundo entero, que proporcionan muchos de los frutos más importantes y numerosas plantas ornamentales. Generalmente de hojas alternas más o menos divididas, siempre estipuladas. Con flores radiadas y pentámeras, a veces con numerosos estambres; con ovario de carpelos libres o concrecentes; tálamo generalmente ampliado en forma de disco o de copa. Fruto en aquenio (eterio) es muy variado. Esta familia pertenece al orden **ROSALES**.

16. Familia **ANONACEAS**. Ejemplo: **Anón**.

a. *Raíz:* Investigue: A qué tipo pertenecen las raíces del anón por su forma,



Figura No. 129
ANÓN

consistencia y manera de penetrar en el suelo.

b. *Tallos*: Investigue: ¿Hasta qué altura puede alcanzar el tallo del anón? Clasifíquelo por el medio en donde se desarrolla y por su consistencia. ¿Qué sustancia encuentra en su corteza? ¿Qué olor tiene?

c. *Hojas*: Clasifique las hojas del anón por su posición en el tallo y por la composición de su limbo. ¿Son o no estipuladas?

d. *Flores*: ¿En qué parte de la planta las encuentra? ¿Solitarias o agrupadas? Enumere los verticilos florales de cada flor. ¿Cuántos sépalos tiene el cáliz? ¿Cuántos pétalos tiene la corola? ¿Cuál es su color? ¿Son regulares o irregulares? ¿Cuántos estambres tiene? ¿Son o no libres? ¿Tiene tálamo? ¿Cómo es éste? ¿El ovario es ínfero o súpero? ¿Son libres los carpelos?

e. *Frutos*: ¿Qué forma tiene el fruto? ¿Es único o es una infrutescencia? ¿A qué otro fruto se parece en su constitución? ¿Cómo es el receptáculo? ¿Cuál es la parte comestible? ¿Qué presenta la corteza? ¿A qué corresponden los pezoncitos externos en el interior del fruto? ¿A qué tipo pertenece esta clase de frutos?

f. *Semillas*: ¿En qué están envueltas? ¿Cuál es el color de las semillas? ¿Qué consistencia tiene el tegumento?

Otros ejemplos:

Anón de azúcar (*Annona squamosa*)
Chirimoyo (*Annona Cherimila*, *Cherimolli*)

Anón silvestre (*Annona reticulata*)
Camio (*Canarium odoratum*)
Burilico (*Xylopiya lingustifolia*)

g. *Caracteres comunes*: Las anterio-

res plantas son ejemplos de la familia ANONACEAS, que comprende un poco más de 500 especies de plantas leñosas, árboles y arbustos de la zona intertropical tanto del Nuevo como del Antiguo Mundo, muchas de las cuales producen frutos comestibles de agradable sabor. De hojas enteras, algunas con células oleíferas perfumadas. De flores con perianto formado por uno o tres verticilos trímeros; numerosos estambres y carpelos con tálamo ensanchado; carpelos libres y ovario súpero. El fruto en sorosis.

El segundo grupo de las Angiospermas arquiclamídeas son las *Apétalas*, denominadas también *Monoclamídeas*. Son plantas cuyas flores carecen de pétalos, por lo que constituyen las más sencillas entre las Dicotiledóneas. Ciertas especies más rudimentarias solamente poseen estambres y carpelos, puesto que también les falta el cáliz, sustituido por una especie de escamita protectora de los órganos sexuales. Su fecundación es generalmente *anemófila*, para lo cual tienen notable producción de polen. No obstante encontramos entre las apétalas unas pocas especies como los claveles, de flores con hermosas corolas, que constituyen ejemplares de transición entre las Dialipétalas y las Apétalas de que nos ocupamos. Casi siempre son plantas ornamentales, pero también hay especies de frutos comestibles, otras industriales, medicinales, etc. Familia LAURACEAS: Ejemplo, *Aguacate*.

Busque en el huerto, en los alrededores del colegio, en el jardín o en sitios donde boten basura, una planta pequeña de aguacate con sus cotiledones aún prendidos, obsérvela y anote:

a. *Raíz*: Por su forma, longitud y ramificaciones laterales, ¿a qué tipo pertenece? Por su consistencia y manera de penetrar en el suelo, clasifíquela.



Fig. No. 130
AGUACATE

b. *Tallo*: En un árbol ya adulto observe y anote: ¿Hasta qué altura puede alcanzar? Por su forma y situación de las ramificaciones laterales, ¿se trata de un tronco, de una caña? ¿Es herbáceo o leñoso? ¿En qué clima prospera mejor?

c. *Hojas*: ¿Es o no una hoja típica? ¿Cuál es la consistencia del limbo y cómo son los bordes de éste? ¿Cuál es el color predominante en las hojas? ¿Cuál es su disposición en el tallo? ¿Tienen o no estipulas? Clasifíquelas según la composición del limbo. ¿Son suaves o coriáceas?

d. *Flores*: ¿Son completas o incompletas sus flores? ¿Unisexuales o hermafroditas? ¿Cuántas partes tiene cada verticilo? ¿Cuántos estambres tiene en cada verticilo el androceo? ¿El ovario es ínfero o súpero? ¿Es simple o compuesto? ¿Cuántos óvulos tiene en la única celda?

e. *Fruto*: ¿Cuántos frutos produce cada flor? ¿Cuál es su forma y el color permanente? ¿Es o no un fruto típico? Entonces, describa las tres partes del pericarpio. Cómo es el mesocarpio, ¿escaso o abundante? ¿Cuál es su consistencia cuando madura? ¿Cuál es la principal sustancia alimenticia que contiene su pulpa comestible? ¿Contiene o no proteínas y vitaminas, además de la grasa? ¿Cómo son en tamaño y consistencia sus cotiledones? ¿Cuántos tiene cada semilla? Al germinar, ¿es epígea o hipógea?

Aguacate (*Persea americana* o *gratissima*). Laurel (*Laurus nobilis*). Canelo de Ceylán (*Cinnamomum zeylanicum*), productor de la canela. Laurel criollo (*Ocotea*). Palo de Caparrapí (*Ocotea Caparrapí*). Comino crespo (*aniba perutilis*). Asafrás (*Sassafras officinalis*). Canelo de los andaquíes (*Nectandra cinnamomoides*).

f. *Caracteres comunes*: Las plantas de esta familia comprenden unas 1.000 especies y son árboles y arbustos fundamentalmente tropicales; leñosas, con hojas sencillas, coriáceas y sin estípulas; flores con cáliz y corola; hermafroditas y con verticilos trímeros; 12 estambres dispuestos en cuatro verticilos, y anteras de dehiscencia valvar. Ovario ínfero con un solo carpelo y ésta con un solo óvulo. Fruto en drupa o baya.

La familia Lauráceas pertenece al orden *RANALES*, que comprende además las familias del ranúnculo, de la magnolia, del loto y otras semejantes. Las plantas de este orden son árboles, arbustos y algunas hierbas, con flores polinizadas por los insectos, primitivas en el sentido de que sus partes, particularmente los estambres y carpelos, son típicamente numerosos y no han sido modelados por cuanto a su número y colocación, como sucede entre los órdenes superiores. Por estas razones muchos consideran a las ranales como el orden más antiguo de las dicotiledóneas y como el centro de origen de muchos de los grupos de plantas superiores.

17. Familia *VITACEAS*. Ejemplo: Vid o parra. (*Vitis vinífera*).

En una planta de vid estudie las siguientes características:

a. *Raíz*: Observe la raíz de una planta de vid y clasifíquela según su aspecto, consistencia y manera de penetrar en el suelo.

b. *Tallo*: ¿Es subterráneo o aéreo? ¿Es erguido, rastrero o trepador? ¿Es liso o tortuoso? ¿Leñoso o herbáceo?

c. *Hojas*: ¿Sus hojas son sencillas o compuestas? ¿Enteras o partidas? ¿Qué forma tiene el limbo? ¿Lobuladas o hendidas? Clasifíquelas según su disposición



Figura No. 131
LA VID

en el tallo. ¿Tiene la planta zarcillos? ¿Para qué los utiliza?

d. *Flores*: ¿Solitarias o en inflorescencia? ¿Qué tipo de inflorescencia tienen? ¿Tienen o no perianto? ¿Qué forma tiene el cáliz? ¿Cuántos pétalos tiene la corola? ¿Cuántos estambres forman el androceo? ¿El ovario es súpero o ínfero? ¿Cuántos carpelos tiene? ¿Cuántos óvulos tiene cada carpelo? ¿Son hermafroditas o unisexuales?

e. *Frutos*: ¿Es una drupa o una baya? ¿Seco o jugoso? ¿Son solitarios o en racimos? ¿Para qué se utiliza el jugo? ¿En qué departamentos es más cultivada? ¿En qué climas prospera mejor? ¿Cuántas semillas contiene cada fruto?

f. *Semillas*: ¿Grandes o pequeñas, blandas o duras? ¿Cómo están dispuestas en el fruto? ¿Cuántos cotiledones tiene cada grano? ¿Cuáles son las principales plagas que atacan a la vid?

g. *Caracteres comunes*: La familia vitáceas comprende plantas trepadoras,

enredaderas leñosas de las regiones cálidas, muchas son ornamentales con tallos tortuosos, provistos de zarcillos, que pueden alcanzar varios metros de longitud. Hojas sencillas, lobuladas y dentadas; flores unisexuales o hermafroditas con perianto completo; cinco pétalos de la corola, cinco estambres y ovario con dos o más carpelos cada uno, con dos o más semillas; fruto en baya muy jugoso, base de la industria del vino; se cultiva especialmente en el Valle del Cauca, Cundinamarca y los Santanderes. Forma parte del orden *CELASTRALES*.

18. Familia *MORACEAS*. Ejemplo: *Brevo*.

a. *Raíces*: Investigue: ¿a qué tipo pertenece la raíz del brevo por su forma y por la manera de penetrar en el suelo?

b. *Tallos*: ¿El brevo será una hierba? ¿un arbusto? ¿un árbol? ¿Cuál es

la consistencia de su tallo? ¿Es único o ramificado? ¿Qué aprecia cuando corta una rama?

c. *Flores*: Examine uno de esos órganos que encuentra en el tallo de un brevo adulto o en sus ramificaciones y observe: ¿Serán o no frutos? ¿Cuál es su forma? ¿Qué ve en su vértice? Abralo y observe: ¿Qué encuentra en los bordes internos de la abertura? ¿Cómo están dispuestos esos sépalos escamosos? ¿Qué clase de flores encuentra según el sexo? ¿Cuántos estambres tiene cada una? ¿En qué parte del receptáculo encuentra las flores femeninas? ¿Cuántos pétalos tiene cada una y cómo están unidos entre sí? ¿El ovario es ínfero? ¿Cuántos óvulos tiene y cuántos estilos presenta cada flor?

d. *Frutos*: Explique: Al madurar los ovarios, ¿en qué se transformarán?

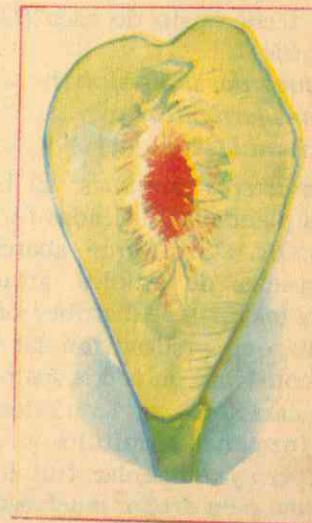


Figura No. 132
BREVO

¿Qué clase de fruto será este que está formado por un conjunto de frutillos carnosos, apretados unos contra otros, dentro de un receptáculo carnoso y azucarado? ¿Es o no comestible? ¿En qué forma se utiliza?

e. *Semillas*: ¿Conoce las semillas del brevo? ¿Cómo son por su número y tamaño? ¿Qué procedimiento conoce más adecuado que el de las semillas para la propagación del brevo? Explíquelo.

Otros ejemplos:

Brevo, higuera (*Ficus carica*)

Morera (*Morus alba*)

Uña de gato (*Ficus pumila*)

Yarumo, guarumo (*Cecropia*)

Sauce calentano (*S. humboldtiana*)

Matapalos (*Ficus dendroica*)

Dinde (*Chlorophora tinctorica*)

Nogal (*Yuglans colombiensis*)

Cáñamo (*Cannabis sativa*)

Arbol del pan (*Artocarpus incisa*)

Higuerón (*Ficus glabrata*)

Caucho ornamental (*Ficus Benjamina*)

Sauce llorón (*Salix babilonica*)

Cordoncillos (*Piper*)

Arbol de leche, palo de vaca (*Galactodendron utile*)

Yaco (*Artocarpus infegrifolia*)

Aliso (*Alnus ferruginea*)

Lúpulo (*Humulus lupulus*)

g. *Caracteres comunes*: El brevo y las demás plantas enumeradas forman la familia *MORACEAS*, que abarca unas 1.000 especies de árboles, arbustos y hierbas, la mayoría de distribución tropical, en las que predominan las plantas leñosas, con látex en todos sus órganos. Hojas de caracteres muy variados; flores cimosas formando capítulos o espigas; ovario súpero y unilocular; frutos agregados en *nuez* o en *drupa*; muchas especies se caracterizan por su infrutescencia llamada *sicone*.

B. Las Monocotiledóneas.

Son monocotiledóneas todas aquellas que se caracterizan por tener un solo cotiledón en la semilla, además de presentar venación paralela en sus hojas, haces vasculares distribuidos irregularmente en el tallo, y partes florales en múltiplos de tres. Abarcan más de 50.000 especies, muchas de las cuales son ornamentales por la belleza de sus flores, como las orquídeas, o por la gracia y esbeltez, como las palmeras. Otras son alimenticias y unas cuantas medicinales.

1. Familia *ORQUIDACEAS*. Ejemplo: *Catleya*, *Flor de mayo*.

a. *Raíces*: Investigue: ¿Dónde crece y se desarrolla la planta? ¿Se nutre de la savia de su huésped? ¿Qué es una planta epífita? Entonces, ¿qué tipo de raíces son las de la flor de mayo? ¿Es única o son varias? ¿Qué aspecto presenta? ¿Para qué las utiliza la planta?

b. *Tallos*: Observe sus tallos: ¿Qué forma tienen? ¿Cómo puede usted clasificarlos por este aspecto, por su consistencia y por almacenar sustancias de reserva? ¿En qué época utilizará la planta tales reservas? ¿Qué otra clase de tallos ofrecen estas plantas?

c. *Hojas*: Observe: ¿De qué parte del tallo salen las hojas? ¿Son grandes o pequeñas? ¿Largas o cortas? ¿Qué tipo de nervadura tienen? ¿Cómo se denominan según la forma del limbo, su borde y su composición? ¿Son delgadas o carnosas? ¿Por qué?

d. *Flores*: ¿Solitarias o agrupadas? ¿Cómo se llama este tipo de agrupación floral? Examine una de sus flores: ¿Cuántos verticilos presenta? ¿Tiene cáliz, y por tanto verdaderos sépalos? ¿A qué otros órganos florales se parecen las



Figura No. 133
FLOR DE MAYO

tres primeras piezas que encuentra? ¿Qué nombre puedes darles por esta razón? ¿Cómo son entre sí?

¿Qué verticilo está representado por los otros tres órganos coloreados e internos? ¿Son éstos iguales entre sí? ¿Cuál de ellos es diferente en forma y colorido? Investigue: ¿Por qué se le llama *labelo*? ¿Qué aspecto presenta éste? ¿Cómo son sus márgenes? ¿Qué colores lleva en los bordes? ¿En la garganta? ¿Cómo son los otros dos pétalos? ¿Qué color tienen? ¿Cómo son sus bordes? ¿Cuál es la porción más vistosa de la flor? Desprenda todos los órganos antes estudiados, teniendo cuidado de no dañar el órgano que está envuelto por ellos que se llama *columnilla* o *ginostemo*: ¿Mediante qué está rematado este ginostemo? Desprenda la caperucita u opérculo que lo cubre: ¿Cuántos cuerpecitos aprecia? ¿Qué color tienen? Se llaman

polinias, ¿por qué llevan este nombre? ¿Cuál es su forma? ¿Cómo es el apéndice de que están provistas? Se llama *caudícula*, que termina en un pie llamado *retináculo*. ¿Cómo es el estigma? ¿Cuántos estambres encuentra? ¿De qué partes está formado propiamente el ginostemo? ¿El ovario es súpero? ¿Por cuántos carpelos está formado? ¿Los óvulos son escasos o numerosos? ¿Qué tipo de polinización será la apropiada para esta clase de flores?

e. *Frutos*: Por su origen, estructura y composición, ¿cómo lo clasifica? ¿Cada cápsula contiene pocas o numerosas semillas? ¿En cuántas valvas se abre cada fruto?

f. *Semillas*: ¿Qué aspecto presentan? ¿Cómo son por su número en cada valva? ¿De qué color es este polvillo?

Otros ejemplos:

Flor de mayo, *Cattleya* (*Cattleya Trianae*)
Cattleya dorada (*Cattleya Dowiana* vr. *aurea*)
Pajaritos, varita de San José (*Epidendrum atro-purpureum*)
Arañas (*Oncidium*, *Epidendrum arachnoglossum*)
Paloma, Espíritu Santo (*Peristeria elata*)
Zancudo (*Restrepia antennifera*)
Calavera (*Acineta superba*)
Vainilla (*Vainilla planifolia*)
Bandera (*Masdevallia fenestrata*)
Cucarrón (*Stanhopea grandiflora*)
Agudija, parásita (*Odontoglossum crispum*)
Banderitas (*Masdevallia*)
Mariposita del totumo (*Oncidium pusillum*)
Toritos, abejones (*Gongora portentosa*)
Cuna de Venus (*Anguloa*)
Cebolletas (*Oncidium cebolleta*, *Brassavola nodosa*)
Josefita (*Miltonia vexillaria*)
Zapatilla, Zapato de Venus, Viejo barbuco (*Phragmopedilum longifolium*)
Lelia (*Leelia purpurata*)

g. *Caracteres comunes:* La Flor de mayo y las otras plantas antes enumeradas se conocen con el nombre general de *Orquídeas*, que comprenden unas 15.000 especies de gran variedad, hierbas de amplia distribución por todo el mundo que forman la familia *ORQUIDACEAS*, plantas notables que constituyen el orden *ORQUIDALES*, muy apreciadas por la irregularidad y belleza de sus flores y sus especializaciones para la polinización por los insectos. Particularmente abundantes y llamativas en los trópicos, de donde han sido introducidas a los invernaderos de los climas más frescos

abundantes en la selva colombiana; plantas epífitas, terrícolas y aun saprofitas; algunas disponen de un rizoma y otras son de tallos bulbosos o tuberosos. Las epífitas disponen de raíces aéreas en forma de cabellera. Las hojas, largas, carnosas y de margen entero, se desprenden del ápice de los tallos. Flores con seis piezas coloreadas llamadas *tépalos*, tres de los cuales representan los tres sépalos (los externos), uno de ellos es el *gallardete*, los otros dos son simétricos a éste. La corola formada por tres pétalos, dos de ellos anchos, de bordes ondulados y simétricos; el tercero es el *labelo*, que está encartuchado y adopta formas extrañas, franjeado o lobulado, o se prolonga en un saco, bolsa o espolón. Sólo uno o dos de los estambres son fértiles, y se sueldan con el estilo y el estigma para formar el *ginostema* o *columnilla central*; el polen se encuentra en las *polinias*, órganos globosos y provistas de un apéndice filiforme. El ovario es ínfero; el fruto una cápsula con numerosas y diminutas semillas.

Las orquídeas son ornamentales, pero los frutos de la vainilla producen una sustancia con el nombre de la planta.

Las familias de las Compuestas y de las Orquídeas son los puntos más altos hasta ahora alcanzados en el progreso evolutivo del reino vegetal.

2. Familia *MUSACEAS*. Ejemplo: *Plátano hartón*.

a. *Raíces:* Observe las raíces de un rizoma de plátano: Clasifíquelas de acuerdo con el órgano de donde se desprenden, y según la forma de penetrar en el suelo. ¿Serán suficientes para sostener la planta erecta y para protegerla de los vendavales? ¿Por qué?



Figura No. 134
PLATANO

b. *Tallos:* ¿En qué medio se desarrolla el tallo propiamente dicho del tallo del plátano? ¿A qué tipo de tallos subterráneos pertenece según su estructura, forma y consistencia? ¿Qué es un colino? ¿De dónde toma origen? ¿Para qué utilizan los "colinos" los agricultores? ¿Cómo está formada la parte aérea de las plantas? ¿Qué nombre le damos comúnmente? ¿Cuál es su consistencia? ¿A qué otra clase de matas se parece la planta del plátano por la disposición de sus partes aéreas?

c. *Hojas:* Clasifique las hojas según su posición en el vástago (tallo aéreo), por su tamaño, por la forma del limbo, su borde y clase de nervadura. ¿Son o no pecioladas? ¿Son o no envainadoras? ¿Qué aplicaciones tienen las vainas una vez secas?

d. *Flores:* ¿Qué aparece por encima

del penacho de hojas durante la época de la fructificación? ¿Qué oficio desempeñará más tarde ese soporte? (escapo). ¿En qué parte del escapo encuentra las flores? ¿Son o no solitarias? ¿Son agrupadas? ¿Qué tipo de inflorescencia constituyen? ¿Cómo están dispuestas las flores? ¿Qué órganos cubren las flores (cada hilera)? ¿Cuál es el color de estas flores? ¿Son unisexuales o hermafroditas? ¿En qué parte de la inflorescencia están agrupadas las flores femeninas? ¿Cuáles son las únicas que fructifican? ¿Cuántas piezas tiene el perianto? ¿Cuántos son los estambres? ¿Cómo termina el estilo? ¿El ovario es súpero o ínfero? ¿Cuántas divisiones tiene? ¿Qué clase de polinización tendrán?

e. *Frutos:* Clasifique el fruto del plátano por su origen, constitución y forma. ¿Cuál es su color cuando es inmaduro?

ro? ¿Cuándo madura? ¿Encuentra o no semillas en el plátano? ¿Por qué? Explique las aplicaciones de este fruto.

Otros ejemplos:

Plátano hartón (*Musa sapientum*)
 Plátano pigmeo (*Musa acuminata*)
 Plátano de Abisinia (*Musa ensete*)
 Plátano banano
 Plátano dominico (*Musa paradisiaca*)
 Platanillo, bijao (bihao) (*Heliconia bihai*)
 Arbol de viajero, ananico (*Revenala Madagascariensis*)

g. **Caracteres comunes:** El plátano y sus parientes comprenden unas 60 especies que son las más grandes hierbas que se encuentran en todas las zonas tropicales. Forman la familia **MUSACEAS**, hierbas perennes, de porte semejante al de las palmeras por su vástago cilíndrico y sin ramificaciones laterales y por su penacho de grandes hojas; hojas grandes, enteras, elípticas, penninerviadas y con grandes pecíolos envainadores. El tallo subterráneo en rizoma con raíces adventicias cortas, que da origen a los brotes aéreos comúnmente llamados *hijos* o *colinos*, utilizados para la multiplicación de las plantas. Durante la época de la fructificación, presenta un escapo o soporte que sale por encima de las hojas y que sostiene la "Bellota" o inflorescencia péndula; flores unisexuales o hermafroditas, de perianto petaloide; seis estambres, uno de ellos atrofiado; ovario ínfero; frutos en baya triangular, dispuestos en dobles hileras transversales; semillas atrofiadas.

3. Familia AMARILIDACEAS. Ejemplo: Fique, Cabuya.

Observe detenidamente una mata de cabuya que encuentra fácilmente cerca del colegio:



Figura No. 135
AZUCENA

a. **Raíces:** Clasifíquelas según su origen, disposición y manera de penetrar en el suelo. ¿Es única o abundante?

b. **Tallos:** ¿Es aéreo o subterráneo? ¿Corto o largo? ¿Leñoso o herbáceo?

c. **Hojas:** ¿Cómo están dispuestas en el tallo? ¿Por qué se dice que son radicales? ¿Son cortas o largas? ¿Cuál es su consistencia? Clasifíquelas por su forma. ¿Tienen o no nervaduras? ¿Los bordes del limbo son lisos o espinosos? ¿Qué se utiliza industrialmente de las hojas de cabuya? ¿Para qué? ¿Son medicinales o industriales?

d. **Flores:** ¿Son solitarias o están agrupadas? ¿Qué clase de inflorescencia forman? ¿Tienen o no pedúnculo? ¿Este es corto o largo? ¿Qué nombre común recibe este pedúnculo? ¿Cuál es su consistencia? ¿Para qué se utiliza su médula? ¿Cuál es el nombre que le damos comúnmente cuando está seco el pedúnculo?

Examine una de sus flores: ¿Tiene o

no perianto? ¿Cuál es su color? ¿Cuántos sépalos y cuántos pétalos tiene? ¿Cuántos estambres tiene el androceo? ¿El ovario es ínfero o súpero? ¿Cuántos carpelos tiene?

e. **Frutos:** Clasifique el fruto del fique por su origen y estructura.

f. **Semillas:** ¿Cuántas semillas encuentra en cada carpelo? ¿Qué aspecto tienen?

Otros ejemplos:

Fique, Cabuya hembra (*Fourcroya gigantea*)
 Cabuya, fique (hojas espinosas) (*F. cubensis*, *Agave cubensis*)
 Cabuya, Agave, Motua (*A. americana*)
 Penca de jardín (*A. variegata*)
 Cañamo de Sisal, Henerquén (*A. sisalana*)
 Cañamo de Yucatán (*A. rígida*, *A. fourcroides*)
 Lirio de páramo (*Hippeastrum equestre*)
 Pecosa, Cortapicos (*Bromarea Caldasia*)
 Estrella del Caquetá (*Eucharis grandiflora*)
 Cebolleta blanca (*Hymenocallis littoralis*)
 Narciso (*Crimun americanum*)
 Azucena de la costa (*Polyanthes tuberosa*)
 Lirio rojo, Flor de Lis (*Amarilis formosissima*)
 Tulipán (*Amarilis rosea*)

g. **Caracteres comunes:** Hierbas perennes de amplia distribución, de tallo corto y hojas radicales de bordes lisos o espinosos. De ciertas especies se utilizan industrialmente las numerosas fibras que proporcionan dichas hojas, otras especies son plantas perennes de jardín. Su característica principal está en la inflorescencia en umbelas, con flores hermafroditas y ovario ínfero. Constituyen la familia **AMARILIDACEAS**.

4. Familia LILIACEAS. Ejemplo: Azucena.

Arranca un pie de azucena y observa:

a. **Raíces:** ¿En qué órgano de la planta tienen origen? Clasifíquelas por este concepto.

b. **Tallos:** Clasifíquelo según el medio en donde se desarrolla.

Examine y anote: ¿Es un tubérculo? ¿Un bulbo? ¿Un rizoma? ¿Cómo está constituido? ¿Cómo están dispuestas las escamas? ¿En qué se diferencian las escamas más internas de las otras? ¿Para qué servirán a la planta estas escamas? ¿Son éstas carnosas o leñosas? Parta verticalmente uno de esos bulbos, observe y anote: ¿Qué encuentra en el centro? ¿En qué época se desarrollará? ¿Qué producirá? ¿Para qué servirá ese escapo?

c. **Hojas:** Obsérvelas y clasifíquelas por su disposición en el tallo, por su forma y tipo de nervaduras.

d. **Flores:** ¿Son solitarias o agrupadas? ¿Cómo se llama ese tipo de inflo-



Figura No. 136
FIQUE

rescencia? ¿De cuántos órganos consta el perianto? ¿Cómo diferencia el cáliz de la corola en una de esas flores? ¿Cuántos sépalos y cuántos pétalos encuentra? ¿Cuál es su color? ¿Las flores cómo son sexualmente? ¿Cuántos estambres tiene el androceo? ¿En qué lugar se encuentra el pistilo? ¿Cómo es el estigma? ¿El ovario es ínfero o súpero? ¿Cuál es su forma y cuántos carpelos contiene? ¿Ovulos escasos o numerosos? ¿Cuál será el tipo de polinización?

e. *Frutos*: Observe un fruto de azucena y clasifíquelo según su origen y estructura. ¿Cuál es su forma? ¿Por cuántas valvas se abre? ¿Seco o carnosos?

f. *Semilla*: ¿Dónde encuentra las semillas de la azucena? Color, número y forma de las semillas de un fruto de azucena. ¿Cuál es el medio más utilizado para la propagación de la azucena?

Otros ejemplos:

- Azucena (*Lilium candidum*)
- Agapantos, Lirio del Canadá (*Agapanthus africanus*, *A. umbellatus*)
- Palma de iglesia (*Cleistoyucca arborescens*)
- Cebollas (*Allium cepa*)
- Espuma de mar (*A. plumosus*)
- Corona imperial (*Fritillaria imperialis*)
- Sansevieria, Panamá (*Sansevieria zeylanica*)
- Zarzaparrilla (*Smilax officinalis*)
- Guayacana (*Smilax tomentosa*)
- Azucena de la China (*L. speciosum*)
- Ajos (*Allium sativum*)
- Puerros (*A. Porrum*)
- Espárragos (*Asparagus officinalis*)
- Ajedrez (*Fritillaria maleagris*)
- Zábila (*Aloe vera*)
- Cebollana (*Allium fistulosum*)

g. *Caracteres comunes*: La azucena y sus parientes (2.500 especies) constitu-

yen la familia *LILIACEAS*, la mayoría hierbas perennes, ampliamente distribuidas, entre las cuales se encuentran algunas de nuestras más bellas flores de jardín; también hay algunas verduras y otras productoras de fibras importantes en la industria. Su tallo es subterráneo en rizoma, bulbo; unas pocas son arbustos o plantas arborescentes; de flores hermafroditas, rara vez unisexuales; periantio con seis sépalos, androceo con seis estambres; ovario súpero, pero con placentación axial; estigma generalmente trilobulado o ramoso. Fruto: una baya o una cápsula. Ornamentales, medicinales e industriales.

5. Familia *BROMELIACEAS*. Ejemplo: *Piña*.



Figura No. 137
PIÑA

a. *Raíces*: Observe las raíces de una planta de piña y anote: ¿Es única o está formada por varias ramificaciones? ¿Es pivotante, fasciculada o napiforme?

b. *Tallos*: ¿Tiene tallo aparente? ¿Es largo o corto? ¿Leñoso o carnosos? ¿Aéreo o subterráneo? Investigue: ¿Qué

nombre reciben las plantas que no presentan tallo aparente?

c. *Hojas*: ¿Cómo están dispuestas en el tallo? Por parecer que se originan en la raíz de la planta, ¿cómo se denominan? ¿Son carnosas o coriáceas? ¿Sus bordes son enteros o espinosos?

d. *Flores*: ¿Son solitarias o agrupadas? ¿Qué tipo de inflorescencia forman? ¿Cómo se llama el vástago de la inflorescencia? Clasifíquelas por el sexo. ¿Tienen periantio? ¿Cuántos sépalos y cuántos pétalos tiene cada flor? ¿De cuántas piezas consta el androceo? ¿Cuántas tiene el gineceo? ¿Ovario ínfero o súpero? ¿Cuántos carpelos tiene?

e. *Frutos*: Clasifique cada frutillo según su origen y estructura. ¿Cómo se llama la reunión de frutillos como en la piña? ¿Cómo se encuentran entre sí estos frutillos? ¿A qué clase de infrutescencia pertenece la piña? ¿Cómo es el eje central de la piña? ¿Qué les sucede a las brácteas en relación con los frutillos y el eje central de la piña? ¿Qué aprecia en el ápice de la infrutescencia o piña? ¿Qué encuentra en su base? ¿Cómo pueden utilizar los agricultores tales "gajos"?

f. *Semillas*: Describa el aspecto, consistencia, color y número de las semillas que encuentre en una piña.

Otros ejemplos:

- Piña (*Ananas sativus*, *A. comusus*)
- Pita roja (*Aechmea magdalenae*)
- Guinchos (*T. recurvata*)
- Piñuela (*Bromelia chrysantha*)
- Melenas, barbas de viejo (*Tillandsia usmeoides*)
- Quiche, Cardo (*Tillandsia corallina*)

g. *Caracteres comunes*: Las plantas anteriores y otras muchas más forman la familia *BROMELIACEAS*, que compren-

de unas 1.000 especies de plantas herbáceas de la América Tropical, frecuentemente epífitas, raras veces terrícolas. Unas sin tallo aparente o acaules, otras de tallo corto; hojas dispuestas en rosetón y casi siempre radicales, en algunas especies teñidas de vivos colores.

Hay especies con adaptaciones xerófilas, por lo cual las raíces tienen función fijadora de la planta en el suelo. Durante la época de la floración aparece por encima de las hojas un *escapo* portador de la inflorescencia en espiga; las flores son generalmente hermafroditas, regulares y periantio de seis piezas; seis estambres y un ovario que puede ser súpero o ínfero según las especies, con tres carpelos; fruto en baya, en cápsula o en *sorosis*.

6. Familia *PALMACEAS*. Ejemplo: *Cocotero*.

a. *Raíces*: Investigue: ¿Qué clase de raíz tiene la palma del cocotero? Clasifíquela por su origen y por su aspecto. ¿Cómo penetra en el suelo? ¿Cómo es su diámetro en toda su extensión?

b. *Tallo*: ¿Es único o ramificado? ¿Cuál es su forma? ¿Qué nombre recibe esta clase de tallos? ¿Es herbáceo o leñoso? ¿Hasta qué altura puede alcanzar? ¿Qué ostenta en el ápice?

c. *Hojas*: ¿Dónde están situadas? ¿Qué posición tienen en el tallo? Clasifíquelas por el tamaño, tipo de nervadura y composición del limbo. ¿Son pecioladas o envainadoras?

d. *Flores*: ¿Son solitarias o agrupadas? ¿Cuál es el tipo de inflorescencia del cocotero? ¿Por qué órganos están cubiertos los racimos de flores? ¿Las flores tienen periantio? ¿Por cuántas piezas están formadas? ¿Estas piezas son carnosas o escamosas? ¿Las flores



Figura No. 138
COCOTERO

son hermafroditas o unisexuales? ¿Sus colores son vivos o poco aparentes? ¿Tienen néctar? Entonces deduzca qué clase de polinización deben tener. ¿La planta es monoica o dioica?

e. *Frutos*: ¿En qué parte del racimo están las flores masculinas? Observe el fruto del cocotero y clasifíquelo por su origen, estructura y consistencia. ¿Cómo es el pericarpio? ¿Grueso o delgado? ¿Qué espesor y aspecto tiene el mesocarpio? ¿Cuál es la consistencia del endocarpio? ¿Qué presenta en su superficie? ¿Qué finalidad tendrán estos agujeros "ojos" o poros germinativos?

f. *Semilla*: Rompa cuidadosamente el endocarpio y observe: ¿Qué encuentra en su interior y adherido a sus paredes?

¿Cuál es el color y consistencia de esta esfera? ¿Qué contiene esta esfera carnosa? ¿Qué sabor tiene este líquido? ¿En qué parte encuentra el embrión? ¿Cuál es su tamaño en relación con el fruto? ¿Para qué le sirven la carne blanca y el líquido lechoso? ¿Qué aplicaciones tienen las diversas partes del fruto del cocotero?

Otros ejemplos:

Cocotero (*Cocus nudifera*)
Tagua (*Phytelephas tumacana*, Ph. *Kars-tenii*, Ph. *macrocarpa*)
Palma de seje, Mil pesos (*Jessenia polycarpa*, *Enocarpus seje*)
Palma zancona, Palmiche (*Oreodoxa zancona*)
Moriche, Mirití, Canagucha (*Mauritia minor*, *M. flexuosa*)

Palma del Quindío
Palma de cera (*Xerocylon quindensis*)
Cachipay, Contadura (*Gulielma Gasipaez*)
Corozo grande (*Acrocomia antioquiensis*)
Mararay, corozo chiquito (*Aiphaens caryotifolia*)
Palma de nolí (*Corozo oleifera*)
Táparos (*Attlaea amygdalina*)
Palma de abanico (*Washingtonia filifera*)
Murrapo, Nacuma, Palmiche (*Carludovica palmata*)
Iracá
Datilera (*Phoenix dactylifera*)
Palma real (*Roystonea regia*)
Cuesco (*Attlaea nucifera*)
Palma de vino (*Scheelea excelsa*)

g. *Caracteres comunes*: Las palmas constituyen la familia *PALMACEAS*, con unas 12.000 especies de plantas arborescentes (árboles y arbustos) ampliamente dispersas a través de las regiones tropicales y subtropicales, con unas cuantas regiones templado-cálidas. De tallo en estípite o estipe, coronado por un conjunto o penacho de hojas grandes, rara vez se ramifica, con igual diámetro en toda su extensión. Su forma es cilíndrica.

Dispone de una amplia cabellera de raíces fasciculadas que le sirven para formar una gran base de sustentación y para nutrirse abundantemente. Hojas grandes en forma de abanico abierto o pinnadas, con pecíolo fibroso y envainadoras. Inflorescencia en grandes racimos terminales o laterales, protegidos por grandes espátas; las flores, poco aparentes y carentes de néctar, son por lo regular unisexuales, pero los dos sexos se encuentran en un mismo pie, es decir, son plantas monoicas, o en pies distintos (plantas dioicas). Seis piezas de forma escamosa forman el periantio; las masculinas presentan seis estambres y están en la parte

superior de los racimos; en la parte inferior están las femeninas, con ovario súpero, de tres carpelos soldados entre sí formando un ovario de una cavidad con un solo óvulo. El fruto es una nuez, una drupa o una baya.

7. Familia *GRAMINACEAS*. Ejemplo: *Maíz*.

Arranque una pequeña planta de maíz del terrario o del huerto y observe:

a. *Raíces*: ¿Tiene raíz única? ¿Los filamentos que la forman nacen a diferentes alturas de la planta o en un mismo sitio? ¿Qué aspecto presentan? Clasifique esta raíz según su origen, forma o aspecto y manera de penetrar en el suelo. ¿Cómo es su desarrollo en relación con la longitud de la planta?

b. *Tallo*: ¿Tiene o no ramificaciones? ¿Hasta qué altura puede alcanzar según las variedades? ¿Cómo es su diámetro en toda su extensión? ¿Cuál es su forma? Por su aspecto externo y por su estructura interna, ¿a qué clase de tallos pertenece? ¿Qué órganos presenta en su parte inferior y cuál es su finalidad? ¿Qué clase de raíces son éstas?

c. *Hojas*: Defínalas por su tamaño y por su extremo libre: ¿Qué clase de nervadura tienen? ¿Cómo es el borde del limbo? ¿Qué diferencias encuentra entre las dos caras del limbo? ¿Cómo están dispuestas en el tallo? ¿Son pecioladas o envainadoras? ¿Qué es la lígula y dónde se encuentra? ¿Para qué son utilizadas por el hombre?

d. *Flores*: ¿Son agrupadas o solitarias? ¿Cómo se llama el tipo de inflorescencia? ¿La planta es monoica o dioica? ¿En qué parte de la planta están las flores masculinas? ¿Qué aspecto presentan? Si la inflorescencia es una espiga, ¿cómo se llaman las agrupaciones de flo-

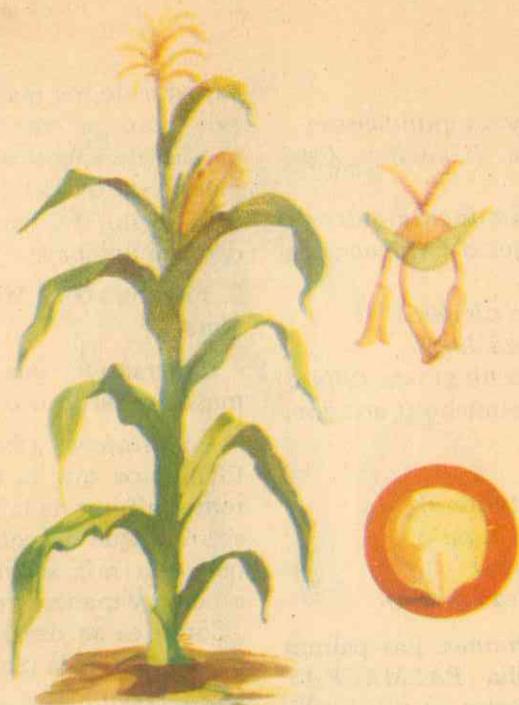


Fig. No. 139
MAÍZ

res que la forman? Separe una espiguilla del eje principal y observe: ¿Es desnuda? ¿Por cuántas láminas está cubierta? ¿Qué nombre recibe cada una de éstas? ¿Qué encuentra dentro de las "glumas"? Observe cada una de estas tres flores: ¿Cómo está protegida cada una? Si tienen aspecto de glumas, pero son más pequeñas, ¿cómo puede denominarlas? ¿Qué característica observa en la glumilla más grande? ¿Qué encuentra dentro de las glumillas? ¿Cuántos estambres tiene cada una de estas flores? ¿Cuál es la forma de cada estambre? ¿Son erectos o péndulos? ¿En qué parte del tallo están las flores femeninas? ¿Cómo se llama este tipo de inflorescencia? ¿Cómo está protegida?

Quite esas hojas o brácteas y observe: ¿Cómo están dispuestas las espiguillas femeninas? ¿Cómo se llama y qué consistencia tiene el eje en donde se in-

sertan las espiguillas? ¿Qué aspecto presentan los estilos, qué longitud alcanzan y qué forman al salir todos del capacho? ¿Tienen ovario ínfero o súpero? ¿Qué clase de fecundación tienen?

e. *Frutos y semillas:* ¿Qué nombre recibe la inflorescencia femenina una vez efectuada la fecundación? ¿Hasta cuántas mazorcas puede producir una planta de maíz? Arranque algunos frutillos (granos) y observe: ¿Cuál es su forma? ¿Es fruto carnoso o seco? ¿Dehiscente o indehiscente? ¿Cómo se denomina este tipo de fruto? Coloque entre agua algunos granos de maíz y después de 24 horas observe: Abralos por el surco que tiene cada grano y analice cuántas envolturas tiene. ¿Qué sustancias contiene la masa blanca que queda al quitar la envoltura? ¿Cómo demuestra que contiene almidón? ¿Qué órgano importante encuentra en este albumen? Obsérvelo con

la lupa, ¿cuántas partes determina? ¿Cómo se llama cada una? ¿Qué importancia tiene el embrión? ¿Cuántos cotiledones tiene este embrión? Por este aspecto, ¿a qué grupo de plantas pertenece el maíz?

Otros ejemplos:

Maíz (*Sea maíz*)

Arroz (*Oryza sativa*)

Avena (*Avena sativa*)

Centeno (*Secale cereale*)

Gordura (*Melinis minutiflora*)

Kikuyo (*Pennisetum calndestinum*)

Pasto azul (*Dactylis glomerata*)

Imperial (*Axonopus scoparius*)

Rye-grass (*Lolium multiflorum*)

Sorgo de escobas (*S. Técnico*)

Gramalote (*Paspalum dilatatum*)

Cinta (*Phalaris orundinaceae*)

Gramatolorosa (*Anthoxantum odoratum*)

Trigo (*Triticum sativum*)

Cebada (*Hordeum vulgare*)

Maíz millo (*Holcus Sorghum*)

Guinea (*Panicum maximum*)

Yaraguá (*Hyparrhenia rufa*)

Elefante (*P. purpureum*)

Micay (*Axonopus micay*)

Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Sorgo (*Andropogon Sorghum*)

Yerba de pará (*Paspalum stoloniferum*)

Alpiste (*Ph. canariensis*)

Espartillo (*Sipa Pennata*)

Cañabrava (*Gynerium saccharoides*)

Guadua (*Guadua angustifolia*)

Bambú (*Bambusa vulgaris*)

Cadillo (*Cenchrus cidisis*)

Paja de empajar (*Calamagrostis effusa*)

Canutillo (*Pariana lunata*)

Chusque, Carrizo (*Chusquea acandens*)

Lágrimas de S. Pedro (*Coix Lachrimajobi*)

g. *Caracteres comunes:* El maíz y sus semejantes constituyen la familia

GRAMINACEAS, una de las más impor-

tantes en la producción de alimentos para el hombre y los animales. También hay especies industriales y ornamentales. Casi todas las especies son plantas herbáceas de tallo cilíndrico, hueco, formado por segmentos, canutos o entrenudos, sin ramificaciones laterales generalmente: en pocas especies está lleno o es macizo; en muy pocas es arborescente.

Las raíces son fasciculadas o raíces adventicias. Hojas sentadas, envainadoras y liguladas, de limbo largo, paralelinervio, de borde aserrado y cortante. Sus flores pequeñas, sencillas y poco aparentes, están organizadas en espiguillas rodeadas de hojitas transformadas, llamadas *glumas*; carecen de corola y algunas del periantio completo; son unisexuales; las espiguillas forman grandes espigas compuestas o también racimos. Androceo con tres estambres con anteras en forma de X; el ovario es ínfero, unilocular, coronado por estigmas plumosas. Polinización directa sin agente externo o por el viento. El fruto es una cariósipide con una sola semilla, que constituye el grano. Esta familia abarca unas 5.000 especies.

CLASE ANGIOSPERMAS

CLASIFICACION

Este grupo de espermatofitas se divide en dos subclases que parecen haberse separado desde tiempos muy remotos. Estas dos categorías dentro de las angiospermas son: plantas Dicotiledóneas y plantas Monocotiledóneas.

1. Las Dicotiledóneas.

Como se deduce de su nombre, las dicotiledóneas son plantas cuya semilla contiene dos *cotiledones*. Se distinguen, además por la venación reticular de sus hojas, la distribución de los tejidos vascu-

lares en un cilindro tubular y el número de las partes florales en múltiplos de cuatro o cinco. Se conocen más de 10.000 especies, entre las cuales el grado de fusión de los pétalos de la corola ha sido utilizado como fundamento para separarlas en dos series principales: las *arqui-clamídeas*, en las que el cáliz y la corola se hallan muy mal desarrollados o tienen sus miembros enteramente libres uno del otro; y las *simpétalas*, en las que los pétalos se hallan unidos típicamente en una corola gamopétala.

A. *Simpétalas*: Se les llama también *Metaclamídeas* (*meta*, con *clhamys*, capa, vestido), es decir, son plantas cuyas flores tienen perianto completo formado por cáliz y corola constituida ésta por la unión de todos los pétalos para formar una corola *gamopétala*. Generalmente son plantas herbáceas, de polinización cruzada, o sea que el polen de una flor pasa al estigma de otra distinta llevado muchas veces por los insectos (polinización entomófila) que son atraídos por los colores llamativos y exquisitos perfumes de los nectarios. La corola adopta diversas formas (de tubos, campanas, lengüetas, gargantas, etc.), y tamaños de acuerdo con el cuerpo de los insectos que necesitan para su fecundación; los estambres tienen posición, longitud y conformación determinadas, a fin de que los insectos al penetrar toquen las anteras y se lleven el polen que, al pasar a otra flor de la misma especie, será colocado en el estigma.

“La variedad de olores, de colores, de perfumes y de estructuras son un privilegio de estas plantas, que parecen ser hechas para agradar al hombre”. Entre ellas hay plantas muy útiles como la papa, el cafeto, las quinás y las Labiadas en general que contienen esencias; otras

son bellas plantas ornamentales por sus formas y colores, tales como las margaritas, crisantemas, dalias, caléndulas, batatillas, jazmines, azaleas, etc. Las flores pueden tener ovario ínfero o súpero; cuatro o cinco verticilos (cáliz, corola, androceo y gineceo).

1. Finalidad: Familia CONIFERAS

Material: Pino.

Procedimiento: Arranque una plantita de pino, observe y anote:

a. *Raíces*: Clasifíquelas según su forma, ramificaciones laterales, manera de penetrar en el suelo y su consistencia.

b. *Tallo*: ¿Es una caña, un tronco, un rizoma o un estípote? ¿Cuál es su consistencia? ¿Herbáceo o leñoso? ¿Tiene o no ramificaciones? ¿Cómo están dispuestas a lo largo del tronco? ¿Qué forma geométrica adopta el conjunto de las ramificaciones?

Investigue: ¿A qué se debe el olor aromático de sus tallos? ¿Qué aplicaciones tienen esos aceites esenciales y las resinas? ¿Qué aplicaciones industriales tiene el tallo?

c. *Hojas*: Clasifíquelas por su tamaño y su forma. ¿Cuál es su color? ¿Son típicamente hojas o escamas? ¿Escasas o numerosas? ¿Su olor es desagradable o aromático? ¿Caducas o perennes? ¿Tienen o no forma de agujas?

d. *Flores*: ¿Son o no sencillas? ¿Solitarias o agrupadas? ¿Qué clase de inflorescencia forman? ¿Tienen o no periantio? ¿Unisexuales o hermafroditas? ¿Son plantas monoicas o dioicas? ¿Por qué? ¿Qué clase de polinización deben tener? ¿En qué lugar encuentra las flores masculinas? ¿En dónde las femeni-



Fig. No. 140
EL PINO

nas? ¿Cuántas clases de escamas tienen las flores masculinas? ¿y las femeninas?

e. *Frutos*: Investigue: ¿En qué se transforman las flores femeninas al desarrollarse? ¿Qué nombre reciben? ¿Qué otros nombres se les pueden aplicar a los estróbilos, por su forma o aspecto externo? Deduzca, entonces, por qué el nombre de coníferas. ¿Será un fruto carnoso o seco? ¿Dehiscente o indehiscente? ¿Cuántas semillas contiene cada fruto del pino?

f. *Semillas*: Clasifíquelas por su forma, consistencia y tamaño. ¿Cuántos embriones tiene cada una? ¿Cuántos cotiledones tiene el embrión de cada semilla? ¿Tiene o no endosperma? ¿Qué clase de sustancia de reserva tiene el endosperma?

Otros ejemplos:

Pino (*Pinus* con muchas especies)

Pino tea (*Pinus rígida*)

Pino candelabro (*Pinus insigne*)

Pino hayelo (*Podocarpus montanus*)

Ciprés (*Cupressus sempervirens*)

Ciprés gigante (*C. macrocarpa*)

Pino (*Pinus macrostachyus*)

Pino candelabro (*Pinus radiata* y *Pinus patula*)

Pino romerón (*Podocarpus macrostachyus*)

Pino de Pacho, Chaquiro (*P. coriacea*)

Araucaria (*Araucaria excelsa*)

Ciprés portugués (*C. lusitanica*)

Pino (*P. oleifolius*)

g. *Caracteres comunes*: Las coníferas son conocidas por su amplia distribución en las zonas templadas y por el hecho de que incluyen muchas de las especies de árboles forestales más importantes. El tronco es recto con ramas que se extienden lateralmente dando al todo una forma de aguja (cónica). Hojas en forma de escamas o agujas siempre ver-

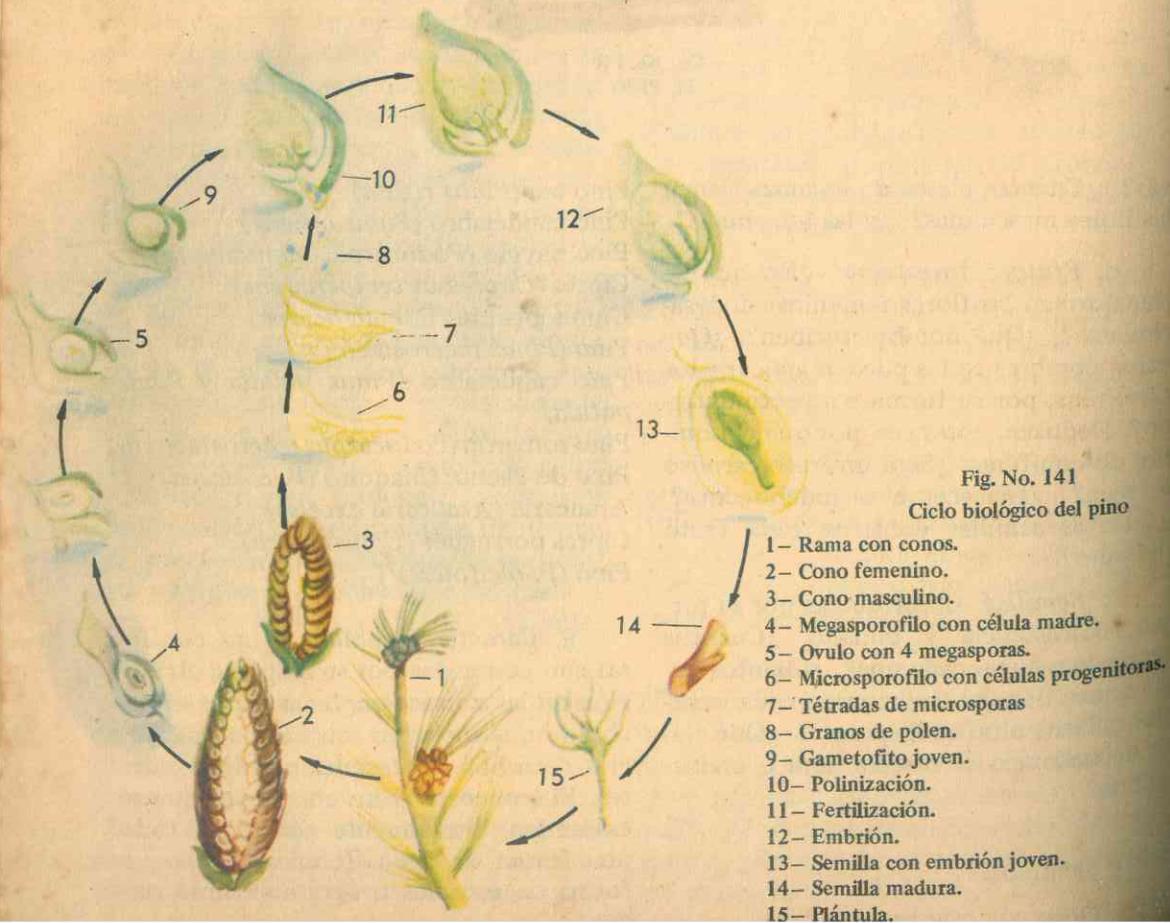
CLASE GIMNOSPERMAS

Generalidades: Las plantas denominadas Gimnospermas son aquellas espermatofitas o plantas de semillas más primitivas de las pterópsidas superiores; todas tienen sus semillas expuestas libremente al exterior y, de ahí su nombre que procede del griego *gimnós* = desnudo y *spérma* = semilla).

Las gimnospermas más primitivas eran los *helechos-cicadas*, hoy extintos, que tenían follaje como los helechos, pero formaban semillas. Los tipos vivos más simples son las *cicadas*, especialmente tropicales. Las gimnospermas más co-

munes son las *coníferas*, árboles bien conocidos de los bosques templados, para cuyo estudio debemos comprender la historia vital (ciclo vital) de una angiosperma típica común, como lo es el pino.

El árbol del pino es un esporofito, lo mismo que el helecho, pero produce dos clases de esporas que se desarrollan en cono o *estróbilos*, que son los precursores de las flores típicas de las angiospermas. Los conos masculinos (estaminados) son pequeños, de vida corta, aparecen cerca de los ápices de las ramas y producen granos de polen, provistos de protuberancias globosas para su disper-



sión por el viento. Este polen se produce en grandes cantidades.

Si un grano de polen se deposita en el núcleo de un óvulo, revienta y germina emitiendo el tubo polínico, que crece y penetra en el tejido del nucelo; uno de los gametos se une con el núcleo del huevo para efectuar la fecundación.

Los conos femeninos (ovulados) son más grandes y de vida más larga. La masa principal del óvulo está formada por el *nucelo*. En la mayoría de los pinos la fecundación no tiene lugar hasta cerca de un año después de que el polen ha sido depositado sobre el nucelo, y pueden pasar dos años o más entre la aparición del cono femenino y el desarrollo de la semilla madura. En algunas gimnospermas todo el proceso se efectúa en una sola estación. Formado el huevo fertilizado, se divide en un pequeño número de células, formando el *proembrión*. Algunas de estas células, los *suspensores*, se alargan y empujan otro grupo de células que se convierten en el *embrión*, el cual en el

pino tiene varios cotiledones. El tejido del gametofito se llena de almidón y forma el *endospermo*. El cono se agranda, el tegumento se endurece formando la cubierta de la semilla, y ésta queda ahora lista para ser liberada.

Las flores unisexuales, carentes de vistosidad y de néctar hacen que la polinización sea efectuada por el viento, para lo cual las inflorescencias masculinas producen grandes cantidades de polen; los granos de polen disponen de órganos adecuados para su dispersión; las semillas requieren varios años para alcanzar su maduración; secas las escamas de las *piñas* o *conos*, se abren, salen las semillas y, mediante formaciones membranosas de que disponen, son dispersadas por el viento.

Las *Coníferas*, con otras seis familias más constituyen el orden *CONIFERALES*, que incluyen pino, píceas, alerces, abetos, Tsugas, secuoyas, cedros, cipreses, enebros y otros como la araucaria y el pino kauri.

EVALUACION

I. DE COMPOSICION

Lea cuidadosamente las siguientes preguntas y contéstelas explicando su significado:

1. ¿Qué es una inflorescencia en cabezuela o capítulo? ¿En qué familia vegetal es característica esta inflorescencia?
2. ¿En qué consiste el vilano y cuál es su papel en relación con la diseminación de los frutos en la familia compuestas?
3. ¿Qué son los zarcillos y qué utilidad prestan a las plantas de la familia cucurbitáceas?

II. DE SELECCION

Lea con atención las siguientes preguntas y subraye la o las respuestas verdaderas:

1. Las cucurbitáceas tienen el fruto en: a) cápsula; b) baya; c) hesperidio; d) pepónide; e) cariósipide.

2. Los tallos de las cucurbitáceas son generalmente: a) erguidos; b) aéreos; c) rastreros; d) subterráneos; e) trepadores.
3. Las flores de las cucurbitales son generalmente: a) hermafroditas; b) solitarias; c) unisexuales; d) regulares; e) gamopétalas.

III. DE COMPLETACION

Lea atentamente las siguientes frases y complételas según sus conocimientos:

1. El cafeto pertenece a la familia y sus frutos son del tipo
2. La importancia que para Colombia tiene el grano del cafeto está en y porque el café colombiano es el
3. El cafeto pertenece a la familia y sus flores tienen ovario con carpelos y semillas.

IV. DE ASOCIACION

Lea con cuidado las siguientes palabras e indique su significado:

1. Solanáceas
2. Tubérculos
3. Tubiflorales

V. VERDADERO O FALSO

Lea atentamente las siguientes cuestiones y escriba una (V) verdadero o una (F) falso delante de cada frase, según sus conocimientos:

1. Las umbelíferas tienen flores: a) solitarias; b) en umbela simple; c) en panícula; d) en umbela compuesta; e) en espiga simple.
2. La parte comestible de la zanahoria es: a) el tallo subterráneo; b) su inflorescencia en umbela compuesta; c) la raíz napiforme.
3. Los guayabos y el pomarroso pertenecen a la familia: a) pasifloráceas; b) mirtáceas; c) rutáceas; d) malváceas; e) compuestas.

VI. DE RAZONAMIENTO

Lea atentamente las siguientes frases y contéstelas según sus conocimientos:

1. Los frutos del algodón son muy importantes porque

2. En el cacao las flores no están en las ramas débiles porque y sus frutos son importantes porque
3. Los frutos de la familia rutáceas son importantes en la alimentación porque contienen importantes para la de los alimentos.

VII. DE CUADROS SINOPTICOS

Lea cuidadosamente los siguientes temas y haga los cuadros sinópticos correspondientes:

1. Caracteres generales de la familia LEGUMINOSAS
2. Caracteres generales de las gramíneas o GRAMINACEAS
3. Caracteres generales de las CONIFERAS.

UNIDAD

SEXTA

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

XVIII. PLANTAS ALIMENTICIAS, MEDICINALES, INDUSTRIALES Y FORRAJERAS

Estudio bio-económico del MAIZ.

1. Finalidad: Preparación del terreno.

Material: El apropiado para desmenuzar la tierra.

Procedimiento: Con herramientas para el caso (azadones, picas o con el arado) dele vuelta a la tierra, a la vez que quita las malezas: ¿Cuál es la finalidad del arado? Para el cultivo del maíz, ¿el terreno debe o no prepararse con anticipación a la siembra? ¿Por qué razones? ¿Por qué es importante la preparación anticipada de la tierra cuando se trata de una manga o potrero? ¿Cómo debe quedar la tierra, en cespedones o bien desmenuzada? ¿Por qué?

2. Finalidad: Siembra y cuidados.

Investigue: ¿Cuáles son las épocas del año apropiadas para la siembra del maíz en su región? ¿Será antes de las lluvias? ¿Durante las lluvias o después de las lluvias? ¿Por qué razón? ¿En qué consiste el sembrado a mano? ¿En qué forma se siembran las matas? ¿A qué distancia es aconsejable? ¿Cuántos granos deben colocarse en cada mata? Cuando se trata de pendientes, ¿qué sistema es más aconsejable: en cuadro o en hileras? ¿Qué precauciones deben tenerse en cuenta para sembrar en terrenos pendientes en relación con el número de granos y distancias entre mata y mata y entre surco y surco?

¿Qué clase de semilla debe utilizarse? ¿Dónde se obtienen las semillas mejoradas? Indique una variedad apropiada



Figura No. 142
INFRUTESCENCIA DEL MAIZ

para clima caliente, una para clima medio y una para clima caliente moderado. Cuáles semillas requieren más cuidado, ¿las criollas o las mejoradas? ¿Cuáles dan mejor rendimiento y calidad? ¿Cuáles son los precios actuales del kilo de semilla de las variedades y de los híbridos?

3. **Finalidad:** Necesidad e importancia de los abonos.

Investigue: Si se trata de suelos pobres o agotados, ¿qué debe hacerse con el terreno? ¿Qué se debe hacer antes de la compra de un abono? ¿A quiénes se hacen las consultas? ¿En qué época se aplica el abono y qué sistemas se emplean?

4. **Finalidad:** Se debe desyerbar. Las plagas.

Investigue: ¿En qué consiste el des-

yerbe? ¿Cuántos desyerbes son recomendables y cuál es el más importante?

¿Cuáles son las plagas más comunes que atacan al maíz? ¿A quiénes se debe consultar en caso de plagas? ¿Cuáles son los dos insecticidas considerados como mejores? ¿Qué métodos se pueden utilizar en la aplicación de insecticidas?

¿Qué finalidad se persigue con el "espantapájaros"?

5. **Finalidad:** Cosecha y mercados.

Investigue: ¿Cuál es la época del desarrollo del maíz más apropiada para la cosecha? ¿Se puede cosechar el maíz cebrero? ¿Por qué no? ¿Cuál es la entidad oficial encargada de la compra de las cosechas de maíz? ¿Qué es el I.N.A.? ¿Qué entidad oficial hace préstamos a los cultivadores? ¿Qué garantías exige? (1).

(1) Con base en este cuestionario y en el de la papa, puede hacer el estudio de las plantas que siguen en esta unidad.

XIX. RESUMEN BIO-ECONOMICO DE LAS PLANTAS MAS UTILIZADAS EN COLOMBIA COMO ALIMENTICIAS, MEDICINALES, INDUSTRIALES Y FORRAJERAS.

A. PLANTAS ALIMENTICIAS

FARINOSAS:

EL MAIZ

1. **Preparación de la tierra:** Para que cuando llegue la época de la siembra esté todo listo, debe prepararse la tierra en forma debida y con la anticipación necesaria, lo que es importante especialmente cuando se trata de romper una manga o potrero, ya que los capotes o cespedones llevan mucho tiempo en descomponerse: en clima caliente debe efectuarse durante dos meses y hasta cuatro en clima frío antes de la siembra del grano. Como la tierra ha de quedar completamente desmenuzada, hay que utilizar las herramientas o la maquinaria adecuadas.

2. **Epocas para la siembra:** La época para la siembra ha de ser la más oportuna, es decir, al iniciarse el período de las lluvias, con lo cual la semilla encontrará suficiente humedad para la germinación. Cuando se siembra por primera vez, lo mejor es consultar a los cultivadores de la misma región.

3. **Sistemas de siembra:** Cuando la siembra se hace a mano, las matas deben quedar formando cuadro, a 92 centímetros o a un metro de distancia, colocando cuatro granos por mata (en cada sitio). En lotes pequeños o para terrenos pendientes, es recomendable sembrar en surcos a través de la pendiente (siembra en hilera o a chorrillo), poniendo un grano

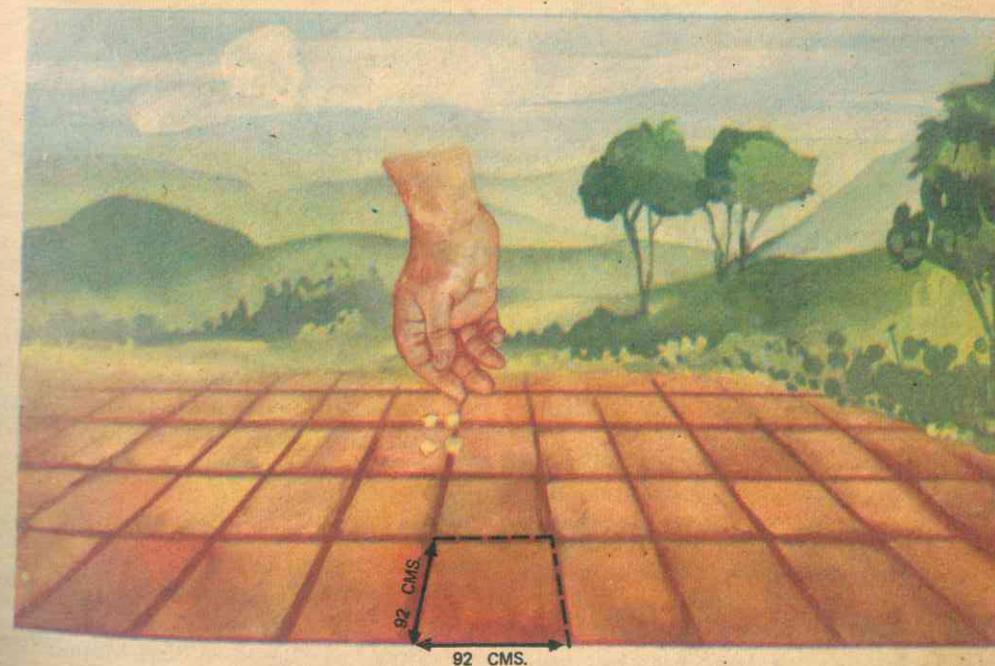


Figura No. 143
DISTANCIAS

cada 25 centímetros y dejando un metro aproximadamente entre surco y surco.

Utilizando estos sistemas de siembra se gasta aproximadamente una arroba de semilla por cada cuadra de terreno.

4. La calidad de la semilla: Para la siembra del maíz se deben utilizar semillas mejoradas en una de sus variedades e híbridas, que se encuentran en los cen-

Variedad Diacol V.153, blanco/capa harinosa; cosechar en 140 días.

b. Para clima caliente moderado (Valle del Cauca):

Híbrido Diacol H. amarillo fino, para cosechar en 145 días.

Variedad Diacol V.206, amarillo fino, para cosechar en 120 días.

Híbrido Diacol H.253, blanco fino, para cosechar en 145 días.

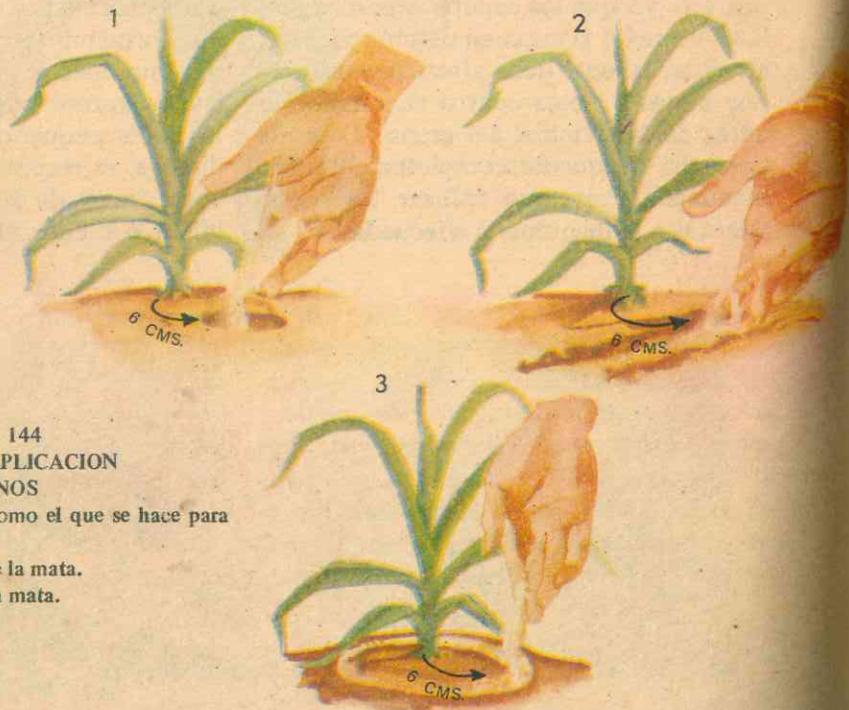


Figura No. 144
SISTEMAS DE APLICACION
DE ABONOS

1. - En un pequeño hueco como el que se hace para sembrar maíz.
2. - En una zanja, a un lado de la mata.
3. - En corona, alrededor de la mata.

tros de experimentación del Instituto Colombiano Agropecuario, I.C.A., que multiplica y vende la Caja de Crédito Agrario.

a. Para clima caliente (Caucasia, Puerto Berrío, la Costa):

Variedad Diacol V.103, amarillo fino, para cosechar en 130 días.

Híbrido Diacol H.104, amarillo fino, para cosechar en 130 días.

Híbrido Diacol H.152, blanco/capa harinosa; cosechar en 135 días.

Variedad Diacol V.254, blanco/capa harinosa, para cosechar 150 días.

c. Para clima medio, (Medellín y Zona Cafetera):

Híbrido Diacol H.301, amarillo fino, para cosechar en 155 días.

Variedad Eto. amarillo fino, para cosechar en 165 días.

Variedad Diacol V.351, blanco fino, cosechar en 160 días.

Híbrido Diacol H.352, blanco fino, cosechar en 155 días.

Nota: V. = variedad; H. = híbrido.

La variedad Diacol V.206 es aproximadamente más precoz en tres semanas que los otros maíces recomendados para clima caliente moderado. Su rendimiento es menor que cualquiera de ellos, y las plantas son también más pequeñas, lo que permite reducir distancias, obteniendo así mayor número de plantas por unidad de tierra. Además, los maíces mejorados son más exigentes en todas las labores del cultivo que las variedades criollas. Se debe tener presente que si se está sembrando maíz híbrido, es necesario comprar semilla para cada siembra. Si se utiliza maíz híbrido del cosechado en la finca, se corre el riesgo de perder entre el 15 y el 30 % del rendimiento.

5. Abonos y sistemas de aplicación: Cuando la tierra es pobre o está ya agotada, es conveniente el empleo de los abonos, pero se debe consultar la clase de abono que necesita la tierra con los agrónomos de las Secretarías de Agricultura, del Ministerio de Agricultura, de la Federación de Cafeteros, de la Caja de Crédito Agrario, en las Facultades de Agronomía y en los Centros de Investigaciones Agropecuarias.

La aplicación del abono debe hacerse al tiempo de la siembra. Y cuando no sea posible, debe hacerse cuando el maíz tenga entre 10 y 20 centímetros de altura.

La cantidad de abono que, según el caso, se indique por mata, se puede colocar así:

a. En un pequeño hueco, como para sembrar el maíz, a seis centímetros de distancia de la mata;

b. En una zanja pequeña, a un lado de la mata y a seis centímetros de distancia;

c. En corona, alrededor de la mata, y a seis centímetros de distancia.

Cuando se emplea maquinaria sembradora-abonadora, es posible sembrar y abonar al mismo tiempo.

6. Desyerbas y aporque: La desyerba debe hacerse cuando las matas están pequeñas, para que las malezas no las ahoguen, dos o tres veces durante el cultivo:

a. Primera desyerba, cuando el maíz está pequeño;

b. Desyerba y aporque, cuando el maíz está rodillero, es decir, cuando las matas tienen de 70 a 80 centímetros de altura;

c. Otra desyerba, cuando las matas empiezan a espigar.

7. Plagas e insecticidas: Las más frecuentes son los gusanos trozadores y los cogolleros. Se debe tener cuidado de consultar con los agrónomos en caso de plagas y para la compra de insecticidas y su aplicación oportuna. Entre los mejores insecticidas están el Töxafeno y el Aldrín. Se pueden aplicar por aspersión con una bomba, o por espolvoreo, mediante un espolvoreador especial, según sea líquido o en polvo. Si no se tiene a mano ninguno de estos aparatos, se puede hacer a mano, así:

a. Para espolvorear: se usa un talego de liencillo ordinario, sacudiéndolo para dejar caer sobre la planta la cantidad de polvo insecticida:

b. Cebos envenenados: se preparan mezclando el insecticida con agua y aserrín o salvado de trigo o de maíz. Se aplican dejando caer en el cogollo, si se trata de controlar el cogollero o al lado de la planta, si se trata del trozador, lo que se coja de la mezcla con tres dedos.



1 - ESPOLVOREO

2 - ASPERSION

Figura No. 145
REPRESION DE INSECTOS CON
PRODUCTOS QUIMICOS

Los pájaros son enemigos peligrosos, y hay que estar alerta en todo momento, porque en el día menos pensado aparece una invasión y un buen cultivo para los jornales que se le dediquen para espantar los pájaros.

8. Cosecha y mercado: El maíz se debe cosechar cuando esté suficientemente seco. Si se coge cerazo se daña fácilmente, tanto al ser desgranado como en el almacenamiento, pues en este estado contiene mucha agua.

La entidad oficial que compra maíz es el Instituto Nacional de Abastecimientos, I.N.A., en las distintas ciudades y regiones de cultivo del país. También compran el grano las fábricas de aceite de comer y demás empresas que transforman el maíz. Actualmente hay buen mercado y buenos precios.

La Caja de Crédito Agrario financia los cultivos de maíz, tanto a propietarios como a arrendatarios, de acuerdo con los reglamentos existentes. Se dan préstamos con garantía hipotecaria, agraria, pecuaria o personal. El plazo es hasta de un año, con intereses del 8% para préstamos inferiores a cinco mil pesos (\$5.000.00). Para préstamos mayores, el interés es del 9%. Los mismos cultivos sirven como prenda agraria.

9. Cuidado de los granos almacenados: Para evitar el ataque de insectos a los granos almacenados, debe tratarse con insecticidas como los que se indican a continuación, pues no debe utilizarse cualquiera porque muchos son peligrosos para el hombre y los animales:

a. Pyrenone, a razón de dos gramos por kilo de granos almacenados;

b. Malatión en polvo del uno por ciento, a razón de un gramo por kilo de granos almacenados;

c. Evitar el almacenamiento de la nueva cosecha en donde haya habido maíz de cosechas anteriores, porque es muy posible un ataque de gorgojos y polillas.

Estudio bio-económico de la PAPA.

1. Finalidad: Preparación del terreno.

¿Se puede hacer con el rastrillo repetido? Cuando se trata de tierra que acaba de ser ocupada con otra cosecha, ¿cuántas labores bastan y cuáles son?

2. Finalidad: Siembra y cuidados.

Investigue: ¿Cuáles son las mejores épocas del año para la siembra de papa? ¿Qué peligro tiene el cultivo si el tiempo de la siembra es muy seco? ¿Sería con-

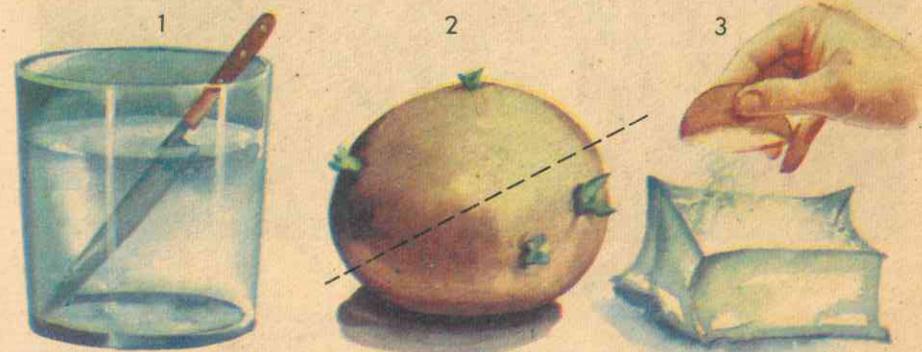


Figura No. 146
LA MEJOR SEMILLA

- 1 - Antes de cortar cada papa se sumerge el cuchillo en solución de formol al 5%.
- 2 - Se debe tener cuidado de que a cada mitad de la papa le queden, por lo menos, dos ojos con buenos brotes.
- 3 - Cada pedazo de papa se unta de manzate en la parte del corte y en seguida se siembra.

Material: Pico, azadón, gambia, aperos de labranza tirados por buey o por tractor.

Procedimiento: Investigue: ¿Qué será más conveniente: roturar la tierra a mano o con aperos de labranza? ¿Qué será lo mejor tratándose de tierras onduladas o pequeñas extensiones planas: emplear un tractor o los bueyes? Si se puede emplear maquinaria adecuada, ¿cuántos fierros son necesarios? ¿Qué se persi-

veniente o no el riego artificial? Si se trata de pendientes, ¿en qué forma debe realizarse la siembra? ¿Qué distancia se debe dejar entre surco y surco? ¿A qué distancia una de otra se coloca la semilla en el surco? ¿Cuál es el peso ideal del tubérculo para semilla? ¿Qué otros cuidados se deben tener para seleccionar las semillas?

3. Finalidad: Necesidad de fertilizantes. Investigue: ¿Qué es el abono orgá-



Figura No. 147
SIEMBRA A TRAVES DE
LA PENDIENTE

nico y en qué momento se aplica? ¿Se puede utilizar el limo? ¿Cómo están formados los fertilizantes granulados? ¿Cuáles son las fórmulas más recomendables? ¿Qué es el caballón? ¿Cuáles son las ventajas de la cobertura? ¿Qué peligros atrae al cultivo?

4. Finalidad: Desyerbe y aporque.

Investigue: ¿Cuántos desyerbes son necesarios? ¿Qué condiciones se requieren para hacer el primer aporque? ¿Y cuándo se hace el segundo? ¿En qué consiste el aporque individual y cómo debe realizarse? Enumere las principales plagas de la papa.

5. Finalidad: Cosecha y almacenamiento.

Investigue: ¿Qué características de los tubérculos se deben tener en cuenta para efectuar la cosecha? ¿En qué época,

invierno o verano, se pueden dejar las papas en tierra en espera de mejores precios o para obtener semilla? ¿Qué herramientas son recomendables para arrancar las papas? ¿Se deben lavar las papas para el mercado? ¿Qué factores se deben tener en cuenta para hacer la selección para el comercio? ¿Qué ventajas traería para los cultivadores de papa el poder utilizar compuestos químicos para almacenar la papa de consumo? ¿Qué son los huacales y para qué se utilizan? ¿Cuál es la característica del precio de las papas?

LA PAPA

1. Preparación del terreno: Hay dos casos a considerar en este aspecto:

- a. Cuando se trata de roturar una sabana o un potrero;
- b. Cuando se va a sembrar papa en terreno que ha sido cultivado antes.

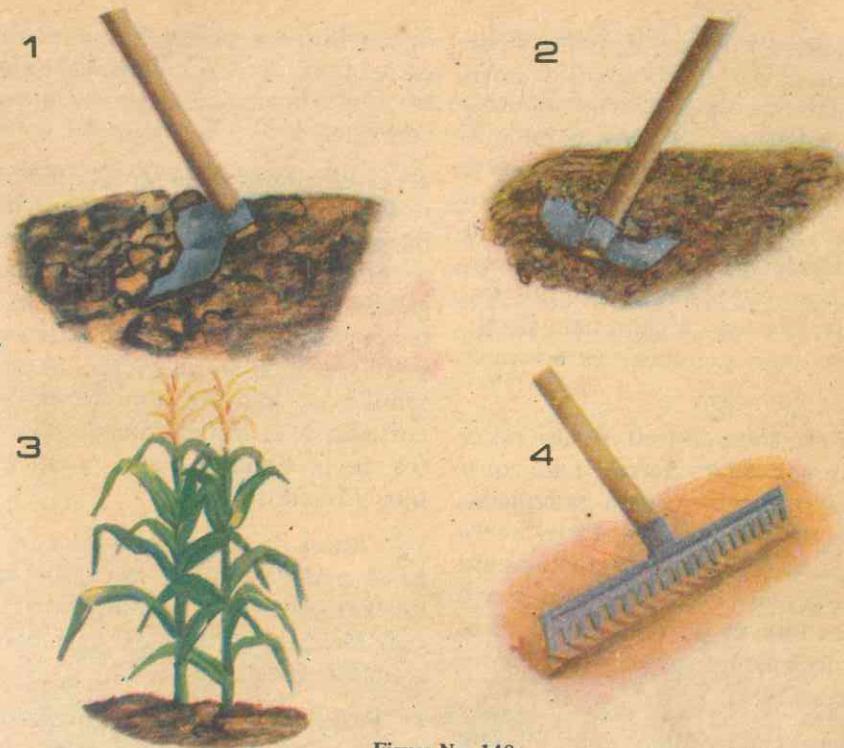


Figura No. 148
PREPARACION DEL TERRENO

- 1 - Picar
- 2 - Repicar
- 3 - Domar
- 4 - Rastrillar

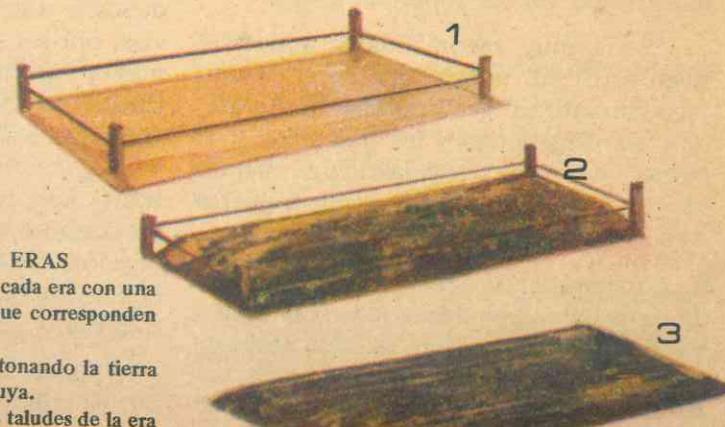


Figura No. 149
CONSTRUCCION DE LAS ERAS
1 - Se señalan el largo y el ancho de cada era con una cabuya templada en cuatro estacas, que corresponden a las esquinas de la era.
2 - Con azadón y pala se va amontonando la tierra dentro del espacio rodeado por la cabuya.
3 - Se pule más la tierra, se hacen los taludes de la era procurando que...

En el primer caso, la tierra debe romperse con cuatro o seis meses de anticipación para que tenga tiempo de descomponerse. El uso del pico, gambia o azadón debe abolirse por duro, costoso y demorado. Y como la papa generalmente se cultiva en terreno ondulado o plano deben utilizarse los aperos de labranza, bien sea tirados por tractor o por bueyes, siendo preferible esto último para tierras onduladas y para pequeñas extensiones planas.

Cuando se trata de potreros, se necesitan por lo menos tres fierros: para roturación, para el cruce y para rastrillada; esta última debe hacerse repetidas veces para que la tierra quede perfectamente desmenuzada. Para la roturación hay que emplear dos bueyes por tratarse de labores duras, lo mismo que para el cruce y las rastrilladas.

2. Epocas para la siembra: Generalmente se acostumbra la siembra con las primeras lluvias de principios del año, a fines de enero y todo febrero. Una segunda siembra o travesa se hace en septiembre. Lo esencial es que les caiga agua a las plantas en los primeros ocho días, y que más adelante llueva con cierta frecuencia, desde la aparición de las flores hasta la formación de los tubérculos.

Sería muy recomendable aplicar el riego artificial, puesto que en el tiempo seco durante la siembra, hay fuerte ataque de plagas, como las pulguillas y el gusano tierrero, especialmente cuando hay materia orgánica sin descomponerse en su totalidad.

3. La siembra: Se acostumbra la siembra de papa en surcos a través de la pendiente, en hileras; a lo largo de cada hilera se hace un surco con la azada pequeña; entre surco y surco se deja 1.20 metros de

distancia, para poder formar el caballón en los aporques. A lo largo de cada surco se coloca la semilla a una distancia de 30 centímetros.

4. Condiciones de la semilla: El tubérculo ideal para semilla ha de tener de 40 a 60 gramos de peso, es decir, un tamaño correspondiente a un huevo grande de gallina: debe ser redonda, con ojos y brotes cortos y vigorosos, libres de pulgones y sin vestigios de pudrición. Si escasea la semilla, se pueden usar papas grandes cortadas a la mitad inmediatamente antes de la siembra, cada mitad con dos ojos y buenos brotes.

Antes de cortar cada papa, se sumerge el cuchillo en un frasco con solución de formol al 5%; cada pedazo se unta con Manzate en la parte del corte y se siembra enseguida.

5. Fertilizantes y abono orgánico: Una vez colocada la semilla a lo largo de cada surco, se tapa con uno o varios puñados de abono orgánico, y alrededor del montoncito de este abono se aplica el fertilizante químico en forma de corona. En reemplazo del abono orgánico preparado de antemano, se puede aplicar el lodo o limo que se recoge en los desagües de los caminos o en cualquier parte donde se deposite tierra arrastrada por aguas lluvias, por ser muy rico en nutrientes. Para mayor seguridad se deben utilizar los fertilizantes químicos granulados, que en el empaque traen los números que indican la proporción de nitrógeno, fósforo y potasio. Las fórmulas más recomendadas hasta ahora son las que contienen la proporción 1 - 3 - 1; por ejemplo, la fórmula comercial 10 - 30 - 10 conserva esta proporción.

En las tierras paperas de Antioquia, por ejemplo, se utiliza un bulto de abono

granulado por cada bulto de semilla sembrada. Se considera que un cultivo ha sido bueno si por cada almud sembrado se cosecharon 12 o más almudes de papa.

6. Caballones y cobertura: Una vez colocada la semilla, con abonos y fertilizantes a lo largo de los surcos, se forma un caballón de 20 centímetros de altura para que tape completamente los montoncitos.

7. Vigilancia: Observar con atención: ataque de enfermedades; ataque de bichos; crecimiento de malezas; papas descubiertas; encharcamientos.

8. Principales pestes: Las plantas pueden ser atacadas desde que empiezan a brotar por las siguientes pestes: La GOTA, que empieza por las hojas, sigue a los tallos y pudre los tubérculos. La RIZOCTONIA, que se presenta en los tubérculos, las



Figura No. 150
TRAZADO DE LAS ERAS O
CABALLONES

La cobertura ha sido casi descartada por el alto costo. Pero si se tiene helecho macho, cañas de maíz u otros materiales en abundancia y sin mayor costo, puede hacerse.

a. **Desventajas:** Es muy costosa y atrae muchos insectos.

b. **Ventajas:** Regula la temperatura del suelo; evita la evaporación de agua del suelo; controla las malezas; enriquece el suelo con materia orgánica.

plantas se marchitan, las hojas se doblan y los tallos producen tubérculos aéreos. La SARNA, ataca los tubérculos y es común en suelos resecos. La DORMIDE-RA O MOCO, enfermedad muy grave que ataca los tubérculos con supuración mucosa de olor desagradable; el follaje se amarillea, se duerme y se seca. Es necesario destruir toda planta que aparezca con este mal.

Las pestes se combaten mediante la

aspersión, que consiste en echar sobre las plantas una solución de pesticidas, de manera que caiga como pequeñas gotas de rocío. Al tiempo se aplican insecticidas, mezclándolos en el fungicida ya disuelto. Las aspersiones se inician ocho días después de nacidas las plantas si el tiempo es lluvioso y a los quince si es tiempo seco.

Como fungicidas comunes tenemos: Manzate y Dithane M-22. Como insecticidas están: DDT en polvo y en polvo mojable, Malathion líquido, Toxafeno en polvo. Y para que el líquido se adhiera a las hojas, se utilizan sustancias adherentes o pegantes como Spreader sticker, leche y miel de purga: Por cada 25 litros de líquido se agrega media cucharada de Spreader sticker o media botella de leche o miel.

Además de la aspersión se recurre al espolvoreo, cuando haya necesidad de atacar intensamente los insectos, lo cual debe hacerse en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde con máquinas espolvoreadoras o con el talego de liencillo que ya conocemos. Con todos estos cuidados, una cuadra puede producir 80 cargas de 120 kilos cada una.

9. Clima apropiado: Los climas más apropiados son los fríos a más de 2.500 metros sobre el nivel del mar.

10. Principales variedades: Argentina, Salamineña o Salentuna, Manzana, Careta o Americana, Turma de caballo, criolla o yema de huevo. Como variedades mejoradas tenemos el Capiro.

11. Desyerbas, aporques: Se dan dos o tres desyerbas con un mes de intervalo. Las dos primeras se aprovechan para hacer el aporque. El primer aporque se hace a los 15 ó 20 días de nacida la planta; el segundo antes de que los tallos pierdan la posición vertical.

12. Cosecha: Para arrancar las papas se voltea el caballón con azada o con un garabato de madera, procurando desechar las papas podridas. Solo en Antioquia se acostumbra lavar las papas destinadas a la venta de consumo. Luego se procede a la selección para formar los grupos comerciales, así: Papa de primera, de 60 grs. de peso en adelante; Papa de segunda, de 40 a 60 grs.; Papa de tercera, de 20 a 40 grs.; Redrojo o Riche, de menos de 20 grs. Para el almacenamiento deberían emplearse sistemas mediante compuestos químicos, que demoran el brote, y colocarlas en depósitos especiales a bajas temperaturas; esto favorecería a productores, que no tendrían que vender rápido y barato, y a consumidores, que no tendrían que pagar demasiado caro en todo tiempo.

Para almacenar papas de semilla se utilizan los guacales de madera con buena ventilación.

13. La papa como negocio: La papa es un producto que sube y baja de precio. No hay dos cosechas que se vendan a igual precio; a una temporada de precios altos sigue otra de precios bajos. Todo ello se debe a falta de organización eficaz para el mercado agrícola, a falta de sistemas de almacenamiento que regulen el mercado y a la naturaleza misma del producto que se daña rápidamente.

Lo que sucede con el cultivo de la papa es que el que siembra por una sola vez no es buen agricultor y es mal empresario. El buen agricultor siembra continuamente y cuando empieza tiene proyectos para seguir, así las malas cosechas se compensan con las buenas y los precios bajos con los altos. El negocio de cultivar papa debe ser una actividad permanente y como muchos otros solo lo deben emprender quienes tengan vocación y medios suficientes para hacerlo.

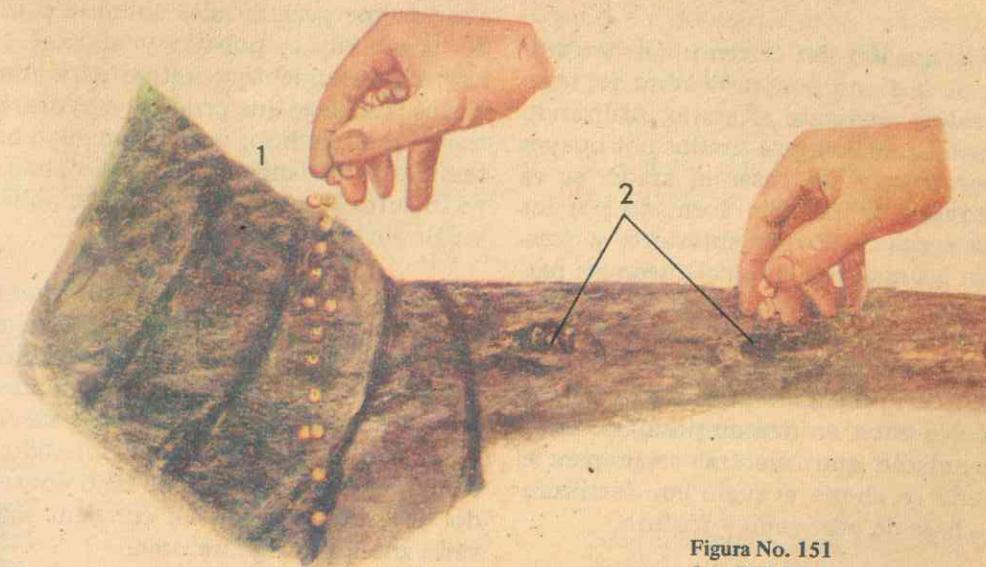


Figura No. 151
LA SIEMBRA

1 - A chorrillo
2 - Mateada

EL TRIGO

1. Finalidad: Preparación del terreno.

Investigue: ¿Qué maquinaria debe utilizarse? ¿Qué operación realiza el arado en relación con el rastrojo y las malezas? ¿Hay necesidad de la rastrillada? ¿Qué tiempo debe dejarse para la descomposición o fermentación? Si se trata de terrenos ya cultivados anteriormente, ¿qué debe hacerse para devolverles algunos elementos nutritivos? ¿Será necesario el abono en nuestras tierras más fértiles?

2. Finalidad: Siembra y cuidados.

Investigue: ¿Hay necesidad de seleccionar las semillas? ¿Cuál es el sistema utilizado desde la antigüedad para la siembra? ¿Qué desventajas trae el sistema de "voleo"?

se debe consultar sobre calidad de semillas? ¿De qué factores depende la cantidad de semillas a sembrar por unidad de superficie? ¿A qué profundidad quedan los granos cuando se utiliza la sembradora y a qué distancia entre mata y mata? ¿Cuáles son las mejores épocas del año para la siembra? ¿Qué clima es el más apropiado? ¿Qué clase de terreno es el mejor? ¿Cuáles son las principales plagas de la planta? ¿Y del grano almacenado?

3. Finalidad: Cosecha y beneficio.

Investigue: ¿Cuál es la herramienta utilizada por nuestros campesinos? ¿Qué ventajas trae el uso de la segadora? ¿Cuántos días debe dejarse el trigo cortado para que termine su maduración? ¿Cuál es el rendimiento de una cosecha normal? ¿Qué operación debe efectuarse antes de la molienda? ¿Qué es la sé-

EL TRIGO

1. **Preparación del terreno:** La preparación de la tierra para la siembra del trigo se realiza mediante el arado, utilizando los aperos de labranza tirados por bueyes o por tractor: al pasar el arado, se va enterrando el rastrojo formado por los tallos secos de plantas anteriores y desarraiga las malezas; la tierra queda así parcialmente desmenuzada, pero su preparación debe ser completada con la rastrillada, después de lo cual debe dejarse el terreno así preparado para que la materia orgánica entre en descomposición. Es recomendable que mientras se prepara el terreno se abone el suelo con fertilizantes a base de nitrógeno y fósforo.

2. **Siembra y cuidados:** Al llegar el día de la siembra, el agricultor debe seleccionar su semilla cuidadosamente, y la mejor práctica es solicitar asesoramiento en las estaciones experimentales del Ministerio de Agricultura. La cantidad de semillas a sembrar por hectárea depende de la calidad del suelo, de los sistemas de siembra, la preparación previa, la época del año y la calidad de la semilla. El mínimo es de cuatro kilogramos por hectárea; el máximo de 100 kilogramos.

Durante casi toda la historia de la humanidad se ha venido sembrando el trigo por el clásico e imperfecto sistema de arrojar la semilla a voleo, sistema que se ha venido eliminando por el uso de la máquina sembradora, mediante la cual los granos quedan sepultados en el suelo a uno o dos centímetros de profundidad y a unos 20 centímetros entre mata y mata. El sembrado debe pasar por tres etapas: pasto, espigazón y madurez. Tanto la humedad como las heladas y los calores intensos producen granos defectuosos.

3. **Principales plagas:** Tres hongos ejercen efectos perjudiciales sobre la planta de trigo: royas, polvillo y añublo. No hay un tratamiento curativo para eliminarlos. La plaga que produce mayores estragos es el carbón; pero el enemigo más temible es la langosta. El grano almacenado sufre la acción de gorgojos, polillas y palomitas.

4. **Clima y terreno:** Se sostiene que en términos generales el trigo es de clima templado, pero en Colombia se cultiva generalmente en los climas fríos de mesetas y altiplanicies. El terreno más adecuado es el arcilloso con buen contenido de cal. Cuando la tierra tiene bajo contenido de materia orgánica, conviene cultivarla antes con leguminosas.

5. **Cosecha y limpieza:** Después de haber pasado por sus tres etapas de desarrollo y de haber superado los riesgos del granizo, la sequía, las lluvias, las enfermedades y plagas, la planta queda lista para la recolección o cosecha, para la cual la técnica moderna ha ido desplazando el antiguo y clásico sistema de la hoz, con la utilización de máquinas de admirable eficacia llamadas autocosechadoras o cosechadoras automotrices, que al mismo tiempo recolectan y trillan, siegan las plantas, separan el grano de la espiga y embolsan el trigo en una sola operación a gran velocidad. El rendimiento de una cosecha normal es de 600 kilogramos por hectárea como mínimo, el máximo en condiciones óptimas es de cuatro mil kilogramos.

Una vez cosechado el grano se lleva al molino, donde se les quitan adherencias y tegumentos a los granos por medio de máquinas. La molienda se efectúa y después de varios procesos de molienda,

se separan la sémola y los residuos. Las harinas de mejor calidad se obtienen en la primera molienda; de las posteriores provienen las de calidad intermedia e inferior.

Junto con la avena, la cebada, el centeno, el maíz y el arroz, el trigo es uno de los alimentos vegetales básicos de la humanidad; hay multitud de variedades.

OLEAGINOSAS

LA SOYA

1. **Preparación del terreno:** La preparación de la tierra debe ser la misma que para el maíz: un suelo bien mullido y libre de terrones permite uniformidad en cuanto a profundidad en el suelo, buena germinación y asegura mejores resultados. No basta la roturación, sino que es necesario desmenuzar con rastrillo. Son preferibles los terrenos sueltos; el rendimiento es deficiente en suelos muy húmedos, secos, pesados y ácidos, por lo que se recomienda el enclamiento. Cuando la soya se siembra en terrenos poco fértiles es aconsejable el abonamiento, que debe hacerse de preferencia antes de la siembra, incorporando bien el material al suelo. Como fertilizante puede utilizarse una buena mezcla rica en potasio, en la proporción de 200 a 300 kilos por hectárea; la fórmula recomendable es 4-12-4. El enclamiento parece estimular la producción de nódulos bacteriales, con el incremento en la fijación de nitrógeno. Por esta razón, cuando se siembra por primera vez en un terreno debe inocularse éste o la semilla con un cultivo de bacterias radicícolas específicas de la soya.

2. **La siembra:** Puede hacerse a mano o

con máquina sembradora, depositando la semilla en hileras. Cuando el cultivo es para producción de semillas, las distancias son las siguientes:

- a) 60 cm. entre hileras.
10-20 cm. entre matas.
- b) 70-80 cm. entre hileras.
10-20 cm. entre matas.
- c) 10-100 cm. entre hileras.
10-20 cm. entre matas.

Pero si es para forraje o abono verde, la distancia entre matas puede reducirse a 5 centímetros o menos, o hacer la siembra al voleo, sistema poco aconsejable.

También puede sembrarse a mano a distancias como las que se emplean para el frisol cuarenteno. En terrenos inclinados debe sembrarse la soya en hileras a través de la pendiente, siguiendo el contorno del terreno, método que ofrece las siguientes ventajas: mayor rendimiento de follaje y semilla; mayor tamaño en la semilla; germinación más uniforme; menor cantidad de semilla para sembrar. La cantidad de semilla por hectárea depende de la variedad, tamaño de la semilla, método de siembra, poder germinativo, carácter del suelo, condiciones climáticas y el fin para que se destina el cultivo.

La profundidad de la siembra es muy importante porque de ella depende la buena germinación: en suelos arcillosos y pesados ha de ser de 2 y 1/2 cms.; en suelos livianos, de hasta 7 y 1/2 cms. Todo ello depende del carácter del suelo, la humedad y el tamaño de las semillas.

La soya se puede sembrar en combinación con maíz, frisol, pastos y sorgos.

3. **Desyerbas:** Deben empezar inmediatamente nazcan las plantas. Cuando el

cultivo o siembra se hace en hileras en terreno plano, el mejor sistema es la cultivadora común para maíz movida por bestias. En pendientes debe utilizarse el azadón, controlando en lo posible el deslave de los suelos en tiempo de lluvias.

4. **Plagas:** La cigarrita o Chicharrita verde ha sido la única plaga que se ha presentado en Colombia, pero sin causar daños notorios; es posible exterminarla con insecticidas como el DDT, Agrocide o Clordano.

5. **Utilización:** Por sus propiedades nutritivas y múltiples usos, la soya es una planta excepcional: La planta verde sirve para pasto de corte, ensilaje, abono verde.

Las semillas en culinaria tienen muy variados usos: harina, tortas, caldos, sopas, macarrones, pastas, bizcochos, leche, pan, queso, arequipes, flanes, galletas, confitería, etc.

Como productos industriales derivados tenemos: glicerina, explosivos, esmaltes, barnices, sustitutos de petróleo, aceites alimenticios; fabricación de impermeables, de linóleo, pinturas, jabones, celuloide, sustitutos del caucho, tintas, lubricantes, etc.

Entre las leguminosas, la soya dispone del más alto contenido en proteínas, además de vitaminas y poca cantidad de almidón, por lo que es recomendable para personas cuyo régimen alimenticio debe ser escaso en carbohidratos. En promedio la composición de la semilla es la siguiente: agua 10% ; proteínas 36% ; grasas 17% ; ácidos, azúcares, taninos, dextrina, almidón 27% ; fibras 5% ; cenizas 5% ; enzimas como la ureasa y glicerina. De esta composición se deduce

lógicamente su importancia como alimento humano.

Como forraje para el ganado, se hace el corte cuando empiezan las vainas a llenar y caen las primeras hojas.

Como tiene pocos carbohidratos no es recomendable sola como ensilaje, pero, mezclada con tres partes de ensilaje de maíz o con una o dos partes de sorgo, da buenos resultados. La semilla en tortas es indicada para ganado lechero; moderadamente puede utilizarse para caballos y mulares. Mezclada con mineralizantes, puede emplearse para aves y cerdos.

HORTALIZAS

Las hortalizas son plantas comunes y domésticas que se cultivan en la huerta, con tallos, hojas y frutos tiernos y jugosos; producen durante un tiempo que va entre uno y seis meses; de semillas pequeñas y recién nacidas son muy delicadas; su tamaño es mediano o pequeño.

1. **El terreno:** Las buenas cosechas de hortalizas dependen mucho del terreno donde se siembran: el lote debe estar junto a la casa o un poco más lejos, siempre que sea fértil, que se le pueda poner agua y sea fácil para la vigilancia. Es preferible que el campo escogido esté atravesado por un arroyo con agua corriente y limpia y, para que los desagües funcionen, el terreno debe tener una ligera inclinación, pues si es muy plano se puede encharcar en invierno y si es muy pendiente resulta difícil su manejo.

2. **Preparación del terreno:** La preparación es tan importante como la escogencia del terreno, y resulta mejor un terreno regularmente fértil y bien preparado que otro bueno y mal preparado. Si es una sabana o potrero, se debe picar, dejar madurar los cespedones, y a los dos o

cuatro meses según el clima, repicar hasta desmenuzar completamente la tierra. Es aconsejable sembrar primero una cosecha de maíz o papas para domar y mejorar la tierra. En tierra fría es bueno aplicar *cal agrícola*. Después de la cosecha domadora, remover la tierra hasta volverla migajón.

Cuando el terreno ha sido cultivado, solo hay que emparejarlo, quitar piedras o troncos, retirar residuos de la cosecha anterior que no se descompongan rápidamente y, sobre todo, limpiarlo de malezas persistentes picando hondo, aflojando y escogiendo para sacar los tallos subterráneos, como bulbos y rizomas. Como las hortalizas requieren tierra en excelentes condiciones, hay que emparejar el terreno.

Si el cultivo es mecanizado, después de arado y rastrillado se le hace pasar un marco nivelador o un tronco largo y parejo arrastrados por la yunta o por el tractor para emparejarlo. El emparejamiento debe utilizarse para recoger piedras y raíces y restos de malezas persistentes.

3. **El agua:** No puede haber huerta sin agua, porque en verano hay que regar hasta dos veces, a mañana y tarde con agua limpia, que, si no es abundante, se echa en el momento de regar. Si la huerta es grande, de la acequia principal se deben sacar ramales provisionales que se pueden reemplazar por canoas de guadua o yarumo. Además, debe haber una o varias pocetas cuando el riego se efectúa con regadera. Los desagües se hacen una vez organizadas las eras de suerte que el agua corra lentamente pero sin empozarse; anchos y pandos en forma de batea.

4. **Cerco y rompevientos:** Para evitar que entren animales y que pase la gente

se requiere un buen cerco, que puede ser de empalizada, de guadua, cañabrava, madera redonda o de otro material de fácil adquisición. Para no tener que cambiarlo constantemente, lo mejor es un alambrado común reforzado con estacones verdes de sauce, matarratón, quebrabarrigo, búcaro, chachafruto, sueldo, según lo que se tenga en la región. Se acaba de tupir con cañas de maíz o chamizas. Por fuera se siembran matas de jardín para que tapen más y sirvan de adorno. El ideal sería un lote grande cercado con árboles que protejan, produzcan frutos y a la vez sirvan de rompevientos, que son imprescindibles en regiones secas y de fuertes vientos, pero no si el huerto está en una hondonada protegida o si hay humedad en el aire.

5. **Protección en terreno pendiente:** Para evitar que las aguas arrastren la tierra en suelo pendiente, conviene sembrar hileras continuas de plantas de buena duración, que den flores u otros productos u hortalizas de larga vida, tales como la col y la alcachofa. Pero si el terreno es pedregoso, las piedras se deben recoger y colocar en hileras a través de la pendiente o hacer vallados.

6. **Los abonos:** Son indispensables. El más necesario y más barato es el abono orgánico, que resulta del estiércol de animales domésticos y de los residuos vegetales descompuestos, tales como basuras, cenizas, hojarasca de cosechas, pulpa de café, ripio de cabuya y otros desperdicios.

El purín (aguas negras que provienen de los orines y de la parte líquida de los estiércoles) es un buen abono, que se debe aplicar cuando las matas tengan cierto desarrollo con regadera de chorro.

El abono químico rico en fósforo es

conveniente cuando se ha puesto mucho abono orgánico, para que las plantas de las que se cosecha el fruto no se "vayan en vicio" con muchas hojas y tallos. En tierra fría es importante aplicar cal agrícola para corregir la acidez, lo que se hace moderadamente cada seis meses o cada año, en el momento de preparar las eras y antes de las siembras.

7. **Herramientas:** Las comunes como azadón, palas, regatones, etc., y las modernas como el rastrillo, la horca o pala-rastrillo, los escardadores, el trasplantador, el surcador, la regadera.

8. **Eras o caballones:** Aunque no es necesario sembrar todas las hortalizas en eras, lo mejor es construir éstas para una mejor organización de la huerta. En terreno pendiente se trazan atravesadas, de modo que cada una ataje los arroyos que al llover corren de la parte superior.

Cada era puede tener un ancho de vara y media y una longitud que varía según el tamaño de la huerta, sin que queden demasiado largas; entre una y otra se deja media vara de distancia.

9. **Semilleros:** Se utilizan para aquellas hortalizas cuyas plantitas recién nacidas son tan delicadas que no se pueden sembrar las semillas de una vez en las eras, sino que hay que hacerlo en un lugar donde se les pueda poner más atención para luego trasplantarlas.

Para plantitas muy débiles recién nacidas, como las que salen de la semilla de cebolla de huevo, se utilizan los semilleros de cajón, que se colocan lejos de donde haya animales, donde les dé el sol y el aire, pero no debajo de aleros o de árboles, o bien dentro de la huerta a campo raso; se deben regar con regadera especial de chorro fino. Los semilleros en el sue-

lo, que puede ser una era, se dejan para plantitas más vigorosas, como las de repollo.

En todo caso, la tierra para el semillero ha de estar bien desmenuzada y pasada por zaranda; los bordes de la era se protegen con adobe, piedra o troncos; la tierra ha de ser también negra y floja y no ha de utilizarse abono orgánico o muy poco pero muy descompuesto y bien revuelto con la tierra. Para el semillero de cajón, éste ha de ser pando y de madera fina, con arena gruesa en el fondo y tierra cernida encima; se coloca sobre un "burro" de madera.

Mientras más grande sea la huerta y con más frecuencia se siembre, mayor necesidad hay de utilizar semilleros.

La tierra se debe cambiar con frecuencia y desinfectar el semillero para mantenerlo libre de peligro para las semillas y las plantitas. La desinfección puede hacerse quemando hojas y chamizas encima de la tierra; o con agua caliente; o con solución de formol al 1%, que es el método mejor. Tanto la tierra de semilleros como la de las eras se deben mezclar con un poco de polvo insecticida, como *clordano* para atacar hormigas y otros bichos, pero en las eras se hará mientras las hortalizas estén creciendo.

10. **La siembra:** A sembrar se aprende sembrando y preguntando a los cultivadores expertos, pero sí se hace necesaria la prueba de la germinación: en un plato pando se ponen tres o cuatro pedazos de papel periódico empapados en agua, y encima cien semillas; se continúa humedeciendo hasta que germinen. Deben germinar por lo menos ochenta para que la semilla sea aceptable. Una semilla poco vigorosa brota poco a poco y demora hasta ocho días o más.

Antes de la siembra es conveniente colocar las semillas en una vasija con agua la víspera de la siembra para remojarlas, y unas cuantas horas antes de sembrarlas se les quita el agua, se extienden a la sombra sobre un trapo o un periódico para que escurran y sequen. Con el remojo brotan más rápidamente.

a). **Siembra de asientos:** El primer paso en el cultivo de algunas hortalizas es el uso de semilleros. Pero otras semillas se pueden sembrar de una vez en el punto donde se van a cosechar las plantas, lo que recibe el nombre de siembra de asiento, utilizada con semillas de tamaño grande cuyas plantitas salen vigorosas y no requieren los cuidados del semillero; en otros casos de semillas cuyas plantitas no se pueden trasplantar, se utiliza igualmente este sistema. Este último caso sucede con hortalizas de raíces comestibles, tales como la zanahoria y los nabos. Dos métodos se emplean para la siembra de asiento, a saber:

1°. **Siembra a chorrillo:** Se hacen surcos

poco profundos a través de las eras. La semilla se deposita dejándola caer de la mano como en chorro, sin interrupción. Para una mejor distribución de la semilla es conveniente mezclarla con un poco de arena.

2°. **Siembra mateada o a golpe:** En este caso, se depositan las semillas una por una o en grupitos de tres o cuatro a lo largo del surco, aunque no es necesario hacer el surco para este método.

Una vez depositadas las semillas por cualquiera de los dos métodos, se tapan, presionando la tierra con la mano o con los dientes del rastrillo puestos de plano. La tierra debe quedar apretada para que el agua de riego o de lluvias no desentierre las semillas.

b). **Siembra al voleo:** Consiste en aventar las semillas sobre la era o semillero, procurando repartirlas más o menos uniformemente. Se utiliza en semilleros y con semillas difíciles de coger una por una, así como para plantas de poca dura-



Figura No. 152
SIEMBRA AL VOLEO

1 - Se esparcen o aventan las semillas sobre la era o semillero, procurando que caigan repartidas uniformemente.

2 - Después se cubren las semillas con una capa delgada de tierra bien pulverizada y se apisonan suavemente con la palma de la mano. En siembras muy grandes se

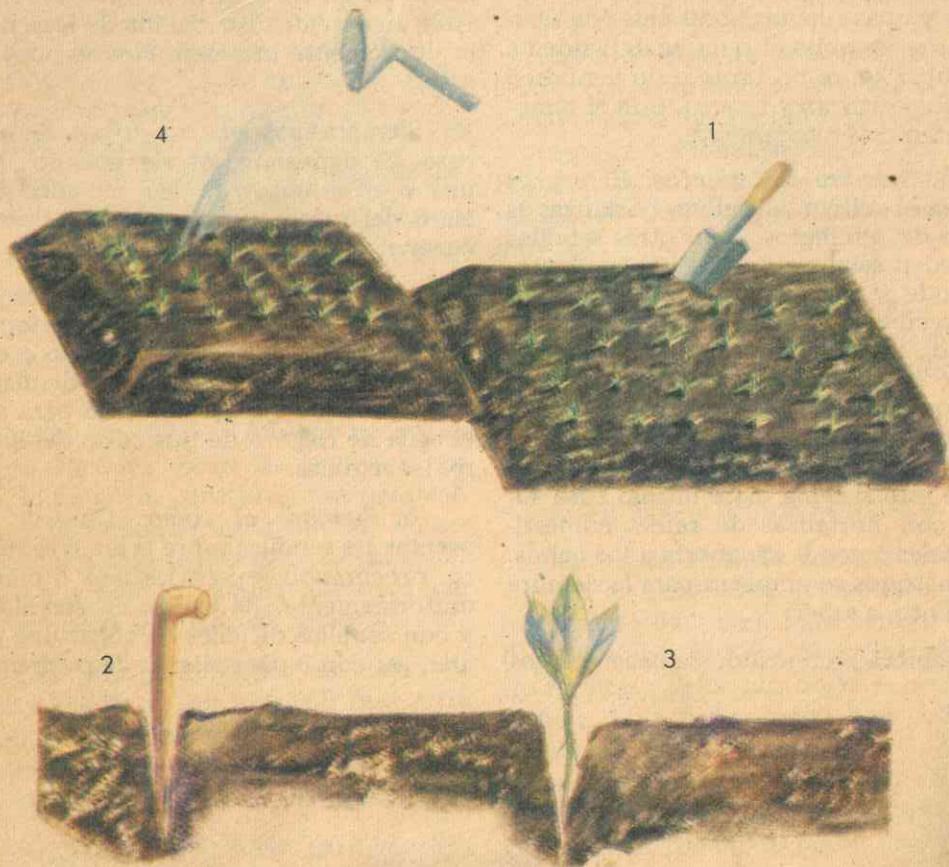


Figura No. 153
TRASPLANTE

- 1 - El trasplantador es una especie de cuchara grande, de mango corto, con la que se remueven las plantitas en el semillero cuando éste ya se ha humedecido.
- 2 - El ahoyador sirve para hacer el hueco donde se va a colocar la planta definitivamente, puede servir una estaca corta y un poco gruesa con la punta afilada.
- 3 - El hueco debe ser suficientemente ancho y profundo para que la raíz de la planta entre con facilidad y no quede torcida.
- 4 - La víspera o unas horas antes del trasplante se riegan en abundancia los semilleros para aflojar la tierra y las raíces de las plantas; a medida que se van sembrando las maticas se riegan abundantemente.

ción, como el rábano. Luego se cubren las semillas con una capa delgada de tierra bien pulverizada y se apisonan suavemente. Repetimos que este sistema no es recomendable en general para hortalizas porque requieren frecuentes desyerbas, que se dificultan por tener que realizarse a mano.

11. **Raleos o aclareos:** Se entresacan las maticas menos desarrolladas y se deja espacio a las mejores, lo que se debe empezar muy pronto, halándolas con las manos. Con la siembra a mateado rara vez se necesita aclareo.

12. **Trasplante:** Se ha de realizar en tiempo nublado o de llovizna, o bien en las primeras horas de la mañana o en las últimas del día. La víspera o unas horas antes debe regarse el semillero, operación que se repite a medida que las maticas se van sembrando. El trasplante se aprovecha para seleccionar las mejores matas. Como herramientas se utilizan el trasplantador y el ahoyador, el primero para remover las matas del semillero y el segundo para hacer el hueco a donde se va a trasplantar.

13. **Riego y regadera:** Las hortalizas re-



Figura No. 154
DESYERBAS

1 - Apenas empiecen a crecer las malezas se usan los escardillos de mango corto y de uñas, para pasarlos por entre las hileras, desgarrando la tierra y removiendo las malezas. Así se hacen dos o tres labores cada ocho días.

2 - Más adelante se puede usar un escardador de mango largo y de una sola pieza metálica para raspar la tierra y remover las malezas. Luego se usa el rastrillo para remover la tierra, arrancar las malezas y amontonarlas.

3 - Parte de las desyerbas se hacen a mano, cuando las malezas nacen demasiado cerca de las hortalizas y no es posible aproximar hasta allí las herramientas porque dañan las plantas.



Figura No. 155
APORQUES

No se puede remover la tierra al pie de la planta que se utiliza por la raíz. Algunas hortalizas se aporcan para impedir que ciertas partes de la planta reciban luz y se pongan verdes y duras.

quieren riego continuo en tiempo seco, a mañana y tarde o a cualquier hora si la huerta es extensa y no tiene bastante agua. Se puede hacer por inundación, con regadera de mano o con lluvia artificial, pero en todo caso con mucho cuidado para no perder la tierra con riego fuerte. El riego más fácil y más común es el riego con regadera de chorro muy fino. Pero el más recomendable es el de lluvia artificial, aun en terreno pendiente.

14. **Cobertura contra evaporación:** Se llama también cama o arrope, y consiste en una capa gruesa de hojarasca, residuos de cosechas, pasto picado, colocada de modo que cubra completamente toda la tierra al lado de las hortalizas. Esto favorece a las plantas en verano y en climas secos, así como se evita el desarrollo de las malezas al tiempo que se mejora la tierra.

15. **Desyerbas:** Se practican con los escardadores y el rastrillo, cada ocho días, según el tiempo. Con este sistema se remueve la tierra, se arrancan las malezas y se amontonan. Pero si las malezas nacen muy cerca de las plantas, parte de las desyerbas se deben hacer a mano.

16. **Aporques:** Antes de hacer el aporque se remueven las malezas para que no queden cubiertas con la tierra que se arriña después a las raíces o a los tallos. Esta doble operación de desyerbe y aporque al tiempo se llama *cultivar*.

El aporque se hace para tapar las raíces descubiertas, o para provocar la formación de más raíces, o también para impedir que ciertas partes de la planta reciban luz y se pongan verdes y duras.

17. **Alternación de cultivos:** Con ello se logra mantener la tierra descansada y se

desalojan ciertos bichos o microbios productores de pestes. En cada era o en cada parcela se va alternando la siembra de todas las hortalizas: donde se sembraron repollos, la vez siguiente se siembran arvejas o remolachas, por ejemplo, y así se van cambiando hasta repasar todas las verduras.

18. **Clasificación:** Arbitrariamente podemos clasificar las hortalizas de acuerdo con la parte de la planta que se utiliza:

a. **Raíces:** remolacha, zanahoria, rábano, chirivía, salsifí, nabo, colinabo o colirrábano. Necesitan tierra floja y profunda en forma de eras o caballones; no se pueden sembrar en lugares húmedos, porque la raíz se pudre; las semillas se siembran de asiento y a chorrillo; el abono orgánico debe ser moderado, lo mismo que la humedad.

b. **Bulbos:** cebolla de huevo, ajo, puerro. Requieren también tierra floja y fresca, ojalá un poco cascajosa. La cebolla cabezona se puede propagar por bulbo o por semilla, utilizando semilleros, trasplante y siembra de asiento y mateado.

El puerro se propaga fácilmente por semilla o por hijos. El puerro y la cebolla junca requieren más frescura y más abonos orgánicos.

c. **Tallos:** Espárragos, colirrábano o colinabo, papa de huerta, espinaca. Necesitan tierra floja y fresca.

d. **Hojas:** Col, repollo, repollitos de Bruselas, lechuga, acelga, cebolla junca, apio, mostaza, perejil, cilantro. Requieren tierra más floja, fresca y abonada que casi todas las demás hortalizas. La col se propaga por hijos. Repollos, repollitos de Bruselas, lechugas y acelga se propagan

por semillas compradas en el comercio y se levantan en semilleros. El apio se propaga por hijos y la hoja debe aporcarse cuando tierna.

La distancia de siembra entre mata y mata depende del tamaño y no requieren quedar muy separadas a lo largo de la hilera. Entre hilera e hilera se dejan 40 cms. o más para dar paso al rastrillo. Las coles se pueden sembrar en una parcelita aparte y no necesitan eras. Todas las hojas de las hortalizas son muy ricas en minerales.

e. **Flores:** Coliflor y alcachofa. De la alcachofa como planta medicinal se aprovechan tallos, hojas y flores; como comestible, solo parte de la flor. De la coliflor se come toda la flor. La alcachofa se propaga fácilmente por hijos, que se siembran en hilera, y llega un momento en que no necesita desyerbas, pero sí abono orgánico abundante y frecuente. La coliflor se siembra en semilleros, se trasplanta en hileras, se abona con orgánico, pero le conviene también abono químico rico en fósforo. Para que la flor se mantenga fresca y blanca, se cubre con las hojas que sostienen amarradas.

f. **Frutos:** Tomate, pepino de relleno, pepino cohombro, ají pimentón, ají dulce, berenjena, legumbres, vitoria, ayuama, cidrayota. Las últimas cuatro plantas se pueden considerar como hortalizas porque solo se dan en tierras muy buenas, pero no exigen los cuidados de las verdaderas hortalizas.

El tomate se produce en casi todos los climas, menos en los muy fríos, a excepción del tomate de aliño. Hoy no se tiene como hortaliza ya que se tiene como cultivo comercial en grandes extensiones, y es atacado por la gotera.

La berenjena es propia de climas cálidos y medios más que de los fríos. También la ataca la gotera.

El ají, cualquiera que sea, es muy rico en vitaminas.

Los pépinos son plantas trepadoras que se pueden sembrar al pie del cerco.

Vitoria, auyama y candelaria son tallos rastreros y trepadores, que hoy se cultivan y se comen en abundancia. La cidra-yota también crece espontáneamente en lugares frescos y abonados, es planta perenne que se puede enredar en los cercos.

De todas las hortalizas que se producen por los frutos es posible obtener semillas, seleccionando las matas más sanas, vigorosas y productivas y dejando secar el fruto en la mata para extraerle el grano.

g. *Legumbres*: Todos los frisoles de tallo y de arbolito, habichuelas, arvejas, habichuela metro, guandul, guífaros, etc. son aprovechados por sus frutos o legumbres, y requieren abono químico rico en fósforo. La siembra se hace de asiento, en hileras y de tres a cuatro granos por mata; la distancia entre mata y mata depende del tamaño de la planta, pero no debe ser inferior a 40 cms. Si el terreno no es muy escurrido, se deben sembrar en eras. El clima depende de la especie: en los fríos, habas, habichuelas, frisoles de enredadera, arvejas; en climas moderadamente fríos y medios se dan frisoles de arbolito, habichuelas de metro; en los cálidos el frísol guífaro. El guandul es planta perenne, como muchos frisoles de enredadera.

Todas las legumbres se deberían consumir tiernas, verdes o al iniciar la madurez, por ser más nutritivas, más sabrosas y fáciles de preparar; las únicas verdu-

ras que contienen regulares cantidades de proteínas, y las que más se prestan para seleccionar la semilla.

FRUTALES

EL MANZANO

Es un árbol de cultivo doméstico muy antiguo, pero que solo en los últimos años ha venido a tener importancia comercial. Hay muchas variedades y entre ellas mencionaremos las siguientes: Salamina, de frutos de color verde por un lado y rojo por donde le da el sol, de pulpa jugosa y maciza; Margarita, de frutos más grandes y verdosos y que puede ser atacado por la roña; Emilia, con frutos de tamaño medio, algo achatados, de piel rosada y pulpa jugosa. Red delicious, con hojas de color verde oscuro, fruto grande de forma cónica con hendiduras opuestas al pezón, de color verde oscuro brillante, buen sabor y perfume exquisito y que necesita polinización cruzada.

1. El lote y preparación de la tierra:

El lote destinado al huerto de manzanos debe estar situado en lugares libres de vientos continuos y fuertes, de preferencia en la hondonada de un pequeño valle; en caso contrario, proveerse de rompevientos, pero no con cipreses, guadas ni otras plantas que resequen y apelmacen la tierra. Además debe tener facilidades de riego.

Se obtienen mejores resultados cultivando los manzanos en tierra arada que, como para todo cultivo, conserva la humedad, se amplía la zona en que las raíces puedan alimentarse y se evitan las malezas. No se debe dejar en sabana el resto del campo puesto que la grama no deja circular el aire y dificulta la penetra-

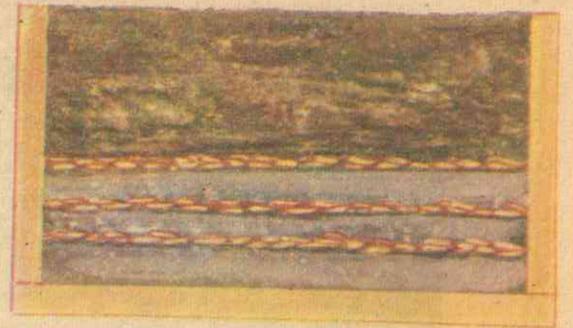


Fig. No. 155-A
PROPAGACION POR SEMILLAS
Estratificación:

Las semillas se importan.

La estratificación es el tratamiento que se le hace a la semilla para ponerla en condiciones de germinar. Se hace en arena fina, en cajones o en eras a campo raso. Se extienden tres capas de semillas, separadas una de otra por capas de arena de 3 a 5 cms. de espesor, y la capa superior de semillas cubierta también con arena. El conjunto se recubre con una capa de tierra de 20 a 30 cms. de espesor. El cajón o la era no debe encharcarse. Tanto las eras como el cajón se riegan moderadamente.

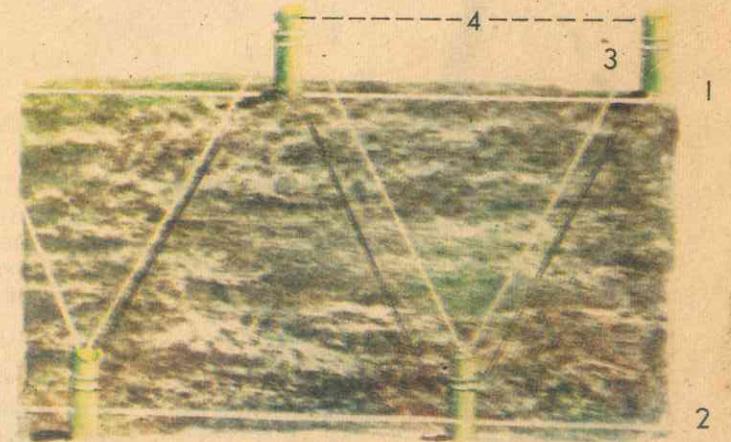


Fig. No. 155-B
TRAZADO Y ESTACADA
Ver el texto.

- 1- Línea básica.
- 2- Segunda línea
- 3- Lazo
- 4- Estaca

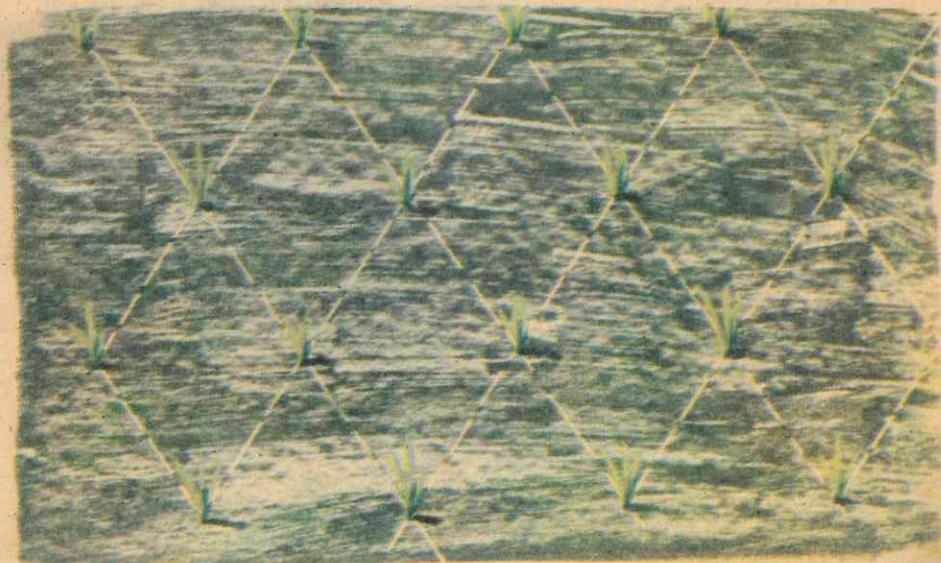


Fig. No. 155-C
SIEMBRA

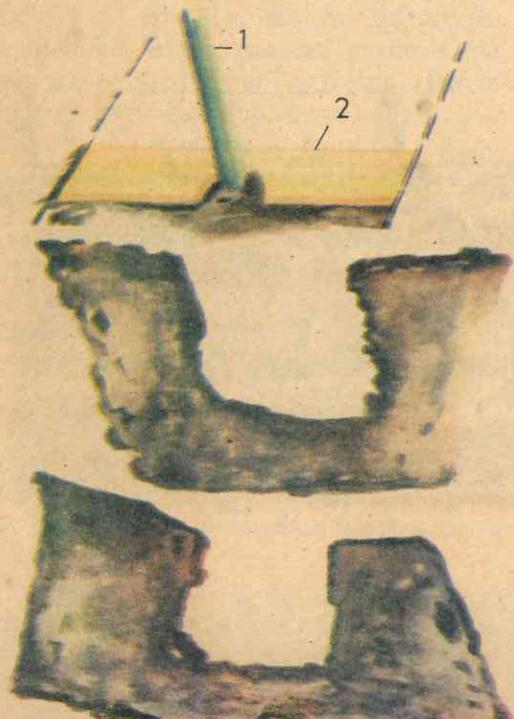


Fig. No. 155-D

Las paredes del hoyo no deben quedar lisas, sino disparrajas: se construyen hoyos cuadrados, para lo cual resulta útil una tabla angosta de 80 cms. de largo y con una muesca en el centro, que debe coincidir con la estaca.

- 1- Estaca
2- Tabla con muesca.

Si las paredes del hoyo resultan lisas, se deben picar con el regatón, para que las raíces puedan penetrar fácilmente en tierra.

Si el hoyo ha de quedar en un punto muy pendiente, conviene hacer antes de la excavación una pequeña escala o terraza de un metro de ancho para allí hacer el hoyo.

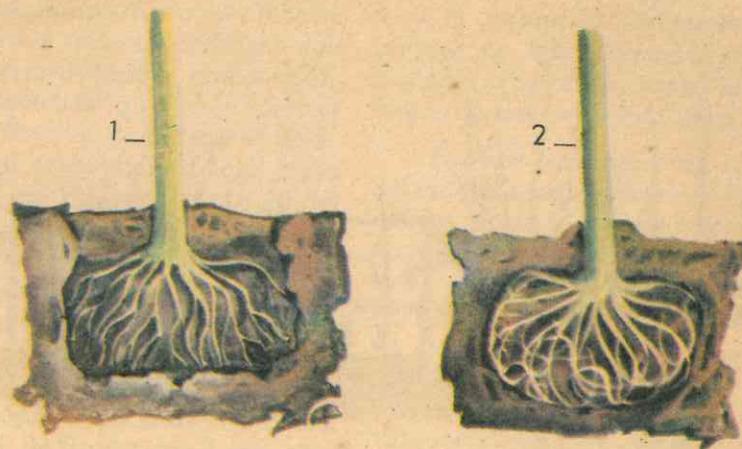


Fig. No. 155-E

PARA UNA BUENA SIEMBRA.

Cuando no se disponen correctamente las raíces se les dificulta romper las paredes del hoyo o seguir profundizando. Si se dejan como un paquete o "rollete", el árbol queda impedido para crecer.

- 1- Arbol bien sembrado
2- Arbol mal sembrado.



Fig. No. 155-F

PODA DE FORMACION

- 1- Tallo con todos sus brotes, listo para la poda.
2- Tallo después de podado: se dejan solamente cuatro brotes. Cuando estos cuatro brotes hayan alcanzado la altura de un metro, se deben despuntar.



Fig. No. 155-G

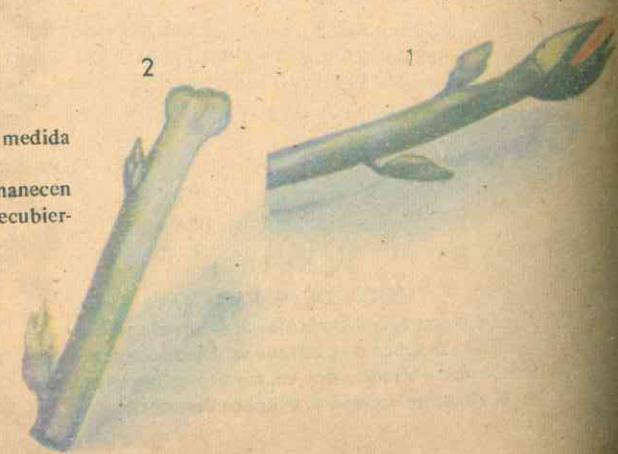
DISTRIBUCION DE RAMAS SECUNDARIAS Y AGOBIO

- 1- Se dejan las ramas secundarias más vigorosas, pero convenientemente espaciadas según el desarrollo del árbol.
- 2- Manzano de 8 meses después de la primera poda: ramas bien espaciadas y agobiadas sobre el marco del chiquero.
- 3- El mismo árbol, antes y después de la segunda poda. En las ramas primarias se dejaron las secundarias con más tendencia a crecer horizontalmente.

Fig. No. 155-H

PODA DE FRUCTIFICACION

- 1- Las yemas de flor se van redondeando a medida que crecen y sobresalen de las ramas.
- 2- Las yemas de leño, aunque crezcan, permanecen chatas, aplanadas, casi pegadas a la corteza y recubiertas de lanilla o pelusa.



ción de las raíces. Lo mejor es preparar bien el terreno y utilizarlo primero con cultivos de corta duración, como maíz, frisoles o arracachas, que proporcionan una tierra de huerta. Preparado el terreno, se hace el trazo tirando una línea inicial básica que atraviese el centro del huerto. A lo largo de esta línea se colocan estacas cada 4 ó 5 metros, pero si los manzanos son de pie franco las distancias deben ser mayores. Luego se trazan líneas paralelas a la anterior conservando las distancias elegidas para los árboles, y se abren los hoyos cuadrados de 80 cms. de lado por 80 de profundidad, separando la tierra negra de la de colores del subsuelo.

Los hoyos se rellenan con la tierra negra mezclada con abonos orgánicos completamente descompuestos.

2. **La siembra:** Debe hacerse en temporadas de lluvia, o en cualquier época cuando hay facilidades de riego. El arbolito debe sembrarse sin hojas, para evitar transpiración y procurando que las raíces queden bien distribuidas y cubiertas de tierra; después se echa abundante cantidad de agua y se acaba de llenar el hoyo de manera que el cuello del árbol quede a nivel de la superficie del terreno. Al momento de la siembra es conveniente aplicar una o dos cucharadas de clordano u otro polvo insecticida revueltas con la tierra del hoyo. Para el cultivo del manzano enano conviene despuntar el arbolito con corte de bisel por encima de una yema, para que quede con una altura de una vara o vara y media, se pule y se unta una pasta cicatrizante.

3. **Poda de formación:** A los dos o tres meses de la siembra se deben eliminar los brotes de la base del tallo, y de los restantes dejar sólo los cuatro más vigorosos

para la formación de cuatro ramas dispuestas en cruz, pero a diferente altura. Cuando estas ramas hayan alcanzado un metro de largo se deben despuntar.

Pasados seis meses de la siembra se deben eliminar las ramas secundarias más débiles, dejando las más vigorosas, convenientemente espaciadas, entre 5 y 10 cms., cortando todas las ramas que se dirigen al centro del árbol. A los ocho meses se hace la práctica de agobio, que consiste en agachar las ramas principales hasta una posición horizontal, utilizando horquetas clavadas cerca del árbol con tiras de cuero como sufridor y amarrándolas con alambre liso. Lo mejor es utilizar chiqueros. Con este sistema se obtiene mayor cantidad de frutos y se le da mayor solidez al manzano.

4. **Poda de fructificación:** Consiste en eliminar chupones, ramas mal orientadas y ramas apretujadas en los primeros años. Mas tarde se debe impedir la profusión de ramas, suprimiendo las viejas y reemplazándolas por nuevas y en posición horizontal.

Para todo esto hay que distinguir las yemas productoras de flores de las productoras de madera; las yemas florales se van redondeando a medida que crecen y sobresalen en las ramas. Las yemas de leño permanecen chatas, aplanadas, casi pegadas a la corteza y recubiertas de lanilla o pelusa, lo que no sucede con las florales. Por esta razón la poda en muchos árboles frutales debe hacerse cuando la planta empieza a florecer.

El aclarado es otra poda de fructificación, y consiste en la supresión de flores o de frutos para conseguir aumento en el tamaño de los frutos restantes. Debe hacerse moderadamente. Ninguna poda debe causar heridas al árbol, para lo

cual los cortes se hacen a bisel (de sesgo), se pulen bien con navaja afilada y se cubren con cera o pasta especial, utilizando herramientas adecuadas, tales como tijeras podadoras, una segueta y una navaja común para pulir.

5. **Abonamiento:** Empieza con la preparación de la tierra. Seis meses después de la siembra y a principios de las lluvias, se debe aplicar abono químico alrededor de la planta, que contenga proporciones iguales de nitrógeno, fósforo y potasio, completando con abono a base de estiércoles bien descompuestos.

Para el segundo año se programan dos abonamientos con orgánico y uno con químico. Se sigue duplicando cada año la cantidad de químico, y a los cuatro cuando empiece la producción, se debe aplicar una libra por árbol cada seis meses. El abono orgánico nunca debe faltar a razón de 4 kilos por árbol y por año, agregando cenizas, carbonato de cal y escorias de Paz del Río.

6. **Riegos:** En veranos prolongados es necesario aplicar agua de riego, preferible en las horas de la mañana o de la tarde, tomando las precauciones del caso para impedir el arrastre de tierra, por los métodos ya conocidos.

7. **Desyerbas:** Deben hacerse periódicamente, teniendo cuidado de hacerlas a mano al pie del árbol. Para evitar las malezas al pie del árbol se utiliza el arrope. En todo caso la tierra debe mantenerse floja sin dejarse engramar. El resto del campo puede desyerbarse con azadón.

El cultivo de frutales ha de combinarse con el de hortalizas por muchas razones, en los primeros años, método que se va reduciendo gradualmente a fin de no dañar las raíces de los frutales.

8. **Pestes más comunes:** *La mosca de las frutas*, que se combate con aspersiones de Lindano o con Toxafeno al principio de la fructificación, para evitar que la mosca introduzca los huevos en las frutas. *El Pulgón Lanígero*, la peste más grave del manzano, que se reconoce por aspecto algodonoso o lanoso blanquecino de las ramas. Se combate con aspersiones de Toxafeno, de Aldrín y Malatión. Se debe aplicar también en el suelo perforando la tierra alrededor del árbol y aplicando una solución de uno de los anteriores insecticidas. *El Pulgón de los cogollos*, que ataca el follaje que rodea los racimos de flores y de pequeños frutos, y hace que las hojas se enrollen. Se combate con aspersiones a base de Lindano. *Las Vaquitas*, cucarroncitos de colores vistosos que atacan las yemas y retoños tiernos. Se pueden combatir con aspersiones de insecticidas clorinados, como el Clordano. No se trata de peste grave y su ataque puede resultar perjudicial por coincidir con la floración. *El Gusano perforador de la fruta*, que penetra en ella y se come las semillas, y es la larva de una pequeña mariposa o polilla gris; se controla a base de soluciones acuosas de Aldrín, Clordano o Lindano. *La Roña o sarna*, que ataca yemas florales, hojas, tallos jóvenes y frutos en forma de manchas de color negro, y es un moho microscópico; se previene evitando que las esporas germinen y aplicando los fungicidas cada 15 ó 20 días. *Mildeo Polvoso*, *Ceniza o Malblanco*, que se localiza en retoños tiernos; las hojas se enroscan y mueren rápidamente; ataca yemas florales, flores y frutos. Se controla con productos a base de azufre, tales como el Elosal en aspersiones. *El Chancro del tronco y ramas*, que se presenta en hojas como "mancha de ojo de rana", especialmente en el tronco y las ramas que muer-

ren pronto. Se controla con aspersiones de fungicidas como Manzate o Ditane.

9. **La Cosecha y la recolección:** La producción empieza a los dos años de la siembra, pero si ésta se ha hecho en media manga hay un retardo, igual que cuando no se han tenido los cuidados necesarios durante el cultivo. Pero en general el árbol sólo está en plena producción entre los cuatro y los seis años de plantado, y las cosechas se alternan: una buena y otra escasa. Los frutos que aparecen antes de tiempo deben ser eliminados.

La época de recolección depende del uso a que se destine la fruta: para consumo inmediato, cuando esté perfectamente madura; si es para exportar, cuando esté en el punto de "madurez económica comercial". Todo ello depende del color, tamaño del fruto, facilidad con que se desprende y consistencia de la pulpa; se

sabe si cuando se presiona entre los dedos pulgar e índice se siente un ligero "chasquido". Las manzanas se recogen con la mano, sin halarlas ni aporrear el árbol. En buenas tierras se obtienen manzanas de 250 grs., y más de 40 kilos por árbol y por año.

EL AGUACATE

Por el contenido de sustancias nutritivas es más un alimento que una golosina, pues la composición química de la pulpa de la fruta es como sigue: agua, 70.0 % ; grasas, 25.0 % ; carbohidratos, 2.0 % ; proteínas, 1.5 % ; minerales, 1.5 %.

1. Razas y variedades:

a. Aguacates nativos, de clima cálido y moderadamente cálido, que corresponden a la raza Antillana y que son los más conocidos y cultivados.

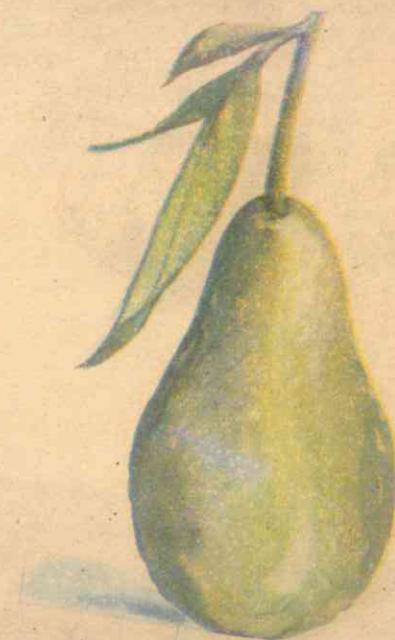


Fig. No. 156

EL AGUACATE

Por el contenido de sustancias nutritivas, es más un alimento que una golosina o fruta de sobremesa. El sabor y el color lo hacen indicado como comida principal.

b. Aguacates de raza Mejicana, propios de clima frío, poco conocidos y cuyas frutas sólo se prestan para el consumo doméstico o local, pero no para transportar a largas distancias.

c. Aguacates de la raza Guatemalteca, para climas medios y moderadamente fríos, de frutas muy apropiadas para transportar.

d. Gran número de variedades procedentes de mezclas de distintos grados entre las tres razas anteriores, algunas de las cuales se dan en los climas medios y fríos del trópico.

Como variedades comerciales están las siguientes:

a. Fuerte, para climas fríos y medios. Árboles precoces y pequeños, de fruto mediano, alargado, de carne tierna, verdeamarillenta y cáscara gruesa y rugosa.

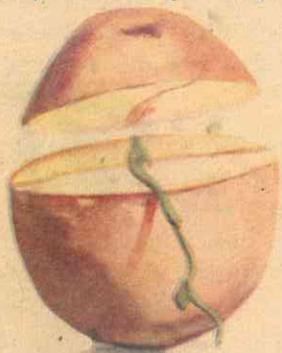


Fig. No. 157

Para ayudar a la salida del brote se recomienda cortar la punta de la semilla en un tramo de una tercera a una cuarta parte del largo total.

Fig. No. 158

Una vez cortadas las semillas se siembran en eras preparadas: se colocan sobre el extremo ancho y plano, con la parte cortada hacia arriba y a ras de tierra. La siembra se hace en hileras separadas de 20 a 25 cms. A lo largo de la hilera se separan las semillas, una de otra, de 8 a 10 cms.



b. Nabal, para climas fríos y medios. Árbol de gran tamaño y lento desarrollo; fruta mediana, redondeada, de carne compacta y cáscara lisa verde-oscuro.

c. Trinidad, para clima medio. Árbol de tamaño mediano y regular desarrollo, fruta redonda, de tamaño medio, de carne tierna y corteza lisa verde-oscuro.

d. Coquette, para clima medio. Árbol entre grande y mediano y de lento desarrollo. Fruta gigante, ovalada, de corteza lisa y de carne semicompacta y un poco acuosa.

Otras variedades son: Híbrido 14377; Booth No. 1; Pollok; Collison.

Un árbol nativo de abundante producción y frutas de buena calidad puede convertirse en árbol padre de una nueva variedad que llega a ser igual o superior a variedades importadas.

2. Ambiente, Clima y Propagación: Para clima cálido a menos de 1.000 metros sobre el nivel del mar, es recomendable la raza antillana de árboles vigorosos, de alta producción y frutas de gran calidad. Se propagan mediante semilla o por injerto sobre una variedad de la misma región.

Para clima medio, entre 1.000 y 1.800 metros sobre el nivel del mar, se recomiendan aguacates de la raza guatemalteca o de un cruce de guatemalteca y antillana, injertados sobre patrón nativo y de la misma región. Si se encuentra un aguacate nativo o ya aclimatado, de buenos frutos y abundante producción, debe propagarse por injerto.

Para clima frío, en regiones de 1.800 metros o más, son recomendables aguacates de los diversos cruces de las razas guatemalteca y mejicana, injertados sobre una variedad nativa.

Para la preparación del patrón para el injerto, la semilla debe estar libre de pestes; sin mohos, ni podredumbres, ni lesiones causadas por insecto u otros animales. Ha de desinfectarse con formol al 2% y sembrarse antes de quince días, después de cortarles la punta en una tercera o cuarta parte de longitud de la fruta; la siembra se hace en eras bien preparadas, con la punta cortada hacia arriba, en hileras separadas de 20 a 25 cms., separadas entre sí de 8 a 10 cms., con los siguientes cuidados: regar al tiempo, mantener listos los desagües en época de lluvias, desyerbar y hacer todas las demás prácticas hortícolas del caso.

El trasplante se hace cuando las plantas tengan una altura de 30 cms., a bolsas de polietileno, a tarros u otras vasijas baratas, livianas que se puedan rom-

per fácilmente, con una capacidad de 10 libras.

Lo esencial es el injerto. Los patrones se levantan o injertan en un vivero y de allí se llevan al lugar definitivo cuando ya el injerto esté prendido y desarrollado. Cualquier tipo de injerto ejecutado con la debida rapidez y con los cortes precisos, la navaja bien amolada, sin gastar tiempo ni deteriorar las plantas, resulta mejor que otro tipo de injerto, a la vez más aconsejable, pero realizado sin pericia. La operación debe realizarse en días opacos o lluviosos, evitando luz directa del sol. La corteza del patrón debe desprenderse fácilmente del leño.

3. Tierra, Trazo y Ahoyada: El campo de frutales debe estar en lugar abrigado de vientos fuertes, que perjudican tallos, ramas y flores. El sitio ideal es el naturalmente abrigado por regiones montañosas y en un repliegue del terreno; en caso contrario hay que sembrar los rompevientos. La tierra debe ser permeable, sin mucha greda.

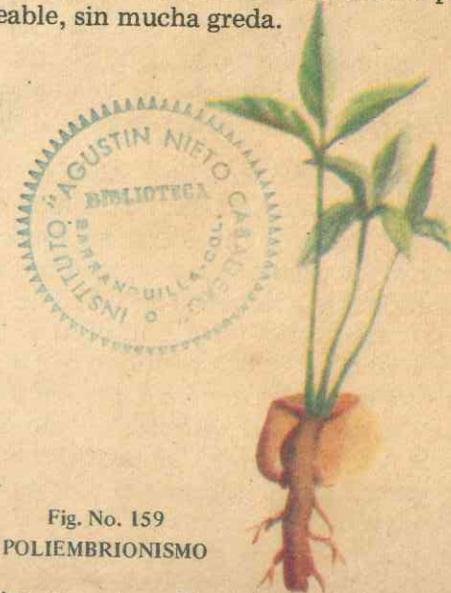


Fig. No. 159
POLIEMBRIONISMO

Consiste en que la semilla produce varios brotes, que se eliminan cuando están tiernos, dejando el más fuerte.

El trazo más recomendable y sencillo es el triangulado, como para los manzanos, con distancias entre 8 y 10 cms. según el desarrollo. El hoyo ha de ser grande, de una vara de ancho y una de profundidad, en todo caso más profundo que el tallo en que va el arbolito. Con la tierra negra del hoyo se mezcla abono orgánico para llenarlo.

4. El trasplante: Se hace con cuidado para que no se desprenda la tierra de las raíces, echando en el fondo parte de la mezcla ya indicada; los espacios alrededor del pilón se llenan con tierra bien apisonada, y luego se arrima tierra para formar el pequeño morro alrededor del arbolito, dejando una depresión en el centro. Es recomendable desprender los cotiledones en el momento del trasplante porque impiden la formación de raíces laterales.

Es muy recomendable sembrar distintas variedades en el mismo huerto, con lo cual se asegura una mejor fecundación de las flores y se logra una fructificación más abundante. Esto se debe a que el árbol completo es hembra un tiempo y macho en otro tiempo distinto.

5. Labranza: La tierra debe labrarse continuamente para mantenerla mullida y eliminar todas las malezas, en especial durante los primeros meses, mientras los arbolitos echan raíces en abundancia. Pero las malezas del pie del arbolito no deben arrancarse bruscamente; lo mejor sería cortarlas a ras de tierra, para no destruir las raíces del aguacate que en esta época son muy débiles. Si las malezas no son grama, puede utilizarse el guachapeo, que consiste en cortarlas a ras de tierra con una peñilla o rula; de lo contrario hay que desyerbar. Se pueden hacer cultivos intercalados con las debidas precau-



Fig. No. 160
TRASPLANTE

En el momento del trasplante se sacan cuidadosamente los arbolitos de la bolsa o tarro, cuidando que no se desprenda la tierra adherida a las raíces.

Algunos cultivadores acostumbran desprender los cotiledones, práctica muy recomendable.

ciones, lo que no sólo no perjudica los frutales sino que los beneficia. Son muy recomendables los cultivos de leguminosas y también las hortalizas, o bien frutales de corto término, tales como el papayo o el lulo o también el plátano y el banano.

En terrenos pendientes, en lugar de cultivos intercalados, se deben agregar cultivos que amarren la tierra, tales como el guandul, que se siembra en hileras continuas a través de la pendiente, y el fríjol de jardín.

6. Podas y abonos: La poda en estos árboles debe ser moderada: en la poda de formación sólo se quitarán ramas si están por demás en un lado del arbolito y se nota claramente que tienden a deformarlo recargándolo hacia este lado. Más tarde la poda se reduce a eliminar ramas secas o apestadas y tallos débiles o que se crucen con otros tupiendo demasiado el ramaje. El abono que se debe emplear en mayor cantidad es el orgánico, y si no se dispone de éste, se puede recurrir al químico con el fin de procurar el desarrollo de raíces, tronco, ramas y hojas.

Se pueden hacer dos aplicaciones anuales de escorias, por el fósforo que proporcionan a los árboles. Las aplicaciones de cualquier abono en los frutales han de hacerse siempre en corona alrededor del árbol y por la "gotera", siguiendo el contorno de la copa, y durante la estación de lluvias.

7. La Cosecha: La cosecha depende de las razas y variedades, pero lo que sí se sabe es que son alternantes, una abundante y una escasa; que la plena producción (como en todos los frutales de larga vida), se logra después de cinco o seis años.

Para la recolección de la cosecha ha de tenerse en cuenta el estado de sazón de la fruta y la utilización de métodos y artefactos más apropiados a fin de evitar los rasguños, cortaduras y demás deterioros causados por los instrumentos empleados hasta hoy y por la brusca caída



Fig. No. 161
AHOYADA

al suelo. Por tanto, es indispensable cambiar de criterios y de procedimientos para cosechar, empacar y transportar la fruta, algo semejante a lo que ha ocurrido con el empaque y transporte de huevos y con ciertas frutas. Además hay que clasificarlas por tamaños, desechar las frutas malas (que se pueden emplear en el engorde de cerdos), empacarlas en huacales, etc.

8. Pestes principales: El cuidado de las plantas ha de empezar desde la selección de la semilla, cuando se trata de una plantación comercial.

Escaldadura, que se muestra como una quemazón en hojas, tallos tiernos y frutos, visible por ambas caras de la hoja. Se controla con aspersiones de un fungicida, como Manzate, antes de la floración y cuando los frutos empiezan a formarse, en follaje y frutos. *Mancha negra*, que ataca los tejidos maduros y aparece como puntos blanco-verdosos en hojas y frutos. Se puede combatir con aspersiones de fungicidas como el Manzate y el Zineb. *Antracosis*, o mancha negra, que se presenta en los frutos maduros y ocasiona algunas pérdidas. Las manchas se desarrollan rápidamente y causan maduración precoz del fruto o su caída. Se controla como la mancha negra. *Taladrador de la corteza* es la larva de un pequeño cucarrón picudo parecido al gorgojo, que causa daño en los tallos abriendo galerías en los troncos. Si el ataque es grave se pueden secar gradualmente las plantas afectadas. Se combaten los insectos en época de verano y de intenso calor mediante un insecticida comercial soluble en agua, como el Arsinette, con una bomba aspersora. Como método curativo se recomienda eliminar las ramas afectadas, todos los tejidos atacados y destruir todas las larvas presentes, o derribar el

árbol y quemarlo. *Gusano del aguacate*, o "gusano de la cosecha" es la larva de una mariposa que deposita huevos en las hojas de que se alimentan y dejan el árbol desnudo en pocos días. El daño no es grave, pero se puede controlar con insecticidas.

El picudo o barrenador de la semilla, es un cucarroncito picudo de color café oscuro manchado, cuya hembra introduce huevos en el fruto; las larvas al nacer penetran en la semilla, y los frutos atacados son los que primero maduran y caen. Se controla con aspersiones de Arsinette.

EL PLATANO

Con el nombre de PLATANO nos referimos a las especies del género *Musa*, como Dominico, Banano, Hartón, etc., cuya producción comercial, aun en pe-

queña escala exige selección de variedades, abonamiento, riego y otras prácticas hortícolas. Se trata de una de las plantas de mayor valor de la agricultura tropical.

Es una yerba gigante que requiere para su activo desarrollo calor, humedad ambiente y abundante provisión de agua y de sustancias nutritivas en la tierra, pero nunca agua estancada en la proximidad de las raíces. Mientras más grandes sean las raíces y las hojas, mayor será la capacidad de la planta para formar racimos con numerosos frutos sanos y vigorosos.

1. **El terreno apropiado:** El ideal para esta planta es el de las vegas de aluviones ricos, pero bien desaguadas; si no hay desagüe o si la tierra es gredosa, la planta perece; pero tampoco soporta la sequía. En el desarrollo del colino sembrado es notoria la influencia de la calidad de la



Fig. No. 162

VARIEDADES DE PLATANO

Planta de plátano enano.



Fig. No. 163

PLATANO HARTON

tierra, en tanto que para el brote del vástago son más notorios los efectos del clima.

2. **El clima:** El más apropiado es el que se ofrece sin temperaturas extremas pero con lluvias ligeras durante todo el año. Para el banano, la temperatura media debe ser de 28 grados, lo mismo que para el Hartón; el Guineo y el Enano soportan temperaturas de 18 grados o menos; el Dominico en todas sus variedades exige temperaturas de climas medios, la más apta la de los 25 grados. La planta es poco resistente a los huracanes o vientos fuertes.

3. **Variedades:** Las más conocidas y cultivadas entre nosotros son las siguientes: Banano, Plátano nuevo o Plátano Costeño, Guineo de la Costa o Habano de Bogotá. En Urabá se cultiva la variedad Martinica o Gran Miguel (Gros Michel), que se trata de reemplazar por el Enano (*Musa Cavendishii* Lamb). Plátano Comino, de hojas anchas verdeazul oscuro, tallo alto y grueso y racimo grande. El Do-

minico, el más cultivado y consumido y con numerosas variedades. El Enano (por el tamaño de la planta), guineo o Chino, es la variedad más rústica. Enano Gigante o de Cavenchish. Espermo, llamado así porque los frutos están cubiertos de una capa cerosa blanquecina. Guineo o Colicero, que se adapta a mayores alturas y soporta más la humedad.

Hartón, el más apreciado de los plátanos, propio de climas cálidos. El Dominico Hartón y el Tocaimo son especies intermedias entre el Dominico y el Hartón. El Manzano, de clima cálido, de fruto pequeño y curvo. Maritú, planta de gran tamaño, hojas morado-claras y frutos de carne amarilla cuando maduros, propio de clima cálido moderado y templado-frío.

Murrapo, Bocadillo o Bocado de reina, es planta rústica de climas cálidos y medios, de fruto pequeño y carne amarilla, compacta y de sabor muy dulce. Patriota o Resplandor, es una especie que se puede confundir con el maritú: hojas de color morado intenso y cáscara mora-



Fig. No. 164

PLATANO ESPERMO



Fig. No. 165
PLATANO MURRAPO

do-rojizo maduro; es utilizado como ornato. Topocho, Cachaco o Cuatrofilos, planta rústica de los Llanos Orientales, que se cultiva intercalada con árboles frutales; se produce en climas cálidos y medios.

4. **Preparación de la tierra:** Si se trata de una manga o potrero, se debe picar a mano o roturarla con arado de tracción animal o con tractor. Esto último supone tierras planas y grandes extensiones. En tierra de huerta o que haya sido removida y ocupada con otros cultivos, no es necesario lo anterior.

En todo caso, el paso siguiente es hacer el trazo, ahoyar y llenar los hoyos con abono orgánico, preparado de antemano. Se puede cultivar plátano en cualquier tierra, con tal que sea floja y sin agua retenida. No convienen las tierras gredosas, tampoco las arenosas y muy ácidas. Si la tierra no es muy fértil, se puede mejorar con aplicaciones de cal y



Fig. No. 166
LA MEJOR SEMILLA

de abonos a base de estiércoles. Las distancias entre mata y mata no interesan mucho en cultivos pequeños, pero sí en los cultivos de banano de exportación, puesto que influye entre otras cosas, en el tamaño del fruto. Lo importante es que las plantas reciban luz y aire por todos lados, y que el tallo crezca lo menos posible en sentido vertical. No obstante, es aceptable una distancia de 4 metros en tierras ricas y de 3 metros en tierras pobres, teniendo en cuenta que en ambos casos hay que descolinar. En tierras inclinadas, el trazo se hace en triángulos. Los hoyos pueden ser de media vara o 40 cms. de profundidad y tan anchos como se quiera; en el fondo se coloca abono y se tapa con la tierra sacada del hoyo.

5. **La Semilla:** Es semilla vegetativa, y pueden emplearse "cabezas" o rizomas, puyones, hijos o "colinos". El colino

debe ser pequeño o puyón; pero lo más recomendable es el rizoma con yemas vigorosas, que dan plantas fuertes desde un principio, y deben tomarse de plantas vigorosas y relativamente nuevas.

6. **La Siembra:** El rizoma o colino debe colocarse en posición vertical, dejando a flor de tierra el brote más vigoroso en el caso de utilizar cepa o rizoma, y enterrando sólo lo que tenga de cepa si es un colino. Para el Dominico es recomendable hacer hoyos entre 60 y 80 cms., llenarlo hasta la mitad y a medida que la planta se levanta se acaba de llenar.

7. **Podas, Deshije o Desmache:** La poda consiste en dejar en cada mata, a lo sumo, tres hijos de mayor a menor y no de la misma edad, eliminando los brotes más cercanos a la planta que va a producir, y procurando que los tres hijos que-

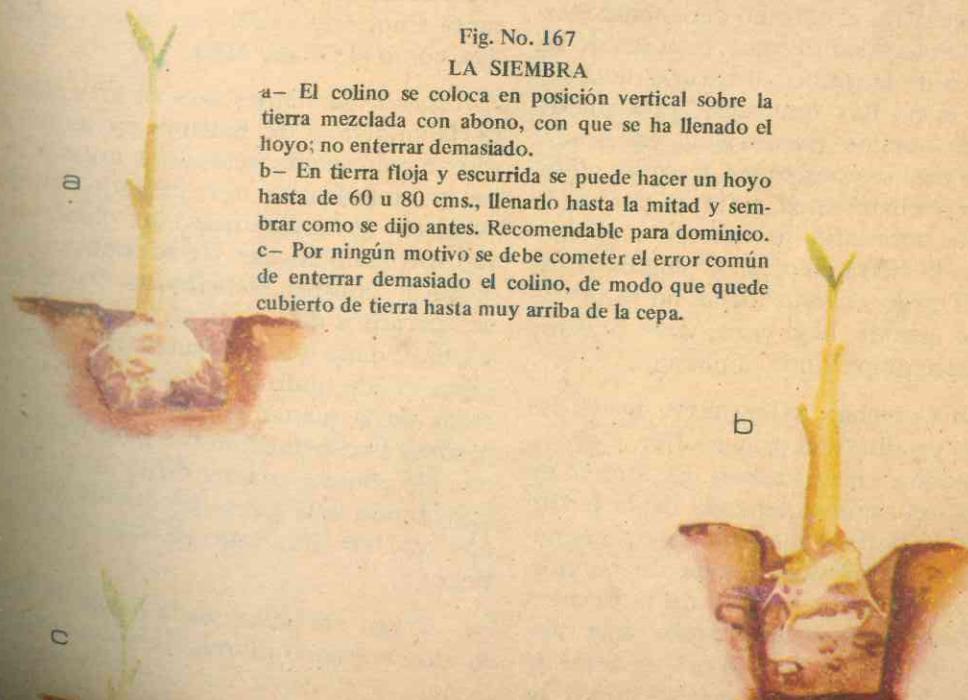


Fig. No. 167

LA SIEMBRA

a- El colino se coloca en posición vertical sobre la tierra mezclada con abono, con que se ha llenado el hoyo; no enterrar demasiado.

b- En tierra floja y escurrida se puede hacer un hoyo hasta de 60 u 80 cms., llenarlo hasta la mitad y sembrar como se dijo antes. Recomendable para dominico.

c- Por ningún motivo se debe cometer el error común de enterrar demasiado el colino, de modo que quede cubierto de tierra hasta muy arriba de la cepa.

den convenientemente separados. Los puyones se eliminan con toda la cepa y no cortándolos a ras de tierra solamente, con regatón o barra. Con ello se persigue mayor producción y mejor calidad.

El tallo que ya produjo debe cortarse poco después de cortado el racimo. Es aconsejable suprimir la bellota. No deben cortarse las hojas verdes porque son ellas las que realizan la fotosíntesis.

8. **Abonamientos:** Durante la siembra y para las primeras aplicaciones después, se requieren abonos ricos en nitrógeno, como el orgánico de estiércol. Si la plantación justifica el gasto, se recurre a los abonos químicos cuando se aproxima la producción. La fórmula más recomendable es 4-6-12, aplicando 200 grs. por mata al principio de las lluvias, a partir de los 30 cms. de la base de la mata y en forma radial.

9. **Riegos:** En el terreno debe mantenerse cierta cantidad de agua, bien sea de las lluvias o de la humedad natural de la tierra, o si no hay que regar, procurando siempre que no quede agua estancada, para lo cual se construyen acequias, desagües o avenamientos, a fin de dar salida al agua sobrante, lo que se reconoce cuando la tierra empieza a "enguachinarse". El riego en esta forma no se puede aplicar cuando hay yuca, café u otros frutales acompañando al plátano.

10. **La Cosecha:** A los nueve meses las plantas producen la primera flor, y el primer racimo a los 14 meses. El número de manos del racimo depende de la fertilidad de la tierra y del cuidado de la plantación, además de la poda de colinos, siendo más pequeños los de la primera cosecha, cuyo aumento parece tener relación con el clima, puesto que en sitios de estación seca es mayor que en donde las

lluvias están más o menos repartidas durante el año. El racimo se recolecta cuando esté sazonzando, pero todavía verde para que resista el transporte: una persona sostiene el racimo y otra dobla el tallo y corta el vástago.

11. **Las pestes:** Mal de Panamá, que se contagia de raíz a raíz. Se combate únicamente sembrando variedades resistentes. *El Moko*, que ataca especialmente al Hartón y al Cachaco, en Colombia. Se recomienda: usar semillas sin la enfermedad; desinfectar las herramientas antes de usarlas en cada mata, con formol; cortar las bellotas 15 cms. abajo de la última mano; eliminar plantas enfermas.

Sigatoka, producida por un hongo que ataca las hojas en forma de manchas alargadas de color verde amarillo, hasta el punto de quemarlas. En los cultivos comerciales de banano se controlaba con aspersiones de caldo bordelés y un adherente fino; hoy se utilizan otros fungicidas, como el Ditane M45.

Rayadilla: Observada en los colinos de Dominico y de Banano, cuyas hojas toman color verdeoscuro, con rayas blancas y amarillentas muy notorias, luego coriáceas y quebradizas; las plantas se van volviendo enanas. No se conocen medidas de control. *Nemátodos:* Son gusanos parásitos de las raíces, y se clasifican según el daño que ocasionan: minadores, espirales, de nudo. El daño consiste en la caída de la planta por falta de raíces y pérdida por reducción del peso del racimo. Su control es muy difícil, y se hace inyectando a la tierra productos químicos que se disuelvan en las aguas de riego.

Oruga del tallo: Es la oruga de una mariposa grande diurna, de color blanco y que se alimenta del rizoma y de los

tallos. Por lo regular toda la planta aparece amarilla y las hojas centrales como muertas; en la base de los tallos aparece una exudación incolora y gelatinosa. Su control muy difícil, se hace así: cortar en pedazos los rizomas y la base de las plantas caídas; cortar todos los troncos cerca del suelo, una vez cosechado el racimo; cortar y partir todas las plantas dobladas. *Picudo Negro:* o barrenador del Banano, es un cucarroncito cuya larva causa los daños, cavando galerías en la cepa. Puede combatirse con Aldrín o Dieldrín, que se aplica en polvo alrededor de los tallos y cubriendo con tierra antes de las lluvias.

LA PIÑA

Es una planta que alcanza entre 60 y 160 cms. de altura, de acuerdo con la variedad y el terreno. Dispone de tallo vertical, corto y robusto, con hojas de

bordes lisos o espinosos; las raíces son cortas, delgadas y con numerosas raicillas muy superficiales que se renuevan de manera constante. Del centro de la planta sale un eje que sostiene una inflorescencia de la que más tarde se forma el fruto. Fruto generalmente cilíndrico, oval o cónico, de corazón grueso.

1. **Clima y Suelo:** La piña es una planta que necesita mucha luz y es muy sensible a las heladas. Las regiones más adecuadas para su cultivo son las de clima templado o cálido y de los 800 a 1.500 metros de altura sobre el nivel del mar. Es resistente a las sequías.

El suelo para el cultivo de la piña debe ser franco-arcilloso o arcilloso-arenoso; puede ser algo arcilloso pero fácilmente drenable, sin agua estancada, por lo que es preferible el terreno ligeramente inclinado. No debe contener exceso de materia orgánica ni ser salino, ni muy

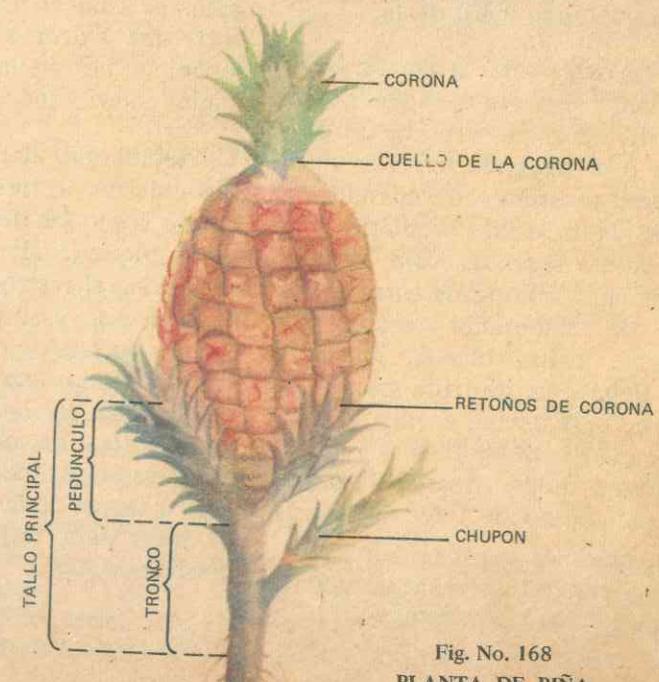


Fig. No. 168
PIANTA DE PIÑA

ácido y muy alcalino, es decir, con un pH entre 4,5 y 6,0. No debe sembrarse piña en terreno que haya sido cultivado con caña, o hay que dejarlo descansar y abonarlo convenientemente. Por lo común se cultiva en Antioquia en terrenos pobres, tales como cascajosos, arenosos, tierras rojas y otros similares.

2. Variedades: Disponemos de unas siete variedades regionales y de algunas extranjeras, a saber:

Petrolera del Lebrija, de fruto cilíndrico perfecto, con corona pequeña metida en él y muy pocos hijos en la base, pero muchos en la base de la planta. *Piña de Castilla*, fruto generalmente cilíndrico, u oval, truncado, cónico, achatado o esférico. De color morado y carne amarilla; también la hay de carne blanca. Las piñas cocas proceden de partes altas y poco aptas. *Mancana*, *Caqueteña*, *Melona*, *Hartona*, *Cambray*, *Huitota*, *Piamba*, *Piña de agua*, *Puyona* y *Montería*.

Entre las extranjeras tenemos: *Cayena Lisa*, planta vigorosa de hojas anchas revestidas de una capa cerosa y sin espinas. Fruta oval alargada, cáscara verde grisácea, pero amarilla clara cuando madura, carne jugosa, dulce, aromática y de excelente sabor. *Española Roja*, fruta de tamaño mediano, oblongada entre cónica y ovalada de exuberante corona; ojos rectangulares, pulpa blanca, jugosa y agridulce. *Cabezona*, de fruta grande, algo cónica de base ancha, corona grande, ojos rectangulares, pulpa fibrosa y amarillenta, jugosa y dulce. Amarelho paulista (Brasil) y Amarelho de Cayena (Brasil).

Como piñas silvestres tenemos: Piña de monte o panche (*Ananas sativus* var *pancheanus* (André), Aracataca y la Codazzi.

3. Propagación: Seleccionar la semilla así: lista la cosecha y antes de cortar la fruta, escoger y señalar las plantas más vigorosas y sanas, las que tengan piñas de mejor forma, tamaño, color y madurez, que no tengan brotes hijos en la base de la fruta y con un solo penacho en la corona. Estas plantas se señalan con algún distintivo y se llaman "plantas madres", para producir retoños o hijos necesarios para las nuevas plantaciones, para lo cual se pueden utilizar los siguientes brotes: de corona, hijos, chupones o hijuelos.

También se utilizan como semilla los tallos cortados a ras de tierra y convenientemente preparados, una vez seleccionadas las plantas como se dijo anteriormente.

El vivero o germinador se debe preparar con buena tierra y abonar con materia orgánica, desinfectando la tierra con formalina y los trozos para plantar. Estos se colocan en hileras con 10 cms. entre una y otra; a las 8 semanas pueden separarse las yemas con su correspondiente pedazo del trozo madre.

4. Preparación del terreno y siembra: Los cultivos en tierras pendientes y quebradas como las de Antioquia no permiten la mecanización del cultivo. Primero se elimina el rastrojo, se pica y se repica si es el caso y se deja descomponer un tiempo suficiente. Como se trata de un cultivo semipermanente, la preparación del terreno así como el trazo son muy importantes. La mejor forma de sembrar en terreno inclinado es disponer las líneas a través de la pendiente o en curvas de nivel para mejores cosechas y poca pérdida de suelo.

La distancia de siembra influye sobre el tamaño de la fruta y el número de

Fig. No. 169
SELECCION DE SEMILLA
Antes de cortar la fruta, escoger y señalar las plantas más vigorosas, y que no tengan brotes hijos en la base de la fruta.
Los mejores brotes para la propagación de la piña son:
a- los que salen de la base de la corona de la fruta.
b- los chupones que se forman en las axilas de las hojas
c- los hijos que nacen en el eje central donde se unen el tronco y el pedúnculo (Fig. No. 168)
d- los hijuelos que nacen en la base del tallo de la planta.



hijos de cada mata. Las distancias pueden ser: entre las hileras, 1 metro a 1,20 metros; en hileras dobles, de 1,20 a 1,50 metros; entre planta y planta, de 40 a 60 cms. Con estas distancias se pueden sembrar entre 15.000 a 17.000 matas por cuadra.

5. Cuidados del cultivo: Las desyerbas y demás labores deben hacerse por encima cuando las plantas están pequeñas para no lastimar las raíces; el piñal debe mantenerse libre de malezas mediante el azadón y a mano alrededor de las plantas; pero en terreno muy inclinado las malezas deben rozarse entre las hileras con machete para evitar la erosión.

6. Fertilizantes: Para aplicar fertilizantes químicos hay que tener bases firmes que lo justifiquen. El potasio y el nitrógeno son los más importantes y cantidades relativamente bajas de fósforo, además de

elementos menores como zinc, hierro y cobre. La primera aplicación puede hacerse entre el primero y el tercer mes de la siembra; la segunda, entre el sexto y el noveno; la tercera, antes de aparecer las yemas florales. Se aplican en corona alrededor de cada planta a unos 15 ó 20 cms. de distancia, la primera vez. Es conveniente acelerar la floración mediante carburo de calcio, 5 onzas en 4 galones de agua, a los seis meses de edad de la plantación.

7. Cosecha y rendimiento: La cosecha puede hacerse entre los 18 y los 24 meses. Los brotes o retoños producen nuevas piñas al año después de la primera cosecha, ciclo que se repite durante varios años; a los cinco no resulta económica. La mayor producción corresponde a los períodos de lluvia, generalmente. La recolección se hace a mano, quebrando

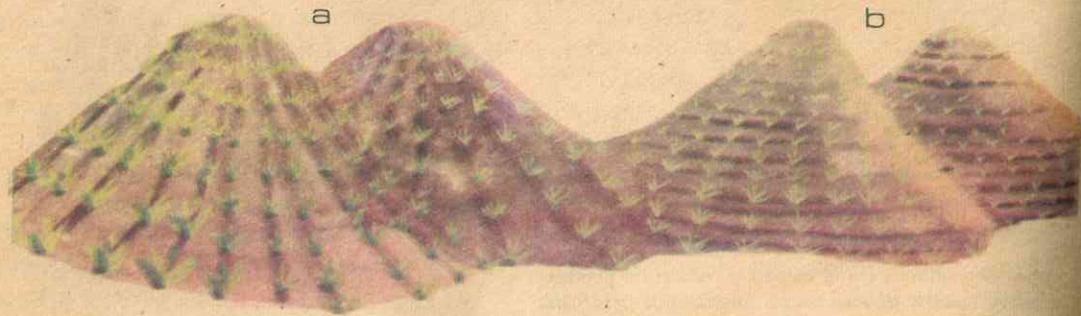


Fig. No. 170

DOS SISTEMAS DE SIEMBRA DE PIÑA

- a- En la misma dirección de la pendiente: las cosechas son pobres y se pierde gran cantidad de suelo.
 b- A través de la pendiente; o en curvas de nivel: mejores cosechas y poca pérdida de suelo.

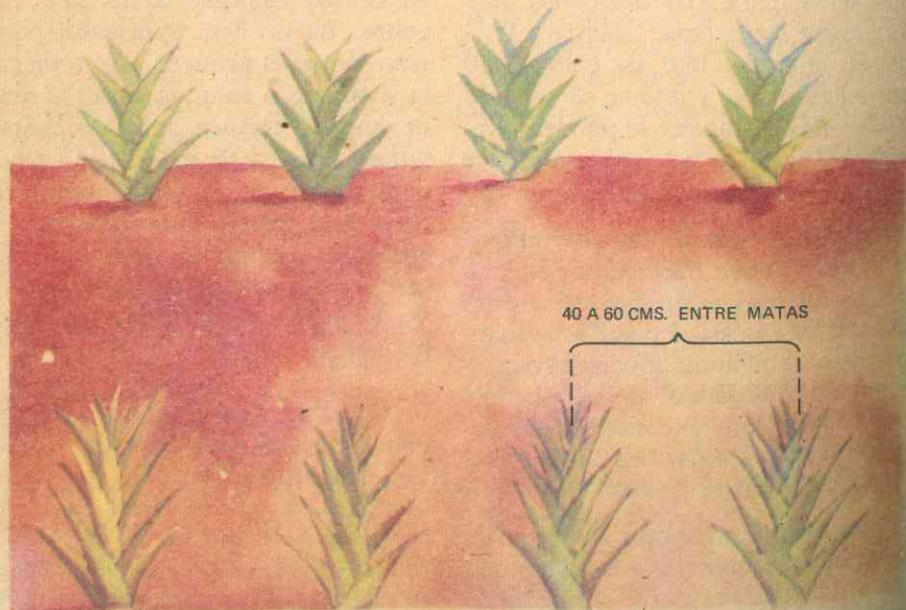


Fig. No. 171
DISTANCIAS

el tallo con la rodilla; también se utiliza el machete o un cuchillo. Con el primer método hay más demora, pero los hijuelos y la fruta sufren menos. Luego se seleccionan las piñas por su tamaño y se empacan en costales de fique del tipo "repollero", echando en el fondo de cada costal cierta cantidad de paja; encima se colocan tres piñas en sentido opuesto a las primeras, y así hasta completar 30. Se considera buena una cosecha de 15.000 frutas de tamaño medio por hectárea.

8. Plagas y Enfermedades: *Cochinilla harinosa* o *Palomilla de las raíces y las hojas*, producida por un insecto que vive asociado con las hormigas en las raíces de la planta, que lo llevan de una parte a otra. Por las heridas de las raíces penetran microbios que pudren las raíces. Los insectos se chupan la savia y las plantas se debilitan. Se eliminan con Aldrín, Endrín o Parathion. Como prevención es necesario exterminar las hormigas, arrancar de raíz las malezas que alojen el insecto y desinfectar los colinos antes de plantarlos. *Palomilla*, o pulgón ligeramente rosado, que abunda en los meses secos, y se asocia con las hormigas. Su control es difícil, aun con insecticidas.

Gusanos, como el *Castnia* y *Licaenidae*, que atacan las frutas y el Picudo, que invade tallos y raíces. Como control preventivo deben evitarse los cultivos mixtos. *Pudrición negra*, causada por un hongo que ataca la base de la fruta: los tejidos presentan primero aspecto acuoso y luego una coloración negruzca.

Pudrición negra del corazón, debida a otro hongo, y puede empezar en la mata o en la fruta por los cortes y desgarraduras.

Pudrición de los retoños, cuyo cau-

sante es otro hongo común durante las lluvias. Puede evitarse sembrando material completamente seco.

No debe empacarse fruta húmeda ni cosecharse en tiempos lluviosos, a no ser que se seque muy bien. La fruta empacada debe resguardarse mediante encerrados. En lugar de los costales, se debe empacar la piña en huacales de madera divididos en dos compartimientos, que protegen la piña contra golpes y roces y agua lluvia en parte. Pueden tener o no su penacho según lo requiera el comprador.

9. Mercado de la piña: Tiene buen mercado nacional y buenas posibilidades de exportación: entre los años de 1964 y 1966 la carga de piña subió de \$ 20.00 hasta \$180.00. Los costos de producción varían de un lugar a otro por los sistemas de cultivo, transporte y otros. Para el cultivo de una cuadra de terreno en Antioquia, el número de jornales empleados hasta finalizar el tercer año se considera de 679.

LA VID

De las plantas conocidas, la vid es la que más variedades cuenta. Las uvas se utilizan como uvas de mesa, para producir vinos, jugos, pasas y otros derivados. Es una de las plantas más antiguas de las cultivadas por el hombre.

Entre nosotros las labores como siembra, abonamiento, riegos, control de pestes y demás se están haciendo en forma más o menos aceptable. De todas ellas la más importante es la poda.

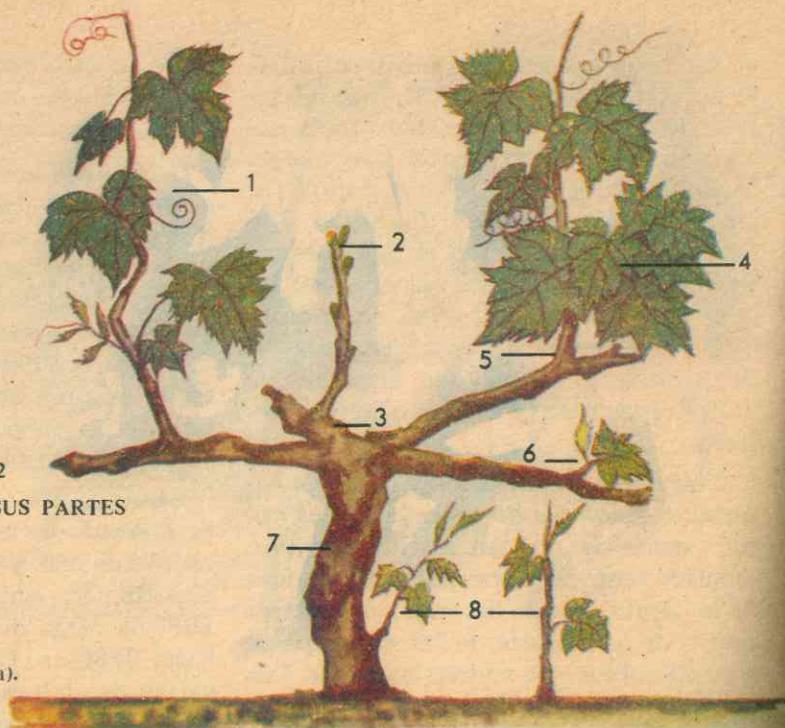
1. Tierra y clima: Las mejores tierras son las de clima cálido y seco; además de las aguas lluvias, la vid requiere riego en el momento oportuno.

2. La planta: La vid es una mata de tallos leñosos cuando viejos, trepadora, de

Fig. No. 172

PLANTA DE VID Y SUS PARTES

- 1- Sarmiento.
- 2- Pulgar o Pitón.
- 3- Brazos.
- 4- Pámpano.
- 5- Caña (sarmiento maduro).
- 6- Serpollo (sarmiento que brota).
- 7- Cepa.
- 8- Chupones.



hojas grandes; la raíz difiere según se haya propagado por semilla o por estaca, pero siempre se extiende considerablemente y es casi superficial. Es planta perenne y su edad económica puede llegar a los 25 años, y hay que renovarla para un mejor rendimiento. Sus partes principales son: Tallo principal no ramificado o *cepa*; *Brazos*, o ramas primarias que salen de la cepa y secundarias; *Cañas* son los sarmientos maduros, cuando ya están leñosos en la base; *Sarmientos* son las ramas recientes, alargadas y llenas de hojas, zarcillos y retoños; *Serpillos* o retoños son los sarmientos que acaban de brotar en las ramas con más de una estación de crecimiento; *Pampanos* son serpilleros cuando han echado hojas; *Chupones* son los serpilleros que brotan directamente de la raíz, de la cepa o de los brazos, y que tienen un crecimiento vigoroso; *Pulgares* o *Pitones* son los trozos de cañas con una

o varias yemas que se dejan en la vid al podar. El fruto son las *uvas* que vienen en racimos; cuando la uva está biche se llama *AGRAZ*; después cambia de color y de tamaño, y este cambio se llama *ENVERADO*. La cosecha se llama *VENDIMIA*.

3. Crecimiento y desarrollo: El crecimiento es el aumento de tamaño y de peso; el desarrollo se refiere a la calidad, a los cambios sufridos por la planta durante el crecimiento, y se aprecia más comúnmente por la observación, viendo que la planta, al mismo tiempo que crezca se muestre vigorosa, florezca y fructifique. La planta buena para la producción es la en que los procesos anteriores de crecimiento y desarrollo están armonizados. En los veranos fuertes, la mayoría de las plantas no tienen retoños tiernos sino ramas y hojas sazonadas y el

crecimiento se detiene; también puede detenerse el desarrollo en cuanto a la formación y maduración de los frutos. Al llegar las lluvias, la planta reverdece y las yemas empiezan a brotar. Cuando vuelve la sequía los nuevos brotes se detienen. Hay, pues, dos períodos alternados, uno de actividad y otro de descanso, que se repiten indefinidamente.

Esta alternabilidad en el crecimiento y en el reposo se llama *ciclo estacional*, que se relaciona con las estaciones seca y lluviosa. Pero si se puede aplicar el riego suficiente, se puede también hacer que la vid produzca en determinadas épocas, y mantener una parte del viñedo en actividad y otra en reposo, para obtener una producción continua. En nuestros climas tropicales el reposo de las plantas no es total puesto que no faltan las lluvias, y el viticultor debe estar alerta a fin de que

no se produzcan tantas ramas inútiles y para que la mayor parte de su vigor se concentre en la producción de racimos. Así se pueden sacar dos buenas cosechas al año, que correspondan a las estaciones secas de principio y mitad de año. Con la poda se puede también apresurar o retardar la cosecha. Por tanto se necesita estar alerta a los ciclos estacionales de la vid y a todos los cambios que van ocurriendo dentro de ellos, para efectuar a tiempo podas, riegos, abonamientos y demás tareas del cultivo, encaminadas todas a frenar el crecimiento, a fomentar el desarrollo y a lograr una producción oportuna, abundante y de buena calidad.

4. Poda, Aclareo, Raleo y Conducción: La poda consiste en remover cañas, sarmientos, pámpanos y demás partes vegetativas. Con ello se reduce la cantidad de racimos de la cosecha, pero se obtiene

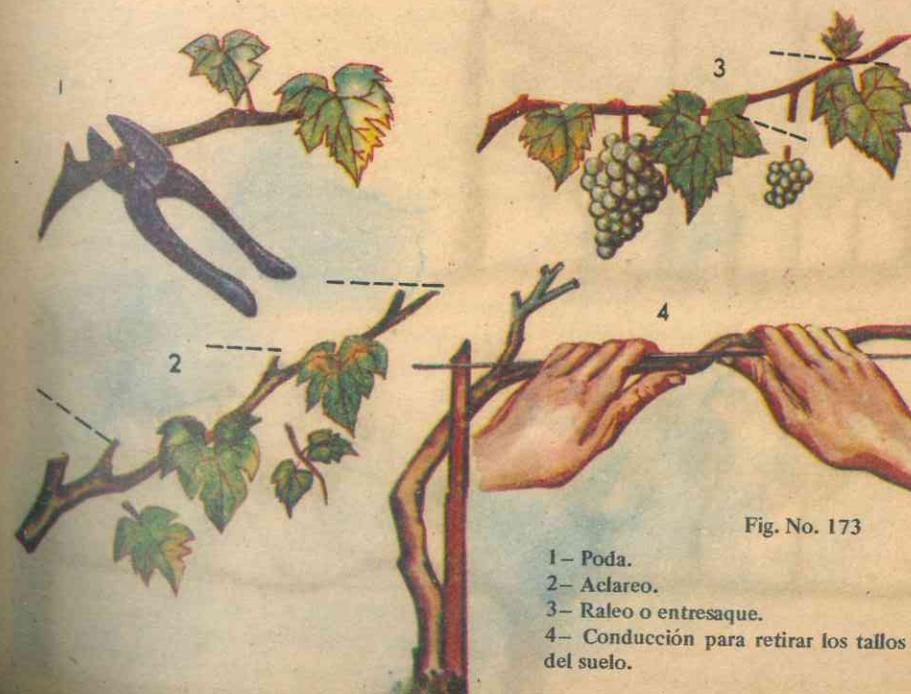


Fig. No. 173

- 1- Poda.
- 2- Aclareo.
- 3- Raleo o entresaque.
- 4- Conducción para retirar los tallos de la superficie del suelo.

mayor tamaño del fruto, mejor presentación y mejor calidad.

El aclareo consiste en suprimir algunos brotes pequeños y hojas, para que entren más aire y luz.

El raleo o entresaque consiste en la eliminación de racimos florales, racimos de uvas no maduras, algunos racimos de los que estén muy juntos, todo para que los que queden se desarrollen mejor. La conducción consiste en retirar los tallos de la superficie del suelo, para que no estorben el paso y para que los racimos queden bien expuestos al aire y a la luz solar. Esta operación requiere de dos a cuatro años, y para ello hay dos sistemas: por *espaldera* y por *emparrado*; este último es el más utilizado entre nosotros.

Para podar correctamente se deben

tener en cuenta las tres reglas fundamentales, que son: Los racimos nacen en tallos de la última estación de crecimiento que brotaron de tallos de la estación anterior. Los sarmientos nacidos en yemas adventicias no dan frutos; las yemas ciegas tampoco producen normalmente.

La segunda regla dice: Una vid debe llevar un número limitado de racimos. Doce a quince libras de racimos son una cosecha regular para una vid adulta. Veinte libras es una cosecha buena.

La tercera regla dice: Los tallos paridores deben mantenerse cerca del tronco principal o cepa de la vid. La caña que está produciendo se deja hasta la cosecha y luego se corta y se escoge un brote cerca de la cepa, que es el que va a dar los racimos de la próxima cosecha. En todo caso, las partes leñosas de la vid se

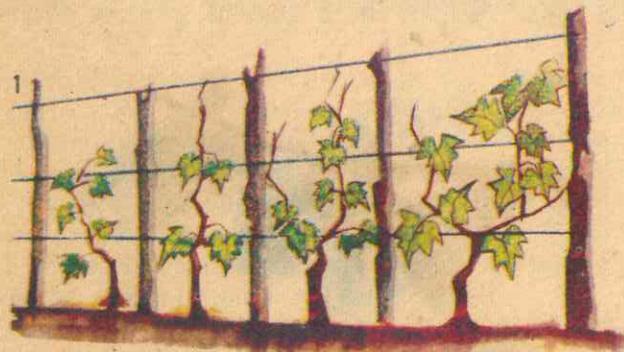


Figura No. 174
1 - Poda y conducción en la espaldera
2 - Sistema erecto

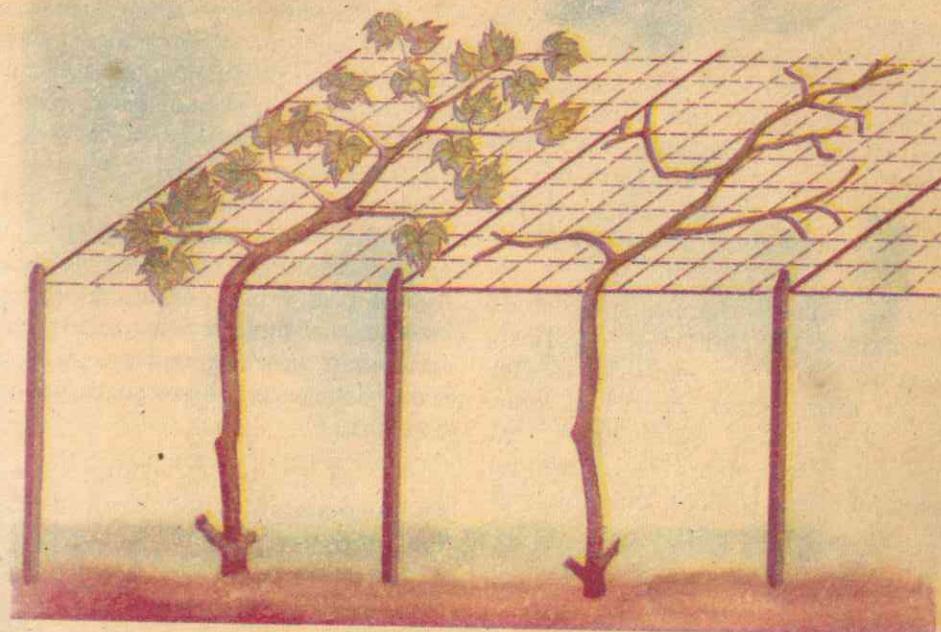
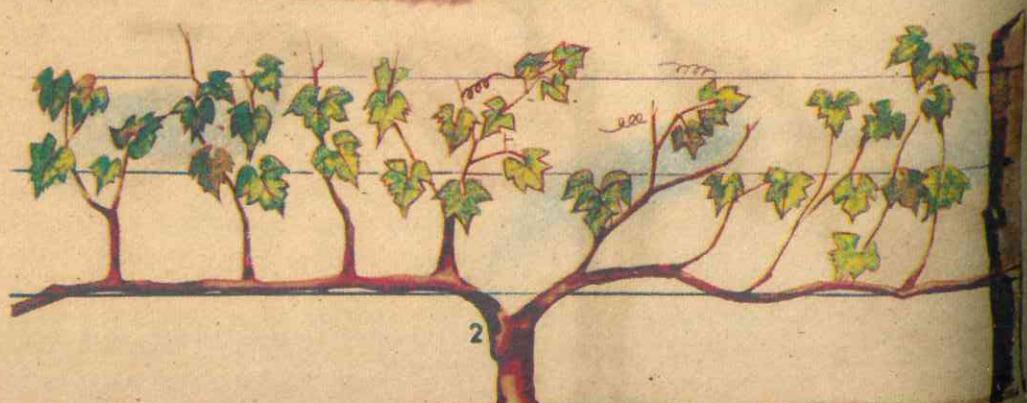


Figura No. 175
PODA Y CONDUCCION EN EL EMPARRADO

renuevan constantemente y también se está procurando el brote de nuevos tallos.

Para lograr tallos fuertes se hace la poda corta, es decir, dejando pitones de solo una o dos yemas. Si hay que eliminar racimos no importa.

La poda de fructificación se efectúa por lo general en tiempos de descanso, en los veranos bien definidos, después de la cosecha y más o menos 20 días después de la caída de las hojas. Se efectúa cortando los sarmientos jóvenes de la estación anterior, a una distancia de 4 ó 5 yemas a partir de la base del pitón. Se llama poda larga porque se dejan cuatro o cinco yemas.

5. Plagas y pestes: La vid es una planta resistente pero susceptible de enfermedades y plagas que la arruinan rápidamente.

No hay planta que atraiga mayor número de insectos y gusanos (mariposas, escarabajos, arañuelas, gorgojos, polillas, etc.). Además es atacada por hongos que producen enfermedades tales como: oídio, mildiu, roña negra, podre blanca.

B. MEDICINALES

Son plantas medicinales todas aquellas que se utilizan como medicamentos y de las cuales se extraen productos farmacéuticos de gran importancia en la curación de las enfermedades del hombre. Son más de 8.000 las especies de plantas que disponen de las virtudes medicinales, pero los poderes curativos de muchas de ellas no están claramente determinados. Ciertas plantas como las adormideras, son activos venenos tomadas en infusiones, pero aplicadas en otras formas (cataplasmas, por ejemplo) dan excelentes resultados en determinadas dolencias.

La acción curativa puede radicar en una parte de la planta, como la raíz, el tallo, la hoja o en toda ella. Inmediatamente después de recogida la parte de la planta utilizable, en determinada época del año, se la somete a un proceso de conservación, que consiste por lo común en secarla y aislarla del aire y del polvo.

En sus numerosas aplicaciones como medicamentos las plantas se clasifican, de acuerdo con sus propiedades medicinales, en astringentes, aperitivas, emolientes, refrescantes, estimulantes, calmantes, febrífugas, digestivas, diuréticas, antiespasmódicas, tónicas, purgantes, estupefacientes y venenosas.

1. LAS QUINAS (1).

Son plantas rubiáceas cuyo aspecto varía según la especie a que pertenecen. La quina es oriunda de América del Sur y se encuentra en las vertientes de los Andes, entre 1.500 y 3.000 metros sobre el nivel del mar, en regiones de Colombia, Bolivia y Perú. También se cultiva en la India y en Indonesia.

a. *Algunas especies:* Cinchona cordifolia var. y Cinchona cordifolia var. o, muy conocida en Colombia y conocidas como Requesón blanco de Popayán y Berruecos y el Requesón colorado de Popayán; C. cordifolia var. e, Quina amarilla terciopelo o Cascarilla colorada; C. oglongifolia o Cascarilla nítida, con cuatro variedades de falsas quinas; C. ovalifolia, con cuatro variedades llamadas officinalis por Mutis; C. longiflora de Mutis, llamada vulgarmente Azahar de mestiza; C. disimiliflora; C. parviflora.

b. *Lugares para una plantación de quinos:* Los quinos exigen una tierra rica, de origen selvático, con capa superficial de dos a tres pies de espesor compuesta de arcilla porosa negra o de color oscuro achocolatado. Esta capa debe reposar sobre subsuelo permeable que permita fácilmente el escurrimiento de las aguas, pues el agua estancada alrededor de las raíces es lo más perjudicial. Por tanto, en donde el suelo sea demasiado duro no convienen para su cultivo. Además, el suelo debe estar al abrigo de los golpes de viento.

c. *El Clima:* La temperatura debe ser poco variable; por tanto, las cuencas formadas por antiguos lechos de torrentes secos son las que convienen a ciertas especies de Cinchonas.

Una lluvia moderada y que caiga a intervalos frecuentes, favorece su crecimiento, sobre todo cuando esta lluvia fina se atempera por una suave radiación del sol. Son perjudiciales las lluvias muy prolongadas o una sequedad continua. En este último caso, es posible sustituir la lluvia con irrigaciones artificiales convenientemente dispuestas.

Por otra parte, el cultivo de quinas exige un país intertropical montañoso, en el cual las montañas alcancen a alturas de 1.000 a 3.000 metros sobre el nivel del mar.

d. *Multiplicación:* Las quinas pueden multiplicarse por medio de semillas, de injertos, de renuevos o retoños.

Las semillas de las quinas son muy pequeñas; antes de sembrarlas se deben empapar en agua durante 12 horas, si son frescas, o durante seis horas, si provienen

de lejos o si han sido conservadas durante cierto tiempo. La operación de mojar las semillas se practica encerrándolas en un saco que se sumerge en agua y del cual se retiran enseguida para que escurran. Para separarlas se agrega arena seca.

Los granos ya secos se siembran en tiestos llenos de tierra preparada y cubierta con una capa de arena fina. Después se rocían tres o cuatro veces por día para mantener humedad uniforme y continua. La tierra empleada se forma con material de hojas descompuestas, tamizada y mezclada con 4 veces su volumen de arena, seca para que pueda ser distendida.

Una vez germinadas las semillas, se desentierran las plantitas y se resiembran en tierra fresca preparada como hemos dicho. Las plantas así obtenidas se propagan por resiembros, que obtienen por el sistema del "acodo", teniendo cuidado de poner un ladrillo o fragmento seco en la incisión tan pronto como ésta ocurra, con lo cual se impide la putrefacción. Cuando los resiembros han adquirido buenas raíces, se separan de la planta y se mantienen dentro de una atmósfera cerrada durante algunos días, hasta que se robustezcan lo suficiente.

Para producir el mayor número de plantas posible en tiempo corto lo mejor es acudir a los "pies". Para ello se prefieren los árboles más jóvenes, porque adquieren raíces más pronto.

Los pies, ya hechos, se colocan circularmente a lo largo de las paredes del tiesto escogido, colocando la parte cortada de cada uno de ellos, con fuerte presión sobre un fragmento de ladrillo bien seco, o se siembran en polvo de ladrillo. Los pies se rocían con jeringa,

en especial las hojas, sin que haya exceso de humedad.

Por último, las plantas de Quina pueden también propagarse por medio de hojas que presenten un botón o retoño en su base, método que ofrece ventajas considerables, porque permite producir un gran número de plantas con una cantidad limitada de árboles. Pero una vez obtenida cierta cantidad de plantas debidamente aclimatadas y desarrolladas, es necesario dar preferencia a la propagación por semillas, con el fin de no privar a los quinos de sus hojas, que representan papel importante en la producción de alcaloides. En muchos casos basta con trasplantar o establecer directamente en almácigos las plantas de Cinchona que pululan al pie de los árboles podados cuando los rayos del sol penetran por los claros hechos en el bosque cuando se cosechan las cortezas.

e. *Plantación definitiva:* Parece que lo más conveniente para una plantación de este género es tumbar todos los árboles del bosque donde se quiere establecer el cultivo, a menos que el terreno esté muy expuesto a tempestades, empleando abrigos artificiales y temporales contruidos con guadas para los primeros meses después de la siembra definitiva.

f. *Preparación de la localidad:* Lo primero es destruir los bosques conforme a los métodos (tumba y quema) usados para hacer las rozas en América. Efectuada la limpia, se trazan surcos y se marcan las distancias a que deben plantarse los quinos, distancias que son variables para las distintas especies, entre 8 y 12 y 1/2 metros de separación en todo sentido. Cada hoyo debe ser de un metro de ancho por dos pies de profundidad. Es necesario que las plantas de la segunda

hilera alternen con las de la primera, para que así éstas se encuentren frente a frente con las de la tercera, etc. La tierra de los hoyos se retira a las vecindades y se reemplaza por tierra superficial del bosque, y si es posible, una pequeña porción de carbón de leña pulverizado, y tierra quemada.

La mejor época para plantar corresponde a los primeros meses del año, y deben preferirse los días húmedos y nebulosos, pero sin lluvia. Hecha la siembra se protegerán las plantas contra el ardor del sol con hojas de palmera o con helechos, y se les regará un poco a mañana y tarde.

Los abonos bien descompuestos y de actividad débil pueden emplearse con ventaja, porque, como los cafetos, las Quinas saben aprovecharlos. Los cuidados consisten en conservar el suelo en perfecto estado de limpieza por medio de desyerbas repetidas.

g. *Cosecha de las cortezas*: Solo debe hacerse cuando la corteza esté completamente desarrollada y haya alcanzado su máximo de riqueza en alcaloides, lo que se consigue en la vida media de las plantas, probablemente en la primera floración. El momento más favorable para recolectar es cuando la savia está en plena circulación, en árboles jóvenes.

h. *Desecación de cortezas*: Las cortezas frescas contienen más alcaloides que en estado seco, y son más fáciles de extraer; la costumbre de pelar el revés de las cortezas es perjudicial para la conservación de los alcaloides; la manera más ventajosa de secar las cortezas consiste en exponerlas a un calor moderado, en la oscuridad.

i. *Aplicaciones*: La corteza de la qui-

na en polvo es excelente febrífugo. Sus principales componentes son los diversos alcaloides, a los cuales debe su acción terapéutica; entre ellos ocupa el primer lugar la *quinina*, sustancia blanca, amorfa, sin olor, muy amarga y poco soluble, que constituye el principio activo febrífugo, y el segundo la cinchonina, a la que siguen otros menos importantes. De sabor amargo, tiene propiedades antisépticas y anti-febriles, empleándose mucho contra la malaria o fiebres palúdicas, en estado de sales, como sulfato, clorhidrato y, casi siempre por vía bucal.

2. LA ACHICORIA

Comprende muchas variedades y pertenece a la familia de las compuestas. La achicoria salvaje (*Chicorium intybus*) es planta herbácea común en los prados y lugares incultos; tiene raíz larga y cilíndrica y segrega un jugo lechoso y amargo; el tallo es recto, de una altura que oscila entre 50 y 60 cms. con ramas hasta la base; las hojas son oblongo-lanceoladas, con los márgenes dentados. Florece en verano al final con capullos agrupados de dos en dos o más, de color azul intenso, por lo que se le llama "ojos de gato". Algunas plantas producen raíces muy largas y carnosas que se comen aliñadas en ensalada, pero es de sabor amargo; en otras son comestibles las grandes hojas.

Existen numerosos cultivos en el exterior. La achicoria blanca es silvestre en Cuba y se emplea para bebidas refrigerantes y en aperitivas. Ciertas variedades se cultivan para utilizar sus raíces desmenuzadas, como sustitutivo del café, con el nombre de "café holandés". La infusión amarga o silvestre se usa como remedio tónico aperitivo.

2. LA IPECACUANA

Es una planta rubiácea originaria de América de unos 25 cms. de altura, hojas largas y flores blancas, y sus raíces son utilizadas en la farmacopea como eméticas y purgantes. En dosis moderadas provoca vómitos; también fue usada para combatir la disentería y para lograr contracción de los vasos sanguíneos.

3. LA YERBABUENA

O Hierbabuena o Menta, es una planta herbácea, vivaz y aromática de las regiones templadas de América, de la familia de las labiadas. Tiene hojas vellosas, elípticas, de borde aserrado, y flores tubulares terminadas en cuatro lóbulos, rojas y agrupadas en el ápice de los tallos. Se cultiva frecuentemente en nuestras huertas por su olor agradable. Se utiliza a menudo como condimento; en infusión como estomacal, y para extraer la esencia que se añade a confituras y a muchos preparados medicinales.

4. EL DIGITAL

Es una planta herbácea, que alcanza poco más de un metro de altura. De la familia de las escrofulariáceas, tiene flores grandes y purpúreas en forma de daldal, formando racimos en la parte superior del tallo.

La infusión de las hojas frescas es un remedio eficaz para restablecer la circulación de la sangre por contener digitalina, que fortalece el corazón, disminuyendo la frecuencia de sus latidos. Tomada en cantidades excesivas puede ocasionar la paralización de los movimientos cardíacos. La digitalina es extraída por procedimientos químicos y se administra en medicina bajo la forma de gotas, en pol-

vo, o más generalmente, en extracto. Es eficaz en los casos de hidropesía, enfermedades crónicas del pulmón, palpitaciones nerviosas, anginas de pecho y diversos trastornos del corazón.

5. EL EUCALIPTO

Es un árbol de la familia de las mirtáceas, originario de Australia y Tasmania, de tronco largo y recto y copa cónica, que puede alcanzar hasta cien metros de altura. Se desarrolla mejor en zonas húmedas y cálidas. Sus hojas son de color verde claro y olorosas; sus flores blancas, amarillas o purpúreas, son muy aromáticas y están cubiertas por una envoltura antes de abrirse.

Tiene múltiples aplicaciones: la madera es muy sólida y tiene una resina que la hace inatacable a los insectos y le permite resistir la acción del agua, por lo que es utilizada para postes telegráficos, durmientes de ferrocarril, construcciones navales, etc.

Las hojas dan un aceite esencial de color verdoso, que se emplea en perfumería; la resina tiene varias aplicaciones medicinales, especialmente como astringente; el líquido de cocción de las hojas y las flores se usa con éxito para combatir la fiebre; la corteza proporciona tanino y el aceite de eucalipto es antiséptico, desodorizante y estimulante, y se utiliza con frecuencia para las afecciones de las vías respiratorias.

C. MADERABLES

La madera es la parte sólida de los árboles, debajo de la corteza, cuyos principales elementos constitutivos son las fibras y vasos de celulosa y lignina. Las maderas más empleadas son las que pro-

vienen de las plantas dicotiledóneas y de las gimnospermas.

Las fibras de todas las maderas varían de acuerdo con las distintas especies de árboles de donde provienen. La celulosa de los árboles está asociada con distintas materias gomosas y astringentes, almidones, resinas, azúcar, sustancias nitrogenadas, hidratos de carbono y sales minerales y orgánicas, todo ello impregnado de una sustancia incrustante, la lignina, que le da color, dureza y densidad variable.

El análisis químico revela que la madera está compuesta de un 50 % de carbono, un 6 % de hidrógeno y un 44 % de oxígeno. La celulosa constituye un 45 a 60 % de la madera; la lignina un 15 % a un 35 %, y la materia hemice-lulosa, del 15 al 25 %.

A medida que un árbol es más viejo, la madera mejora en calidad, si no está afectado por alguna enfermedad. La parte llamada *duramen* es la que ofrece la madera más perfecta. Las maderas de árboles de crecimiento rápido son menos resistentes que las de árboles de crecimiento lento.

Para la conservación de las maderas que se han de explotar se utilizan productos químicos, con el fin de hacerlas más resistentes a la humedad y a la penetración de microorganismos o insectos que acaban con ellas.

La utilización de la madera como materia prima para la elaboración de objetos de uso común sigue siendo básica en la construcción y en la industria química, pues la celulosa y la pulpa de la madera tienen un campo de inextinguibles posibilidades. Su utilización en ebanistería, carpintería en general, en la obtención de carbón y de diversos produc-

tos químicos como el metanol, el ácido acético y la acetona, resulta también de alguna importancia.

De acuerdo con sus características más simples, las maderas pueden dividirse en blandas o ligeras y duras o pesadas. Las primeras son poco sólidas, tales como el pino, el sauce, el álamo blanco, el abedul, el aliso, el castaño de indias. Las maderas duras son más oscuras y de textura compacta, como la acacia, el almen-dro, el eucalipto, la haya, el roble, el nogal, el avellano, el ciruelo, el arce, etc., que son, además, las maderas finas. Hay también maderas olorosas y maderas colorantes.

a. EL CEDRO: Es un árbol que pertenece a las coníferas, de gran altura, con hojas largas y puntiagudas, cuyas ramas le dan forma piramidal. Sus frutos se llaman piñas y están formados por numerosas escamas leñosas que recubren las semillas. Es de aspecto majestuoso, de color azul verdoso o verde plateado, y desprende un olor agradable.

Su madera es del tipo de maderas ligeras, de color marrón rojizo o con vetas rojas, despide un aroma muy agradable y se le consideró como madera incorruptible; es fácil de trabajar y desde Salomón ha sido empleada en la ebanistería y en las construcciones navales.

En América hay varios árboles parecidos a los verdaderos cedros: son los enebros o juníperos, entre los cuales se encuentran los llamados cedros rojo y blanco, muy empleados en la fabricación de lápices y cofres para guardar ropa.

b. EL PINO: Es uno de los árboles más hermosos entre los que se cultivan para el aprovechamiento de maderas, y el que con más frecuencia se ve engalanando parques y jardines. Pertenece a la fa-

milia de las coníferas, que se caracterizan por sus hojas alargadas y perennes y la forma cónica de sus frutos y ramas. Sus hojas son aciculares (en forma de aguja), duras, estrechas y punzantes en su extremo. Los pinos pueden medrar en terrenos montañosos o de climas muy fríos, donde los inviernos son rigurosos y el agua llega a escasear, puesto que puede retener por mucho tiempo el agua de que dispone. Las flores están en amentos, y el fruto es la piña, de forma aovada y recubierta por escamas duras y leñosas.

Los pinos crecen asociados, formando grandes bosques, se multiplican por polinización cruzada por el viento. Su madera, rica en trementina, es blancuzca, del tipo blando, fibrosa y medianamente dura y resistente. Es una de las más abundantes y utilizadas en trabajos comunes por su costo reducido y rendimiento bueno en general. Se conocen unas noventa especies de pinos.

c. EL EUCALIPTO: Pertenece a las mirtáceas, originario de Australia y Tasmania, de tronco largo y recto y copa cónica; puede llegar a 100 metros de altura, cuyas principales características vimos ya en las plantas medicinales. Su madera es dura y resistente a los insectos, pero tiene el inconveniente de que sus fibras son torcidas, lo que hace que solo sea aprovechable para ciertos trabajos, especialmente en obras hidráulicas y trabajos navales.

d. EL GUAYACAN - GUAYACO:

Es un árbol tropical de América, de más de 10 metros de altura, tronco grande, corteza dura, hojas persistentes, flores azuladas y fruto en cápsula. Su madera de color verdinegro, dura y fibrosa, es muy difícil de trabajar y mella los mejo-

res aceros; se utiliza para objetos que hayan de tener mucha resistencia como poleas y muebles de mucho roce; teñida, es aprovechada para pavimentos; su color se oscurece al contacto con el aire. En las costas del Pacífico se utiliza como estaciones destinados a sostener las viviendas por su resistencia a la humedad. Del guayaco se extrae una resina aromática, de sabor amargo que, sometida a procedimientos especiales, se emplea en medicina como bálsamo para el tratamiento de las vías respiratorias, con el nombre de guayacol.

e. EL CAOBO: Es árbol que crece en terrenos sueltos y algo pedregosos y alcanza de 25 a 30 metros de altura. La corteza es amarga, astringente y algo febrífuga; el fruto es una cápsula dura y leñosa. En América tiende a desaparecer. Su madera, muy resistente y compacta, es una de las de clase fina más utilizadas en ebanistería; de color pardo rojizo, admite toda clase de pulimento y de barnizado; muy usada en chapas para muebles por su propiedad de dejarse cortar en hojas muy delgadas, adquiere gran brillo cuando se le pule, y puede presentar vetas acaracoladas o salpicadas de manchas oscuras. Además de la caoba de color y textura uniformes existen diversas variedades, todas ellas muy apreciadas; entre ellas se cuentan la veteada, la tornasolada y la afelpada.

D. INDUSTRIALES

EL CACAO

El cultivo del cacao se remonta entre nosotros a épocas anteriores al descubrimiento de América, se inició con la variedad conocida como *Cacao Criollo*, *Antioqueño* o *Caucano*, y fue incrementado con la introducción del *Cacao Paja*



Fig. No. 176
EL CACAO

rito procedente de Bélgica, o al menos traído por un belga, el señor *Carlos Platín*; de esta clase resultaron otras, tales como el *Angoleta*, el *Cundeamor* y el *Amelonado*.

1. Semilleros: Se requieren dos clases de semilleros, a saber: uno para árboles de sombra y el semillero de cacao propiamente dicho. Este último tiene dos finalidades: para ser injertado con yemas de árboles de alta producción o para siembra directa. Lo más aconsejable es injertar el semillero, para la uniformidad de la plantación y la calidad del fruto. Se pueden preparar semilleros con guadas y hojas de plátano, o simplemente aprovechando la sombra natural de árboles tales como el guamo, el piñón, el cedro amarillo, el algarrobo, el cañafístulo o un sembrado de plátano, siempre buscando la vecindad de las aguas para los riegos.

2. Preparación del Terreno: Elegido el sitio, se pica y repica a una profundidad de 10 a 15 cms. y se inicia el trazado de las eras en curvas de nivel, si el terreno es

inclinado, o también en sentido contrario a la pendiente, para evitar la erosión. Cada era tendrá 1,20 m. de ancho y cada canal 30 cms. también de ancho; la tierra ha de quedar mullida y debe mezclarse con abono orgánico.

3. Preparación de semillas: Debe proceder de árboles sanos, robustos y de alta producción; se rompen las mazorcas y se elimina el mucílago frotando las semillas en arena y poniéndoles un poco de ceniza, y para asegurar la germinación, se pelan las semillas y se colocan en las eras con el punto blanco de uno de sus extremos hacia abajo y a una pulgada de profundidad. Para evitar enfermedades, apenas se inicia la germinación y aparezcan las dos primeras hojas se debe atomizar el semillero con un fungicida como el *Tithane*, operación que ha de repetirse varias veces durante el desarrollo del almácigo. Si la siembra se hace en verano es indispensable el riego continuo.

Las planticas pueden ser trasplantadas o injertadas a los ocho o diez meses. Si se utilizó semilla de cacao criollo, el trasplante se puede hacer en forma directa al lugar definitivo, previamente seleccionado y preparado. Si la semilla es común, los arbolitos servirán de patrones para ser injertados. También se puede propagar por estacas, pero requiere instalaciones y tratamientos especiales.

4. Trasplante: Debe realizarse siempre en invierno y con suficiente candelabro en cada arbolito. Si la víspera no ha llovido, es necesario regar el vivero. Conviene envolver los arbolitos en guascas de plátano dispuestas en cruz, que se quitan dentro del hoyo.

El trazado para la siembra ha de ser en triángulo y a una distancia no menor

de 5 metros entre mata y mata para el cacao criollo; para híbridos debe ser superior. En el centro de los triángulos se puede sembrar plátano.

Los hoyos pueden tener 50 cms. de profundidad y de ancho, y es conveniente abrirlos anticipadamente y llenarlos con abono orgánico. Las condiciones del terreno se mejoran con la adición de 250 grs. de Superfosfato.

Hay que abrir zanjas de 10 a 20 cms. de ancho y de profundidad y a través de la pendiente, lo que trae múltiples ventajas.

5. Riego, Desyerba y Sombrío: En zonas poco lluviosas es indispensable el riego cada ocho, diez o quince días, durante los veranos y según las necesidades del cultivo, mediante los canales de riego en curvas de nivel con pendiente entre 1/2 y 1%; así se conduce el agua suavemente y se controlan los efectos de aguas lluvias en los inviernos.

La limpia o desyerba se hace a mano al pie de los arbolitos para no lastimarlos; lo mismo con los de sombra. No debe utilizarse azadón, especialmente si el terreno es pendiente, para evitar erosión. Lo más aconsejable es trabajar a mano o con barra para arrancar malezas duras y crecidas y rozar a machete o calabozo las restantes.

El sombrío es transitorio y permanente. El primero a base de plátano se utiliza hasta cuando el cacao entre en producción satisfactoria. El permanente debe acompañar la plantación durante toda su vida, porque la influencia benéfica del sombrío puede considerarse desde tres aspectos diferentes: sobre el árbol y su ambiente; sobre el suelo, en especial su temperatura; y sobre la riqueza orgánica o capa vegetal. Deben preferirse plantas

leguminosas porque a la vez enriquecen el terreno, tales como el Pisquín, los Chachafrutos y el cedro amarillo, de gran capacidad fijadora de nitrógeno, el Flor azul y el Guásimo vainillo.

6. La Poda: Es necesaria para armonizar el árbol equilibrando sus distintas partes a fin de obtener mejor producción y calidad. En el cacao la poda es muy especial: que permita la entrada de la luz al lugar de producción de flores para que los frutos maduren, y especialmente para que pueda haber fecundación de las flores. Comprende dos etapas: Poda de formación, para eliminar tallos dobles, los chupones de la base y a lo largo del tallo, y el exceso de ramas en la formación de la cruz, cuando ésta tiene más de tres o cuatro ramas primarias. Y la poda de conservación, que se inicia cuando el árbol cierra la copa por el nacimiento de ramas secundarias, y consiste en devolverle su forma primitiva y conservarlo así el resto de su vida. Consiste en abrir la copa, eliminando luego las ramas que van hacia el centro del árbol, y las ramas secundarias desarrolladas en las primarias a unos 60 u 80 cms. partiendo del tallo; sigue la eliminación de ramas estorbosas, dobles o triples, que se arrastran hasta el suelo, a las cargadas de parásitas y todo lo seco y ramas dañadas o heridas.

7. La Cosecha: Se hace la recolección de los frutos cuando éstos estén en perfecto estado de madurez, que se parecía a simple vista, pues las mazorcas, verdes inicialmente, se tornan amarillas al madurar, y las rojas toman también un tinte amarillento en las profundidades de los surcos. Los árboles obtenidos por injerto o estaca son más precoces y empiezan a producir de los dos a los tres años. Como herramientas se utilizan el cuchillo, las tijeras y la medialuna. Recolectados los

mazorcas, se abren con machete bien afilado, se sacan los granos y se colocan en depósitos de madera para que se fermenten. Las conchas y las mazorcas enfermas se utilizan para fabricar abono orgánico.

8. **Fermentación:** Mejora el sabor y el aroma del grano y facilita que se seque pronto, a la vez que mata el embrión y favorece la formación de un aceite de olor característico, y aumenta su valor comercial.

9. **Enfermedades:** *Moniliasis* o enfermedad acuosa, causada por un hongo que ataca toda clase de mazorcas. Las mazorcas afectadas se tumban y se queman; no se deben dejar en el suelo. Se controla mediante la poda racional y la aplicación de fungicidas en aspersiones. *Podredumbre de las mazorcas* producida por el hongo *Phytophthora Palmívora*: tiene el mismo control de la *Moniliasis*, y puede atacar también tallos y ramas produciendo el cáncer. *Antracosis foliar* o quemazón de las hojas: causada por un hongo que ataca hojas y mazorcas, se controla con soluciones de Dithane. *Brasa o Mal rosado*, producida por el hongo *Cortitium salmonicolor*: su tratamiento consiste en podar y quemar el material atacado y bañar luego todo el follaje con solución de Dithane.

Como plagas están las siguientes: *Bicho amarillo* o *Monalonium*, que chupa los jugos de las mazorcas, causa daños notables en las mazorcas tiernas, que se pierden por muerte de los tejidos después de la punzada del insecto. Se combate con insecticidas, tales como el *Verindal ultra*, el *D.D.T.*, el *clordano* y el *Aldrin*, cuyo efecto acaba también con las Chinchas hediondas del cacao o *grajos*. *Los pasadores* de tallos y ramas y el

pasador de la mazorca, que prácticamente hasta hoy no tienen control a no ser con insecticidas llamados sistémicos.

10. **Clima y Terreno:** El mejor clima para el cacao es el de temperaturas altas, de 27 a 30 grados C. y no menor de 24° C. El ambiente no debe ser demasiado húmedo ni muy seco, lo que se obtiene eligiendo sitios abrigados como hondonadas y valles y dotando la plantación del sombrío necesario permanente.

La siembra ha de efectuarse en terrenos fértiles, permeables y de buena profundidad vegetal, no arcillosos, compactos ni pedregosos.

11. **Utilidades del cultivo:** El cultivo del cacao es uno de los pocos que producen con qué atenderlo. Los gastos de cultivo de una cuadra de cacao pueden sumar hasta \$70,30; el producto de las dos cosechas del año puede llegar a los \$240.00 con una utilidad de \$169,70 por cuadra de 400 árboles. Ello demuestra que el cacao produce, comparativamente con el café, un rendimiento que equivale a dos veces más que una cuadra de café en un año.

EL MIMBRE

El cultivo del mimbre ofrece al agricultor poco gasto de explotación, técnica sencilla y mucha utilidad, por lo cual debería incrementarse en todo el país. Se utiliza en fabricación de muebles, cestos, sillas, butacas, mecedoras, o bien para amarrar cercas de madera, para ligar tutores y para otros usos propios del campo. Su producción comercial sería una fuente de ahorro para el agricultor.

1. **La planta:** Es una Salicácea llamada por Linneo *Salix viminalis*, que se caracteriza por su cepa productora de numero-

sos tallos delgados, largos, muy flexibles y poco ramificados; las hojas son lanceoladas, y sus flores unisexuales dispuestas en amentos axilares.

2. **Clima y Terreno:** La mimbrera se puede decir que es de todos los climas, puesto que se aclimata fácilmente; pero su mejor rendimiento lo produce entre los 15 y 23 grados centígrados. Son ideales los climas cafeteros de Colombia, por lo que se recomienda cultivar mimbre al lado de los cafetales o al borde de las acequias, que les proporcionarán el material para la confección de canastos destinados a la recolección del grano.

También se adapta fácilmente a toda clase de terrenos, aunque los más apropiados son los arcillo-arenosos bien trabajados. Dichos terrenos contienen la riqueza suficiente en nitrógeno, fósforo y potasio necesarios para su desarrollo. En terrenos planos el rendimiento es mayor, pero la mejor calidad se obtiene en terreno de lomas.

El mimbre necesita agua, por lo que debe plantarse preferentemente a lo largo de las fuentes y acequias, naturales o artificiales, en los bordes de los estanques, pantanos, etc.; con ello se consiguen tres resultados: sostener el suelo; embellecer el lugar y producir material industrial.

3. **Propagación:** La mimbrera se propaga por estaca. El uso de semilla no es recomendable. Para la plantación se eligen las mejores estacas, que se obtienen de los tallos más maduros, gruesos y sanos. Cada estaca o trozo debe tener 20 cms. de largo por término medio.

4. **Plantación:** Si el mimbreral ha de ser de alguna extensión, la plantación se debe hacer conservando distancias de 80 cms. entre hileras, y de 40 a 60 cms.

entre matas, procurando que quede un poco tupida para que los tallos se alarguen más, engruesen y ramifiquen menos, lo que da mejor calidad industrial.

Cada mata debe quedar formada por una o dos estacas inclinadas, de modo que la punta superior se note ligeramente sobre la superficie del terreno. La siembra se puede hacer en cualquier época del año si el terreno es húmedo o si se dispone de agua de regadío; de lo contrario, hay que hacerlo al empezar las lluvias.

5. **El Cultivo:** Los cuidados que exige son relativamente pocos y sencillos: Mantener el regadío, las desyerbas y escardas oportunas. La lucha contra las plagas y enfermedades no reviste importancia porque entre nosotros no se conocen hasta la fecha.

6. **La Cosecha y el Rendimiento:** La cosecha o corte del mimbre se puede hacer a los ocho meses la primera vez, época en que termina el crecimiento que se conoce porque las hojas maduran y toman un color verde amarillento. El corte se verifica a ras de tierra con tijeras bien cortantes: esto provoca un abundante macollamiento de las cepas, que hace la cosecha siguiente más abundante. Entre estas dos primeras cosechas solo median cinco o seis meses, y así en las siguientes.

Con los tallos cortados se forman haces de unos 20 kilogramos, se atan por sus extremos y se llevan al lugar del beneficio. El rendimiento en el primer corte es escaso, pero en el segundo abundante y alcanza el máximo al cuarto o al quinto; se conserva así hasta el décimo, cuando empieza a declinar lentamente. Las lluvias copiosas y la fertilidad del terreno aumentan la producción. En una hectárea de terreno se pueden recolectar de 50 a 70 toneladas de mimbre ante

para la industria. La vida de la mimbrera es de 15 a 20 años, da de 28 a 36 cortes; en terrenos sujetos a inundaciones duran hasta 40 años.

EL CAFE

1. **Historia:** El café es uno de los cultivos agrícolas de más reciente historia. Las primeras referencias datan del siglo VI, y las que se refieren a los orígenes de la bebida al siglo XIII. Su cultivo se extiende por Asia y América en los siglos XVII y XVIII, y a mediados del siglo XIX el Brasil entra a dominar como el mayor productor mundial del grano.

Fueron los árabes los primeros en cultivar el cafeto y propagar la bebida; sin embargo, el cafeto es originario de las

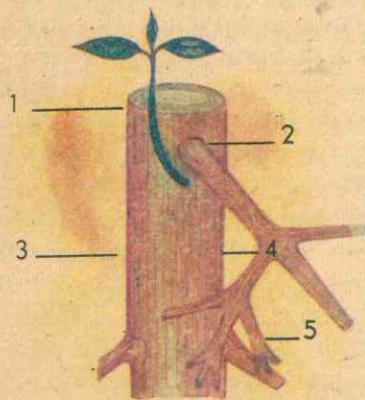


Figura No. 177
LAS DIVERSAS RAMAS DEL CAFE

- 1 - Chupón
- 2 - Rama primaria
- 3 - Tronco
- 4 - Rama secundaria
- 5 - Rama terciaria

montañas de Abisinia (Etiopía), y tanto aquellos como éstos lo llamaron *Bunn* (a la cereza y al arbusto), y *bunchum* a la bebida. Los turcos lo llamaron *cahve*.

2. **En Colombia:** Según el ingeniero agrónomo Diego Monsalve, el cafeto fue traído a la región de Rionegro, en el Orinoco, en 1723 por sacerdotes de la Compañía de Jesús; de allí pasó a Popayán para propagarse por el sur del occidente colombiano. Hay evidencia también de que se cultivaba en la Sierra Nevada de Santa Marta en 1758, en el Golfo del Darién y en Muzo, aunque el cultivo comercial sólo se inició en 1808 en lo que es hoy Santander del Norte. El primer registro sobre exportación aparece entre 1834 y 1835.

3. **Clima:** El cafeto (*Coffea arábica*

Linn) necesita para su buen desarrollo un ambiente con temperatura promedio entre 24° C. y 17° C., con localización en valles más o menos amplios o laderas, principalmente.

Otro factor especial para el cultivo del café es la cantidad de precipitación, y se estima como mínima necesaria una distribución anual de 1.000 m/m; en otras condiciones sólo en años lluviosos

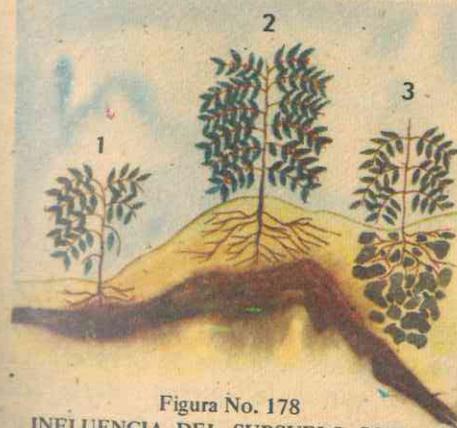


Figura No. 178
INFLUENCIA DEL SUBSUELO SOBRE
LOS CAFETOS

- 1 - No prospera porque sus raíces tropiezan con la arcilla.
- 2 - Cafeto en buenas condiciones.
- 3 - El subsuelo es demasiado poroso y le roba humedad.

hay muy buenas cosechas, pero el exceso de lluvias es también desfavorable. Cada fase del ciclo biológico de la planta necesita su "tiempo reinante" propio que puede ser buen tiempo, mal tiempo o tiempo variable.

La luminosidad y la radiación solares son factores definitivos especialmente en los procesos fisiológicos determinantes del crecimiento, que se traducen en aumento de la producción. El mejor café suave del mundo producido en Colombia crece en alturas mayores de 1.300 m, y bajo sombrío.

4. Regiones cafeteras de Colombia:

a. La primera región por su extensión y magníficas condiciones del suelo está en la cordillera Central, en ambos flancos (Nariño, Cauca, Valle, Huila, Tolima, Caldas y Antioquia).

b. La segunda región se halla en la Cordillera Oriental, en sus vertientes hacia el Magdalena (Huila y Cundinamarca, Boyacá y Llanos Orientales), y en sus dos vertientes (departamentos de los Santanderes).

c. La tercera región está en la Cordillera Occidental, especialmente en sus vertientes hacia el Cauca (Nariño, Cauca, Valle, Caldas, Antioquia y Chocó) con terrenos de primera calidad.

d. Y la cuarta zona cafetera, de mucho porvenir, está localizada en la Sierra Nevada de Santa Marta.

5. **Especies y variedades:** El género *Coffea* dispone de muchas especies, entre las cuales figuran como principales las siguientes: *Coffea arábica* L., café nacional común; *C. canephora*, con las variedades *Coffea robusta* y *C. laurentii*; *Coffea libérica*, arbusto de gran porte; *Coffea Dewere*, con las variedades *C. excelsa*, *C. abeokutae* y *C. Dybowkii*; *Coffea congensis*, o café del Congo; *Coffea stenphylla*, de regiones calientes y húmedas; *Coffea mauritanea*, y otras más.

Entre las variedades de la especie arábica, que es el cafeto común en Colombia y el que más se adapta a nuestros climas y suelos, están las siguientes: *Coffea arábica* L. var. Borbón; *Coffea arábica* L. var. Maragogipe; *Coffea arábica* L. var. San Ramón; *Coffea arábica* L. var. columnaris.

Ciertas variedades de café tienen porvenir económico, tales como el Café

Bourbón Amarillo (*Coffea arábica* L. var. Bourbón); Café Caturra, la más nueva de las variedades económicas, brasilera como la anterior; y Café Mundo Novo, procedente de Sumatra al Brasil, que viene a ser el conocido café nacional de este país, es decir, el *Coffea arábica* L. var. *Typica* Cramer.

6. SUELOS Y SU PREPARACION

El cafeto necesita un solum, es decir, suelo-subsuelo, profundo y con buen drenaje, condiciones que se encuentran generalmente en aluviones, conos de escombros y cenizas volcánicas. Estos suelos abundan en Colombia, por su estructura física y porosidad y por su especial composición.

El mejor suelo para el cafeto es el flojo y profundo, proveniente de la disgregación de distintas rocas en pequeños cascajos, con una riqueza mediana de humus. El suelo pizarroso oscuro y fácilmente desintegrable ha resultado admirable, así como los suelos arcillo-arenosos, flojos y ricos en cal, y también los formados por piedras y cascajos aglutinados por una masa de consistencia media. En cambio, los subsuelos arenosos, cascajosos y arcillosos son perjudiciales al cafeto.

Hay razones para que en Colombia se cultiven los cafetales en terrenos inclinados. En primer término, porque en los climas adecuados para el cafeto abundan tales terrenos; y porque en ellos se mantiene mejor el drenaje tan necesario, puesto que en los climas cafeteros llueve abundantemente; además, porque en tales terrenos el cafeto da mayor rendimiento.

7. La preparación del suelo: tiende a proporcionarle las buenas condiciones

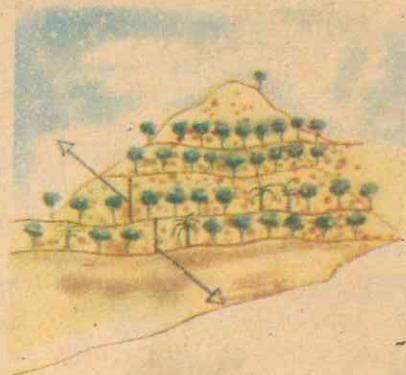


Figura No. 179
SIEMBRA EN FRANJAS AL
CONTORNO

que le falten y para asegurar su mantenimiento: Si el terreno es nuevo, deben hacerse todas las prácticas de limpieza, procurando evitar la quema. Sería ideal practicar una labor profunda con arado unos seis meses antes; pero como ello no se puede hacer por regla general en nuestros terrenos, es imprescindible la hechura de hoyos de un tamaño igual al volumen de las raíces del cafeto adulto. Se deben respetar todos los árboles recomendables para el sombrío; chamizas y maderas deben dejarse en dirección transversal a la pendiente, para evitar erosiones, mantener humedad y retener abonos.

8. Trazado: Antes que todo, una vez limpio el terreno, procédase al encauzamiento de las aguas, reuniéndolas por medio de canales de "desviación o acequias de ladera", para que corran con lentitud y rindan todo su caudal a lugares donde no ocasionen daños por arrastres.

A mayor fertilidad de la tierra mayores distancias entre las plantas: un

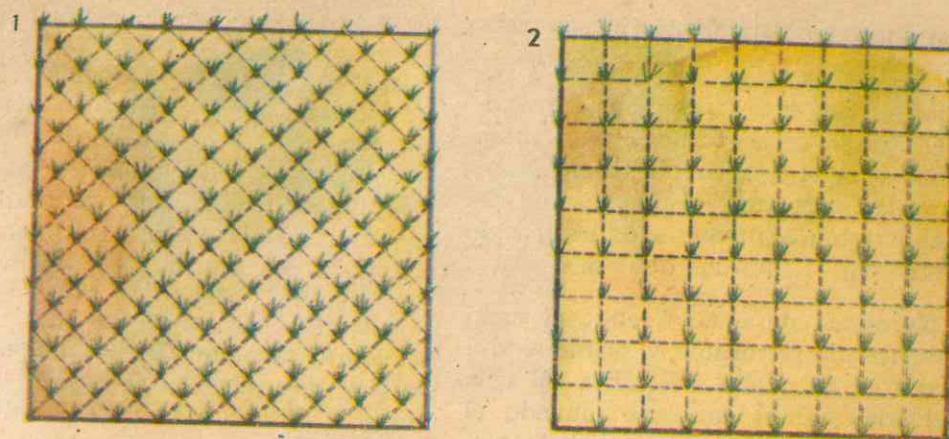


Figura No. 180
SIEMBRA AL TRESBOLILLO Y EN
CUADRO

Obsérvese que en el mismo espacio caben más árboles cuando se siembra al tresbolillo (1) que en el sistema de cuadro (2).

mínimo de 2 metros y un máximo de 4, serán los límites recomendables. La siembra en franjas, a libre exposición y utilización de abonos, requiere distancias menores.

El mejor sistema para trazar un cafetal es el llamado *triangulación*, al *tresbolillo*, que consiste en disponer los cafetos de tal manera que cada uno ocupe el vértice de un triángulo de lados iguales, empezando por la parte superior de la pendiente: se traza una línea recta de la mayor longitud posible, y sobre ella se mide la distancia convenida el mayor número de veces posible; sobre los puntos así obtenidos se prosigue el trazado por medida de los listones de madera de un largo igual a la distancia convenida. Un extremo de cada listón se apoya en un punto de los obtenidos en la línea recta y los dos extremos libres de los listones se juntan en ángulos en cuyo vértice se marca

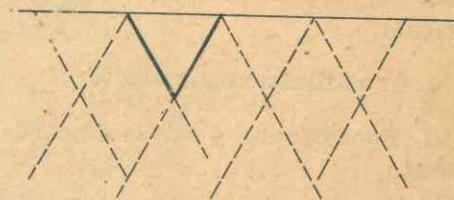


Figura No. 181
TRAZADO AL TRESBOLILLO

rá el punto correspondiente a cada mata.

En pendientes mayores al 50 %, el mejor sistema es el "trazado en curvas de nivel o líneas de contorno", cuya ventaja principal es el establecimiento económico de las estructuras y prácticas de defensa y restauración de suelos, además de prestar por sí solo una defensa efectiva.

9. Necesidad de agua: Cuando el suelo es demasiado permeable, la planta tendrá épocas en las cuales sufre falta del agua necesaria; por el contrario, cuando el suelo o el subsuelo es demasiado impermeable, el agua es retenida en forma continua; el café puede resistir más tiempo un período seco que uno de inundación. El riego artificial para el café donde hayan épocas de sequía perjudiciales al cultivo, debe establecerse ojalá en forma atomizada. En ciertos terrenos basta con la retención del agua lluvia por medio de zanjas bien distribuidas, que permitan una lenta infiltración y se eviten la erosión y los encharcamientos permanentes.

10. Selección de árboles para semilla: Las condiciones que hay que tener en cuenta son las siguientes:

- Buena formación del árbol;
- Rapidez en su desarrollo, y fructificación;
- Fructificación abundante;
- Buena forma y excelente calidad del fruto;
- Resistencia a las enfermedades.

Recoger maticas de las que espontáneamente nacen en los cafetales para formar con ellas una plantación, es seleccionar al revés, pues con ellas se propagan las malas cualidades que poseen las plan-

tas madres, que por lo general son las peores del cafetal.

Elegidos y señalados los cafetos, que no deben ser muy jóvenes ni muy viejos, se cogen los granos de las ramas más fuertes, teniendo en cuenta que son apenas utilizables los de la primera cosecha de las ramas primarias y secundarias.

Se desechan los granos muy grandes y los muy pequeños; se despulpan a mano y se dejan fermentar al aire por diez horas, al cabo de las cuales se lavan y se seleccionan por peso, desechando todos los granos que floten en el agua; se rechazan los de forma redonda o achatada en las puntas, prefiriendo los granos de forma ovalada, de ranura recta y cerrada.

11. Desinfección de semillas: Se utiliza el sulfato de cobre al 1‰ (uno por mil), solución en la cual se sumerge la semilla durante cinco minutos, luego se lava con agua limpia, y se procede a la siembra.

12. Germinadores o soterros: Son los lugares destinados para que las semillas o gérmenes y las plantas adquieran el primer desarrollo. Deben hacerse con arena lavada de río o con tierra libre de piedras gruesas o cascajos, rica en abono orgánico; generalmente una capa de diez a doce centímetros de espesor es suficiente. Antes de la siembra conviene remojar la arena o tierra del germinador. La semilla debe colocarse con cuidado en posición ventral, es decir, con la ranura hacia abajo; la distancia entre semillas puede ser de medio centímetro; luego se aprieta un poco para que quede medio clavada en la arena; se cubre con una capa de unos dos centímetros y se aprieta otra vez con una tabla o con la mano; encima, un poco



Fig. No. 182

Utilice el mismo trazo para sembrar sombrío temporal y permanente.

En la primera hilera siembre un guamo cada cuatro árboles de café; en la segunda hilera no siembre ninguno; en la tercera vuelva a sembrar como en la primera, pero de tal manera que formen triángulo con los anteriores; continúe en la misma forma.

Al mismo tiempo que siembra el guamo siembre una mata de plátano cada dos árboles de café, en todas las hileras.

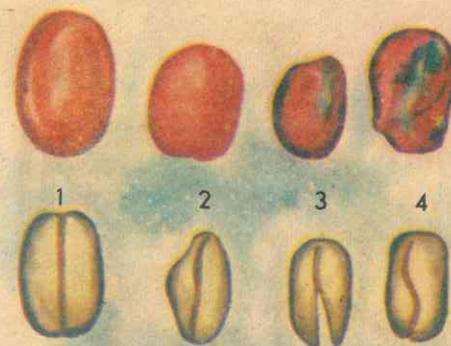


Fig. No. 183

PARA SELECCIONAR SEMILLA

- Fruto y semilla buenos.
- Forma defectuosa.
- Forma defectuosa.
- Madurez desigual y forma defectuosa.

levantados, se coloca hoja de plátano u otro material para evitar que las lluvias las remuevan y se pierda la germinación. Si a la semilla se le quita con cuidado el pergamino o película que la envuelve, generalmente a los sesenta días o menos, el café está germinando o "en fósforo". Las semillas en el germinador deben permanecer húmedas, para lo cual es preciso el riego si el tiempo es seco.

13. **Almácigo o Vivero:** Se hace en terreno de buena clase y con posibilidades de riego todo el año: se limpia, se rotura o remueve por el medio más económico (pica, azadón o barra). Si no ha sido removido nunca, después de algún tiempo de la primera pica debe dársele la segunda, y después de algún tiempo se debe aplanar con azadón o rastrillo.

Si el terreno no es suficientemente

bueno, se le debe aplicar un abono completo, como un abono orgánico; se divide en eras de un metro con veinte centímetros de anchura, separadas por caminos o zanjas de 40 centímetros de ancho. Como el cafeto necesita sombra desde los primeros días de su desarrollo, antes de sembrarlo debe disponerse buena sombra y que el almácigo esté provisto de una forma de sombrío de larga duración, que puede ser un cobertizo con guadúas u otro material regional.

Las chapolas o fósforos de café se siembran en las eras a 25 centímetros de distancia una de otra, en cinco hileras, con 10 centímetros entre cada una de éstas y las vecinas. Para ello se marcan los puntos utilizando cordones o pitas templados a lo largo de la era y distanciados 25 centímetros. Un obrero con una medida de 25 cms. y basándose en el cor-

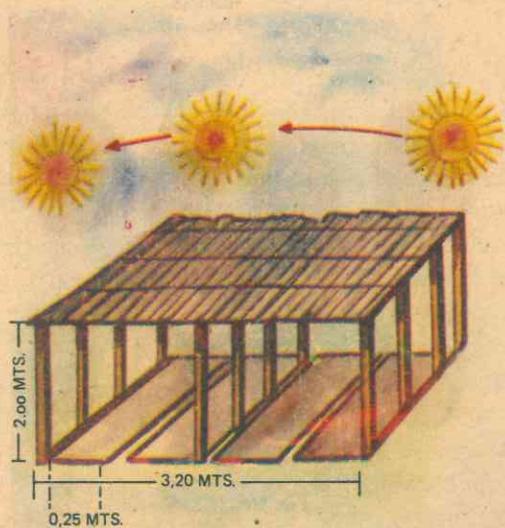


Fig. No. 184

ALMACIGO CON SOMBRIO ARTIFICIAL
CON PENUMBRA DE GUADUA

dón tensionado, va marcando los puntos para abrir los huecos, que se hacen con un palo fino de 5 cms. de diámetro con la punta labrada, hasta 10 ó 12 cms. de profundidad; la chapola o fósforo se saca del germinador aflojando la tierra con un tenedor grande o una palanca para no dañar las raíces, se pone en el hoyo y se sostiene con los dedos de una mano en el centro del hoyo y con la otra se le echa tierra y se aprieta hasta que quede enterrada al mismo nivel que mostraba en el germinador. Los principales cuidados del almácigo pueden ser los siguientes:

- a. Eliminación mensual de las malezas arrancándolas por tracción;
- b. Riego en los tiempos de verano;
- c. Resiembras al cabo de los 20 días a partir de la siembra para reemplazar las chapolas muertas;
- d. Control de gallinas y otros animales, cercando el almácigo;
- e. Sostenerimiento del cobertizo para mantener bien regulada la sombra;
- f. Prevenir los daños del insecto "verraquito de tierra", manteniendo limpio de troncos o pedazos de guadua el vecindario del almácigo.

14. **Trasplante:** Se practica durante los últimos días de abril o en el mes de mayo. En tierras fértiles destinadas a sembrar café en pilón mediano se acostumbra hacer hoyos de 30x30x30 centímetros y en forma cuadrada; en tierras carentes de materia orgánica, con pilón un poco voluminoso se han establecido hoyos para café de 40x40x40 centímetros aproximadamente.

Los hoyos para plátano, han de ajustarse a las siguientes medidas: para tierras fértiles, de 50x50x50 centímetros, y



Fig. No. 186

Un cafeto bueno para su segundo trasplante: el definitivo.

para tierra más pobre, de 60x60x60 centímetros, en forma cuadrada y con alguna cantidad de abono. Los hoyos para sombrío permanente son más o menos los aconsejados para el café.

La siembra consiste en medir primero el pilón introduciéndolo en el hoyo, rellenándolo hasta la altura indicada; se centra bien el árbol en posición vertical, se arrima tierra y se pisa de manera que quede sembrado al mismo nivel que tenía en el almácigo. El trasplante del almácigo al campo definitivo se ha acostumbrado cuando el árbol presenta unos tres pares de cruces, lo que ocurre generalmente entre los 6 y medio a 7 meses de efectuada la siembra de la chapola en el almácigo.

Se procede enseguida a la siembra del plátano como sombrío temporal y a la siembra del sombrío permanente. Para esta última, se puede depositar la semilla directamente en el lugar definitivo, o hacer los viveros con los cuidados teni-



Fig. No. 185

Cafeto bueno para su primer trasplante: del semillero al almácigo.

dos en cuenta en el caso de las siembras de "café en pilón".

15. **Malezas más comunes:** Las malezas secan y aprietan el suelo; agotan las sustancias nutritivas y los abonos; impiden que lleguen a las ramas el aire, el calor y la luz que necesitan las hojas, las flores y los frutos; se enredan a las ramas e impiden la recolección; dañan las zanjas de drenaje y obstruyen los caminos; algunas transmiten enfermedades a los cafetos. Las más conocidas son:

a. Helecho y cola de caballo; b. Cortaderas, junco y nudillo; c. Vende Aguja, rabo de zorro, gramalote y lambedera; d. Gramíneas; e. Aro Corazón, Chisga y chumbimbo; f. uña de gato, zarzaparrilla y zarza; g. Romaza, lengua de vaca o arracachuelo; h. Sensitiva, adormidera o mimosas; i. cadillo o amor seco; j. Viernes Santo, Batatilla y lunareja; k. verbe-

na, cordón de fraile y yerbamora; l. Tere-sita, pepinillo, berenjena silvestre y manrubio; ll. pausa y guascas; m. chipaca, masiquía, yuyo quemado o chisacá; n. malva, malvavisco y abutilón; ñ. escobadura, escobo y pajarito.

16. **Desyerbas:** La desyerba del cafetal es más importante que la de otros cultivos, ya que es la única operación de labranza que en él reciben las tierras. En todas las haciendas mejor administradas se dan a los cafetales dos desyerbas al año durante los períodos secos. Pero en los cafetales nuevos las malezas se desarrollan muy rápidamente, por lo que es necesario hacer limpieza individual es decir, aplicar el sistema de *plateo*, que consiste en desyerbar los alrededores de cada cafeto y árbol de sombrío en un diámetro de una vara (80 cms.). Así, durante el año el nuevo cafetal recibirá dos desyer-

bas y dos plateos. Para el efecto se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

a. Desyerbar a mano al pie del tronco de los cafetos y árboles de sombrío;

b. No amontonar la yerba para que se pudra al pie del tronco de cafetos y árboles de sombrío;

c. Hacer con la yerba una especie de muralla contra la libre corriente del agua de lluvia, disponiéndola en forma de un solo cordón o caballón en el centro de la calle y en sentido transversal a la pendiente;

d. Desyerbar antes de que la yerba florezca, para acabar o al menos disminuir de veras las malas yerbas.

Los instrumentos de desyerba comúnmente usados son el azadón y la pala, según la región. Por último, se debe destruir sin excepción la principal maleza de los cafetales, que es el café pequeño que nace de las cerezas caídas, porque cada una de estas plantitas encierra probablemente una traición cuyas consecuencias las sufrirá el cafetero o sus hijos. El sistema de desyerbe con machete tiene las siguientes desventajas:

a. Los cafetales mal sombreados se "engraman";

b. Las yerbas crecen más rápidamente y se requiere mayor número de desyerbas al año;

c. Se endurece el terreno;

d. No se pueden hacer siembras intercaladas de maíz, yuca, etc., pues la maleza compite rápidamente con ellas.

Como yerbicidas o matamalezas se conocen los siguientes: Arseniato de soda o el producto comercial llamado Feni-

to; Clorato de sodio (causa daños al café); Emulsiones de aceite; Activadores, como sal sódica de pentaclorofenol y el ácido pentaclorofenólico; emulsificadores; 2-4D: 2-4-5T. que son el ácido diclorofenosiácético y el ácido triclorofenosiácético; TCA, es el tricloroacetato de sodio; y Matamaleza 30 Shell.

17. **Sombrío para el cafeto:** El cafeto cuando crece sin sombrío (la variedad arábica común nuestra) presenta, por efecto de la mayor cantidad de luz, de calor y de viento, los siguientes caracteres:

a. Desarrollo excesivo del sistema leñoso;

b. Debilitamiento del sistema clorofiliano;

c. Irregularidad en las épocas de floración y de las cosechas normales;

d. Fruto maqueño, duro y menos azucarado;

e. Propensión a ser atacado por algunas enfermedades causadas por hongos, y propensión al enanismo.

Entre las ventajas del sombrío para el cafeto están las siguientes:

a. Es factor fundamental en la producción de café suave de la más alta calidad.

b. Regulariza la florescencia y la maduración del fruto.

c. Prolonga la duración del cafeto.

d. Provoca mayor número de ramas primarias y secundarias, aumentando así la producción del fruto.

e. Modifica la capacidad nutritiva del suelo y lo mantiene húmedo y flojo.

f. Elimina del cafetal gran cantidad de malezas.

g. Conserva el suelo y domina la erosión.

Entre las plantas de sombrío utilizadas en Colombia enumeramos las principales, a saber:

Musa Sapientum L y Musa paradisíaca L; el guamo santafereño, el Guamo bejuco, Guamo churimo, guamo negrito, Guamo cacho de cabra, Guamo copero, guamo cajeto, Guamo machete del Tolima; Pisquín, carbonero morado, Veleró, cañafístulo macho; Dorancé, cámbulo, ceibo, písamo; Balú, chachafruto; Choco, Matarratón; Ricino, Gualanday común.

18. **Abonos para el cafeto:** La explotación del cafetal en Colombia se hace de ordinario con el criterio de quien explota una mina de oro, que no tiene necesidad de enterrar primero el mineral para después extraerlo, sino que trabaja hasta que se agota el filón, causa del fracaso de muchas familias agricultoras.

Las sustancias que más necesita el cafeto y que pronto se acaban en el terreno son: nitrógeno, fósforo y potasio.

Como abonos nitrogenados para el cafeto tenemos: Nitrato de Amonio, Nitrato de Calcio, Urea y Cianamida. Las fuentes más comunes del ácido fosfórico son: Polvo de Hueso, las Escorias Thomas, el Superfosfato. Como abonos potásicos existen en el comercio: Cloruro de Potasa y Sulfato de Potasa.

Para un mejor rendimiento son necesarios el Calcio y el Magnesio que pueden actuar como nutrientes, y el encalado de los suelos les aumenta la actividad biológica, además de corregir la acidez. La cal agrícola en polvo fino es la forma más indicada, y se llama también carbonato de calcio; se pueden utilizar también la Cal quemada u óxido de calcio y la Cal

apagada o hidrato de calcio. Lo mejor es emplear mezclas de fertilizantes químicos, ya que por sí solos ninguno de ellos llena todos los requerimientos de los cafetos.

Como elementos menores pero necesarios para el cafeto se tienen el manganeso, el Boro, el Zinc, el Magnesio y el Calcio. Sin duda los mejores abonos son el Humus o materia orgánica, los abonos de establo y la misma pulpa del café y el Compost, que se puede fabricar en la misma finca.

Por otra parte, se pueden emplear los cultivos de cobertura o abono verde, para lo cual tenemos el cowpea (caupí) o frijón de vaca, y la soya, que sirven un triple fin: cobertura, cultivo intercalado y abono verde. Otras plantas útiles son la "panameña" o "suelta", la "coneja o golondrina", el Añil rastrero y el cadillo o Cohitre de Venezuela y Puerto Rico, entre nosotros "Guadilla" o siempreviva.

19. **LA PODA DEL CAFETO:** Es una operación que modifica el desarrollo natural de la planta para obtener mayor rendimiento y mejor calidad del fruto, además de regularizar la producción.

En Colombia se ha hecho descopándolo y efectuando luego indefinidamente cortes según estas reglas:

- Supresión de todo el ramaje seco;
- Supresión de todos los retoños o chupones;
- Supresión de todas las ramas que llevan mala dirección;
- Supresión de la mayor parte de las llamadas "plumillas o trenzas".
- Supresión de ciertas ramas largas y sin hojas que se llaman "fuetes".

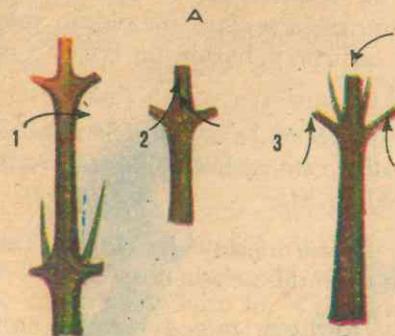


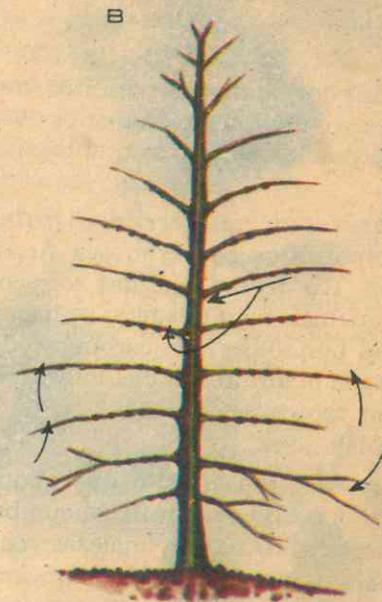
Fig. No. 187

LA PODA

A. Sistemas de descope:

- 1- Descope simple.
- 2- En punta de diamante.
- 3- En cruz.

B. Primer descope para la poda por etapas y descalce del cafeto.



El nuevo sistema se encamina ante todo a corregir el principal defecto del sistema antiguo, o sea la pérdida prematura de las ramas primarias, a la vez que da nuevas normas para la poda. Esta se divide en poda de formación y poda de conservación o producción. Se deben tener en cuenta estas consideraciones:

- No hay buena o mala mano para podar; lo que hay es poco conocimiento o ignorancia. El que sabe podar tiene buena mano.
- Podar sin tener los conocimientos y la experiencia del caso puede causar la muerte a muchos cafetos.
- Descopar no es podar. Quien descopa y no continúa la poda puede perder más que quien deja sus cafetos a libre crecimiento.
- Podar fuertemente sin mejorar al

mismo tiempo el terreno es exponerse a consecuencias desagradables.

e. Es más fácil cortar ramas que reponerlas. Con un corte mal hecho se pueden causar daños irreparables.

f. La poda de las ramas del cafeto que dejamos estudiada es la misma tanto para los cafetos formados por el sistema antiguo como para los formados por el nuevo.

g. Especialmente en las regiones en donde existen enfermedades fungosas el corte del descope y los demás dejan descubierto un plano grueso, deben cubrirse con breá o con pintura desinfectante y nunca con greda, barro o tierra.

h. Si lo que se ha dicho aquí fuera practicado por todos los cafeteros colombianos, con solo ello la producción v

calidad del grano mejorarían de modo insospechable.

20. LAS PLAGAS DEL CAFETO:

Son muchos los animales parásitos del cafeto, pero sólo mencionaremos los principales por los perjuicios que le ocasionan.

a. *Gusanos de las cerezas y frutas jugosas*, producidos por la mosca *Anastrepha* spp. Las frutas atacadas se recogen y se queman bajo el suelo; se hacen aspersiones periódicas con carbonato de cobre, pasada la inflorescencia. Pulverizaciones con soluciones de D.D.T. o también con Malation.

b. *La palomilla*, insecto que chupa la savia en el cuello de la raíz. Se combate: arrancando todas las malezas; con "Aldrex 2", o Aldrín al 0,25; removiendo suavemente el árbol y aplicando a la raíz de una solución de las anteriores; repitiendo el tratamiento a los 15 días.

Escamas ovals: Se combate con aspersiones de Aceite Blanco, Shell, Blanchol, Folidol o Triona.

El mión del café: Se combate con pulverizaciones de rotenona.

Escamas de cera blanca; Escamas circulares: el control se hace como en el caso anterior.

Piojos y pulgones: Se combaten con sulfato de nicotina, rotenona, piretro o Aldrín.

Polillas algodonosas de los gusanos: Se combaten por el método anotado para las escamas.

c. *El minador de las hojas*: Se recogen las hojas afectadas y se queman, y se aplica a las plantas BHC (Hexacloruro de benceno, gamezano o Lindano).

Caperuzas taladradoras: Se combaten con arseniatos.

d. *Comejenes*: Se combaten con solución de arseniato de plomo mezclado con azúcar y harina de trigo, o con Aldrín.

e. *Hormiga arriera*: Se combate con bisulfuro de carbono, clordano o Aldrín, Dieldrín, etc.

f. *Hormiga de las raíces*: Los sistemas de combate son costosos.

Hormigas minadoras: Se combaten con mezclas de aceite de linaza o de higuera con D.D.T. o Dieldrín.

g. *Cucarrones perforadores de las hojas; Chisa, Mojojoy; Gusanos trozadores; taladradores de las raíces; Perforador de los granos almacenados*. Se controlan con Bisulfuro de carbono o con Bromuro de Metilo, Acrylon, etc.

h. *Pasadores de las ramas y troncos; Broca del café*: se controlan con aplicaciones de B.H.C.

i. *Grillos, Alacranes ceboleros*; se controlan espolvoreando las plantitas con uno de los siguientes insecticidas: Lindano, Aldrín, Clordano o Toxafeno.

Otras Plagas: entre ellas citamos la Aracnosis y las producidas por los Nematodos.

21. *Enfermedades del café*: Las principales son las siguientes: Gotera o mancha de las hojas; Mancha de hierro; Carbón o fumangina; Koleroga o arañera; Mal rosado o Brasa; Antracosis; Muerte descendente; Muerte de los almácigos; Enfermedad de la hoja, de Ceilán; Llaga de la parte superior del tronco; Traqueomicosis; Pudrición o Llaga Negra de la raíz; Llaga Blanca de la raíz; Llaga Estrellada; Cáncer o llaga del tronco y de la raíz; Mal de tinta; Musgo del cafeto.

22. BENEFICIO.

El beneficio del café comprende cinco etapas u operaciones, que deben hacerse correctamente para economizar tiempo y esfuerzo, a la vez para asegurar una buena calidad del producto.

a. *Recolección*, de la cual depende la calidad del grano y la abundancia de futuras cosechas. Se debe tener mucho cuidado de coger el fruto sin el pedúnculo, pezón o pitón. Se hace grano por grano, cuando está completamente maduro; no se debe dejar ningún grano seco en el cafeto.

b. *Descerezado*: Es la despulpada que tiene por objeto quitarle al grano todas las envolturas exteriores que reciben el nombre de cereza o pulpa. Debe hacerse a lo sumo seis horas después de la recolección. La perfección depende de la completa madurez del grano, de la máquina y de su manejo. La despulpadora debe funcionar de tal manera que el grano salga perfectamente despulpado, sin ser mordido ni machacado y sin que la pulpa salga revuelta con el grano.

c. *Fermentación*: Se hace inmediatamente después del despulpado. Tiene por objeto aprovechar la acción de ciertas levaduras o agentes de fermentación para que el mucílago se desprenda y se convierta en sustancias que se disuelvan con facilidad. Una mala fermentación trae los siguientes inconvenientes: mala calidad del grano; grano manchado; grano de menor peso.

d. *Lavado*: Se hace tan pronto la fermentación está en su punto, y debe quedar perfecto, para lo cual existen aparatos o sistemas, como son: lavadores verticales y lavadores horizontales. El lavado por "correteo" en canalón tiene la

ventaja de permitir una selección de los granos por gravedad. El grano mal lavado demora más para secarse; continúa sufriendo las consecuencias de las fermentaciones secundarias; el pergamino se mancha y la almendra toma mal color y rebaja de calidad y de peso, por lo tanto tiene menor precio.

e. *Secado*: Determina la buena calidad del café suave. Ecurrido el grano, se traslada a los secaderos abiertos u oreadores hasta secarse bien. En los cafetales grandes se usan estufas o guardiolas. La secada del café debe hacerse lo más uniformemente posible, sin recibir calor excesivo. Los secaderos deben estar correctamente aseados antes de llevar a ellos el café, y depositar allí el grano formando capas delgadas. El café está seco cuando la almendra está completamente enjuta. No es recomendable hacer la última secada en patios al aire libre. Para secar el café por el medio natural, se emplean camillas o paceras, secaderos fijos dispuestos en edificios o patios cementados, con cubierta movable. El café almacenado húmedo presenta muchos inconvenientes.

23. *Trilla y Clasificación*: La trilla o pilado del café tiene por objeto separar el pergamino y la película que tiene el grano para dejar libre la almendra. Se hace en máquinas trilladoras o descascaradoras.

La clasificación del grano consiste en separar convenientemente los tipos, teniendo en cuenta la calidad del grano, su forma y tamaño y las exigencias del mercado exterior: Supremo, Excelso, Caracol, Extra, Segunda, Tercera, Pasilla o consumo, Sobras no exportables, Maragogipe pergamino, Primera pergamino, Maragogipe, Segunda pergamino, son las

denominaciones principales. Todo el café que se exporte de Colombia ha de llevar como marca general la inscripción "Café de Colombia".

24. Empaque, Almacenamiento y Transporte: Suele hacerse en sacos en que caben 62 1/2, 65 ó 70 kilos netos de café, que son los pesos generalmente adoptados. El empaque más usado es el de yute, que ha dado buenos resultados, y el de fique, cuando es bien manufacturado y a precio razonable.

El café debe ser convenientemente almacenado donde esté libre de la humedad y tenga buena ventilación. Los almacenes generales de depósito creados en los principales centros cafeteros del país llenan todos los requisitos, además de ofrecer las siguientes ventajas:

- a. Garantía de seguridad.
- b. Servicios completos de clasificación, reempaque, movilización, etc.

c. Seguro en condiciones favorables contra todo riesgo.

d. Anticipo de una parte considerable del valor, mediante los bonos de prenda que expiden.

e. Informaciones constantes sobre precios y mercados.

f. Intervención en las ventas dentro del país, poniendo todas sus informaciones y conocimientos al servicio de los depositantes.

g. Las declaraciones de los almacenes sobre calidades y pesos ofrecen al comercio las mejores garantías.

El transporte del grano se hace por ferrocarriles o carretera; a las vías férreas o centros a lomo de mula, por cables y, en buques fluviales, hasta quedar en los puertos marítimos de Barranquilla, Car-

Composición química comparativamente con café del Brasil:

Contenido	Colombiano	Brasileño
Sustancias nitrogenadas	24%	18%
Celulosa	22%	18%
Principios grasos	11%	9%
Agua	9%	16%
Colorantes varios	9%	7%
Acido tánico	7%	9%
Azúcar	7%	3%
Cenizas	5%	12%
Dextrina	3%	7%
Cafeína	3%	1%
	100	100

(1) Extracto del "MANUAL DEL CAFETERO COLOMBIANO" (1958) Federación Nacional de Cafeteros.

tagena, Santa Marta, Buenaventura y en el puerto de Cúcuta.

E. PLANTAS FORRAJERAS

Son forrajeras todas las plantas que se dan al ganado y a los animales en calidad de alimento, como los pastos, hierbas y otros vegetales, secos o frescos. Son forrajeras el maíz, la cebada, la avena, el centeno, los sorgos, la alfalfa, los tréboles, la remolacha, las patatas, las zanahorias, los nabos, las habas, etc.

Toda buena planta forrajera sembrada en pie, que ha de ser consumida por el ganado, deberá reunir ciertas condiciones, tales como ausencia de plagas, insectos y plantas tóxicas, resistencia a la destrucción debida al pisoteo, suficientes principios nutritivos y sabor agradable. Las plantas forrajeras que reúnen estas condiciones en mayor grado son la alfalfa, los tréboles y las arvejillas.

1. LA ALFALFA

Planta herbácea y perenne de la familia de las Leguminosas, con tallos más o menos erectos o tendidos, tiernos cuando jóvenes y fibrosos cuando han florecido que pueden alcanzar hasta vara y media de altura y se ramifican; hojas abundantes y trifoliadas; flores de color púrpura o azul púrpura; fruto en legumbre enroscada en espiral; raíces largas y profundas en forma de nabo. En sus raíces se alojan ciertos organismos llamados Bacterias radicícolas o nitrificantes, porque toman el nitrógeno atmosférico y lo ceden a las plantas y al terreno en forma de sales nitrogenadas.

1. Variedades: La Alfalfa, originaria del Asia, conserva sus caracteres principales a través de las variedades, que son:

Alfalfa verdadera (Medicago sativa L.), de flores púrpura; la especie *Medicago falcata L.*, de flores amarillas; y la especie *Medicago sativa*, cruzada con la anterior ha dado alfalfas de flores de varios colores, predominando el púrpura y el amarillo originales. Una clasificación que no tiene aplicación práctica en el trópico es la Norteamericana, que comprende: Alfalfas comunes, alfalfas no invernazas, alfalfas flamencas, alfalfas de flores amarillas, alfalfas variegadas y alfalfas turquestanas. Por otra parte, hay nuevas alfalfas obtenidas por selección o por cruzamiento. Pero, entre las variedades conocidas en Colombia y que se destacan por el porte erecto y brote rápido después del corte, están las variedades Peruana lisa y Peruana velluda.

2. El terreno: La alfalfa requiere tierra floja y de mucho fondo sin arcilla ni piedra que impide su desarrollo; puede no ser fértil, puesto que se logra mejorar con abono orgánico o con fertilizantes comerciales.

3. Preparación de la tierra: Como la semilla es pequeña, el terreno debe haber sido cultivado varias veces con papa, arracacha, maíz y otra planta que deje la tierra completamente desmenuzada. Se recogen el rastrojo y basuras y se realizan todas las labores necesarias, a mano o con aperos tirados por bueyes. Antes de iniciar la preparación se puede encalar y, con las últimas labores, aplicar algunos fertilizantes de efecto retardado, tales como Calfós (escorias Thomas) y la Fosforita que, con la cal agrícola, se deben seguir aplicando gradualmente a lo largo del cultivo.

Se debe eliminar todas las malezas, especialmente las que tienen rizomas, así como las malezas persistentes, pues donde abundan kikuyo, argentina, falso pi-

retro y malezas semejantes no debe sembrarse alfalfa, si no se ha desmalezado totalmente. Por lo tanto, el terreno debe estar libre de malezas o por lo menos no muy invadido, picando profundamente, separando rizomas y quemándolos se pueden obtener buenos resultados.

4. **Encalado:** Es imprescindible encalar el terreno, lo que se hace no sólo antes de la siembra sino gradualmente durante todo el cultivo, empezando con unas dos toneladas por cuadra con cal agrícola impalpable y media tonelada de cal apagada. Si la tierra es neutra (pH entre 6.5 y 7) no hay que encalar.

5. **La Semilla y la Siembra:** La época propicia para sembrar es hacia la mitad o un poco al final de las temporadas de lluvia. Las labores de roturación, cruzada, escogida de malezas y de basura, se pueden hacer en el verano anterior a la siembra. Las últimas se pueden dejar para inmediatamente antes de la siembra. Si se dispone de riego, se puede sembrar en cualquier época. Es recomendable el riego de llovizna o "pajarito" antes de la germinación y primeros días de las plantitas.

Una buena semilla es brillante y amarilla y no debe contener semilla de cuscuta, que es redonda y parásita de difícil control. Debe hacerse previamente la prueba de la germinación, como en las hortalizas, para obtener uniformidad en la germinación y desarrollo de la plantación, a fin de que nazcan las plantitas antes de que lo hagan las malezas. Se recomienda también el remojo de las semillas la víspera de la siembra.

Se puede sembrar en hileras o al voleo; en parcelas pequeñas lo más indicado es en hileras a chorrillo y a mano, depositando la semilla directamente sobre la superficie del terreno o en surcos.

En terrenos inclinados, las hileras deben trazarse a través de la pendiente; la semilla se mezcla con arena para su mejor distribución recubriéndola luego con tierra desmenuzada. Cuando se trata de surcos, la semilla se deposita en el fondo de ellos, se tapa con tierra floja, y en los dos casos, se apisona suavemente. Como herramienta se utiliza el rastrillo de mango largo. La distancia entre hileras es de 35 a 40 cms.

6. **Desyerbas y cortes:** La primera desyerba se hace a los ocho o quince días de nacidas las plantitas, a mano o con rastrillo, antes de que crezcan las malezas, o con escardillo de mango corto para remover la tierra entre las hileras. Mientras las plantas florecen se requieren hasta cuatro desyerbas de esta forma, es decir, más o menos a los tres meses de la siembra. Entonces se cortan por primera vez y se da una desyerba con azadón entre las hileras. La otra parte de la desyerba a mano consiste en arrancar las malezas que han nacido en las hileras o al pie de las plantitas. El primer corte se da cuando toda la plantación esté florecida. Los demás cortes pueden hacerse con machete o rula bien afilados, dos o tres pulgadas del suelo, cuando haya florecido una cuarta parte de los botones formados. Con todas las recomendaciones anteriores, se puede cortar cada dos meses.

7. **Riego y abonamiento:** En nuestro clima tropical de regiones montañosas hay dos temporadas de lluvia durante el año, suficiente para el cultivo de la alfalfa. Pero si hay temporadas largas de verano, se debe recurrir al riego, llevando el agua lentamente entre los surcos.

Como el cultivo de la alfalfa se hace con el fin de alimentar animales, se dispone del mejor abono, que es el estiércol, con el cual se deben preparar las

pilas de abono orgánico. Llegado el momento, el abono se echa a lo largo de los surcos y se cubre con tierra.

La renovación de las plantaciones tiene que ver con el clima, las condiciones del cultivo y las pestes: hay alfalfales de más de cien años. En Estados Unidos se renuevan cada cuatro años. La hora de la renovación se sabe cuando aparece una rebaja apreciable en la producción. En las experimentaciones realizadas se ha obtenido un rendimiento superior a dos toneladas por hectárea. En ello influyen entre otras circunstancias, la variedad cultivada, su aclimatación, la calidad de la tierra, el clima, los períodos entre corte y corte.

8. **Las Pestes:** *Pudrición bacterial de la raíz; la Mancha foliar; La Cuscuta*, planta parásita que causa graves daños y se combate cortándola y quemándola. Se recomienda también regar las cepas de la alfalfa, después de cortadas, con solución de arsenito sódico.

2. PASTO AZUL

Es originario de Europa, crece en grupos apretados, con espículas en borlas. Vegeta muy bien en cualquier terreno hasta los 2150 metros sobre el nivel del mar, y es muy resistente a las sequías.

3. RAY GRASS

Es una especie de pasto perenne, frecuentemente parasitado por un hongo que produce temblores en los animales que lo comen, y aborto en las hembras grávidas.

4. GUINEA O INDIA

Es uno de los principales forrajes usados en Colombia; se desarrolla desde la orilla del mar hasta los 1.500 metros de altura; resiste regular sequía y se adapta a terrenos arenosos; crece con rapidez durante las lluvias. Su vitalidad se conserva hasta los 20 años y alcanza a tres metros de altura en el primer año. Su semilla se conserva en buen estado muchos meses después de su maduración. Soporta bien el pastaje directo y sirve como yerba de corte. El verano prolongado acaba con él y lo dispone a enfermedades. Su origen parece africano. La plaga principal de este pasto es el *Mión de los Pastos*, que se combate con insecticidas fumigando al amanecer.

5. PARA

Es uno de los mejores pastos y uno de los principales forrajes. Se desarrolla vigorosamente en campos pantanosos, pero también crece en los sitios secos. Es el mejor pasto para novillos de ceba. Se usa también para mejorar la pasta hecha de bagazo de caña de azúcar para fabricar papel.

6. KIKUYO.

Pasto originario del Africa muy nutritivo para las bestias y aves: constituye una buena defensa contra la erosión, es buen formador de humus, resistente a la sequía, de rápido empraizado, ofrece gran tenacidad al desarraigo, sirve para contener cauces y lagunas. La invasión de este pasto es imposible de extirpar fácilmente; sus rizomas son demasiado recios para forraje; destruye pavimentos, derriba tapias de tierra pisada, tiene poca resistencia a las heladas.

7. ELEFANTE

Es una yerba africana y preconizada como uno de los mejores forrajes por su adaptación a diversos climas, resistencia a la sequía y heladas y por la gran cantidad de heno que produce por hectárea. Sus rizomas son apretados y profundos.

F. PLANTAS ORNAMENTALES

La jardinería es el arte de cultivar las plantas ornamentales o plantas de jardín y se relaciona con diversas ramas de la ciencia, a saber: biología vegetal, agrología (tratado de los suelos), química, genética y muchas ramas auxiliares. En la jardinería tienen importancia: el trazado de los jardines, la distribución de las plantas, los efectos decorativos, la situación de los canteros y setos, el buen gusto en la elección de las variedades de cultivo, los motivos ornamentales, como son fuentes, surtidores, glorietas, bancos, pérgolas, habitación del jardinero, invernaderos, y muchos otros detalles que lo complementan y agracian.

1. Las Plantas de Jardín: Si tenemos en cuenta los jardines modernos, podemos decir que en ellos se cultivan tres géneros de plantas: árboles, arbustos y plantas medianas o propiamente plantas de flores.

Entre los árboles se prefieren a los de hojas perennes por su colorido verde permanente y a los de hojas caducas, que renuevan sus hojas anualmente, útiles para reparar el manto vegetal, procurando al suelo sustancias nutritivas que aprovecha la vegetación menor. Los arbustos sirven para defender los jardines del embate de los vientos. Las flores, principal ornamento del jardín, pueden

proceder de plantas vivaces o perennes, que viven varios años y florecen anualmente; o anuales y bienales, que necesitan uno o dos años, para florecer y después perecen.

2. Sus necesidades: La mayoría de las plantas de jardín exigen para su desarrollo la luz solar. Los árboles y arbustos dan protección a la vegetación menor contra las heladas y vientos fríos y fuertes. Los lados Este y Sur del jardín deben permanecer descubiertos y recibir los rayos directos del sol, tan necesarios a las flores, a menos que se trate de variedades que específicamente se cultivan en la sombra. La tierra debe ser suelta, permeable y retener la humedad. Los terrenos muy arenosos necesitan que se les agreguen capas vegetales de tierra negra o, en su defecto, abonos. Cuando el suelo es demasiado ácido o muy alcalino, el técnico recomendará el empleo de sulfatos de anilina o el hidrato de cal, para corregir tales defectos. Es probable que la tierra carezca de nitratos, fosfatos y otros elementos necesarios para la nutrición de las plantas, y en ese caso convendrá agregar nitrato de sosa, sulfato de amonio y fosfatos.

El suelo debe ventilarse periódicamente, operación que consiste en dar vueltas a la tierra a profundidad de unos 30 a 50 cms. Por lo que respecta al riego, no se aconseja inundar las plantas. Lo mejor es regar con manguera de modo que el agua caiga en forma de lluvia sobre los sembrados.

3. Las plagas: Es necesario combatir los insectos perjudiciales; si se trata de masticadores, se empleará arseniato de plomo, rotenona o piretro, espolvoreando sobre las hojas; si son chupadores, se usará con éxito rotenona o sulfato de nicotina; los taladradores se combaten con

arseniato de plomo o sulfato de cobre.

Para combatir las plagas se usan fumigadores y pulverizadores. Para extirpar ratones y hormigas se debe utilizar el inflador de sulfuro de carbono.

Para el riego se emplean las mangueras provistas de picos fijos y giratorios.

4. La siembra: Las flores que provienen de bulbos como narcisos, tulipanes y los bulbos menores, como la campanilla blanca y los jacintos, se siembran en almácigos provistos de abonos completos. La mayoría de los bulbos se entierran a una profundidad equivalente a tres o cuatro veces su diámetro. Por lo general, el jardinero sigue las instrucciones que traen las bolsitas de semillas o se vale de los almanaques de jardinería.

5. Las herramientas: Entre las herramientas comunes figuran las palas rectas y curvas, las horquillas, el rastrillo, las azadas, la regadera, el escardillo, el escarificador y el extirpador.

5. Para conservar las flores: Cuando sea difícil renovar el agua del florero se le debe agregar mejoral, amoníaco, carbón vegetal o una cucharadita de límpido o de vinagre. Las flores se cogen de preferencia en botón y en horas en que el sol no sea muy fuerte; se dejan al sereno, y al renovarlas, se les cortará un pedacito de tallo.

Para una mejor conservación de las rosas, se deben arreglar con hielo, y si es posible, renovarlas a diario; además, se les quitarán los pétalos que se vean quebrados. Para que duren más tiempo han de cortarse en botón, rasparles el tallo, y si se quiere, se les pone azúcar; para conservarlas en la nevera o con hielo, envolver los botones en papel de seda o celofán, nunca en periódico. Tanto las rosas

como todas las flores de tallo leñoso se quemarán con una vela donde el tallo sea quebrado, de 3 a 5 minutos; luego se coloca en agua helada, ésto para que duren más tiempo.

Para que los botones de magnolia no se abran, se les quema el tallo o se cubren con parafina. No se deben coger con tijeras sino partidos. Para que las camelias y las magnolias no se pongan amarillas se debe trabajar con las manos húmedas y atomizarlas con aguasal. A las orquídeas se les hace un corte a lo largo del tallo para que recojan más humedad, luego se envuelven en musgo que no se ve mal, ya que es el ambiente de la flor. Dalias y amapolas se ponen en agua caliente. También puede quemárseles el tallo en el mismo jardín. Para las dalias conviene asimismo un poco de vinagre en el agua.

Las hortensias, antes de arreglarlas, se sumergen en agua y luego se les pela el tallo una pulgada abajo de donde les quedará el agua en el recipiente; a ésta se le agrega vinagre. Los tallos se hierven con agua y un poco de vinagre. Se deben atomizar con frecuencia. Para alelíos y crisantemos es conveniente pelarles el tallo una pulgada más abajo del agua. Las flores de tallos leñosos se quiebran y no se cortan. A los árboles y alelíos se les machaca el tallo en la punta con unas tijeras.

Para conservar cartuchos en tiestos se ponen amarrados arriba y abajo, de un día para otro, en agua hasta una pulgada más abajo de la flor. Se les quita la parte blanca del tallo y si están muy desmayados se soba la punta del tallo para que suba la savia.

A los tulipanes se les envuelve el tallo en periódico y luego se sumerge en

agua fría. Los lotos se soplan por el tallo con una infusión de té fuerte con clavos de especie. En el centro se le pone parafina: así no se cierran.

A la cola de reina y demás enredaderas se les quitan las hojas para que no se marchiten. Para todas las flores lo mejor es cortarlas dentro del agua. Si se van a conservar en la nevera, que sean envueltas en papel parafinado o plástico y a temperatura no muy baja.

A las flores que tengan olor se les pone un poco de vinagre en el agua en que se arreglan. Los tallos lechosos deben introducirse en agua hirviendo hasta que ésta se enfríe. Las flores que al tocarlas se manchan, como las camelias, los jazmines, etc., deben trabajarse con las manos húmedas.

1. LA AZUCENA

Es una planta perenne que pertenece a la familia de las liliáceas. Se reproduce por bulbos de los que nacen varias hojas brillantes y puntiagudas; sus flores son acampanadas y sus colores varían según las especies; el tallo se eleva unos 80 cms. adelgazándose desde la base hacia arriba. La de flores blancas es originaria de Oriente y dispone además de hojas ondeadas en sus bordes, flores acampanadas, blancas y lisas en su superficie interna. De la especie denominada martagón se han obtenido muchas variedades.

El género *Lilium* está formado por casi un centenar de especies, de hermosas flores, cuya característica común es su bulbo con escamas imbricadas que envuelven el disco o yema. El tallo floral, por lo general bien desarrollado, lleva comúnmente flores en inflorescencia terminal.

Entre las más bellas especies señalamos: el lirio real, la azucena blanca (*Li-*

lium candidum), el lirio dorado, el jacinto, cuyo cultivo se intensificó en Holanda y en donde se han logrado numerosas variedades en tamaño y color, el tulipán, cuyo bulbo produce anualmente una sola flor, el lirio del Valle que crece en lugares sombríos de los bosques, cultivado en los jardines.

2. ANTURIOS

Los anturios son plantas tropicales de la familia aráceas, con numerosas especies, casi todas de invernadero. Tienen hojas grandes y aterciopeladas de color verde oscuro. Las flores pequeñas y agrupadas sobre un eje, que constituyen el espádice protegido por una bráctea grande y vistosa de color rojo brillante, que recibe el nombre de espata.

3. EL CLAVEL

Es una planta de unos 35 cms. de altura, con tallos ramificados, hojas estrechas, flores de cáliz cilíndrico y pétalos de colores diversos. Es cultivado por la belleza de sus flores, especialmente los dobles o reventones, olorosos y de muchos pétalos.

4. EL CRISANTEMO

Pertenece a las compuestas, y es una hierba anual, de hojas alternas, dentadas o cortadas en diversas formas. Sus flores son apreciadas por la elegancia y la variedad de colores, y se presentan reunidas en corimbos o en la extremidad de largos pedúnculos. Las plantas nuevas se obtienen por siembra o por división de raíces, que proliferan mucho. Para obtener ejemplares de gran tamaño se destruyen los botones laterales, dejando sólo el principal, que concluye en el tallo. Son múltiples sus variedades en cuanto a coloración.

EVALUACION

I. DE COMPOSICION

Analice atentamente las siguientes preguntas y contéstelas explicando su significado:

1. ¿Por qué las fanerógamas se llaman también antofitas o espermatofitas?
2. Esencialmente, ¿en qué consiste la preparación de la tierra en cualquier cultivo?
3. ¿Por qué la mejor época para la siembra es la iniciación del período de las lluvias?

II. DE SELECCION

Lea con cuidado las preguntas que siguen y subraye la o las respuestas verdaderas:

1. Cuando la siembra del maíz se hace a mano las matas deben quedar formando: a) círculos; b) triángulos; c) cuadro. Y las distancias deben ser de: a) 45 cms.; b) 92 cms.; c) un metro por lado.
2. Para la siembra del maíz se deben utilizar: a) semillas mejoradas; b) semillas de una de las variedades híbridas según el clima; c) semillas comunes obtenidas en la anterior cosecha.
3. Para la aplicación de abonos se debe consultar: a) al Ministerio de Desarrollo; b) a los agrónomos oficiales; c) al Ministerio de Agricultura; d) a las Secretarías de Agricultura departamentales; e) a los Centros de Investigaciones Agropecuarias.

III. DE COMPLETACION

Analice las siguientes frases y complételas según sus conocimientos:

1. En la siembra de la papa la semilla ideal debe tener como medida de peso entre: gramos; y cada mitad del tubérculo debe tener: ojos y brotes.
2. Una vez sembrada la semilla de papa y abonada convenientemente, se puede proceder a la cobertura, sistema que tiene desventajas que son y reporta ventajas que son:
3. Al cultivo de papa se le dan dos o tres desyerbas: las dos primeras se aprovechan para
4. El primer aporque se hace
5. El segundo se hace

IV. DE ASOCIACION

Lea con cuidado las siguientes palabras e indique su significado:

1. Aporque
2. Poda
3. Abonamiento

V. VERDADERO O FALSO

Analice atentamente las siguientes cuestiones y escriba una (V) verdadero o una (F) falso frente de cada frase, según sus conocimientos:

1. El trigo es una planta alimenticia: a) oleaginosa; b) farinosa; c) forrajera.
2. Las máquinas autocosechadoras del trigo hacen los siguientes trabajos: a) desyerban, abonan y siegan; b) siegan, separan el grano y embolsan el trigo; c) trillan, seleccionan semilla y podan.
3. En la preparación del terreno para siembra de hortalizas se siguen estas etapas; a) Raleo, entresaque y picar; b) picar, abonar, aporcar; c) picar, repicar, domar y rastrillar.

VI. DE RAZONAMIENTO

Lea cuidadosamente las frases que siguen y contéstelas según sus conocimientos:

1. El aguacate es una fruta que debemos consumir como alimento y no como golosina porque
2. Los mejores brotes para la propagación de la piña son:
3. En la selección de cafetos para obtención de semillas se deben tener en cuenta cinco (5) condiciones a saber:

VII. DE CUADROS SINOPTICOS

Lea atentamente los temas que siguen y haga los cuadros sinópticos correspondientes:

1. De los principales cuidados que se deben tener con el almácigo para cafetos.
2. De las plantas medicinales estudiadas en esta obra.
3. General de las plantas analizadas en esta unidad.

UNIDAD

SEPTIMA

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

PLANTAS INFERIORES



Figura No. 188
HELECHO MACHO

1. **Finalidad:** Conformación externa de un helecho.

Material: Helecho macho, helecho calaguala, cilantrillo de pozo, con sus respectivos rizomas, raíces y hojas con soros (esporangios); lupa, pinzas, microscopio.

Procedimiento: Partiendo de una planta de helecho completa, obsérvela detenidamente y anote las partes diferentes que la constituyen.

Por sus características especiales y el medio en donde se desarrolla, ¿qué clase de tallo tienen los helechos? ¿En qué otras plantas existe el rizoma? ¿Dispone o no de raíces verdaderas? ¿A qué tipo de raíces se parecen esos filamentos por su origen, disposición y longitud? ¿Cuáles son las partes aéreas de una planta de helecho? ¿Cuál es el nombre propio de

las hojas del helecho? Clasifíquelas según la composición del limbo. Dibuje la planta examinada.

2. **Finalidad:** Localización de los soros (esporangios).

Material: Hojas maduras de helecho con soros, y el anotado en el experimento anterior, agujas o alfileres.

Procedimiento: Observe el envés de una hoja o fronde y anote: ¿Son iguales el haz y el envés? ¿Cuál es la diferencia? ¿Cómo se llaman esos granitos de color pardo que contiene el envés? ¿Son escasos o numerosos los soros? ¿Cuál es su distribución? ¿Todas las hojas del helecho contienen soros? ¿Cómo se llaman los frondes que contienen soros?

3. **Finalidad:** Los soros contienen esporangios y éstos las esporas.



Figura No. 189
APARATO VEGETATIVO DEL HELECHO
a- Esporangios sin abrir
b- Esporangio abierto
c- Esporas
d- Indusio

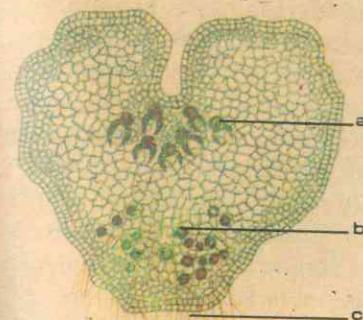
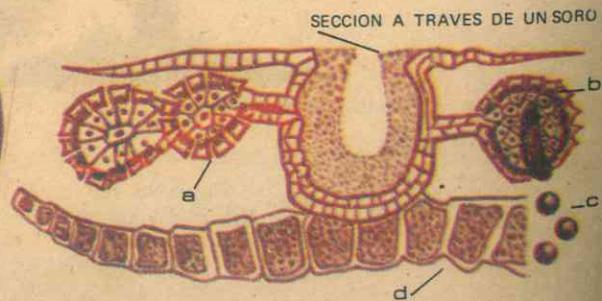


Figura No. 190
GAMETOFITO DEL HELECHO
(Superficie inferior)

a - Arquegonios
b - Anteridios
c - Rizoides

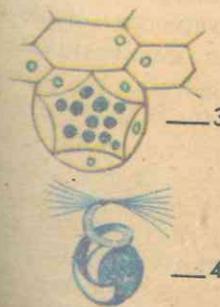
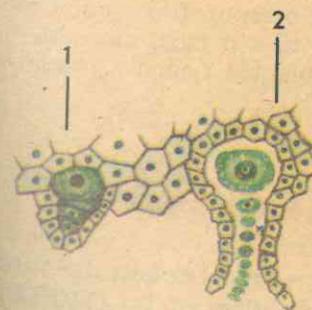


Figura No. 191
ORGANOS SEXUALES DEL HELECHO
1 - Sección de un arquegonio con célula huevo (antes de madurar).
2 - Arquegonio maduro con el cuello abierto, con la célula huevo y las del canal.
3 - Sección de un anteridio con espermatozoides.
4 - Uno de los espermatozoides visto con mayor aumento.

Material: El utilizado en los experimentos anteriores.

Procedimiento: Mediante las pinzas desprenda algunos soros, con dos agujas o alfileres; ábralos y examine con la lupa o al microscopio su contenido: ¿Qué forma tienen los cuerpecitos contenidos dentro del soro? ¿De qué partes consta cada esporangio? ¿Por qué se llaman así? Si no encuentra un esporangio abierto, con las agujas abra uno de ellos y examine su contenido: Si los soros se abren naturalmente cuando están maduros, ¿cómo se llama el fenómeno? ¿Qué contiene un esporangio en su interior? Examine al microscopio este polvillo: ¿Qué forma tiene cada granito? ¿Cuál es su tamaño y cuál su disposición dentro del esporangio? ¿Cuál es el nombre de cada uno? ¿Cuál será el papel posterior de las esporas en relación con la reproducción de los helechos? Si una espora germina y da origen a una planta de helecho, ¿qué tipo de reproducción es ésta?

4. **Finalidad:** Reproducción alternante de los helechos.

Material: Esporas germinadas, obras de consulta.

XX. LAS PLANTAS INFERIORES O CRIPTOGAMAS

GENERALIDADES.

Resulta evidente que las plantas actuales son una pequeña parte de las que han existido en el pasado, y que establecer una verdadera clasificación natural es mucho más difícil que hacer una artificial. Por tanto, las divisiones principales que hoy se reconocen son en muchos casos artificiales y más valiosas por su conveniencia en la clasificación que como expresión de parentesco natural.

Hace aproximadamente un siglo que

Procedimiento: Investigue: ¿Qué cuerpo se forma a partir de una espora que germina? ¿Cuál es la forma, el tamaño y el color del prótalo? ¿Dispone o no de raíces verdaderas? Si el prótalo está ya bien desarrollado, ¿qué formaciones encuentra usted en su cara inferior mediante el microscopio o una lupa? ¿En qué parte del prótalo están localizados los anteridios y dónde los arquegonios? ¿Qué clase de células produce un anteridio y cuáles produce un arquegonio? ¿En qué se diferencian espermas y célula huevo? ¿Cuál es la finalidad de estas células? Si se trata de células sexuales, ¿qué otro tipo de reproducción tienen los helechos? ¿Qué cuerpo se forma a partir del huevo fertilizado? Si una planta de helecho que produce esporas se llama esporofito, ¿cuál es el nombre del prótalo por producir células sexuales o gametos? Si en el ciclo vital o biológico del helecho se pasa por la reproducción asexual y por la sexual, para obtener una nueva planta o esporofito, ¿cómo se denomina este tipo o ciclo reproductivo? ¿Qué otras plantas tienen reproducción alternante?

los botánicos reconocían dos grupos principales de plantas: las CRIPTOGAMAS, plantas sin flores, así llamadas por su método relativamente oscuro de reproducción, que comprendían algas, hongos, musgos, helechos y sus semejantes; y las FANEROGAMAS, plantas de flores o portadoras de semillas, con estructuras reproductoras más claras. Posteriormente se reconocieron cuatro divisiones principales: TALOFITAS (algas y hongos); BRIOFITAS (musgos y hepáticas); PTERIDOFITAS (helechos, licopodios y equisetos); y ESPERMATOFI-

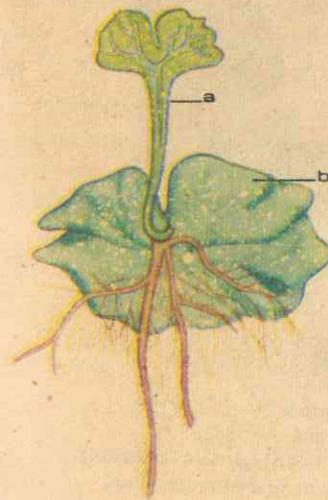


Figura No. 192

ESPOROFITO JOVEN DEL HELECHO

a— Esporofito desarrollado a partir de un huevo fecundado.

b— Gametofito progenitor.

TAS, todas las plantas portadoras de semillas.

A. LAS PTERIDOFITAS.

Las Pteridofitas, Criptógamas vasculares o Pterópsidas, son plantas inferiores que carecen de flores y que constituyen el grupo vegetal más importante de la división de las TRAQUEOFITAS, después de las plantas superiores o plantas portadoras de flores y de semillas. Abarcan la gran mayoría de las plantas terrestres y sus principales representantes son los HELECHOS, en todas sus variedades, que conforman la *Clase Filificinas*.

Los helechos se diferencian de las demás pteridofitas o traqueofitas (según la clasificación antigua y la moderna) por tener esporangios pequeños y de paredes delgadas; y como sus familias o agrupaciones menores difieren mucho en sus caracteres vegetativos y reproductivos, para distinguirlos se utilizan las características

relacionadas con los soros y los esporangios.

1. MORFOLOGIA DE LOS HELECHOS

Una planta de helecho adulta y madura consta de hojas típicas, grandes (pequeñas en muy pocos casos), pinado-compuestas, frecuentemente de limbo muy dividido, y reciben el nombre de *frondas*; las frondas presentan en el envés o superficie inferior numerosos soros y abundantes esporangios, forman el carácter más típico de la planta y, en la mayoría de las especies, representan los únicos órganos aéreos de la planta. En su estructura interna se parecen a las espermatofitas.

El tallo, relativamente débil por lo regular, en la mayoría de las especies es un *rizoma subterráneo*, en cuya estructura interna se aprecian las mismas partes del tallo de las plantas superiores.

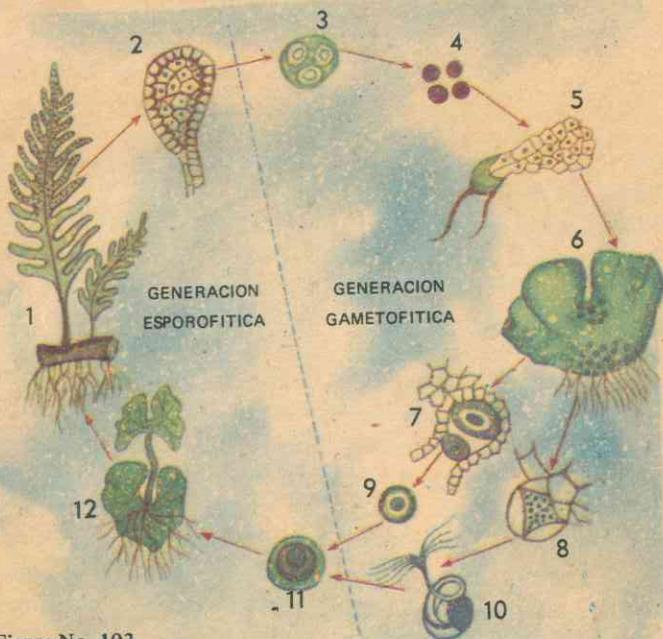


Figura No. 193

CICLO BIOLÓGICO DEL HELECHO

- 1 - Esporofito (planta) con soros
- 2 - Esporangio
- 3 - Tétrada de esporas jóvenes
- 4 - Esporas maduras
- 5 - Espora germinando
- 6 - Gametofito maduro
- 7 - Arquegonio
- 8 - Anteridio
- 9 - Célula huevo (gameto femenino)
- 10 - Esperma (gameto masculino)
- 11 - Huevo fertilizado
- 12 - Esporofito joven saliendo de un huevo fertilizado, dentro del gametofito.

cir, corteza, cilindro vascular y medula. (Fig. No. 194). En los "árboles de helecho" alcanza 15 mts. o más. Las raíces son numerosas, pero no forman un sistema extenso, y por su aspecto y disposición se semejan al tipo de raíces fibrosas o fasciculadas.

2. LOS ESPOROFILOS

Hemos visto que las frondas u hojas de los helechos varían notablemente en tamaño, forma y aspecto: desde muy pequeñas hasta las enormes de los helechos arborescentes; de limbo entero o muy dividido y de múltiples formas; con pecíolo muy corto o muy largo; lisas o vellosas y todas enrolladas en forma de báculo antes de iniciar su desarrollo.

Además, cumplen una doble función: la nutrición de la planta mediante la fotosíntesis, y su propagación asexual por medio de las esporas que contienen.

Por otra parte, las frondas pueden ser todas iguales en una misma planta (cuando todas son fértiles o todas estériles), o más o menos distintas en cuanto que unas son estériles y las demás fértiles. Estas últimas son las hojas formadoras de *esporas* o *esporofilos* u hojas vegetativas.

Las esporas son las semillas de las plantas inferiores según el origen etimológico, pero a diferencia de las verdaderas semillas de las plantas superiores, una espora es un cuerpecito unicelular que, aunque no procede de la fusión de dos gametos sexuales diferentes, representa un verdadero germen, puesto que en condiciones favorables germina para dar origen a un nuevo individuo, pasando por el estado de gametofito (productor de gametos).

Las esporas se forman en pequeñas

cajitas o estuches que reciben el nombre de *esporangios*, que nacen en los bordes o en el envés de las hojas en grupos definidos, redondeados, oblongos, lineales, etc.; estos grupos son los *soros*, que muchas veces están protegidos y cubiertos por una membranita llamada *indusio*.

Un esporangio es un estuche más o menos aplanado, de paredes muy delgadas y provisto de un tallo; alrededor del borde tiene un anillo de células que, al secarse el esporangio, lo rompe y las esporas son lanzadas fuera a la manera de una catapulta. Por consiguiente, los esporangios son órganos dehiscentes que libran las esporas o semillas en las pteridofitas.

3. REPRODUCCION ALTERNANTE

En virtud de la dehiscencia de los esporangios y de la diseminación de las esporas, cada una de éstas ya en el suelo y en condiciones favorables a su desarrollo, germina y multiplica sus células para dar origen a un cuerpecito con forma de lámina acorazonada, de color verde, de unos cuantos milímetros de diámetro y de unos pocos centímetros de longitud: es el *prótalo*, que se une al suelo mediante delicados *rizoides* formados en su cara inferior, pero que no constituyen un sistema radicular verdadero. El *prótalo* requiere abundante humedad y sitio sombreado para su desarrollo y crecimiento. (Fig. No. 190). Alcanzado éste, aparecen los órganos sexuales en la superficie inferior del *prótalo*: los femeninos, en forma de botellitas, son los *arquegonios*, que aparecen cerca de la ranura, y producen la *ovocélula* o célula huevo o *gameto femenino*; y los masculinos en forma de pequeñas bolsitas, llamados *anteridios*, se forman más atrás de la ranura del *prótalo*, entre los rizoides, y en ellos se produ-

cen los *gametos masculinos* o *espermatozoides* o simplemente *espermas*. Por consiguiente, como el *prótalo* es el productor de los gametos masculinos y femeninos, se llama más propiamente *Gametofito*.

Cuando madura el arquegonio se abre el cuello de las botellitas y las células se desintegran, produciendo una masa atractiva para los espermas. Por su parte, al madurar los anteridios salen los espermas y se dirigen hacia el arquegonio, nadando en las gotas de agua mediante los flagelos de que disponen; penetran por el cuello de la botellita y fecundan la ovocélula.

El huevo ya fecundado, por sucesivas divisiones, forma una masa de tejido que da origen a un *embrión*; éste queda adherido al *prótalo* que lo nutre y se transforma en una nueva planta de helecho que permanece unido al gametofito por un pie y de él absorbe alimento para su crecimiento inicial. Pronto crece una raíz primaria que penetra en el suelo; una hoja primaria simple y pequeña se levanta a la luz del sol, y la planta joven se independiza para llevar vida propia.

El gametofito se marchita pronto y el helecho nacido de la espora se convierte lentamente en una planta adulta que al fin forma esporangios, convirtiéndose así en un nuevo esporofito, para iniciar de nuevo el ciclo biológico de la especie. (Fig. No. 193).

Como hemos visto, en la reproducción de los helechos encontramos dos períodos diferentes: el gametofito, que representa la reproducción sexual con la fertilización de la ovocélula y la formación del embrión; y el esporofito, u órgano formador de las esporas por el método de reproducción asexual. Por tanto,

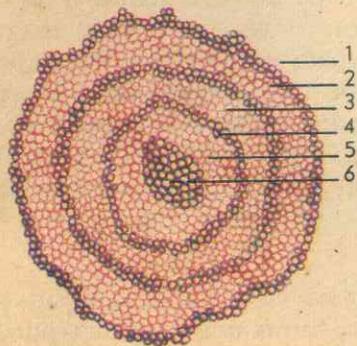


Figura No. 194
CILINDRO VASCULAR DEL TALLO
DEL HELECHO

- 1-2 - Corteza
3-5 - Endodermis
4 - Cilindro vascular: floema
6 - Medula con xilema

las pteridofitas y la mayor parte de las plantas inferiores disponen de una reproducción alternante, puesto que esporofito y gametofito son dos estados que se alternan continuamente.

4. MEDIOS DE VIDA

Los helechos son las pteridofitas o pterópsidas más primitivas y también forman hoy parte muy importante de la vegetación. A partir de los helechos han evolucionado las plantas de semilla, y actualmente comprenden unas 7.000 especies dispersas en todo el globo terrestre, sobre todo en tierras cálidas y húmedas; otras son xerófitas, es decir, crecen donde el agua es escasa; algunas son acuáticas y flotantes. Casi todas son plantas herbáceas pequeñas, pero los llamados "árboles de helecho" o helechos arbores-

centes, como el *sarro* o *boba*, pueden alcanzar hasta 15 metros o más de altura.

5. PRINCIPALES REPRESENTANTES

El grupo más grande y más representativo de las pteridofitas o pterópsidas constituye la familia *Polipodiáceas*. Ampliamente dispersas por todo el mundo, representan el más alto nivel de desarrollo evolutivo de estas plantas. Sus miembros son muy diversos, y entre ellos destacamos los siguientes:

Helecho macho (*Dryopteris filix-mas*), propio de las quebradas sombreadas, con rizomas escamosos, frondas divididas en folíolos aserrados. Es la fuente de una droga utilizada desde hace muchos años como vermífugo contra gusanos intestinales.

Calaguala (*Polypodium glaucophyllum* y *P. lanceolatum*), de hojas enteras y con soros situados paralelamente a las venas laterales; sus rizomas son escamosos y se emplean contra ciertas enfermedades de la sangre.

Helecho volador (*Nephrolepis pendula*), cultivado como ornamental por tener puntos blanquecinos en el haz de sus frondas.

Doradilla (*Asplenium...*), cultivado en materas como ornamental.

Cilantrillo o *Cabellera de Venus* (*Adiantum capillus, A. brasiliense, A. reniforme*), especies muy ornamentales por su follaje tierno y delicado.

Otra familia importante es la de las *Ciateáceas*, que comprende los helechos más grandes o helechos arborescentes, llamados *bobas* o *sarros*, propios de climas templados tropicales y subtropicales, con más de 400 especies. Crecen en la sombra y su tronco puede alcanzar una altura de 15 metros o más, pero no

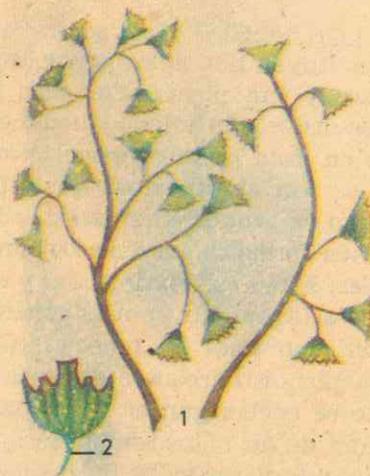
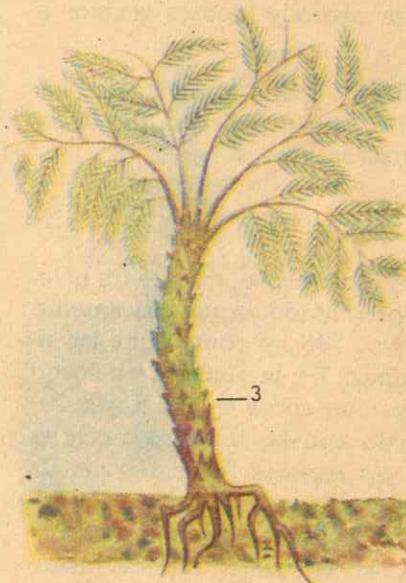


Fig. No. 195
OTROS HELECHOS

- 1- Cabellera de venus
2- Folíolo con soros
3- Sarro o boba



Helecho de espiga (*Osmunda regalis*), propio de terrenos encharcados, sus hojas forman una especie de espiga terminal muy ramificada.

Alfombra de agua (*Azolla filiculoides*), helecho menudito que se encuentra en zanjas y pantanos formando una especie de alfombra tupida de color verde o rojo.

es tallo propiamente dicho, sino una masa entretrejida de raíces y bases de hojas viejas. El sistema vascular consta de varios cilindros concéntricos: no tienen cambium. Las hojas muy grandes y típicas forman una corona en el extremo del tronco semejante a una palmera. Los soros nacen sobre las hojas vegetativas con indusio en forma de copa. Son ornamen-

tales y sus troncos resistentes y muy durables, los usan nuestros campesinos como postes de sus viviendas. Son ejemplos los siguientes:

Sarro o *boba*, con las especies que siguen: (*Dicksonia Sellowiana*, var. *arachneosa*); (*Hemitelia*, varias especies), con sus raíces hacen cestas para cultivar orquídeas y helechos; (*Alsophila armata*), provisto de fuertes espinas en los pecíolos de las hojas; y (*A. quadripinnata*), especie que tiene frondas cuadripinadas, oscuras en el haz y claras en el envés; se encuentra en algunos montes vecinos a Medellín.

Ejemplos de otras familias son los siguientes helechos: *Helecho de agua*, *Helecho trepador*, etc.

6. CICLO BIOLÓGICO

El ciclo biológico o vital de un helecho está representado esquemáticamente en la Fig. No. 193, y comprende las siguientes etapas: 1— la planta de helecho o esporofito con soros en sus hojas; 2— un esporangio con las tétradas o células madres de las esporas (cada tétrada da origen a cuatro esporas, de donde se deriva su nombre); 3— una tétrada de esporas jóvenes; 4— las cuatro esporas maduras que provienen de la tétrada; 5— una espора germinando para producir el gametofito joven; 6— gametofito maduro o prótalo, con los órganos sexuales; 7— arqueogonio con gametos femeninos; 8— anteridio con espermas; 9— gameto femenino, célula huevo u oosfera; 10— gameto masculino o espermatozoide con sus flagelos; 11— huevo fertilizado; 12— esporofito o planta joven que se desarrolla del huevo fertilizado, el todo está todavía unido a los restos del gametofito.

B. OTRAS CRİPTOGAMAS VASCULARES

Las plantas vasculares (traqueofitas) inferiores o criptógamas vasculares o también pteridofitas y más propiamente pterofitas, comprenden tres subdivisiones fundamentales: una representada por los helechos (pterópsidas); otra conformada por los equisetos o colas de caballo; y una tercera que comprende los licopodios o colchón de pobre. Todas estas plantas se asemejan entre sí en sus estructuras vegetativas y en el hecho de su reproducción por esporas.

1. LOS EQUISETOS, o colas de caballo constituyen hoy el grupo de las *esfenóp-sidas*, y son plantas de tallos huecos y articulados, con hojas pequeñas en verticilos en cada nudo o articulación; dichos tallos son acostillados. Los esporangios nacen en grupos en unas estructuras que tienen forma de pantallas o conos terminales. Están casi extinguidas y sólo están representadas hoy por el género *Equisetum*, con unas 25. especies. Casi todas son plantas herbáceas de variada altura, que se encuentran en todas partes; alrededor de sus tallos verdes y acanalados se encuentran verticilos de pequeñas hojas escamosas y fusionadas en su base a manera de vainas (Fig. No. 196); las hojas de un entrenudo alternan con las de los nudos vecinos. Cuando hay ramas, se originan en un nudo. La fotosíntesis se efectúa casi totalmente en el tallo. La parte subterránea de la planta es un rizoma grueso con raíces. El sistema vascular es muy reducido, y consta de un anillo de haces pequeños, cada uno con dos cordones de xilema y un grupo de floema entre ellos. (Fig. No. 196).

Son ejemplos de estas plantas las siguientes:

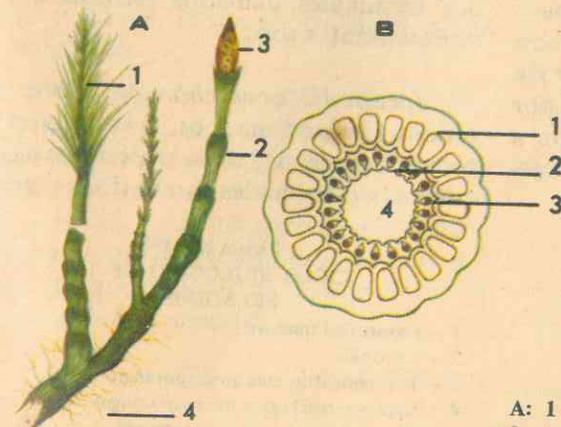


Figura No. 196
COLA DE CABALLO COMUN

A: 1 - Vástago estéril
2 - Vástago fértil
3 - Cono de esporangióforos
4 - Rizoma subterráneo

B: Estructura interna
1-2 - Anillos de xilema
3 - Anillo de floema
4 - Espacio con aire



Figura No. 197
EL LICOPODIO

1 - Tallo postrado
2 - Vástagos erectos
3 - Conos o estróbilos

Cola de caballo (*Equisetum bogotense*), pequeña planta de las montañas; (*Equisetum arvense*), planta casi cosmopolita, con tallos estériles ramificados y verdes, en tanto que los tallos fértiles son sencillos, desprovistos de clorofila y de color pardusco; los tallos son ásperos por la sílice que contienen, y se utilizaron a manera de lija para pulir madera y objetos metálicos.

cubiertos de hojas muy pequeñas, numerosas y acomodadas en forma helicoidal. Los esporangios están agrupados en conos terminales llamados *estróbilos*. Sus representantes son:

Licopodio o *colchón de pobre*, del género *Lycopodium*, con más de cien especies tropicales y de la región templada, muchas de las cuales son epífitas y abun-

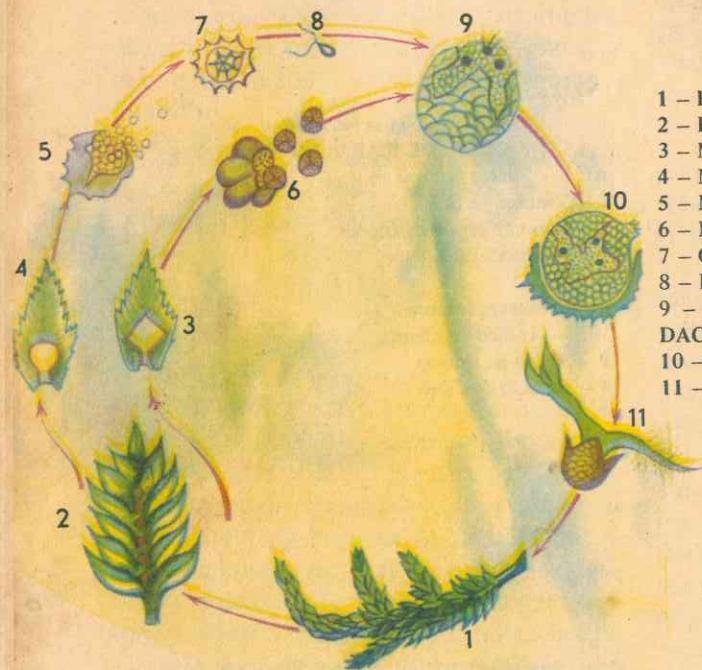


Figura No. 198
CICLO BIOLÓGICO DE LA
SELAGINELA

- 1 - Esporofito maduro
- 2 - Estróbilo
- 3 - Megasporofilo con megasporangio
- 4 - Microsporofilo con microsporangio
- 5 - Microsporangio con microsporas
- 6 - Megasporangios con megasporas
- 7 - Gametofito masculino
- 8 - Esperma
- 9 - Gametofito femenino con arquegonios: FECUNDACION
- 10 - Gametofito femenino con embriones
- 11 - Esporofito joven

Canutillo (*E. giganteum*), propio de tierras templadas que puede alcanzar de 2 a 4 metros. También se le llama "tembladera", porque cuando lo comen las bestias experimentan un temblor.

2. LOS LICOPODIOS, o colchón de pobre, son las pteridofitas más antiguas, representadas por los licopodios vivos y conocidas hoy como que forman el grupo de las *licópsidas*. Son plantas que se caracterizan por sus tallos ramificados,

dan en nuestra flora. Los tallos muy ramificados dan vástagos verticales de 10 a 20 cms. de altura y llevan estróbilos; en la mayoría de las especies se arrastran sobre la superficie de la tierra o inmediatamente debajo de ella; poseen raíces verdaderas, pero son adventicias. Raíces y tallos tienden a ramificarse en horquilla. Las hojas sencillas, escamosas y pequeñas pueden estar dispuestas helicoidalmente o bien opuestas. (Fig. No. 197).

En su estructura interna los licopodios se diferencian de las demás plantas vasculares, porque el cilindro vascular sólido consta de bandas alternativas de xilema y floema tanto en los tallos como en las raíces.

Selaginela o *doradilla* (*Selaginella erythropus*), planta de bosques cálidos, pequeña y muy llamativa porque sus tallos y raíces son de color rojo; (*S. exaltata*), con tallos que alcanzan hasta cuatro metros de longitud; y la especie más común (*S. geniculata*), de follaje denso y quizás la más abundante.

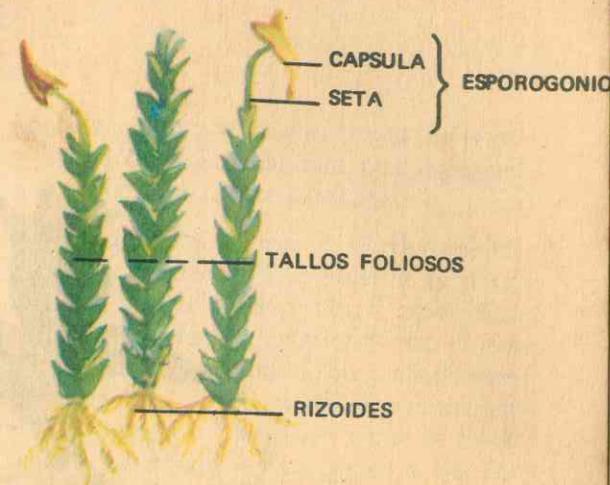


Figura No. 199
CONFORMACION EXTERNA DEL MUSGO

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

MUSGOS Y HEPATICAS

1. **Finalidad:** Conformación externa. (Fig. No. 199).

Material: Musgo adulto, lupa, microscopio.

Procedimiento: Observe mediante la lupa una matita de musgo adulto de las recolectadas previamente en las barrancas húmedas: ¿Dispone de eje o tallito aéreo? ¿Estos ejes o tallitos son cortos o largos, fuertes o delicados? ¿Contiene o no hojitas? ¿Cómo son éstas en su forma, consistencia, color y disposición en el tallito? ¿Son escasas o numerosas? ¿Mediante qué órganos se fija la plantita al suelo? ¿Son raíces verdaderas o rizoides? Si el esporofito es adulto, ¿qué órganos encuentra en el ápice de los tallitos c- de las ramitas laterales? ¿Qué forma tienen las cápsulas o esporogonios? ¿Son o no dehiscentes? ¿Qué es la caliptra? ¿Qué contienen las cápsulas? ¿Cómo se diseminan las esporas y a qué dan origen al germinar? (Fig. No. 200).

Investiga: ¿Por qué otro método se reproducen los musgos? ¿Qué es el protonema y a qué da origen? ¿Disponen

de anteridio y arquegonios? ¿Dónde están situados éstos y qué forma tienen? Si el protonema produce células sexuales en sus tallitos foliosos, ¿qué nombre debe recibir? ¿Tienen o no reproducción alternante los musgos? Describa su ciclo biológico. (Fig. No. 201).

C. LAS BRIOFITAS

GENERALIDADES

Las briofitas son plantas intermedias entre las traqueofitas más sencillas (las *Psilópsidas* o plantas vasculares más primitivas) y las *Talofitas* verdes.

Comprenden unas 23.000 especies relativamente muy pequeñas, y de ordinario se encuentran en lugares húmedos y sombreados; unas pocas son acuáticas. Algunas son xerófitas y viven en cavidades poco profundas de las rocas; crecen sólo en tiempo húmedo y pueden soportar largo tiempo de sequía. Abundan en todas partes o zonas terrestres, especialmente en los bosques tropicales a altitu-

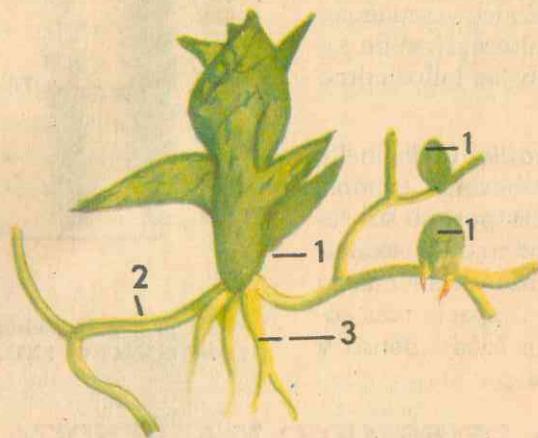


Figura No. 200
PROTONEMA DEL MUSGO

- 1 - Yemas que dan origen a las plantas de musgo
- 2 - Protonema
- 3 - Rizoides

des elevadas y con frecuencia cuelgan como festones en árboles y arbustos. También se encuentran en los bosques, cañadas y vertientes de las tierras altas en las regiones templadas. Proporcionan un material valioso para estudios experimentales sobre nutrición, crecimiento y diferenciación de las plantas.

Comprenden los Musgos y las Hepáticas, además de un grupo pequeño y menos conocido, las Antocerotas.

Se distinguen de las plantas superiores por la ausencia de raíces y tejidos vasculares típicos; de las plantas inferiores, por la posesión de órganos sexuales más complejos, y por una generación alternante más diferenciada.

1. CONFORMACION EXTERNA

El cuerpo vegetativo de un musgo es

un *gametofito* hojoso, cuya longitud varía desde unos cuantos milímetros hasta varios centímetros de altura. Este gametofito es un eje ramificado con estructuras laterales llamadas "hojas", y representa el tallo generalmente muy corto; en su base se forman por lo común numerosos rizoides ramificados que sólo sirven para fijar la planta al suelo. Las hojas son pequeñas, delgadas y a veces translúcidas, de diversas formas y por lo general de color verde claro, de borde entero o un poco dentado y con un nervio medio que en algunas especies se prolonga en forma de arista apical; carecen de pecíolo.

El gametofito adulto va precedido de un estado juvenil o *protonema*, filamento ramificado que crece directamente de la espora germinada, y sus células son alargadas. La porción de este proto-

nema que crece sobre la superficie de la tierra consta de células con cloroplastos pequeños. Algunas de las células de la parte verde del protonema se convierten en cuerpos en forma de yema (Fig. No. 200), y cada yema desarrolla una célula apical de cuya división se forma el eje foliar. En este momento, en la mayoría de los musgos desaparece el protonema.

En el vértice del tallo del musgo adulto o en las ramitas laterales aparecen una o varias urnitas en forma de cápsulas provistas de tapa u opérculo, en el cual van las esporas.

2. REPRODUCCION ALTERNANTE

Una vez que madura el esporofito, su parte superior forma un tallo delgado o *seta* que lleva la cápsula con su tapa u opérculo, que podríamos llamar esporogonio o *cápsula esporangial*. Cuando la

cápsula madura se desprende el opérculo y las esporas se diseminan y se esparcen por el suelo mediante el viento.

Una espora al caer en tierra que reúna las condiciones favorables a su desarrollo germina para producir unos filamentos de células alargadas y con cloroplastos, que permiten la fotosíntesis para su nutrición. Como ya dijimos antes, en el protonema o filamento verde se desarrollan yemitas que dan origen a ejes foliares, y el protonema desaparece. En el ápice de estos ejes se forman los órganos sexuales, rodeados de hojitas: el anteridio de forma más o menos esférica, con células productoras de los espermias; y el arquegonio similar a una botellita que contiene la ovocélula.

Después de la fecundación, el huevo fertilizado inicia el desarrollo del esporofito. La parte inferior del embrión crece

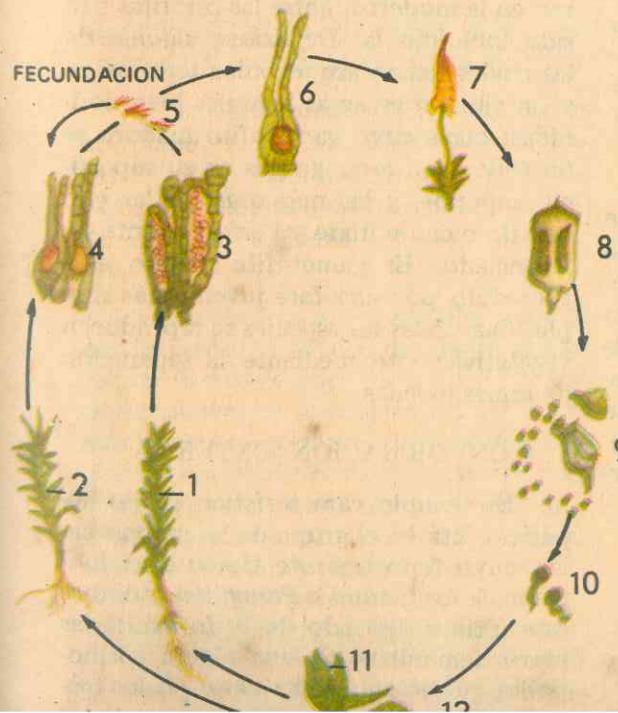


Figura No. 201
CICLO BIOLÓGICO DEL MUSGO

- 1 - Planta masculina
- 2 - Planta femenina
- 3 - Anteridios
- 4 - Arquegonios con huevos
- 5 - Espermas
- 6 - Esporofito joven
- 7 - Esporofito maduro
- 8 - Cápsula
- 9 - Esporas
- 10 - Esporas germinando
- 11 - Gametofito joven
- 12 - Yema
- 13 - Protonema

hacia abajo, penetra al tallo y forma un pie, a través del cual entran al esporofito joven el agua y los nutrientes. El arqueogonio continúa creciendo hasta formar la *caliptra* o cubierta protectora sobre el esporofito. La parte superior del esporofito se alarga pronto y la caliptra puede desaparecer o permanecer sobre el ápice hasta la madurez. La porción superior del esporofito forma la *seta* o tallo delgado que lleva la cápsula esporangial, cuya dehiscencia libera las esporas, para iniciar nuevamente el ciclo biológico del musgo. (Fig. No. 201).

3. MEDIO DE VIDA

Generalmente se encuentran los musgos en todos los lugares donde pueden vivir las plantas, excepto en el océano: viven en lugares húmedos y sombreados, la mayoría en áreas boscosas, en el suelo, las rocas, los troncos de árboles en descomposición y en la corteza de los mismos. Se conocen unas 80 familias con 13.000 especies de musgos verdaderos.

4. ESTRUCTURA INTERNA

En una sección transversal del eje se aprecia una estructura con células poco especializadas, pero las de las capas exteriores tienen cloroplastos. En el centro del eje las células son alargadas, con paredes gruesas, que forman un cordón central, que da a la planta cierto soporte mecánico y puede funcionar como sistema de conducción: podría ser el precursor de un eje vascular.

5. REPRESENTANTES DE LAS MUSCINEAS

Son ejemplos de musgos las siguientes plantas:

Musgo de las barrancas (*Polytrichum juniperum*) (Fig. No. 199).

Musgo de las paredes (*Anomobryum* y otros géneros), plantas que recubren los tejados y tapias viejas, donde forma gruesas capas;

Musgo blanco o de los pesebres (*Sphagnum*, con muchas especies), de color blanco, rosado o rojizo, a veces verde, que se encuentra en lugares encharcados de las montañas formando almohadillas gruesas;

Musgo cosmopolita (*Fumaria higrométrica*), musgo delicado, con seta encorvada y retorcida, que se endereza y se destuerce cuando hay abundancia de humedad.

6. OTRAS BRIOFITAS

Tanto en la clasificación antigua como en la moderna, entre las briofitas han sido incluídas las *Hepáticas*, algunas de las cuales tienen arquegonios terminales, y un eje con escamas laterales bien definidas; otras cuyo gametofito maduro es un tallo, con arquegonios en su superficie superior, y las más organizadas con un tallo bien definido y perfectamente diferenciado. El gametofito adulto está precedido por una fase juvenil más simple. Casi todas las especies se reproducen vegetativamente mediante la separación de ramas jóvenes.

7. CONFORMACION EXTERNA

El ejemplo característico de las hepáticas está en el grupo de las marcantiales, cuyo representante típico es el *Empeine de las fuentes* o *Paragüitas*, nombre este último derivado de la forma de las ramas femeninas. Es una planta cosmopolita que se encuentra tanto en los tró-

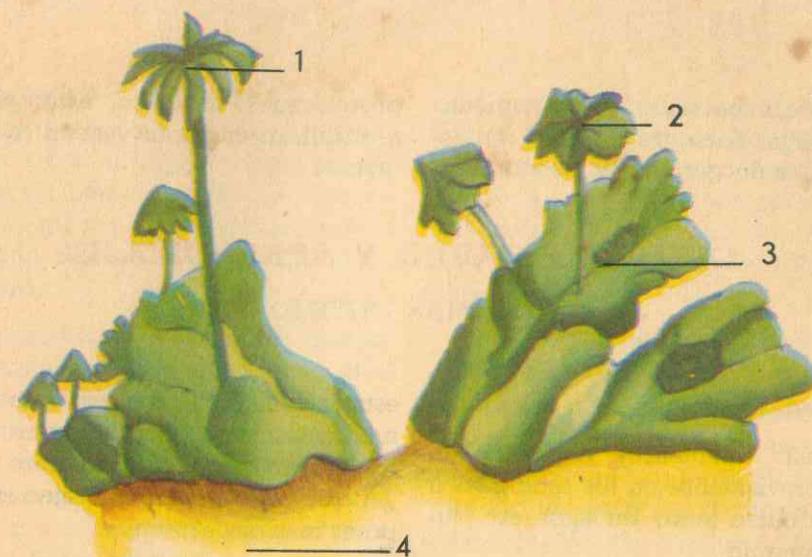


Figura No. 202
EMPEINE DE LAS FUENTES O
PARAGÜITAS

Conformación externa:

A— Planta femenina con ramas sexuales con receptáculos arquegoniales.

B— Planta masculina con copas de yemas y ramas sexuales con receptáculos masculinos.

1 — Arquegonios

2 — Anteridios

3 — Receptáculos o copas con propágulos

4 — Rizoides

picos en sitios húmedos como junto a las fuentes de los climas fríos y templados.

Una planta consta de un *tallo* acintado, plano, un poco carnoso, con un nervio central poco marcado, de color verde oscuro; se ramifica en horquilla y se fija en el suelo mediante rizoides unicelulares.

En la cara superior del tallo, junto al nervio medio, aparecen cavidades pequeñas en forma de copa: son los *receptáculos*, dentro de los cuales se forman yemas verdes o *propágulos*, que se desprenden y caen al suelo, dando origen a nuevos pies de una nueva planta de *empeine*, lo que constituye la *reproducción vegetativa* que presentan estas plantas.

8. REPRODUCCION SEXUAL

Para la forma sexual la planta dispo-

ne de anteridios y arquegonios que nacen en receptáculos distintos y al extremo de ramas especiales erectas: el receptáculo del anteridio es plano, con ocho lóbulos redondeados; el receptáculo del arquegonio consta de ocho radios, abajo de los cuales nacen los arquegonios; es éste el que tiene forma de "paragüitas". (Fig. No. 202).

La fecundación se realiza cuando caen gotas de lluvia o de rocío que hacen saltar los anterozoides o espermatozoides de los anteridios y los llevan a la planta femenina. Fecundada la ovocélula, se desarrolla un pequeño esporogonio de forma ovoide.

El esporofito consta de *pie*, *seta* y *cápsula*. El crecimiento de la seta rompe la caliptra y empuja la cápsula al exterior, que poco después se rompe y las esporas quedan en libertad. Las esporas

ya en libertad son esparcidas por medio de fibras largas llamadas *elaterios*. La espóra en el suelo germina y produce un

protonema. Por tanto, estas plantas se multiplican en forma vegetativa y sexualmente.

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

CRIPTOGAMAS INFERIORES

1. Finalidad: Morfología de las algas.

Material: Filamentos verdes coleccionados previamente en los estanques o arroyos de curso lento, en lagos, etc., lupa y microscopio.

Procedimiento: Mediante la lupa observe uno de esos filamentos que flotan sobre las aguas estancadas o que constituyen la "lama verde" en los estanques y lagunas, y anote:

¿Cómo está formado el cuerpo vegetativo del alga? ¿Cómo están dispuestas estas células y qué forma tienen? ¿Cuál es su color y por qué? Si tienen clorofila, ¿cómo se alimentan estas plantas? Si carecen de tallo, hojas y raíces, ¿cómo se llama esa masa de tejido que constituye su cuerpo vegetativo? ¿Este talo es sencillo o ramificado?

Examínela al microscopio y anote: ¿La célula o células que forman el talo tienen membrana, núcleo? ¿Tienen o no cloroplastos? ¿Cómo están dispuestos dentro de cada célula? ¿Tienen vacuola?

2. Finalidad: Formas de reproducción.

Material: Algas en el momento de reproducción. Microscopio.

Procedimiento: Localice aquellas células cuyo contenido empieza a dividirse en varios cuerpitos, cada uno con un grano de clorofila: ¿Qué observa en sus membranas? ¿Qué cuerpitos salen de

estas células? Si estas esporas se mueven mediante cirros vibrátiles como lo hacen los protozoarios, ¿qué nombre reciben? ¿A qué organismo dan origen estas zoosporas más tarde?

Investigue: ¿Qué otro tipo de reproducción presentan estas algas? ¿Cómo se efectúa esta reproducción sexual?

D. LAS TALOFITAS

GENERALIDADES

Las talofitas, que constituyen los organismos más primitivos y más sencillos del reino vegetal, llevan este nombre que se refiere al carácter fundamental de su cuerpo vegetativo, que consta de una masa de tejido poco diferenciado, llamado *Talo*, a veces muy pequeño y en otras diminuto, carente de otra clase de órganos especializados tales como hojas y raíces; sus órganos sexuales son casi siempre unicelulares.

En las talofitas encontramos los primeros pasos de la alternación de generaciones, el desarrollo de las formas de vida saprofítica y parasitaria, el origen del sexo y los comienzos de la diferenciación o diversidad vegetativa entre las plantas. Y se diferencian entre sí especialmente en los métodos de reproducción: La reproducción asexual puede efectuarse por fisión o división en dos de un individuo unicelular, o más comúnmente, por espo-

ras. Las esporas en las especies acuáticas son móviles, es decir, pueden nadar por medio de cilios u órganos semejantes, por lo que reciben el nombre de zoosporas. En las especies terrestres tienen forma y origen diverso y son dispersadas por el viento.

•La reproducción sexual se realiza por conjugación de gametos semejantes entre sí para formar la denominada *zigospóra*, por lo que se llama la especie *isogámica*; o mediante gametos diferentes sexualmente (masculino y femenino), para formar una *oospóra*, caso en el cual la especie se llama *heterogámica*.

Las esporas son células de paredes gruesas, capaces de resistir sequía y bajas temperaturas, y germinan para formar nuevas plantas cuando las condiciones las favorecen.

Las talofitas también se diferencian en cuanto a la generación alternante: en muchas todo el cuerpo de la planta es un *gametofito* con órganos sexuales; en otras todo el cuerpo es prácticamente un *esporofito*. En muchos tipos el esporofito y el gametofito tienen cuerpos vegetativos semejantes, pero el uno produce esporas y el otro produce gametos.

Generalmente, las talofitas se dividen en dos grupos: a) las ALGAS, vegetales con clorofila o una sustancia semejante, pueden vivir independientemente y por lo común limitadas a vivir en medio acuoso y en sitios muy húmedos en tierra. b) los HONGOS, plantas sin clorofila que viven como saprofitos o parásitos.

1. LAS ALGAS

Ya hemos dicho que son talofitas provistas de clorofila o de otros pigmen-

tos similares, y comprenden plantas muy diversas por su descendencia. Muchas especies son grandes, pero la mayoría son microscópicas; y parece que las algas azul-verdes son las más primitivas, en tanto que las pardas y las rojas las más especializadas.

a. Morfología y estructura.

Tomando como tipo de estudio la espirogira, alga verde filamentosa, vemos que su cuerpo vegetativo está formado por varias células que constituyen el *talo* acintado, desprovisto de hojas, raíces y flores; puede ser también unicelular y microscópico, pero siempre verde por la clorofila que contiene; sus células son alargadas, con uno o varios cloroplastos dispuestos en forma de una ancha cinta helicoidal o de espiral, y sobre él aparece una serie de pequeñas formaciones redondeadas que son los *pirenoides*. El núcleo está suspendido en medio de la vacuola mediante cordones de citoplasma.

En otras algas verdes como los fucos, el cuerpo está formado por un pie

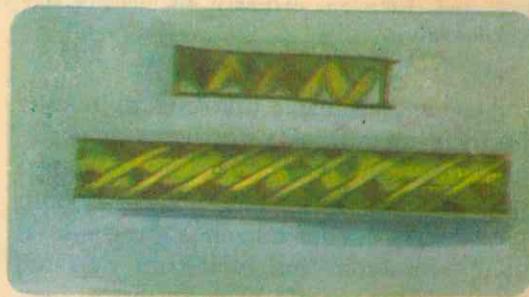


Figura No. 203
DOS ESPECIES DE ALGAS ESPIROGIRA
(Con mayor aumento)

en forma de disco, que viene a ser el talo, mediante el cual se fijan en las rocas, y puede ser unicelular o pluricelular; las hay de muchos metros de longitud.

b. *Reproducción:*

Las algas verdes, como la espirogira y el fuco, se reproducen asexualmente por medio de esporas: dentro de las células del talo el citoplasma se divide en pe-

de conjugación. Los extremos de estos tubos se tocan, se disuelve la pared y, a través del canal así formado, el contenido de una célula se fusiona con el de otra, lo que constituye la iniciación del proceso de fertilización o fecundación, de la reproducción sexual. Eventualmente dos células vecinas del mismo filamento pueden fusionarse. En las especies de mejor organización se forma el cigote

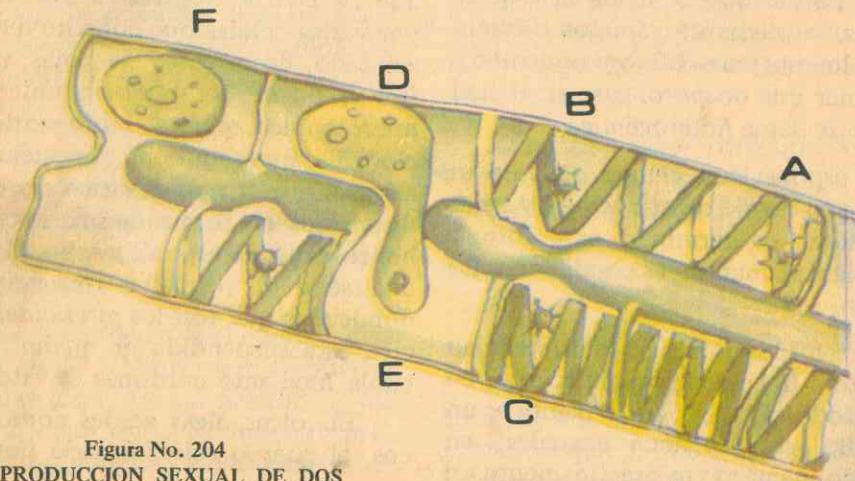


Figura No. 204
REPRODUCCION SEXUAL DE DOS
FILAMENTOS DE ESPIROGIRA
(Con mayor aumento)

A. Una célula en reposo con el cromatóforo en helicoide, con pirenoides circulares.
B-C. Dos células que extienden sus tubos de conjugación entre sí.

D-E. Células cuyo contenido se ha contraído un tanto. El contenido de E pasa a través del tubo de conjugación y se une con D.
F. Zigospora madura originada en la unión de dos células.

queñas masas, cada una con su núcleo pero sin membrana y provistos de pestañas vibrátiles, formando así las *zoosporas* que, una vez libres, nadan cierto tiempo para luego quedar en reposo, durante el cual adquieren una envoltura delgada; inician su desarrollo y por sucesivas divisiones dan origen a una nueva planta.

En la reproducción sexual las células de dos filamentos adyacentes envían salientes de una hacia otra, llamadas *tubos*

más o menos resistente a la sequía, que más tarde puede desarrollar un nuevo individuo filamentoso. En otras especies como el fuco de las algas pardas, de talos ramificados, se forman espermas y células huevos en cavidades situadas en los extremos de algunas de las ramas del talo, cavidades que se llaman *conceptáculos*; espermas con flagelos y oosferas caen al agua en donde se efectúa la fecundación. Del huevo fertilizado se desarrolla el talo; en algunos casos se forma

el cigote que produce esporangios agrupados en soros.

c. *Medios de vida:*

Casi todas las algas viven en el agua, la mayoría en el mar, aunque muchas especies están restringidas al agua dulce. Unos cuantos tipos viven en las rocas, en los árboles o en la superficie del suelo, puesto que se adaptan a la vida en el aire, pero prosperan mejor si el medio que las rodea es relativamente húmedo. Algunas algas viven bajo la superficie y son parcialmente saprofitas. Hay muchas especies grandes, pero la mayoría son microscópicas, que forman la masa de plantas diminutas y de animales que nadan o flotan libremente en el mar o en las aguas dulces constituyendo lo que se conoce como el *Plancton*, principal fuente de alimento para la mayoría de los animales acuáticos pequeños, como también de los grandes mamíferos como las ballenas.

Las algas verdes o con clorofila fabrican su propio alimento y se calcula que la fotosíntesis efectuada por estas diminutas plantas marinas es mucho mayor que la que realizan todas las plantas que viven en tierra.

d. *Utilidad de las algas:*

Las algas son útiles al hombre como fuente de vitaminas, particularmente la A y la D; el Musgo irlandés, (*Condrus crispus*) que crece en agua fresca, ha sido empleado durante mucho tiempo como alimento, y se cosecha en grandes cantidades como fuente de varios productos importantes; del género *Gelidium* se produce el *agar*, muy utilizada para solidificar sustancias alimenticias y especialmente como base de medios nutritivos en los que se cultivan las bacterias y los hongos; ciertas algas coralinas secretan grandes cantidades de cal y tienen función importante en la formación de arrecifes de



ALGAS ROJAS DE LOS
MARES TROPICALES

Figura No. 205
ALGAS MARINAS

coral y depósitos de calizas; hay especies que sirven como alimento para los ganados; las diatomeas contienen sílice y sus reservas alimenticias son aceites o una proteína llamada leucocina, y la tierra de diatomeas se usa como material industrial para filtros y aisladores, además de haber contribuido a la formación del petróleo. De las algas pardas se obtienen coloides complejos, además de ser fuente de potasio y de alimento en Oriente.

e. *Algas representativas:*

Oscillatoria, en forma de filamentos largos que oscilan o giran lentamente en el agua.

Lama verde, común en el suelo húmedo o en estanques lodosos.

Espirogira, que sobrenada en aguas estancadas o de curso lento.

Sargazos, de los mares cálidos y que invaden grandes extensiones, como el "Mar de los Sargazos" entre las Azores, las Canarias y Cabo Verde.

Coralina, que simula pequeños corales ramificados.

Nostoc, o esputo del diablo, que forma masas pegajosas en prados y caminos húmedos y pantanosos.

Fucos, abundantes en las rocas de los mares templados, tienen conceptáculos y órganos sexuales, anteridios y arquegonios.

Laminarias, comunes en el Atlántico.

Diatomeas, generalmente unicelulares, unidas que forman colonias, que hacen parte del plancton.

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

OTRAS TALOFITAS

1. *Finalidad:* Morfología de los hongos

Material: Paragüitas de sapo o sombreritos, lupa.

Procedimiento: Observe una de estas plantas y anote los resultados: ¿Tienen o no clorofila? Entonces, deduzca cómo se alimentan y qué clase de vida llevan. ¿Qué diferencia encuentra usted entre vida parasitaria y vida saprofítica? ¿Cuántas partes puede diferenciar en uno de estos hongos? ¿Cuál es la forma general de cada una de esas partes? ¿Qué nombre puede darle a la parte superior del hongo, según la forma que adopta? Este sombrerillo o paragüitas es el *píleo*. Si este *píleo* está sobre un tallito más o menos cilíndrico y descansa sobre él, ¿qué nombre puede darle al tallito? Este pie

es el *micelio*. Si el micelio o pie del hongo no es un tallo propiamente, pero sí lo representa en estos casos, ¿cuál es su nombre botánico? ¿En qué medio se desarrolla el micelio o talo de estos hongos? ¿Qué encuentra en la parte inferior del pie o micelio? Esa bolsa o copa es la *volva*. Entre el *píleo* hacia arriba y la *volva* hacia abajo, ¿qué encuentra rodeando el micelio? Es el residuo de una membrana y se llama *anillo*.

2. *Finalidad:* Estructura del micelio y del *píleo*.

Material: El mismo del caso anterior.

Procedimiento: Examine mediante la lupa el interior del micelio y anote: ¿Cómo está formado el micelio en su in-

terior? ¿Contiene uno o varios filamentos? ¿Esos filamentos están libres o entretreídos? ¿Cuál es el nombre botánico de cada filamento? ¿Encuentra en su parte inferior órganos semejantes a raíces? ¿Para qué le servirán estos cordones al hongo? Su nombre es *haustoria*. ¿El talo propiamente dicho se desarrolla en el aire o dentro de la materia descompuesta? Entonces, ¿cuál es el nombre más apropiado para la parte aérea del hongo? Examine al microscopio un corte del micelio: ¿sus células tienen o no cloroplastos? ¿Tienen núcleo?

3. *Finalidad:* Estructura del *píleo*.

Material: Sombreritos de hongos, lupa, microscopio.

Procedimiento: Examine la superficie inferior del *píleo* o sombrerillo: ¿Qué formaciones encuentra? ¿Qué forma tienen estos cuerpos o *laminillas*? ¿Cuál es su disposición en el sombrerillo? ¿Están libres o cubiertas por una membrana? ¿Cómo se llama esta envoltura de las laminillas? ¿Qué contienen estas laminillas en sus dos caras? ¿Cómo se llaman los granitos que forman ese polvo?

4. *Finalidad:* Cómo se reproducen los hongos.

Material: Pan humedecido, campana de vidrio, lupa.

Procedimiento: Colocar pan humedecido previamente, debajo de una campana de vidrio y observar después de algunos días: ¿Qué se aprecia en la superficie del pan húmedo? ¿A qué corresponden esos filamentos entrecruzados en la superficie del pan? Espere otros días más: ¿Encuentra ya sacos esporangiales? ¿Qué contienen? Examine al microscopio

algunas de estas esporas y las de las alminillas del sombrerillo antes estudiado, y anote sus observaciones.

Investigue: Si las esporas son colocadas en terreno húmedo, ¿qué sucede? ¿Los filamentos se ramifican o no? ¿Qué forman más tarde esas hifas? Entonces, deduzca si la reproducción de estos hongos es sexual o asexual. ¿En qué clase de hongos hay reproducción sexual y cómo se efectúa? ¿Tienen todos los hongos reproducción alternante? ¿Existen o no hongos unicelulares?

2. LOS HONGOS

Los hongos constituyen el otro gran grupo de talofitas y se diferencian de las algas por carecer de clorofila y, por consiguiente, por su incapacidad para elaborar alimento, lo que los obliga a llevar vida saprofítica o parasitaria. Son plantas muy heterogéneas y más numerosas que las algas, y comprenden formas unicelulares como las bacterias, pasando por formas filamentosas, hasta aquellos que presentan un cuerpo vegetal grande y complicado.

a. *Morfología y estructura.*

En los hongos superiores, tales como el agarito, el sombrerillo, los paragüitas de sapo, el cuerpo vegetativo está constituido por uno o varios filamentos o *hifas* entretreídas y cuyo conjunto forma el *micelio*, que viene a representar el talo de la planta que se desarrolla en la superficie de materia descompuesta o dentro de la misma y de la cual vive. Los filamentos del micelio se reúnen y van a constituir hacia arriba la parte aérea del hongo, formando un cuerpo más o menos largo y cilíndrico llamado *estipe* o

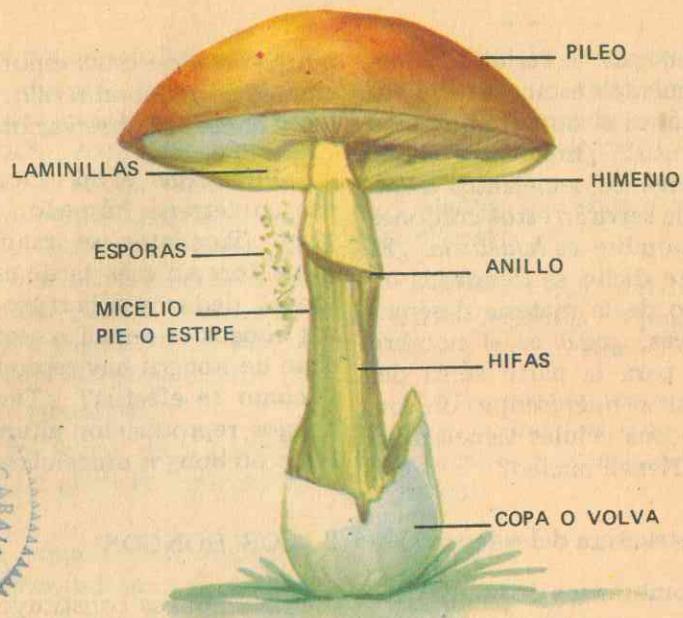


Figura No. 206
MORFOLOGIA DE UN HONGO DE
SOMBRILLA

pie, que suele confundirse con el talo o micelio propiamente dicho.

En la parte superior del pie se encuentra el *sombrerillo* o *Pileo*, en forma de copa o de paraguaitas, de cuya superficie inferior cuelgan unas *laminillas*, órganos aplanados, dispuestas radialmente y cubiertas por una membrana llamada *himenio*. El himenio contiene unos pequeños filamentos que terminan en pequeñas masas en forma de clava, denominados *basidios* o *basidiosporas* por producir *esporas*. Toda la parte aérea del hongo se llama *esporóforo* o *esporofito*. Este esporóforo forma algunas veces cordones gruesos, semejantes a raíces. Generalmente se forman órganos especiales de absorción que reciben el nombre de *haustoria*, mediante los cuales la planta extrae su alimento de la materia en descomposición. La ciencia que se ocupa del estudio de los hongos se llama *Micología*.

b. Reproducción

Las laminillas del *sombrerillo*, que en un principio son rosadas, pronto se tornan parduscas y luego se ennegrecen debido a la formación de las esporas en sus dos caras. Las esporas que caen en terreno húmedo germinan, produciendo nuevos filamentos que forman el micelio de un nuevo talo, nacimiento de un nuevo hongo. Por consiguiente, el ciclo biológico del hongo está representado por las esporas, el micelio o talo que con el *sombrerillo* esporífero constituye el esporóforo, productor de esporas. Esta reproducción es, por tanto, asexual.

La reproducción sexual se presenta en hongos inferiores, tales como el *moho del pan*: Si las condiciones del medio no son propicias a su desarrollo, no se producen las esporas, pero entonces dos de sus filamentos se acercan y se fusionan, como en la *espirogira*, forman un huevo



Figura No. 207
LENGUA O HIGADO DE BUEY

provisto de una envoltura resistente que se rompe cuando las condiciones del medio son favorables a su desarrollo, para formar una nueva planta.

c. Nutrición.

Como hemos visto, los hongos son plantas talofitas desprovistas de clorofila, por lo que no pueden fabricar su propio alimento, sino que deben tomarlo de otros seres vivos o muertos. Si dichos seres son vivos, sean animales o plantas, los hongos que viven de ellos se llaman *parásitos*; si se trata de materia orgánica en descomposición (animales o vegetales o sus residuos), los hongos son plantas *saprofitas*.

d. Importancia económica.

Entre los hongos hay varias especies de gran importancia para el hombre, bien sea por el aspecto alimenticio, en la extracción de antibióticos, o bien por el aspecto industrial. También hay especies perjudiciales a la especie humana por ser *parásitos* del hombre y de los animales,

así como de las plantas por éste cultivadas.

1. Son alimenticias las siguientes especies:

Agarico de los campos (*Agaricus campestris*), hongo de *sombrerito*, setas u hongos de *laminillas*, que se cultivan regularmente como productos alimenticios de relativa importancia; al recogerlos se debe separar la base del pie. Entre estos hongos hay especies venenosas, y el colector aficionado debe tener cuidado en no confundirlos.

Champiñón, *paraguas de sapo* o *flor de tierra* (*Pasalliota campestris*), que nace sobre materias descompuestas, maderas podridas, estiércol, y también en lugares húmedos de los jardines, o al pie del tronco de los árboles.

2. En la extracción de antibióticos sobresalen los hongos del género *Penicillium*, que comprende *mohos azules* del pan, queso, limones y muchas otras sustancias. Una de sus especies, *Penicillium*

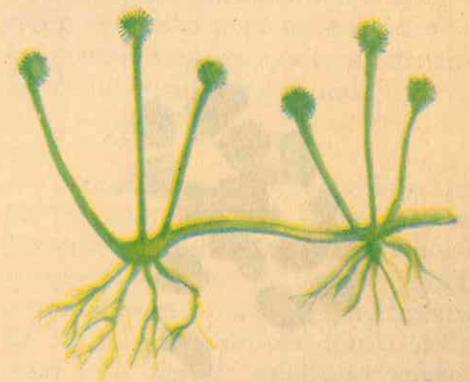


Figura No. 208
MOHO DEL PAN



notatum, es el productor de la penicilina, sustancia antibiótica, que mata o deja inactivos muchos tipos de organismos patógenos del hombre. La penicilina se utiliza en la curación de muchas enfermedades causadas por bacterias, especialmente *Streptococcus* y *Staphylococcus*; tiene gran valor para combatir las infecciones consiguientes a las heridas.

3. Industrialmente es de gran importancia el grupo de las levaduras, individuos unicelulares que se reproducen en abundancia por gemación o también por división directa o división celular. También ofrecen un ciclo de reproducción sexual; respiran anaeróbicamente produciendo gran cantidad de gas carbónico, lo que se utiliza para la fabricación del pan y en la obtención del alcohol.

Levadura del pan (*Saccharomyces cerevisiae*) o levadura de cerveza, utilizada en la fermentación del azúcar, cuyo subproducto es el alcohol. Por tanto, estas levaduras son los agentes principales en los procesos de fermentación median-



Figura No. 209
LEVADURA DEL PAN

te los cuales se producen la cerveza, el vino y otras bebidas alcohólicas.

Torulopsis, es una especie de levadura que puede sintetizar proteínas a partir de las mieles o desechos de destilería si se les proporciona amoníaco.

Ashbya gossypii, especie de levadura utilizada en la producción de una vitamina, la riboflavina.

4. Como hongos parásitos patógenos tenemos las siguientes especies:

Los hongos negros, tales como el nudo negro de la ciruela, el hongo destructivo de la corteza del castaño, la sarna del manzano, todos del género *Pyrenomicetes*. *Las cenicillas* o *Mildius* polvosos y el oídio de la vid. El género *Taphrina*, causa el arrugamiento de la hoja del durazno; el *Moho del pan* (*Mucor mucedo*) o moho blanco, invade el pan, las frutas, el engrudo, etc.

Los carbones del maíz, la avena y el trigo son parásitos que atacan especialmente los órganos florales. *La roya* del trigo y en general todas las royas que producen graves enfermedades en las plantaciones de árboles frutales y maderables.

El tizón de la papa, que invade las hojas, mata la parte aérea y pudre los tubérculos. *Los mohos acuáticos parásitos*, que atacan los peces y animales anfibios causándoles serias enfermedades. Y *los hongos productores de infecciones en la piel* del hombre, tales como la tiña y el pie de atleta.

Y por último, los Actinomicetos, organismos intermedios entre los verdaderos hongos y las bacterias, importantes como fuente de algunos antibióticos, tales como la cloromicetina, la estreptomina y la aureomicina, útiles para combatir infecciones de los Virus.

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

UNA ASOCIACION SIMBIOTICA

1. Finalidad: Morfología externa del liquen.

Material: Líquenes que encuentra sobre los troncos de árboles, piedras y tejados, lupa, microscopio.

Procedimiento: Observe la forma, consistencia y color de los ejemplares recolectados. ¿Viven fijos o disponen de órganos móviles? ¿Qué método de vida llevan? ¿Son parásitos o saprófitos? ¿De qué medio toman su alimento?

2. Finalidad: Estructura interna.

Material: Líquenes, lupa, navaja, microscopio.

Procedimiento: Practique cortes en el cuerpo de un liquen, observe al microscopio y anote: ¿A qué otros vegetales inferiores se parece la estructura interna del liquen? ¿Por qué? ¿Esos filamentos entretejidos a qué clase de plantas pertenecen? Deduzca entonces, qué planta talofita ya estudiada interviene en la constitución interna del liquen. ¿Cuál será la función de los micelios en relación con la vida del liquen?

Observe más detenidamente y anote: ¿Qué cuerpos encuentra usted enredados entre los filamentos del hongo? ¿Qué color tienen estas células? ¿A qué otras talofitas pertenecen? ¿Cuál será el oficio de estas algas en relación con la vida del liquen? ¿Cómo se denomina la unión de estos dos organismos vegetales que constituyen el liquen? ¿Qué ventaja deriva el uno del otro? ¿Son parásitos o saprófitos los hongos?

3. Reproducción.

La reproducción asexual se realiza por la producción y dispersión de los *soredios*, o pedacitos del micelio que llevan unas cuantas algas enredadas. El himenio produce esporas estériles. En algunas especies, como en las algas rojas, se ha demostrado la existencia de órganos sexuales.

4. Medios de vida y representantes.

3. LOS LIQUENES

a. Morfología externa:

Entre las talofitas, además de las algas y los hongos, encontramos los *líquenes*, plantas robustas y con forma de láminas recortadas o franjeadas, de distintos colores, o en forma de copos ramificados, que tapizan los troncos de los árboles, las piedras y peñascos, los tejados y otros sitios, flexibles en invierno, pero duros y quebradizos en verano; otros parecen costras o papeles arrugados sobre las piedras y tejados; a veces tienen forma de filamentos ramificados.

b. Estructura interna.

Al observar al microscopio la constitución interna de un liquen, se puede apreciar que están compuestos por filamentos o micelios de hongos, entre los cuales aparecen enredados ciertos grupos de células con clorofila como las de las algas que hemos estudiado antes. De todo ello se deduce que en un liquen se han asociado hongos y algas para constituir el organismo de una tercera planta que es el mismo liquen.

c. Nutrición.

En esta asociación el alga se encarga de descomponer el gas carbónico del aire mediante la clorofila para sintetizar el alimento necesario para ella y para el hongo; el hongo, en tanto, absorbe agua mediante filamentos gelatinosos y la retiene, protegiendo la planta contra la desecación total durante el verano. La ventaja para el hongo es evidente, pero el alga también se beneficia hasta cierto punto. Por esta razón se considera que el hongo es un parásito leve del alga, ya que si las dos plantas se separan, el alga puede subsistir, pero no el hongo. No es una verdadera simbiosis.

d. Reproducción.

La multiplicación asexual se efectúa mediante la formación de los *sorelios* y su dispersión. Los *sorelios* son pedacitos de micelio en los que van enredadas unas cuantas algas. Producen fructificaciones en forma de copa o son ramificados. No obstante, en algunas especies se ha demostrado la existencia de órganos sexuales, semejantes a los de las algas rojas.

e. Importancia.

Los líquenes se hallan ampliamente

distribuidos sobre casi toda la superficie terrestre del globo. En general son xerófitos y prosperan sobre rocas desnudas y lugares expuestos donde no puede existir ninguna otra clase de vegetación. Son como plantas colonizadoras y formadoras de suelo, puesto que van desmenuzando paulatinamente la parte superficial de las peñas y con los detritus del material y los de sus propios talos preparan las primeras capas de tierra vegetal sobre las cuales prosperan los musgos y luego otras plantas mejor organizadas.

Unas pocas especies son de valor económico para el hombre, como el *Musgo de los renos* (*Cladonia rangifera*), alimento especial de los renos. Otras especies son comestibles, utilizadas en China y Japón como una delicia. Otra produce el tornasol, indicador químico importante. Otros géneros son: *Barbas de palo* (*Usnea barbata*), que cuelgan de los árboles; *Sapitos* (*Cladonia Sanguinea*), que viven sobre tierra húmeda y tienen aspecto de columnitas rematadas por una depresión roja; el género *Lecidea*, que vive en tejados y piedras de tierra caliente; y el *Parmelia*, de los troncos y rocas.

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

LAS BACTERIAS

1. **Finalidad:** Preparación y estudio de las bacterias.

Material: Heno o paja secos, matraz, mechero de alcohol, embudo, papel filtro, vaso, microscopio, porta y cubreobjetos.

Procedimiento: Cocine durante algunos minutos un manojo de heno en agua

hirviente, filtre y coloque el filtrado en lugar bien abrigado. Después de unos tres días examine al microscopio una porción de la película que se ha formado sobre el líquido, o una gota de éste:

¿Aprecia usted cuerpecitos filamentosos? Son *bacilos* en forma de *bastoncitos*. ¿Qué color tienen? ¿O son incoloros?

Investigue: ¿Tienen o no una cubierta protectora? ¿Cómo se llama esta cubierta en una célula? ¿Estos bacilos permanecen quietos o presentan algunos movimientos? ¿Qué clase de órganos tienen para efectuar tales movimientos? ¿Tienen o no clorofila? Si no la tienen, ¿cómo viven? ¿Qué es un organismo *saprophyte*? ¿De qué manera diferente viven otras bacterias? Si son *parásitos*, ¿qué perjuicios pueden causar al huésped?

Cite varias bacterias *patógenas*. ¿Qué clase de enfermedades producen ciertas bacterias?

Investigue: Quienes fueron *Spallanzani*, *Pasteur*, *Koch* y *Federico Lleras Acosta*.

Elabore breves biografías de estos científicos.

4. LAS BACTERIAS.

Las bacterias son plantas tan pequeñas que hasta hace alrededor de un siglo no se sospechaba su existencia. Organismos unicelulares, parecen ser los seres vivos completos más simples, y por varios aspectos se asemejan a las algas azules-verdes.

El bacteriólogo, para poder diferenciar e identificar las especies, debe atender no sólo a la forma, sino apoyarse en diferencias específicas de reacciones colorantes, en el carácter de la materia nutritiva más favorable para el crecimiento, en las sustancias producidas o en el color y forma de las colonias.

1. Morfología general

Individualmente, las bacterias sólo son visibles a través del microscopio,

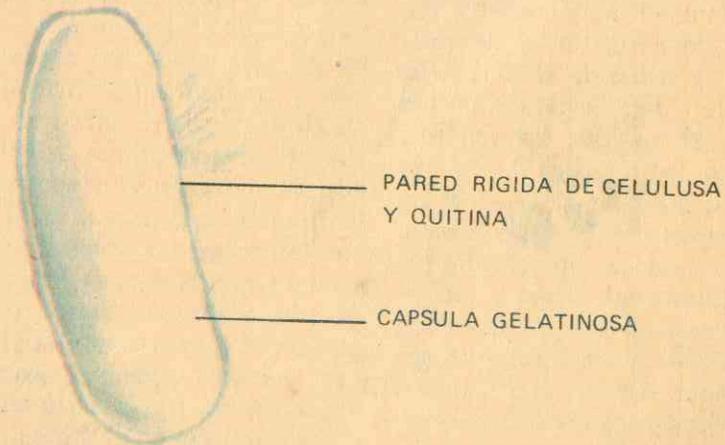


Fig. No. 210
ESTRUCTURA DE LAS BACTERIAS
Bacilo del colon visto con microscopio electrónico.

pues sus dimensiones se expresan en micras (una micra es igual a una milésima de milímetro), y su tamaño varía entre 0,5 y 50 micras de longitud. También difieren notablemente en la forma, ya que los bacteriólogos reconocen varios tipos, a saber: el *Coco*, que es esférico; el *Bacilo*, que es cilíndrico; y el *Espirilo*, enrollado como un tirabuzón (Fig. No. 211). Algunas bacterias se juntan en pares o en grupos de cuatro o más, formando placas o cadenas (Fig. No. 211). Las células bacteriales individuales o en grupos pueden aglomerarse en grandes masas formando *colonias*, que son apreciables a simple vista.

2. Estructura

La estructura de las bacterias es poco conocida, pues el tamaño diminuto

hace difícil su estudio. No obstante, el microscopio electrónico ha revelado ciertos detalles (Fig. No. 210): la pared celular es rígida, rara vez contiene celulosa, y parece tener en su lugar, al menos en parte, *quitina*, material que se encuentra en los insectos. Muchas especies tienen una cubierta exterior gelatinosa, a manera de *cápsula*. Gran número de especies de bacterias presentan cilios o *pelos*, que varían en longitud, número y posición, y que permiten gran movilidad a estos organismos. Se sabe hoy que las bacterias poseen una materia nuclear organizada; y aunque durante mucho tiempo se pensó que por ser demasiado simples carecían de genes, de reproducción sexual o de mostrar herencia mendeliana, los experimentos con el bacilo del colon (*Escherichia coli*) han evidenciado su acción genética.

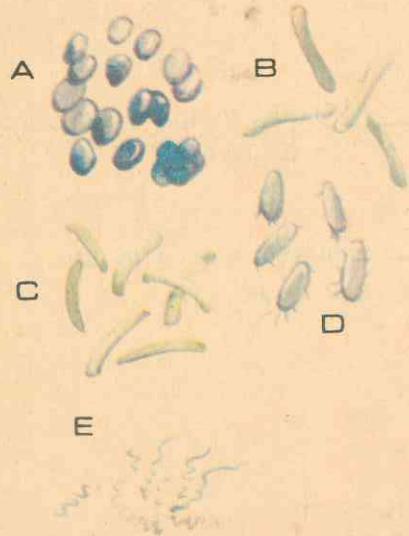


Fig. No. 211
TIPOS DE BACTERIAS

- a- Cocos.
- b- Bacilo diftérico.
- c- Bacilo de Koch.
- d- Bacilo tífico.
- e- Espirilos.

3. Nutrición

En cuanto a los medios de nutrición, las bacterias comprenden varios tipos:

a. *Bacterias saprofitas*, todas las que viven sobre la materia muerta vegetal o animal, de la cual se alimentan. Son las causantes de muchas fermentaciones, tales como la *putrefacción*, que tiene lugar en toda clase de sustancias orgánicas, dando como resultado final de sus actividades la desintegración completa de esta materia en bióxido de carbono, agua, nitrógeno y sales minerales, de los que originalmente estaba compuesta. Es éste un servicio que prestan las bacterias especialmente utilizadas en la depuración de las aguas fecales, en varios procesos industriales como el curado del tabaco, el enriado de las fibras del lino y varias fermentaciones.

Otras bacterias importantes en este grupo y para las plantas superiores son las *bacterias fijadoras del nitrógeno*, que se encuentran en los tubérculos de las raíces de las plantas leguminosas, y que son capaces de tomar el nitrógeno directamente del aire e incorporarlo en sus cuerpos; y las *bacterias nitrificantes*, que convierten el amoníaco (producto final de la descomposición de las proteínas) en sales nitrosas y éstas, a su vez, en sales nítricas, única forma en que el nitrógeno puede ser utilizado por la mayoría de las plantas verdes. También figuran aquí otras bacterias útiles al hombre en su nutrición, tales como las de la acidificación de la leche, utilizadas en la elaboración de productos lácteos como la leche agria y la mayoría de los tipos de queso. Además, la abundancia de vitaminas que se encuentran en la leche proviene de la actividad de las bacterias que viven en los estómagos de la vaca.

b. *Bacterias patógenas*, que son las bacterias que llevan vida parasitaria, es decir, que viven y se nutren a expensas de otros organismos. Cada especie de este tipo de nutrición causa una de las enfermedades bacteriales, tales como la difteria, la tuberculosis, la fiebre tifoidea, la neumonía y el cólera, entre los animales y el hombre, así como el tizón del peral, la marchitez del pepino y la pudrición roja de la col, entre las plantas. Estas enfermedades se contagian de un individuo a otro, ya que las bacterias causantes pueden transmitirse fácilmente a través del aire, el agua, el alimento o el contacto.

c. *Bacterias autótrofas*. Comprenden unas cuantas especies que viven enteramente sobre materias inorgánicas, aunque algunas, como las nitrificantes, viven en las plantas, y oxidan el amoníaco a nitritos y después a nitratos. Otras son las *bacterias del azufre y las del hierro*, que oxidan estos elementos o sus compuestos. La energía necesaria para su metabolismo la obtienen de estas oxidaciones de modo especial, y el carbono directamente del bióxido de carbono por el proceso de la quimiosíntesis. No obstante, la *bacteria púrpura* contiene un pigmento rojo que funciona produciendo compuestos de carbono, en presencia de la luz, a partir del bióxido de carbono. Por estas razones las bacterias autótrofas (que fabrican su propio alimento) sugieren cómo pueden haber sido algunos de los primeros organismos y cómo pudo existir la vida antes de la evolución del método de asegurar alimento y energía por fotosíntesis con clorofila.

4. Reproducción y propagación.

El método de reproducción de estas plantas es por división celular o *fisión*:

cuando la provisión de alimento y otras condiciones son favorables, las bacterias pueden dividirse hasta una vez cada 20 minutos. A esta velocidad una sola bacteria producirá 1.000 millones de individuos en 15 horas, una colonia con un volumen de un metro cúbico, que es visible inmediatamente si crece sobre la superficie de un medio de cultivo. Si continuase dividiéndose a esta velocidad, en un día y medio la masa de bacterias producidas llenaría mil camiones. Afortunadamente, tal crecimiento no se efectúa nunca, pues se requeriría para ello una provisión ilimitada de alimento. También son especial para el crecimiento bacteriano una provisión abundante de agua y una temperatura favorable. Las formas aerobias requieren oxígeno libre; las anaerobias sólo viven donde no existe oxígeno libre; las hay que pueden vivir en cualquier medio.

Cuando las condiciones son desfavorables, se produce una *espora*, que germinará cuando vuelven a ser favorables. Estas esporas, en gran variedad de especies, se hallan casi en todo lugar a nuestro alrededor esperando que el medio sea propicio para crecer rápidamente. Son muy resistentes a altas temperaturas y sobreviven a extremos de frío y sequedad.

Aun cuando la distinción entre células femeninas y masculinas no es apreciable, se ha observado al microscopio el apareamiento conyugal, y se sabe ahora que las bacterias se reproducen de manera semejante a las que se encuentran en otras plantas y animales.

5. Bacterias benéficas.

No todas las bacterias son perjudiciales. Las hay que prestan grandes beneficios al hombre, a los animales y a las plantas, tales como las que residen en los



Fig. No. 212

Raíz de leguminosa con bacterias fijadoras del nitrógeno en las nudosidades.

intestinos del hombre y de los animales que constituyen la flora intestinal, e intervienen activamente en el proceso de la digestión; las bacterias que combinan el nitrógeno gaseoso con otros elementos, produciendo nitratos útiles a los vegetales, como son las bacterias fijadoras del nitrógeno que viven en las raíces de las leguminosas; otras descomponen los tejidos muertos, permitiendo que sus elementos se incorporen a la tierra, al aire y al agua, donde son aprovechados por otros seres vivos, como sucede con las bacterias saprofitas que convierten la materia orgánica en humus que enriquece el suelo, y en gases, como el sulfhídrico, que otras bacterias fijan y convierten en sulfatos.

Como bacterias útiles industrialmente citaremos las utilizadas en la fabricación de la vitamina C y B2 (riboflavina): la especie *Clostridium* sembrada en maíz o en melaza produce la acetona; fermentaciones bacteriales intervienen en la fabricación de alcoholes, vinos, curtido de pieles, preparación de cerveza, vinagre, mantequilla y queso.

6. Bacterias Perjudiciales.

Lo son en general todas las que echan a perder los alimentos y causan gran cantidad de enfermedades en el hombre, en los animales y en los vegetales: las que producen el botulismo o envenenamiento en las conservas mal preparadas o el envenenamiento por salmonelas que se desarrollan en las carnes. Otras producen enfermedades, como la *Difteria*, causada por el *bacilo diftérico*, que existe en las placas blancas que se forman en la garganta o tráquea, y produce un veneno llamado toxina diftérica que pasa a la sangre y puede provocar la parálisis de los músculos de los movimientos respiratorios, por lo que es a menudo una enfermedad mortal. Se produce por contagio directo o indirecto. Se evita su propagación aislando al enfermo, desinfectando la habitación del enfermo, la ropa de cama y los objetos personales, después de la enfermedad, con vapores de formol y vacunando a los niños antes de su ingreso en la escuela. *La Tifoidea*, enfermedad contagiosa siempre grave, producida por el *bacilo tífico*, que se encuentra a veces en las aguas y en el suelo: destruye la pared intestinal y provoca hemorragias. Se propaga directa o indirectamente. Se evita aislando al enfermo, desinfectando todo lo que proviene de él (hirviendo ropas y utensilios en agua con un antiséptico echando un desinfectante (lavandina) en los recipientes usados por el enfermo (inodoro, etc.) y observando ciertas reglas de higiene, pues se dice que la "tifoidea es la enfermedad de las manos sucias"; consumiendo leche hervida; absteniéndose de comer ostras sin la seguridad de que están sanas; destruyendo las moscas; purificando el agua; no comiendo verduras contaminadas y mondando las frutas antes de comerlas; vacunándose antes de que se presente epidemia.

La Tuberculosis: Enfermedad que puede atacar los pulmones, los riñones, el intestino, las meninges, la columna vertebral, los huesos y las articulaciones. Es causada por el *bacilo de Koch*. Se contagia como las anteriores, directa e indirectamente. Se evita descubriendo la enfermedad a tiempo, examinando las expectoraciones al microscopio, sacando una radiografía y observando las reglas de higiene. La predisposición a la tuberculosis se combate evitando la vida en malas condiciones higiénicas, la fatiga, el alcoholismo, aumentando nuestra resistencia con una frecuente vida al aire libre y con una buena alimentación y vacunando a todo niño que presente *cuti-reacción negativa*.

Otras enfermedades importantes producidas por bacterias son: el *ántrax*, la *neumonía*, la *lepra*, la *desinteria* bacilar, la *tosferina*, la *rabia*, etc.

En general, la lucha contra las invasiones bacterianas tiene como fundamento aumentar las defensas del individuo y evitar la contaminación del ambiente. La higiene, la alimentación sana y la ayuda de antisépticos en determinados casos son de gran utilidad. La costumbre de hervir los alimentos dudosos puede eliminar muchas, y la congelación o desecamiento determinará que cese su multiplicación. Las bacterias del aire pueden exterminarse con la luz solar abundante o con los rayos ultravioleta.

7. BIOGRAFÍAS

LAZARO SPALLANZANI
1729-1799

Naturalista y fisiólogo italiano. Estudió en la Universidad de Bolonia y a los 26 años fue nombrado profesor. Muy

competente en botánica, zoología, geología, física y química, fue profesor de la Universidad de Pavía. Gran observador de los fenómenos científicos y uno de los mejores investigadores del siglo XVIII, el primero en emitir conceptos exactos sobre la respiración, la circulación, la digestión en los animales, y sobre la generación en las plantas. En diversas obras expuso el resultado de sus importantes investigaciones científicas.

LUIS PASTEUR
1822-1895

Químico y bacteriólogo francés. Descubrió y comprobó que las enfermedades infecciosas son causadas por los gérmenes, con lo cual inició el gran progreso de la ciencia médica contra las enfermedades. Estudió con grandes sacrificios de su padre en Arbois de donde pasó a la escuela Normal de París y a la Sorbona, donde estudió química. Se doctoró en 1847. Fue profesor de Física y Química, y en 1857 director de estudios de la Escuela Normal. En esta época empezó a dedicarse a los procesos de la fermentación descubriendo los gérmenes que la provocaban en la leche y en el ácido butírico y sacó de sus experimentos ideas valiosas para la salud y el bienestar de la humanidad. Estos descubrimientos fueron importantes para las industrias de la cerveza, los vinos y los licores.

Más tarde se dedicó a los estudios sobre la descomposición y descubrió la existencia de millones de nuevos seres microscópicos. A él acudieron los campesinos del sur de Francia para que investigara sobre las causas de la ruina de los gusanos de seda, y así descubrió que los animales enfermos eran atacados por parásitos microscópicos que también ataca-

ban a las mariposas y sus huevos. Les dio las instrucciones precisas para combatirlos, salvando así la industria de la seda. Al demostrar que los gérmenes eran la causa de las enfermedades, abrió el camino a la asepsia y la antisepsia que, en forma radical, contribuyeron al progreso de la cirugía.

Se dedicó al estudio de las enfermedades y encontró las bacterias (microbios) del carbunco que atacaba a las ovejas y las vacas, y del cólera que dieztaba las gallinas, y creó la teoría de la inmunidad a las enfermedades mediante la vacunación preventiva, pasando luego a la práctica para comprobar que los animales así tratados resistían perfectamente a las enfermedades contra las que se vacunaban. Llegó así a la conclusión de que las bacterias podían producir las mismas enfermedades en el hombre, y estudió los males infecciosos y la manera de curarlos. En 1885 pudo curar la hidrofobia en un muchacho mordido por un perro con rabia. Y cuando comprobó que su tratamiento era un éxito, surgió el *Instituto Pasteur*, fundado en 1886 como muestra de gratitud hacia el sabio, quien continuó su labor hasta el fin de sus días, creando con ello una escuela de discípulos ilustres.

ROBERTO KOCH
1843-1910

Médico alemán, famoso por sus descubrimientos en bacteriología. Estudió Medicina en Gotingen, en 1876 aisló el bacilo del ántrax y en 1882 descubrió el bacilo de la tuberculosis. En 1885 fue nombrado profesor de la Universidad de Berlín, y cinco años después publicó el hallazgo de un extracto del bacilo de la tuberculosis, llamándole tuberculina, que, aunque no es un medio para curar la

tuberculosis, tiene gran valor como elemento de diagnóstico. Koch identificó el germen del cólera asiático y estudió las infecciones de la sangre entre los enfermos de encefalitis letárgica en Africa, logrando importantes descubrimientos. En 1905 le fue otorgado el Premio Nóbel de Medicina.

FEDERICO LLERAS ACOSTA
1877-1938

Médico colombiano, nació en Bogotá el 28 de abril de 1877. Hizo sus estudios en el Colegio de San Bartolomé y en la Universidad Nacional de Colombia, donde se graduó en julio de 1899. Desde esa época dedicó su inteligencia al estudio de la bacteriología, ciencia en la cual hizo observaciones y descubrimientos que lo acreditan como un verdadero sabio. Con temas científicos colaboró en la Revista de Medicina, en la Revista del

Colegio del Rosario, en Cromos, El tiempo, El Espectador y en varias publicaciones del exterior. Perteneció a la Academia Nacional de Medicina y a la Academia de Ciencias exactas; recibió además los siguientes honores: Cruz de Boyacá, Cruz de la Legión de Honor, Oficial de Instrucción Pública de Francia, Doctor Honoris Causa de las Universidades de Antioquia y Costa Rica. Fue profesor de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, Rector de la Escuela de Veterinaria y Director del Laboratorio de la Lepra. Ha sido catalogado como uno de los más eminentes hombres de ciencia en Colombia, y uno de los primeros ciudadanos por sus excelencias cívicas, sociales y personales. Padre del ilustre ex-presidente doctor Carlos Lleras Restrepo, su vida y su obra merecen ser puestos como ejemplo de inteligencia, de abnegación y patriotismo.

EVALUACION

I. DE COMPOSICION

Analice con cuidado las preguntas que siguen y contéstelas explicando su significado:

1. Reproducción alternante de los helechos.
2. Conformación externa de un musgo.
3. Morfología general de las bacterias.

II. DE SELECCION

Lea atentamente las siguientes cuestiones y subraye la o las respuestas verdaderas:

1. Las esporas en un helecho se encuentran: a) en las hojas estériles; b) en las hojas tiernas de la planta; c) en el gametofito femenino; d) en los esporangios de cada soro.
2. En el empuje de las fuentes o paraguaitas los espermas para la reproducción sexual se forman: a) en los anteridios; b) en las copas de propágulos; c) en los arquegonios.
3. En la estructura interna de los líquenes encontramos dos plantas: alga y hongo, que viven: a) como parásitos; b) como dos organismos simbióticos; c) como organismos saprofíticos.

III. DE COMPLETACION

Lea con atención las frases que siguen y complételas según sus conocimientos:

1. Una de las especies de los Mohos azules es el *Penicillium notatum*, importante porque
2. El bacteriólogo, para poder diferenciar e identificar las especies de bacterias, debe tener en cuenta:
3. Bacterias patógenas son aquellas:

IV. DE ASOCIACION

Analice las siguientes palabras e indique su significado:

1. Esporofito (en el helecho)
2. Micología.
3. Liquen.

V. FALSO O VERDADERO

Estudie atentamente las preguntas siguientes y escriba una (V) verdadero o una (F) falso, frente a cada frase, según sus conocimientos:

1. En un hongo de paragiuitas el micelio o pie está formado: a) por las laminillas; b) por las hifas; c) por las esporas.
2. Entre las bacterias, los cocos tienen forma: a) de tirabuzón; b) cilíndrica; c) esférica.
3. Las bacterias fijadoras del nitrógeno son: a) útiles a la agricultura; b) patógenas; c) perjudiciales a la agricultura.

VI. DE RAZONAMIENTO

Analice cuidadosamente las frases siguientes y contéstelas según sus conocimientos:

1. Muchas algas son útiles al hombre porque:
2. El cuerpo vegetativo de un musgo es un gametofito hojoso porque:
3. En el helecho y en otras criptógamas inferiores se dice que hay reproducción alternante porque

VII. DE CUADROS SINOPTICOS

Lea atentamente los temas siguientes y haga los cuadros sinópticos correspondientes:

1. De la conformación externa de un hongo de sombrerito.
2. De la división de las plantas inferiores estudiadas en esta unidad.
3. Del ciclo biológico del helecho.

UNIDAD

OCTAVA

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

XXI. PROPAGACION Y ADAPTACION AL MEDIO

A. ORIGEN DE LA MATERIA VIVA

En la introducción de este trabajo llegamos a la conclusión de que en el universo conocido sólo la superficie terrestre ofrece un medio ambiente apropiado para la aparición, desarrollo y conservación de la vida y de los seres que de ella disfrutan, porque sólo en ella se encuentran los materiales propios para la constitución de los seres organizados. Pero fue realmente en la superficie de nuestro planeta cubierta por los océanos y mares primitivos donde nació la vida, según parece, de una gran molécula inerte de albúmina que, durante millones de años fue adquiriendo las propiedades más características de diferenciación hasta dar lugar a los organismos primitivos, y finalmente, a los vegetales y animales más sencillos.

Por esta razón las aguas oceánicas y marinas son consideradas como "La Cuna de la Vida". Hay muchos sabios que

consideran que ningún ser viviente ha podido liberarse por completo de una cierta dependencia del medio marítimo de origen, pues el cuerpo humano sigue siendo un compuesto de agua y sales minerales en disolución, que son las características de las grandes masas líquidas terrestres.

1. LOS VEGETALES PRIMEROS SERES VIVOS

Parece evidente que la vida no solamente comenzó en el mar y continuó allí por mil o más millones de años, sino que los seres vivientes desarrollaron medios por los cuales pudieron continuar vivos. Para ello fue necesario y primordial una *f fuente de alimentos*, es decir, sustancias de las cuales pudieran obtener el material de construcción de sus organismos y sacar la energía para mover el mecanismo orgánico. Y la fuente más eficiente, la más notable y la de mayor éxito, es la *Fotosíntesis*. Por este medio, en el laboratorio primitivo del mar las primeras

algas desarrollaron el proceso clave para la fabricación de alimentos, destinado a proporcionar la mayor parte de la energía para todas las formas subsiguientes de la vida, tanto en las plantas como en los animales.

Por otra parte, el desarrollo del proceso de fotosíntesis tuvo también sus efectos de importancia en la atmósfera, que en un principio contenía poco oxígeno, pues sabemos que el oxígeno gaseoso se produce como subproducto de la fotosíntesis. Por tanto, los jardines oceánicos primitivos de algas fueron los primeros productores de oxígeno en grandes volúmenes, y los responsables de la transformación de la envoltura primitiva de los gases de la tierra en una atmósfera capaz de sostener la vida.

Los fósiles encontrados indican que los vegetales fueron los primeros seres vivos que se aventuraron a salir de los mares cálidos primitivos de estuarios y litorales húmedos, para establecerse en tierra firme.

2. EL MEDIO AMBIENTE Y LA VIDA VEGETAL

Es fácil comprender que todos los seres vivos tienen una manera propia de vivir que depende, no sólo de su estructura y de su fisiología, sino también del tipo de ambiente en que se hallan. Como es fácil de entender, el agua del mar es el ambiente de los organismos marinos, pero también es una consecuencia de las actividades de estos organismos. Y los mares como la atmósfera hubieran tenido indudablemente una composición diferente si no hubiera existido la vida.

La superficie toda de la tierra, a excepción de los lugares demasiado fríos o

demasiado secos, está cubierta de una vegetación variada en cualquier región y muy diferente en distintas regiones. Esta diversidad de las poblaciones vegetales tiene dos causas principales: las diferencias en los factores ecológicos de las regiones donde crecen, y las diferencias en la evolución de las mismas poblaciones.

a. Factores ecológicos

Entre los muchos factores del medio ecológico que determinan la composición de las poblaciones vegetales, tenemos el agua, que domina todos los aspectos del ambiente terrestre y origina diferencias entre una vegetación rica y exuberante y una escasa y dispersa. Pocas especies pueden vivir donde la lluvia es escasa; y en muchos lugares donde antes existían unas cuantas plantas, todo lo que ha sido necesario para estimular un crecimiento abundante es la adición de agua mediante la irrigación o de cualquier otra manera. El agua marina y la de la atmósfera forman cojines protectores y moderadores de la temperatura; y son de los líquidos que se calientan y enfrían más lentamente, por lo que pueden almacenar grandes cantidades de energía térmica, almacenamiento que afecta el clima de cuatro maneras:

1o. Permitiendo que los vientos fríos o calientes que soplan del mar moderen el clima de tierra firme y disminuyan la variación de la temperatura diaria o estacional;

2o. Formando corrientes oceánicas que afectan las condiciones climáticas del mismo mar, del aire y de tierra firme;

3o. La evaporación del agua al calentarse produce humedad y nubes. La lluvia o la nieve que siguen forman ríos que devuelven el agua al océano.

4o. Por último, durante largos períodos de tiempo las condiciones climáticas medias dependen de la cantidad relativa de agua contenida en el hielo polar. Y una ligera variación del nivel general de temperaturas basta para producir un gran avance o retroceso del hielo polar.

Otro factor ecológico de importancia es la temperatura, cuya influencia se aprecia sobre todo cuando consideramos la acción del agua. El establecimiento de las grandes zonas climáticas se ha basado, principalmente, en sus distancias del ecuador, y por tanto, en la cantidad de calor que reciben del sol. Tales zonas presentan mucha semejanza con zonas características de vida vegetal. Así, la vegetación exuberante y de rápido crecimiento de los trópicos en comparación con otras regiones se debe, en especial a las altas temperaturas que en ellas existen.

El sol suministra también la luz que requieren todas las plantas verdes, y su intensidad y duración constituyen factores importantes: hay plantas que no pueden tolerar una iluminación brillante y otras la sombra. El período de iluminación, muy largo en el polo y mucho más corto en los trópicos, tiene efectos notables en el carácter de las plantas que crecen en estas regiones.

El carácter químico y biológico del suelo puede determinar la distribución de las plantas: algunas necesitan cal y otras suelo ácido; unas crecen solamente donde hay abundante materia orgánica o donde existen bacterias u hongos particulares.

Todos estos factores ecológicos inorgánicos complementan su acción con otros que podemos llamar factores orgánicos: las enredaderas trepan sobre los

árboles, las epífitas se sujetan a las ramas elevadas, las parásitas requieren plantas huéspedes para vivir, muchas especies dependen de los insectos para su polinización, y todas son afectadas en una u otra forma por sus vecinas. Por esto durante la evolución son muchos los factores ecológicos que han ejercido su influencia en el carácter y distribución de las plantas. Teniendo en cuenta todos estos factores, la población vegetal puede dividirse en varios tipos fundamentales, a saber:

a. *Tundra*, como la tundra ártica, región de baja temperatura, subsuelo congelado, vientos desecadores y con una estación corta de crecimiento y días largos. Comprende hierbas perennes, arbustos postrados, unos cuantos árboles enanos; en algunas regiones predominan los musgos y los líquenes; en otras hay praderas con flores atractivas.

Bosque conífero, situada al sur de la vegetación ártica, formado por coníferas tales como el alerce, el abeto, el pino y algunos álamos y abedules.

Bosque deciduo, más al sur de la anterior, donde la precipitación pluvial o lluvias, la altura y otras condiciones originaron mucha diversidad en la vegetación, que en América comprende árboles como el olmo, el arce, el haya, el roble, el pinabete, la secuoya, el abeto, el alerce y el pino. También hay regiones con praderas con partes semidesérticas o estepas.

Zona cálida—templada, al sur de la anterior, cuya vegetación puede ser exuberante y comprende el roble siempre verde, el laurel, el ciprés, los pinos y los cañaverales; o semiárido con acacias, yuca, cactus y hierbas que florecen en la corta estación lluviosa.

Zonas tropicales, situadas entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, cuya temperatura es alta y bajas altitudes. Donde la lluvia es abundante la vegetación es densa y exuberante, y en regiones tales como la cuenca del Amazonas están cubiertas por bosques tropicales de árboles altos, que forman una cubierta densa sobre el piso húmedo y oscuro de la selva; en ella se encuentran trepadoras leñosas y plantas epífitas; la mayoría de los árboles son siempre verdes, con raras plantas herbáceas. La flora es rica en especies y muy mezcladas entre sí. En otras regiones de estas zonas se encuentran pastizales y matorrales boscosos con abundante agua; otras son semiáridas y cubiertas de monte bajo y espinoso; las hay también donde dominan las condiciones de sequía con vida vegetal muy reducida, como son los desiertos.

Zona templada del sur, con pocas masas de tierra y pequeñas áreas de bosques. En ella encontramos las pampas o planicies zacatosas, o bien pastizales; donde hay abundantes lluvias se encuentran bosques siempre verdes.

b. Poblaciones y evolución

Pero los estudios de la evolución de las plantas han dicho bastante acerca de la distribución de los vegetales, pues las clases precisas de plantas que viven en una región dependen de la historia de su flora. Se presume que cada especie, género y familia tuvo su origen en un lugar determinado de la tierra, de donde emigró, y que el área que actualmente ocupa ha tenido mucho que ver con la rapidez de su dispersión, con las barreras terrestres o marinas y con la cantidad de extirpación que hayan sufrido por cambios climáticos, geológicos y otros más.

Así, por ejemplo, encontramos que

la población vegetal de Sudamérica es muy diferente de la de Africa, aun en regiones de suelo y clima semejantes. Hay plantas que sólo se encuentran en el Hemisferio Oriental o en el Occidental. Algunos grupos de plantas son cosmopolitas. Otros están limitados a un continente. Y otros están definitivamente localizados en una región más pequeña. Son endémicos. También el hombre ha provocado cambios profundos en el carácter y distribución de la vegetación mediante la agricultura de millones de hectáreas que antes fueron bosques, la explotación de la madera que ha alterado el carácter de la mayoría de nuestros bosques, la facilidad del tráfico entre los continentes. En sus migraciones el hombre ha llevado consigo sus plantas domésticas haciendo posible que se hibriden con otras, con lo cual no sólo ha cambiado la distribución sino también el carácter de las plantas, pues la mayoría de ellas ha cambiado tanto que es difícil decir ahora cuál o cuáles fueron sus verdaderos antepasados silvestres.

3. LOS MEDIOS DE VIDA Y LA FLORA

Hemos aprendido que las plantas verdes encuentran en cualquier parte de la superficie terrestre, agua y suelo, todos los materiales indispensables para producir sus alimentos como organismos autótrofos, y que, como tales, no requieren moverse ni órganos para hacerlo. Además, hacen habitable la tierra, puesto que suministran al hombre, a los animales y demás seres heterótrofos, alimento, cobija y vestido.

a. La Flora acuática

La mayor profundidad del mar es de casi 11.000 metros; la luz solar alcanza a

penetrar solamente unos 50 metros y, como las plantas verdes (autótrofas) necesitan dicha luz como fuente de energía para la fotosíntesis, es lógico deducir que la flora marina con clorofila sólo se encuentra en las capas superficiales de las aguas marinas. Realmente la flora de los mares está formada principalmente por algas unicelulares verdes, entre las cuales se encuentran otros organismos diferentes, tales como las algas diatomeas de caparazón silíceo, los dinoflagelados y los euglenoides que disponen de flagelos y de locomoción, y que junto con las algas azules y verdes y con los animales microscópicos, huevos y larvas de organismos mayores, forman lo que se ha llamado el PLANCTON, el alimento básico de todos los animales acuáticos y también de los terrestres que se nutren de aquellos.

En este medio las algas flotantes encuentran un medio ambiente muy favorable: como se reproducen abundante y rápidamente por mitosis, se compensa con ello en gran manera su destrucción por los animales; los cambios climáticos no las afectan en forma notable, no obstante que en las aguas tropicales de superficie caliente y con poco contenido de sales no existen algas microscópicas; en cambio en las zonas árticas y subárticas, antárticas y subantárticas se encuentran las mayores poblaciones permanentes de estas plantas verdes, como también las enormes poblaciones de los más grandes animales acuáticos. Por todo ello su organismo es sencillo y sus mecanismos metabólicos simples. A menudo se encuentran extensas poblaciones de algas flotantes de gran tamaño, para lo cual tienen vejigas aéreas, como es el caso del mar de los Sargazos del Atlántico medio.

Cerca de la costa, y en las aguas

poco profundas del interior, proliferan tanto las algas unicelulares como las pluricelulares: las algas verdes coloniales son comunes tanto en aguas dulces como a lo largo de las costas marinas, como la espirogira, el volvox y la lechuga de mar o ulva.

En aguas saladas abundan también las algas pardas y rojas, muy ramificadas o con especies de hojas, que contienen otros pigmentos además de la clorofila; la mayor parte están fijadas en la roca o en el suelo fangoso.

Pero además de las algas, en las aguas dulces encontramos algunas plantas superiores por lo general fanerógamas que, siendo típicamente terrestres, durante la evolución se han adaptado al medio acuático, como el lirio de agua, por ejemplo.

Cuando las condiciones del medio acuático son adversas es muy posible que en este tipo de flora se efectúe la reproducción sexual: pueden conjugarse y formar quistes como la espirogira; o producir espermatozoides nadadores, como el fuco, que pueden fecundar los huevos contenidos en los órganos femeninos; los huevos fertilizados pueden enquistarse y resistir así las épocas desfavorables a su desarrollo. Muchas algas coloniales producen esporas para la reproducción asexual, que de ordinario son móviles que favorecen su dispersión; las esporas pueden desarrollarse directamente para producir plantas adultas. En cambio, las espermatofitas acuáticas tienen otros mecanismos reproductores más avanzados, como sus parientes terrestres.

En resumen, podemos decir que la flora acuática está formada por las algas, los organismos menos exigentes para sobrevivir, por tener cuerpo tan pequeño o

ligero que puede flotar y disponer de un mecanismo suficiente para su reproducción.

b. La Flora terrestre.

La vida de tierra firme plantea problemas más difíciles que los de la vida acuática; es por ello por lo que la vegetación terrestre es también diferente, puesto que sus miembros han tenido que resolver tales problemas mediante múltiples adaptaciones tanto funcionales como estructurales, de donde se deduce la gran variedad de sus especies.

10. Tipos de organización: La superficie terrestre no cubierta por las aguas ofrece a las plantas que la habitan dos fases a las cuales han tenido que adaptarse: del suelo obtienen parte de las materias primas; las restantes y la energía y la luz solares les viene del aire. Esto determina, es claro, que una parte de la planta debe estar dentro del suelo, la otra emerger en el aire, y una tercera servir de comunicación entre las dos primeras. Por otra parte, un organismo en tales condiciones debe estar organizado verticalmente. En otras palabras, el medio terrestre exige que sus plantas, al menos en su gran mayoría, estén conformadas por *raíz, hojas y tallo*, con simetría radial alrededor del eje vertical, con tallo cilíndrico, hojas y raíces dispuestas más o menos horizontalmente.

Para una mayor absorción, la raíz ofrece mayor superficie cuando es ramificada, y lo son la mayoría; y el follaje ofrece suficiente área de iluminación por estar formado por órganos planos, delgados o aciculares, que permiten que el mayor número de hojas reciban la mayor cantidad de luz solar durante un período de tiempo lo más largo posible, por ser numerosas y estar dispuestas en ángulos

muy diferentes, muy espaciadas para no cubrirse entre sí. Por otra parte, en muchas plantas, las hojas giran hacia el sol cuando el calor no es demasiado intenso, o se esconden de él si es demasiado fuerte. Otra adaptación es la facultad de las plantas de crecer hacia la luz.

La gravedad afecta a estos organismos terrestres con dirección vertical. Pero las plantas de este tipo han desarrollado mecanismos para resistirla, tales como los hidratos de carbono y el agua, principales componentes de todos los tejidos vegetales, contenidos dentro del protoplasma y en las vacuolas celulares que dan fluidez al citoplasma que, a su vez, proporciona un alto grado de *suculencia* a los tejidos en general; las membranas celulares por su consistencia mantienen el agua interior a cierta presión, lo que proporciona la *turgencia*. Por ello los tejidos son rígidos y flexibles al mismo tiempo, y los órganos vegetales como las hojas mantienen su forma y están preservados contra las rupturas por el viento y la presión del agua.

La resistencia a la gravedad está acentuada en algunos tejidos, pues contienen paredes celulares gruesas de celulosa, reforzada generalmente por lignina o por sílice.

Otros detalles estructurales que permiten la posición vertical de las plantas pueden ser: un sistema radical bien ramificado para un buen sostén; tallos huecos de muchas plantas que pueden ser tan resistentes como si fueran macizos, pero que requieren menos materiales nutritivos; la misma madera formada por tubos huecos y vacíos; y la forma cónica de los árboles, que permite que el mayor peso descansa en la base más potente. Según esto, el tejido de la madera es el más

eficiente en este aspecto, y por ello las plantas leñosas son hoy los organismos mayores del universo conocido.

En resumen, dos son los factores principales para que una planta terrestre (autótrofa) pueda sobrevivir: una arquitectura que le permita nutrición eficaz y le de un sostén adecuado; y la protección contra el viento.

20. Adaptación al clima

En relación con el clima, el problema de la flora terrestre consiste en conservar el agua interna, ya que no hay protección contra el calor seco o contra el frío helado. Para ello deben reducir la evaporación a un mínimo a través de las hojas y demás tejidos blandos. Es así como las hojas tienen cutículas cerosas que permiten iluminación y disminuyen la evaporación, pero impiden la absorción de oxígeno y gas carbónico. Pero para que estos gases, fundamentales para la vida del vegetal verde, tengan acceso, las mismas hojas han desarrollado en su superficie inferior principalmente los *estomas*. Por otra parte, la cutícula cerosa permite que la lluvia y el rocío resbalen hacia el suelo que rodea la planta, para ser absorbidos por las raíces. Y éstas no sólo absorben agua para la planta sino que conservan el suelo en su sitio, contribuyendo así a mantener también un buen suministro de agua.

En el desierto puede ser muy intensa la evaporación; pero en este caso las plantas la disminuyen desarrollando partes expuestas más pequeñas. Y cuando la región es persistentemente seca, las plantas tienen menos hojas, o éstas son estrechas y gruesas, y los tallos pueden ser subterráneos o de escaso tamaño; aún más, las hojas pueden quedar reducidas a

espinas, y entonces los tallos fabrican alimento, como ocurre con los cactus.

En relación con las bajas temperaturas que producen efectos mortales y una reducción en el metabolismo, al menos, las plantas terrestres han tenido grandes adaptaciones, según las cuales podemos distinguir tres grupos fundamentales: plantas perennes, bienales y anuales. Entre las perennes están todas las leñosas, como los helechos, los árboles y los arbustos, y algunas hierbas de tallo blando. En ellas las hojas caen, pero el resto de la planta sigue viviendo y durante el verano han acumulado reservas en el tallo o en la raíz situados bajo el suelo o en su superficie; además disponen de cierto mecanismo que impide la congelación del protoplasma celular; y pequeñas yemas desarrolladas durante el verano, brotan en primavera y forman nuevo follaje.

En las plantas bienales o bianuales, como la zanahoria, hojas y tallos mueren en un primer invierno, pero han almacenado reservas en sus raíces voluminosas; éstas sobreviven y desarrollan una nueva planta en la primavera siguiente; en el segundo año florecen, forman flores y semillas; cuando se acerca el segundo invierno muere toda la planta y sólo sobreviven las semillas, que inician más tarde un nuevo ciclo.

Las plantas anuales, como el trigo y el maíz, florecen y producen semillas cada año. En otoño muere toda la planta y sus semillas producen nueva generación en la primavera siguiente.

En resumen: las plantas terrestres pueden resolver el problema del frío con todo el cuerpo o una parte de él resistente al frío, o pueden depender de un grupo de células resistentes que constituyen las semillas, que contienen solamente un

5% de agua y son más resistentes que cualquier árbol por grande que sea.

3o. La forma de reproducción.

Las plantas terrestres se reproducen sexualmente, para lo cual producen esporas masculinas y esporas femeninas; algunas plantas como los helechos y los musgos necesitan del agua para la fecundación. Pero las espermatofitas han desarrollado un método "seco", mediante la polinización directa o cruzada, para que el espermatozoide o espora masculina seca llegue hasta las cápsulas de las esporas femeninas y fecunde el huevo en forma directa en un ambiente de protoplasma naturalmente húmedo.

La diseminación de las semillas y la consiguiente distribución de las especies son posibles en estas plantas por la acción del agua, el viento, los insectos y demás animales en general, incluyendo al hombre, pues sus semillas disponen de especies de alas, pelos, ganchos, etc. que la facilitan. Pueden ser tan livianas que el viento las lleva a través de los mares o

pueden estar recubiertas por frutos carnosos que, por su buen sabor, los animales migratorios se encargan de distribuir.

4o. Mecanismo regulador.

El organismo animal necesita un sistema nervioso para regular todos sus mecanismos; en las plantas se hace por un sistema de transporte que transmite mensajes químicos y por sustancias llamadas *auxinas* que, como las hormonas animales, regulan gran parte del metabolismo vegetal, incluso el crecimiento en busca de la luz.

Por otra parte, si se las corta o rompe, sus fragmentos demuestran un poder de regeneración asombroso; los insectos y los incendios pueden devorar o carbonizar gran número de plantas, pero en poco tiempo se recuperan merced a su prodigiosa capacidad reproductora; sólo las temperaturas glaciares y la carencia absoluta de agua permanente pueden detener la floración de estas plantas.

EVALUACION

I. DE COMPOSICION

Analice con cuidado las preguntas siguientes y contéstelas explicando su significado:

1. ¿Por qué razón se dice que la "cuna de la vida" estuvo en las aguas oceánicas y marinas?
2. El agua es el principal entre los factores ecológicos que determinan la composición de las poblaciones vegetales, ¿por qué razones?
3. ¿Cuáles son los mecanismos de adaptación de la flora terrestre en relación con el clima?

II. DE SELECCION

Lea atentamente las siguientes preguntas y subraye la o las respuestas verdaderas:

1. Las primeras plantas tuvieron su origen en: a) la superficie seca de la tierra; b) en las aguas de los lagos, lagunas y lugares húmedos de la tierra; c) en las aguas oceánicas y marinas de la superficie de la tierra.
2. La fuente de mayor éxito y la más notable para la obtención de alimentos desarrollada por los seres vivos es: a) el parasitismo; b) la fotosíntesis; c) la simbiosis; d) el comensalismo.
3. La diversidad de las poblaciones vegetales tiene dos causas principales: a) las diferencias en los factores ecológicos de las regiones donde crecen, y las diferencias en la evolución de las mismas poblaciones; b) la diferente clase de diseminación de las semillas y la humedad; c) la composición de las aguas marinas y la composición de la atmósfera.

III. DE COMPLETACION

Estudie cuidadosamente las siguientes frases y complételas según sus conocimientos:

1. Sólo la superficie terrestre ofrece un ambiente adecuado para la aparición, desarrollo y conservación de la vida porque:
2. El almacenamiento de energía térmica por el agua afecta al clima de cuatro maneras:
3. La población vegetal puede dividirse en varios tipos fundamentales, a saber:

IV. DE ASOCIACION

Lea atentamente las palabras que siguen e indique su significado:

1. Tundra.
2. Flora.
3. Turgencia.

V. VERDADERO O FALSO

Analice atentamente las siguientes cuestiones y escriba una (V) verdadero, o una (F) falso, al frente de cada frase, según sus conocimientos:

1. Se llama "padre de la botánica": a) Carlos Linneo; b) José Celestino Mutis; c) Francisco José de Caldas; d) Enrique Pérez Arbeláez.
2. Factores ecológicos que determinan la composición de las poblaciones vegetales son: a) el sol, la luna y las estrellas; b) la reproducción alternante, la fecundación y la dispersión de las semillas; c) el agua, la temperatura, la luz solar y el carácter químico y biológico del suelo.
3. Entre los tipos fundamentales de poblaciones vegetales están: a) los frutales, plantas maderables y los montes de toda clase; b) tundras, bosques, de zonas tropicales; c) zonas polares, pastizales y plantas forrajeras.

VI. DE RAZONAMIENTO

Lea con cuidado las frases que siguen y contéstelas según sus conocimientos:

1. Las plantas verdes, como organismos autótrofos, no requieren órganos para moverse porque:
2. La flora marina con clorofila sólo se encuentra en las capas superficiales de las aguas marinas porque:
3. Las plantas de la flora terrestre deben constar de raíz, tallo, y hojas porque:

VII. DE CUADROS SINOPTICOS

Analice con atención los temas siguientes y haga los cuadros sinópticos correspondientes:

1. División de la flora según el medio ambiente.
2. De los problemas de adaptación que plantea la vida de tierra firme a las plantas de la flora terrestre.
3. De todos los tipos fundamentales de poblaciones vegetales.

UNIDAD

NOVENA

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

XXII. TAXONOMIA VEGETAL O CLASIFICACION DE LAS PLANTAS

A. SU NECESIDAD

En los primeros capítulos de esta obra dijimos que la vida vegetal presenta una diversidad fascinante de formas, tamaños, actividades y habitat. La primera tarea de la Biología Vegetal, que ha continuado desde los primeros días hasta el presente, es la de poner orden a esta gran diversidad del reino vegetal, acomodando sus miembros en un sistema lógico de clasificación y dando nombres a los varios grupos en que se ha dividido.

Al efecto, el establecimiento de la teoría de la evolución a fines del siglo XIX mostró que las semejanzas entre los miembros de un grupo de plantas no eran debidas a la casualidad o a una creación especial, sino al hecho de que todos los miembros habían descendido de un ancestro común. El problema de la Taxonomía consiste en la determinación de lo que podría llamarse las "relaciones sanguíneas", para lo cual se ha puesto énfasis

en la ciencia de la *Filogenia*, que trata de trazar el complicado curso de ancestros y progenies a través del reino vegetal, mediante el estudio de los fósiles, la anatomía comparada y otros medios. En general, se está de acuerdo en que lo ideal sería lograr un sistema de clasificación que sea realmente "natural", basado en la descendencia.

Los botánicos han descrito ahora alrededor de medio millón de diferentes clases de plantas que varían desde las diminutas bacterias unicelulares, que pueden desarrollar su ciclo vital en unos 20 minutos solamente, hasta los gigantescos robles cuyas vidas pueden extenderse por siglos. Aun las plantas *fanerógamas* (que florecen) pueden variar en tamaño, desde las lentejas de agua hasta los árboles gigantescos de los grandes bosques. Por tanto, se ha hecho indispensable, para la apreciación de esta gran variedad en la vida vegetal, establecer la *clasificación de las plantas*, estableciendo el sistema de

“grupos dentro de grupos”, común dentro de los métodos de clasificación de toda clase de cosas. Basta recordar el ejemplo ya conocido sobre el sistema de organización de un ejército.

Es así como dentro del reino vegetal se ha reconocido una serie de grupos dentro de grupos, cuyas partes han recibido una denominación. Los más importantes grupos son: *división, clase, orden, familia, género y especie*. Este último grupo comprende los individuos que son muy semejantes entre sí, como, por ejemplo, la rosa *canina*, la rosa *de las praderas* y todas las variedades de rosas conocidas que son especies del mismo tipo de plantas. Y todas estas especies, que probablemente descienden de un mismo ancestro, se agrupan para formar con ellas un *género*, cuyo nombre científico es, precisamente, *Rosa*. Los géneros semejantes constituyen *familias*, éstas forman *órdenes*, grupos de órdenes constituyen las *clases*, y éstas se agrupan para formar las *divisiones*.

B. La Nomenclatura. Los nombres técnicos de los grupos estudiados se derivan de las lenguas latina y griega y, aunque muchas plantas tienen nombres “comunes” en el lenguaje del país donde crecen, los nombres técnicos o “científicos” conforman un lenguaje universal. Como antiguamente los distintos botánicos usaban palabras diferentes (porque utilizaban una frase descriptiva de varios nombres y adjetivos en latín) para referirse a una especie determinada, con mucha frecuencia no se sabía de qué planta exactamente se trataba. Pero mediante el sistema *binomial* (llamado así porque a cada especie se le dan dos nombres) introducido por *Linneo*, y muy parecido al que se usa para nombrar a las personas, en donde el apellido es el nombre de su

familia y el nombre de pila el suyo propio, se han obviado estas dificultades; sólo que en el reino vegetal se ha invertido el orden, puesto que el apellido (que es el nombre genérico) va en primer lugar y luego el nombre de pila, que es el nombre específico (de la especie). Así, el nombre científico de una rosa silvestre es *Rosa canina*. En muchos casos, con el fin de aclarar perfectamente de qué planta se trata, el nombre científico va seguido del nombre, la abreviatura o la inicial del nombre del científico que utilizó primero el término para designar la especie. Por tanto, el nombre completo de la rosa silvestre es, por ejemplo, *Rosa canina L.*, para indicar que este nombre fue dado a la planta por *Linneo*.

C. El sistema natural de Linneo. Con *Linneo* se inició el sistema natural para la clasificación de los vegetales, y fue él quien estableció por primera vez los *órdenes*. Pero fue el taxónomo francés *Antonio Lorenzo Jussieu* el que enunció los grupos conocidos como *familias* vegetales, y, basándose en la existencia o ausencia de cotiledones en las semillas, dispuso tres grupos distintos: *dicotiledóneas, monocotiledóneas* y *acotiledóneas*. En 1813 el naturalista suizo *Augusto Piramo de Candolle* dividió las plantas en *vasculares* y *celulares*, teniendo en cuenta para ello la presencia o ausencia de los vasos conductores. Estos dos últimos sistemas han servido como fundamento para establecer los verdaderos grupos naturales entre los seres vegetales.

Como vemos, la clasificación natural tiene como base el examen o estudio de los caracteres de todos los órganos de las plantas, a diferencia de los métodos de la clasificación artificial.

La publicación de “El Origen de las

Especies” por *Charles Darwin* en 1859 dio por resultado la aceptación general de la teoría de la evolución, que tuvo profundo efecto sobre la ciencia de la Biología Vegetal, estimuló la *filogenia* e indujo al estudio intenso de las leyes de la variación y la herencia, y de las causas y métodos de la evolución. Todo ello fue estimulado por el descubrimiento de las leyes de la herencia de *Mendel*, que, propuestas en 1866, sólo llamaron la atención de los biólogos en 1900. La ciencia de la herencia es la *genética*. Pero ya desde 1885 *Engler*, director del Jardín Botánico de Berlín, había establecido un sistema natural de clasificación vegetal, que aprovecha todos los datos que ofrecen mayor seguridad de los sistemas anteriores, sistema que ha venido perfeccionándose posteriormente. Y a medida que aumenta el conocimiento de la historia evolutiva del reino vegetal, los sistemas de clasificación se han vuelto más precisos y útiles.

D. Requisitos a tenerse en cuenta. Los aspectos que se deben tener en cuenta para establecer la clasificación natural de las plantas son:

- 1o. “Relaciones sanguíneas” o filogenia, es decir, la descendencia;
- 2o. Organos y sus funciones;
- 3o. Consistencia, estructura y organización del cuerpo vegetal;
- 4o. Estructura celular, desarrollo y forma del individuo;
- 5o. Crecimiento y reproducción;
- 6o. Presencia o ausencia de la flor, especialmente.

La flor y sus diversos verticilos son de mucha importancia para la clasificación, puesto que dan muchos indicios acerca del carácter evolutivo de los dis-

tintos grupos. Primitivamente parece haber sido en forma de cono y simétrica, con sus partes acomodadas en espiral, sin fusión entre los miembros del mismo verticilo o entre diferentes verticilos. Esta disposición ha sido modificada en varias direcciones en la evolución de tipos cada vez más adelantados.

El receptáculo alargado y la colocación espiralada de las partes persisten en unos cuantos casos, sobre todo en la magnolia y sus parientes, y ello ha dado paso a una distribución de las partes en círculos o verticilos.

Hay una tendencia en las familias más especializadas hacia un número floral definido y reducido, especialmente en los pétalos, sépalos y carpelos, y muchas veces también los estambres.

La fusión entre los miembros de verticilos diferentes es también un símbolo de mayor especialización. El ovario superior en los grupos inferiores es inferior en muchos de los grupos superiores. La flor primitiva de simetría radial se ha vuelto irregular en muchos casos, sólo con simetría bilateral en varios tipos bilabiados. Esta adaptación favorece la polinización por los insectos.

En varios órdenes la flor puede ser muy simple, y ciertos órganos pueden ser reducidos o faltar. En los tipos que llevan amentos, como los abedules, hay evidencia de que la condición actual se ha originado por reducción de una que originalmente era mucho más complicada.

Otros factores que hay que tener en cuenta para la división de las plantas en grupos pueden ser la estructura de los frutos, la de las semillas, la de las hojas, etc.; y las relaciones ecológicas (luz, temperatura, humedad), la gravedad, factores mecánicos (tensión, compresión,

flexión y oscilación) y, por último, las sustancias químicas y los factores genéticos.

E. Principales grupos vegetales. Es evidente que las plantas actuales son una pequeña parte de las que han existido en el pasado, y que establecer una verdadera clasificación *natural* es mucho más difícil que hacer una artificial, por el hecho de que la evolución ha progresado a lo largo de muchas líneas diferentes que convergen en un tronco ancestral común tan antiguo que sus relaciones son imposibles de descubrir. Por tanto, las divisiones principales que hoy se reconocen son en muchos casos artificiales y más valiosas por su conveniencia en la clasificación que como expresiones de parentesco natural. El progreso en el conocimiento de la evolución vegetal hará posible para el futuro un acercamiento más preciso a la clasificación natural aun en estos grupos principales.

EL REINO VEGETAL

Clasificación actual

División Cianofitas (Algas azul-verdes)
 División Clorofitas (Algas verdes)
 División Carofitas (Algas de las rocas)
 División Crisofitas (Diatomeas y semej.)
 División Feofitas (Algas pardas)
 División Rodofitas (Algas rojas)
 División Esquizomicofitas (Bacterias)
 División Mixomicofitas (Mohos mucosos)
 División Eumicofitas (Hongos verdaderos)
 División Briofitas
 Clase Musgos
 Clase Hepáticas
 Clase Antocerotas

Clasificación anterior

ALGAS

HONGOS

TALOFITAS

BRIOFITAS

Hace un siglo los botánicos reconocían dos grupos principales: las *criptógamas*, o plantas sin flores, así llamadas por su método relativamente oscuro de reproducción, que comprendían las algas, los hongos, los musgos, los helechos y sus semejantes; y las *fanerógamas*, plantas de flor o portadoras de semilla, con estructuras reproductivas más claras. Los términos "criptogámicos" y "fanerogámico" son todavía convenientes para algunos propósitos. Posteriormente se reconocieron cuatro divisiones principales: *talofitas* (algas y hongos); *briofitas* (musgos y hepáticas); *pteridofitas* (helechos, licopodios y equisetos), y *espermatofitas*, las plantas portadoras de semilla.

En la siguiente tabla encontramos esta primera clasificación del reino vegetal, comparativamente con una más moderna, que es la que seguiremos en nuestro estudio.

Clasificación actual

División Traqueofitas
 Subdivisión Psilópsidas (Psilofitas)
 Subdivisión Licópsidas (Licopodios)
 Subdivisión Esfenópsidas (Colas de caballo)
 Subdivisión Pterópsidas
 Clase Filifinas (Helechos)
 Clase Gimnospermas
 Subclase Cicadofitas (Cicadáceas)
 Subclase Coniferofitas (Coníferas)
 Clase Angiospermas
 Subclase Dicotiledóneas
 Subclase Monocotiledóneas

Clasificación anterior

PTERIDOFITAS

ESPERMATOFITAS

BIOGRAFÍAS

CARLOS LINNEO 1707-1778

Botánico y médico sueco, cuyo verdadero nombre era Carlos de Linné. Se le conoce como "el padre de la botánica moderna". Hijo de un modesto pastor protestante del que heredó un carácter que inspiraba gran confianza y simpatía, ingresó en la Universidad de Upsala para estudiar teología, pero prefirió dedicarse a la historia y a la medicina, permaneciendo cortos períodos en Lund donde trabajó con Celsius-, en Estocolmo y en Holanda. En su segundo año en Upsala (1729-1730) escribió su primer libro "sponsaliorum plantarum", sobre el sexo de las plantas, en el que ya apuntaba su genio. Olof Rudbeck, encargado de la cátedra de botánica, la cedió a su aventajado discípulo, después de lo cual la asistencia a clase ascendió de 80 a 400 estudiantes. Dio conferencias sobre las maravillas del mundo vegetal que atrajeron la atención, y obtuvo de la Real Sociedad

de Ciencia de Upsala una subvención de 400 dólares para emprender una expedición a Laponia en la que era él el organizador, el mineralogista, el botánico y el zoólogo, pues llevó como único compañero a un guía lapón. Los resultados científicos fueron cuidadosamente recogidos en la "Flora Lapponica" y en un Diario que aun hoy resulta muy ameno.

El 17 de junio de 1735 Linneo se trasladó a Harderwijk y una semana más tarde recibió su título que le autorizaba para practicar la medicina. Como médico naval viajó por Inglaterra, regresó a Suecia pasando por Bruselas y París, y estableció un consultorio en Estocolmo. A través de la influencia del Conde Tessin, Linneo consiguió remunerativos empleos, recibió el título de Archiater (médico real), y en 1753 la insignia de Caballero de la Estrella Polar. Llegó también a primer Presidente de la Academia de Ciencias.

A la edad de 34 años fue nombrado

catedrático de medicina y botánica en Upsala, y desde entonces se dedicó a enseñar, coleccionar e investigar plantas a su antojo, desarrolló el jardín botánico y recorrió a Suecia en misión oficial; en 1749 realizó excursiones con sus estudiantes por los alrededores de Upsala.

Carlos Linneo poseía la compleja personalidad del hombre que está muy pendiente de sí mismo y de sus cosas; cuanto pensaba de sí mismo lo escribió para que los demás lo leyeran; poseía la modestia de quien ha triunfado y, al mismo tiempo, se complacía en los resultados por él alcanzados.

Su contribución al saber humano fue su servicio a la taxonomía biológica, para lo cual tenía tres cualidades notables: mente ordenada, gran aptitud para la clara descripción verbal y un profundo y total convencimiento del valor de lo que estaba haciendo.

Su gran aporte a las ciencias consistió en poner orden dentro del caos, demostrando que con sólo dos palabras latinas puede describirse todo ser vivo e indicarse sus relaciones con los demás, sistema binomial que sólo usó de modo sistemático desde 1753 cuando la mayor parte de su obra estaba ya realizada, y que había utilizado Gaspar Bauhin un siglo antes en su "Pinax".

Su clasificación a base de fórmulas claras preparó el terreno para el posterior avance de la botánica y la zoología, y fue el primero en darse cuenta de que una clasificación natural no se podía alcanzar por medios artificiales.

Entre sus 180 obras citamos "Genera plantarum", "Bibliotheca botánica" y "Systema Naturae".

FRANCISCO JOSE DE CALDAS 1771-1816

Sabio colombiano nacido en Popayán donde inició sus estudios y sobresalió en matemática. Sus estudios secundarios y superiores los realizó en Bogotá en el Colegio del Rosario y, para complacer a su padre, se licenció en Derecho, pero continuó con la física superior y la astronomía. En 1808 descubrió la constancia de la temperatura de los líquidos durante su ebullición y su variación al cambiarse de altura sobre el nivel del mar.

Falto de recursos regresó a Popayán, donde trabajó como dependiente de comercio, faena en desacuerdo con su espíritu que abandonó pronto para dedicarse del todo a las ciencias.

Fabricó varios instrumentos para sus investigaciones astronómicas tales como un *gnomon de biomate* y un *cuadrante solar* con su anteojo acromático, con los cuales logró calcular varias longitudes y latitudes, y que fueron admirados por el barón de Humboldt en 1802. Entre el grupo de científicos que acompañaron al ilustre botánico español presbítero José Celestino Mutis en la Expedición Botánica a la región de los Andes Ecuatoriales, figuró el joven Francisco José de Caldas. Entre 1802 y 1805 recorrió las regiones andinas hasta Quito, entregado a su pasión por la naturaleza, y a su regreso a Bogotá mostraba orgulloso el resumen de sus trabajos que, según su propia expresión, se reducían "a un herbario respetable de cinco a seis mil esqueletos disecados en medio de angustias y de la velocidad del viaje; dos volúmenes de descripciones; muchos diseños de las plantas más notables hechos de mi propia mano; semillas, cortezas; algunos minerales; el material necesario para formar la carta

geográfica del virreinato; para la botánica, la zoología, los perfiles de los Andes, la altura de diferentes pueblos y montañas más célebres, más de 1.500 alturas de distintos pueblos y montes, deducidas barométricamente; un número prodigioso de observaciones meteorológicas; dos volúmenes de observaciones astronómicas, algunos animales y aves".

En mérito a sus estudios fue nombrado director del Observatorio Astronómico de Bogotá, donde iba a cumplir una tarea de singular importancia científica por espacio de diez años. El Virrey Amar y Borbón lo nombró director asociado a la continuación de la Flora de Bogotá y le dio la cátedra de matemáticas.

En el hombre científico palpitaba un patriota exaltado de amplio espíritu liberal, que formaba en el grupo de avanzada en la lucha por la independencia. En 1808 fundó el "Semanao de la Nueva Granada", para exponer tanto sus trabajos científicos como para sembrar sus ideas.

El gobierno patrio surgido en 1810 nombró a Caldas coronel de Ingenieros. En este puesto lo sorprendió la llegada del general español Pablo Morillo como restaurador de la dominación española. Cuando Bogotá cayó en su poder, el sabio Caldas emigró al sur con los patriotas Ulloa y Restrepo y contribuyó a formar fortificaciones, a fundir cañones, a fabricar pólvora, a organizar el parque de artillería y a equipar la expedición al Valle del Cauca. Como fuera imposible detener a los españoles, se dirigió a Buenaventura para embarcarse con el almirante argentino Guillermo Brown en la nave Hércules, pero al llegar al puerto la nave había zarpado y tuvo que regresar. Fue entonces apresado cerca de Popayán y conducido

a Bogotá, donde le aguardaba la muerte.

Durante el mes de octubre de 1816, en su prisión del Colegio del Rosario se preocupó mucho por sus trabajos científicos y pidió al gobernante español le concediera seis meses -enrillado y encerrado- para ordenar no sólo sus investigaciones sino las carpetas del sabio Mutis, abandonadas a la muerte de éste.

Su último escrito, firmado el día 29 de octubre, es una página admirable de conformidad a su destino como patriota: "He sido notificado de la sentencia por la cual se me manda al patíbulo, por ser fiel a mi patria. Esta gloria fue siempre mi mayor ensueño, y no trepido ante el banquillo; marcharé a él en socio de mi leal amigo Ulloa para saciar con nuestra sangre la sed de los esbirros de Fernando VII. No he implorado perdón, porque por la defensa de la patria nadie debe arrepentirse. . . Tengo sin terminar mis trabajos de botánica, de astronomía y otras cosas concernientes a la fauna y a la flora, y deploro no haberlos concluído, no para perpetuidad de mi nombre, porque detesto las alabanzas, sino porque con ello pudiera haber dejado a mi Manuela y a mis hijos el modo de ganar el sustento, pues no quiero dejarlos en la miseria. . . Sabría estimar que se me concediera plazo de algunos días para acabar mi labor; esto no obstaría para que se me perdone la vida, porque sé que mi patria necesita que mi sangre sea derramada y yo quiero dársela gustoso".

El 29 de octubre el sabio Caldas fue llevado a la plazuela de San Francisco, donde una descarga acabó con su vida. Su cadáver fue sepultado en la iglesia de la Veracruz, hasta 1904, año en que lo trasladaron al templo de San José de Popayán.

La historia colombiana estimó irreparable su pérdida para las ciencias exactas y la geografía del país. Su nombre ha salvado los límites de la patria. El insigne humanista español Marcelino Menéndez y Pelayo lo llamó "víctima nunca bastante deplorada de la ignorante ferocidad de un soldado, a quien en mala hora confió España la delicada empresa de la pacificación de sus provincias ultramarinas".

Entre los honores dispensados por Colombia para perpetuar el recuerdo del sabio-mártir figura un monumento levantado en 1880 en la plaza de Popayán y

XXIII. LA CONSERVACION DE LA FLORA

A. LA FLORA COLOMBIANA (1)

Entendemos como flora el conjunto de plantas que crecen o que han crecido en una región determinada. Y como las barreras naturales no permiten que exista una flora única y homogénea, se puede hablar de flora tropical, subtropical, etc., o bien clasificarla dentro de territorios de manera artificial —ya que la de un país puede también pertenecer a otro—, para hablar de la flora boliviana, ecuatoriana, peruana, colombiana, etc.

Colombia, por su vegetación, es uno de los pueblos más ricos del mundo, ya que dispone de las inmensas selvas del Amazonas, del Orinoco y del Catatumbo, encierra en su seno los dilatados bosques del Magdalena, del Cauca, del Atrato, del San Juan y de cien ríos más que llevan sus aguas a los océanos y posee gran parte de los Andes y todas las llanuras arenosas de la Guajira, cuya vegetación hace contraste con la del resto del país. En sus extensas cordilleras, donde se encuentran todos los climas, habitan familias y géneros de plantas de todas las zonas, escalonados unos, a modo de nivel

tres bustos erigidos en Bogotá, Popayán y Manizales en 1910.

Pero hay algo más de extraordinaria significación fraterna: en 1925, el rey de España, don Alfonso XIII, con gran solemnidad descubrió en el vestíbulo del palacio de bibliotecas y museos de Madrid una lápida conmemorativa que ostenta esta inscripción:

"PERPETUO DESAGRAVIO DE LA MADRE ESPAÑA A LA MEMORIA DEL INMORTAL NEOGRANADINO FRANCISCO JOSE DE CALDAS"

barométrico, en las faldas de los Andes, distribuidos otros, en aparente confusión, según la humedad del suelo o el terreno geológico que los sustenta; y otras, cosmopolitas de todo clima y suelo, lucen dondequiera su follaje.

1. DISTRIBUCION

La distribución de los vegetales en Colombia puede ser considerada como sigue, de un modo general: bosques de avicenas; leguminosas y mangles en las costas y orillas de aguas salobres; cactáceas en toda tierra estéril y ardiente; plantas espinosas (un trébol) que sostiene las arenas movedizas de la Guajira; selvas seculares sensiblemente horizontales de nuestros grandes ríos, pobladas por leguminosas, malváceas, terebintáceas, urticáceas, mirtáceas, rutáceas, cedreláceas y palmeras.

2. REGIONES BOTANICAS

Botánicamente el territorio nacional puede ser dividido en doce (12) regiones, así:

a. Región de la *Guajira y Montes de Oca* (llanuras arenosas y sierras).

b. Región del *Zulia y Catatumbo* (cubierta de selva húmeda).

c. Región del *Páramo de Tamá y de los ríos Oirá y Morgua* (con bosques en la parte baja y vegetación propia de los páramos en las partes altas).

d. Región de la *Sierra Nevada de Santa Marta* (con vegetación característica).

e. Región del *Bajo Magdalena* (una de las más extensas y de incalculable riqueza vegetal, donde se encuentra la mayor parte de la flora colombiana).

f. Región del *Valle del Cauca* (hermoso territorio con vegetales propios y que enriquecen nuestra flora).

g. Región del *Chocó y río Atrato* (rica en plantas medicinales y ornamentales).

h. Región del *Sur del Cauca* (que participa de la flora del Ecuador, con bosques, bellas orquídeas, palma de barniz y plantas de páramo).

i. Región de *Antioquia y Cordillera Central* (comprende la zona del Quindío con ricas selvas y variada vegetación tropical y de regiones frías).

j. Región de la *cordillera Oriental* (de gran extensión, rica en plantas medicinales, industriales y de ornato).

k. Región de *los Llanos u Oriental* (vastísima región con gran parte de las riquezas vegetales del Amazonas y del Orinoco).

1. Región de las *Islas del Pacífico*.

Las familias, géneros y especies vegetales no están confusamente mezclados en los climas que les son favorables, sino que tienen zonas de asociación, excepto algunos géneros o especies cosmopolitas.

Las familias vegetales más ricas en géneros y especies en Colombia son las siguientes: musgos, helechos y licopodios; gramíneas, orquídeas y palmeras; piperáceas, aristoloquias y bromeliáceas; compuestas rubiáceas, solanáceas y leguminosas; apocináceas, gencianáceas y labiadas; mirtáceas, melastomáceas y catáceas; rosáceas, urticáceas y terebintáceas; pasifloráceas y sapotáceas, etc.

3. SELVAS Y BOSQUES

Se da el nombre de selvas a los terrenos extensos, incultos y despoblados, en los que crecen grandes masas de árboles y otras plantas y por los que pululan variadas especies de animales. El enorme desarrollo de su vegetación se debe a las condiciones favorables del clima y del terreno, frecuentemente regado por ríos, pantanos o aguas subterráneas y abonados continuamente con los residuos vegetales y animales que se descomponen sobre su superficie. Muchas de las selvas colombianas son vírgenes o sin explotar como las ecuatoriales del Amazonas, que gozan de un régimen regular y abundante de lluvias, por lo que la vegetación es de tal espesura y gigantismo que los rayos solares no penetran en muchos de sus lugares, debido a la tupida red que forman follajes, lianas y enredaderas.

Los bosques son superficies densamente pobladas de árboles, arbustos y matas. Como fuente de riqueza proveen al hombre de la materia prima para la construcción de todos aquellos objetos cuya fabricación en madera es necesaria o posible; proporcionan carbón y leña, frutos, resinas y esencias, y son un elemento necesario para la regulación del clima y de las lluvias, retienen la humedad, forman una barrera contra los vientos y fijan las tierras movedizas.

(1) Extracto de "La Flora de Colombia", Santiago Cortés.

B. SELVAS Y BOSQUES DE AYER Y DE HOY

Los aborígenes colombianos pertenecientes a diversas tribus indígenas y antiguos pobladores de nuestro país conservaban inexplorada la flora colombiana, puesto que no llegaban a dos centenares diferentes las plantas por ellos utilizadas como alimenticias (maíz, frisol, yuca, papa, ñame, arracacha, aguacate y otras más), en la construcción de sus viviendas y en la fabricación de utensilios domésticos; en la elaboración de sus vestidos y adornos; en usos medicinales y venenosos. Por ello sus cultivos eran bastante escasos, y las selvas, los bosques, los montes y los pastos constituían imponderables recursos naturales que, con los fértiles terrenos, las frecuentes lluvias, la variedad de climas y los abundantes minerales, son el tesoro natural de un país en el pasado, el presente y el porvenir.

En este estado encontraron los conquistadores españoles la flora colombiana, rica, exuberante e inexplorada y, como los indios, la aprovecharon por muchos años sin causarle mayores perjuicios. Pero con el correr del tiempo, muchos de ellos se dedicaron a la agricultura, "aprovechando el fértil terreno y la yerba que crecía en todas partes para la crianza de animales". Este aprovechamiento de los recursos naturales ha dado lugar a la formación de importantes núcleos de población alrededor de los sitios donde aquéllos se hallaban, de los cuales han surgido muchas veces nuestras grandes ciudades.

Para ello nuestros antepasados talaron muchos bosques sin darse cuenta del perjuicio que causaban: requerían sitios para sus pueblos y madera para construir

habitaciones y muebles; necesitaban espacio para sembrar plantas alimenticias para la familia. Años más tarde se imponía la agricultura para el cultivo de las especies nativas y de las introducidas por los mismos conquistadores y colonizadores españoles, para lo cual talaron millones de árboles y en su lugar formaron plantaciones de caña de azúcar, algodón y otros cultivos.

Por todo lo anterior, los bosques y montes colombianos han desaparecido en mucha parte, con la consiguiente pérdida de la capa vegetal mediante la erosión por el agua y por los vientos. Por otra parte, el aprovechamiento ilimitado de ciertas especies vegetales nativas maderables, medicinales e industriales, ha contribuido a que hoy estén reducidas a su mínima expresión y hasta lleguen a desaparecer de nuestra flora.

C. EL MONTE SE APROVECHA. NO SE DESTRUYE

Las siguientes instrucciones sirven para aprovechar el monte sin destruirlo, especialmente en los climas fríos y templados:

1. **No tumbe por parejo:** No saque leña ni madera arrancando de tajo árboles y matas. Un monte que queda íntegramente arrasado no vuelve a crecer fácilmente. Y en climas cálidos y secos es todavía más difícil.

2. **Entresaque:** Es la mejor manera de conservar el monte. Los arbolitos crecen mejor y con más rapidez a la media sombra y con la humedad que hay dentro del monte.

3. **Corte árboles de tronco grueso:** Si se cortan árboles de tronco grueso se logra más rendimiento. Los árboles gruesos no

están juntos sino casi siempre separados. Y entonces así se hace el *entresaque* de que se habló en el numeral anterior.

4. **Corte árboles con tronco de más de diez centímetros de diámetro:** Se sabe si el tronco pasa de 10 centímetros si ya no se puede abarcar con ambas manos teniendo extendidos los dedos índice y pulgar.

5. **No deje muy juntos los árboles gruesos:** Al entresacar no deje muy juntos los árboles gruesos porque no alcanzan a desarrollarse del todo. Procure que queden a una distancia igual o mayor a la de los brazos extendidos.

6. **No tumbe árboles pequeños:** Puede hacerlo por negocio: si conserva los arbolitos, más tarde tendrá el monte árboles grandes de mayor valor.

7. **Cuide los árboles pequeños:** Los árboles grandes se cuidan solos. Los pequeños hay que cuidarlos. No permita que se dañen al sacar leña y madera. Acostumbre para esto uno o pocos "rodaderos".

8. **No hay plantas inútiles:** No abuse del machete. En un rastrojo o en un monte claro no destruya ninguna mata. Todas sirven y unas ayudan a las otras. Si deja tupir el monte, más tarde tendrá mucho de donde cortar.

9. **Proteja las orillas de las aguas:** Hay muchas plantas para sembrar en las orillas: sauces, guadua, cañabrava, cañaguato, guamos, búcaros y otras más según el clima. Las crecientes inundan pero no se llevan la tierra si está protegida con vegetales.

10. **Haga un cerco para proteger su monte:** Esto es lo más importante. Así impi-

de la entrada de animales y el paso inútil de la gente. Donde hay animales "rebuscando" y por donde pasan muchas personas nunca se puede levantar un monte tupido.

11. **No deje de vigilar el monte:** Consígase un perro bravo. Mantenga buenas relaciones con sus vecinos para que ellos le ayuden. Y usted también ayude a cuidar el monte de sus vecinos.

12. **La leña es combustible muy caro:** Muy caro, aunque usted no se haya dado cuenta. Y mucho más si es de arbolitos y chamizas. Todo arbolito que tumbe para la leña vale más de lo que cree ganarse por no comprar otro combustible.

13. **Economice: cocine con petróleo:** Si no hay árboles grandes, es mejor usar estufas de petróleo para cocinar. Son muy cómodas. Haga el ensayo con su mujer y se convencerán que el petróleo es combustible barato y fácil de manejar.

14. **Un freno para la lluvia:** Si llueve en tierra pelada, el agua corre rápidamente, arrastra todo y hace daños. Si llueve sobre un monte o sobre tierra cubierta con plantas, el agua corre despacio y no hace daño.

15. **Consulte:** Hay algunas cosas que usted necesita aprender para manejar bien su monte y aprovecharlo sin destruirlo. Y hay quienes quieren ayudarle. Consulte con sus vecinos y amigos. Consulte en las SECRETARÍAS DE AGRICULTURA DE LOS DISTINTOS DEPARTAMENTOS. (1)

16. **Aconseje a los vecinos:** Recuerde la Obra de Misericordia: dar buen consejo al que lo necesita. Cuénteles a su vecino esto que ha leído y anímelo a que lo ponga en práctica. Es una buena acción y

(1) "EL MONTE": Boletín Gráfico No. 5, Secretaría de Agricultura de Antioquia - Medellín.

no le cuesta nada. Y no olvide que la gente que vendrá después de nosotros también va a necesitar leña y madera y

que debemos conservar los montes para ellos. Conservarlos no es dejarlos sin tocar, sino aprovecharlos sin destruirlos.

XXIV. NECESIDAD DE LA REFORESTACION

A. OBJETIVOS FUNDAMENTALES

Como en los países que no disponen de masas homogéneas de árboles maderables con destino a la industria y cuya demanda va en aumento progresivo, en Colombia ha sido necesario el establecimiento de algunas plantaciones con miras a los siguientes objetivos:

1. **Físicos:** Con el fin de evitar los efectos de la erosión y fijar los suelos, regular el caudal de las aguas y prevenir los daños por los aguaceros fuertes, cuando éstos se presenten.
2. **Económicos:** Para tratar de satisfacer las necesidades de la economía nacional en maderas y otros productos forestales, mediante la utilización de tierras no aptas para el sector agropecuario.
3. **Sociales:** Para procurar trabajo a la mano de obra local, con la ocupación más completa y racional de las tierras, mediante un juicioso equilibrio entre los cultivos, el pastoreo y el bosque.

B. EFECTOS DE LA REFORESTACION

Las entidades oficiales han comprendido la necesidad de conservar y extender los espacios boscosos, cuyos principales efectos benéficos son:

1. Control de la erosión y formación del suelo.
2. Regulación de la temperatura y la humedad ambiental.

3. Servir de rompevientos y evitar la evaporación directa.

4. Establecer el equilibrio natural entre el flujo de las corrientes de agua y la precipitación pluvial.

5. Proporcionar maderas, combustibles, frutos, cortezas, raíces, látex, productos farmacéuticos e industriales y fauna terrestre y acuática.

Para impedir que las tierras fértiles se conviertan en estériles y desérticas antes de algunas décadas, es menester plantar bosques o vegetales permanentes y preservar los existentes, preservación que guarda relación natural con la de las aguas y del suelo.

Los incendios de bosques, las enfermedades de los árboles y, sobre todo, la explotación irracional a que ha sido sometida esta gran riqueza forestal de Colombia, son las causas de su disminución, ya que cuando los conquistadores llegaron a nuestras tierras se encontraron con inmensas selvas y bosques, de los cuales se ha perdido ya una tercera parte por lo menos.

Por fortuna, los planes de preservación y extensión se mejoran día a día. Las Naciones Unidas, por ejemplo, tienen una comisión especializada que estudia el problema del estado de los bosques en todo el mundo. En Colombia existen ya varios núcleos importantes de reforestación, por ejemplo en Antioquia (cuenca hidrográfica de la quebrada de Piedras Blancas, Llanos de Cuivá, laderas de La

Ceja, del alto de Minas, etc.). Actualmente se vienen explotando los bosques más viejos para favorecer la regeneración natural o para realizar nuevas plantaciones con otras especies. Y no es de extrañar que en un futuro próximo los bosques que se han establecido y los que se están estableciendo, cumplan los objetivos sociales, económicos y físicos que son de esperar.

C. MEDIDAS QUE DEBE ADOPTAR EL GOBIERNO

Para permitir que los bosques naturales o los que el hombre planta proporcionen una reserva inagotable de made-

ras, impidan la erosión, protejan las tierras cultivables y presten el amparo a los animales salvajes en vía de extinción, pueden tomarse las siguientes medidas:

1. Comprar o expropiar las mayores áreas boscosas inexploradas, y establecer en ellas programas de reforestación.
2. Proteger los bosques contra incendios, utilizando helicópteros y formando cuerpos de guardabosques.
3. Obligar a plantar un árbol por cada árbol que se destruya.
4. Vender semillas a bajo precio y formar grupos de agrónomos especializados.

XXV. RECOMENDACIONES PARA UNA REFORESTACION

Las siguientes recomendaciones son fundamentales para las entidades oficiales o particulares interesadas en el establecimiento de plantaciones forestales, con fines industriales, ornamentales, de conservación del suelo o de regulación de las aguas.

A. LA SEMILLA.

No obstante que la reproducción de algunos árboles en el bosque puede realizarse por renuevos, lo más normal es que se agreguen nuevos árboles alrededor de los árboles padres por medio de semillas. Por esta razón la semilla ha adquirido especial importancia en todos los estudios de reforestación.

1. Selección de árboles para semilla.

En la selección de "árboles padres" para semilla se deben seguir los siguientes consejos:

a. Escoger un bosque que no tenga muchos árboles defectuosos y mal formados.

b. Seleccionar los árboles que crecen vigorosos, con tronco recto, cilíndrico, poco ramificado y libres de plagas y enfermedades.

c. Los árboles padres deben haber producido sus frutos más o menos homogéneos en tamaño.

d. La escogencia de árboles padres debe hacerse en una época en que su cosecha sea buena.

e. Hasta donde sea posible, dichos árboles deben crecer dentro de la misma zona, con las mismas condiciones ambientales del lugar donde se ha de realizar la reforestación; o en otros sitios, pero de condiciones climáticas similares.

f. Los árboles padres deben estar en completa madurez.

g. Las semillas deben proceder de los frutos producidos en las ramas más altas y en la parte externa de la copa, y los frutos deben estar totalmente maduros.

h. Las semillas deben ser uniformes: con el mismo color, tamaño y forma.

i. Las semillas deben estar sanas y sin plagas ni enfermedades, con los colores y olores propios de la especie.

j. Recolectada la semilla, se empaca en distintos envases por especies.

k. Las semillas se secan al aire y se limpian de impurezas; se les agrega algún insecticida en polvo y se envasan para guardar en lugar seco y fresco durante un tiempo adecuado a cada especie para que conserven su poder germinativo.

l. Si se trata de una reforestación con especies exóticas, es necesario importar semillas del país de origen, o de donde ya han sido naturalizadas.

2. LOS VIVEROS

Para establecer el vivero hay que considerar los siguientes factores:

a. *Ubicación:* Debe estar en lugar de fácil acceso al lugar de la plantación, de preferencia en el fondo de los valles o en las laderas de las montañas.

b. *Suelos:* Deben tener buena fertilidad para lograr un pronto crecimiento. El terreno preferible es el que sea franco, de textura y consistencia medias, con subsuelo profundo que permita un buen drenaje. Evitar terreno compacto. El pH no ha de exceder de 5.5 especialmente para coníferas. El terreno, además, ha de ser llano, liso, con pendientes suaves en un solo sentido que permitan el fácil desagüe.

c. *Riego:* Debe contarse con un caudal suficiente de agua. En las primeras etapas del crecimiento el riego ha de hacerse por aspersión, con regaderas o tu-

bos con boquillas especiales, para que el riego sea superficial y liviano y no encharque ni asiente el suelo. Si el vivero es pequeño, se pueden construir dentro de él acequias con pozos a cierta distancia y utilizar fácilmente las regaderas.

d. *Drenajes:* El drenaje previene las enfermedades producidas por exceso de humedad. El sistema aconsejable es el de "Espina de Pescado".

e. *Fertilidad:* Si el vivero es sometido continuamente a una elevada producción vegetal, hay que restituírle los elementos químicos indispensables para el desarrollo de las plantas, bien sea con abono orgánico o con abonos minerales.

f. *Area del vivero:* Depende de la cantidad de arbolitos que se van a producir por cosecha.

g. *Construcción de eras:* Si el suelo no ha sido trabajado antes, es aconsejable romperlo hasta unos 20 cms. de profundidad, picarlo y repicarlo hasta que quede completamente suelto. Luego se procede a trazar las eras en contrapendiente con una distancia de 40 cms. entre una y otra, después de nivelar el terreno.

Una vez construídas las eras de extremo a extremo de cada bloque, se procede a partirlas, tratando hasta donde sea posible de que las divisiones formen un tresbolillo. En algunas zonas se mejora el lecho de siembra agregando aserrín.

Es importante anotar que se requiere un obrero permanente para el sostenimiento del vivero: riego, desyerbas, control de plagas, etc.

h. *Desinfectar las eras:* Antes deregar las semillas es muy aconsejable desinfectar el suelo, para evitar el desarrollo

del Damping-off o enfermedad de los almácigos o "pudrición del cuello" o "salchocho", aplicando óxido de zinc en polvo a las eras y regándolas con solución de formol al 20 o 30 % diluído al 10 % ; es necesario recubrir las eras con polietileno, periódico o tela, para evitar su evaporación antes de cumplir su misión. También puede usarse Dithane M45 dos veces por semana.

i. *Tratamiento de semillas:* Para facilitar su germinación, algunas semillas necesitan un tratamiento previo, a saber:

1. *En nevera:* Consiste en colocar en un recipiente con agua las semillas a 4 ° centígrados, durante un tiempo que va de 5 a 15 días para las diferentes especies de pino, por ejemplo.

2. *En agua caliente:* Consiste en echar las semillas en un recipiente que contiene agua que ha sido puesta al fuego hasta su ebullición; cuando el agua se enfría se sacan y se ponen al sol. Como ejemplo citamos las semillas de teca, acacia y balso.

3. LA SIEMBRA

Para la distribución y entierro de las semillas en las eras puede seguirse uno de los siguientes sistemas:

a. *Al Voleo,* que requiere gran habilidad para una distribución uniforme de la semilla; no permite que quede enterrada a la profundidad más conveniente y se pierde buena cantidad de semilla.

b. *En Línea,* es el sistema más aconsejable por permitir una germinación más pareja y mayor facilidad para la limpieza del almácigo. En este sistema, se abren los surcos con el surcador de madera o un rastrillo con dientes en forma triangu-

lar, se distribuye la semilla a mano y se aplica la tapa preparada de antemano mezclando tierra vegetal zarandeada con un poco de arena fina.

Para las semillas de eucaliptos, pinos, cipreses, casuarinas, acacias y otras, se aconseja una distancia de 5 a 10 cms. entre surco y surco. Para las de cedro, nogal, teca, almendro, piñón de oreja y otros se requieren mayores distancias por ser las semillas más grandes.

c. *En cajones:* Si se trata de un pequeño vivero, éste puede hacerse en cajones de madera, en cuyo fondo se abren agujeros y se extiende una camada de cascajo para facilitar el drenaje; luego se rellena con arena bien mullida, que se comprime con una tablita para que no quede hueca. Este sistema se aconseja hasta para 5.000 posturas.

4. TRASPLANTE

La duración de las plántulas en el semillero depende de las especies, y el trasplante se hace cuando tienen entre 3 y 5 cms. de altura. Con ello se obtienen plantas vigorosas, de mayor tamaño, más fuertes, con sistema radicular abundante, y se logra además la eliminación de las defectuosas.

El trasplante ha de hacerse en días nublados y frescos. La distancia debe estar de acuerdo con la extensión de la copa y la rapidez de crecimiento. Para coníferas, por ejemplo, se deben colocar a 10 cms. entre cada hilera para dar 120 posturas por metro cuadrado. No se deben dejar expuestos al aire antes del trasplante. Si se trata de la primera siembra de pinos, es necesario agregar al terreno tierra traída de un bosque de Pinos con buen desarrollo, porque éstos contienen

en sus raíces hongos útiles al desarrollo de estas especies. Pero si el suelo ha sido esterilizado para evitar el Damping-off, no se puede aplicar dicho procedimiento hasta pasados 30 o 45 días.

Si el vivero queda muy distante de la plantación se deben tomar las siguientes precauciones:

a. Después de arrancar las posturas envolverlas en grades montones (500 a 1.000), protegiendo las raíces con musgo u otro material que impida el secamiento por el viento.

b. Proteger los paquetes del sol durante el transporte.

c. Ya en el lugar de la plantación colocarlos en lugar húmedo y bien protegido contra el sol y el viento. Si han de permanecer más de un día sin plantar, lo mejor es hacer un pequeño pozo con tierra y agua en un lugar seguro, para ir retirándolos a medida que sea necesario.

5. LA PLANTACION

Como sistemas de plantación enumeramos los siguientes:

a. *A Raíz Desnuda*: Que consiste en obtener del vivero los arbolitos completos y sin tierra alguna en sus raíces.

b. *Con Pilón o Césped*: Es aconsejable para terrenos demasiado pobres o resecos. Los árboles se plantan con tierra en sus raíces y envueltos en bolsas de polietileno, de papel, etc. Para los pinos se ha utilizado el sistema de envolver las raíces en musgo y luego en periódicos.

c. *A Medio Pilón*: Consiste en arrancar del vivero el arbolito dejando la tierra que queda adherida a sus raicillas.

d. *Por Tocones*: Que consiste en

arrancar los arbolitos cuando tengan el grueso del dedo índice, se podan la raíz y la copa, dejando sólo unos tres centímetros de tallo. Ha sido utilizado el sistema para teca, cedro amarillo, cedro caobo, eucalipto y gualanday.

e. *Siembra directa*: El sistema ha sido utilizado con eucalipto, acacia, cedro y demás especies poco resistentes al trasplante. Consiste en colocar la semilla directamente en el lugar de la plantación, sin recurrir al vivero, seleccionando después de la germinación los árboles más vigorosos.

6. METODOS DE PLANTACION

El método más empleado es el de "Plateo Repicado", que consiste en abrir un plato de 40 a 50 cms. cuadrados, repicándolo bien hasta 20 a 30 cms. de profundidad, con anterioridad a la época de la siembra. En el centro del plato se hace la plantación, con una estaca de madera o una palita transplantadora, procurando que los arbolitos queden siempre a una profundidad de 1 a 2 cms. más de la que tenían en el vivero.

Otros métodos son:

a. *Plantación con Pica*: es muy sencillo y fácil de aplicar en terrenos relativamente fértiles.

b. *Con Barra Plantadora*: Es semejante al anterior.

c. *Plantación con Jeringa*: Consiste en extraer del vivero los arbolitos con su pan de tierra por medio de la jeringa y colocarlos en una caja para su trasplante. Permite plantar varios arbolitos a la vez; duran menos tiempo en el vivero; no sufren con el trasplante; es de mayor rendimiento por obrero.

7. CUBIERTA VEGETAL DEL SUELO

Es económico plantar en potreros y tierras de cultivo, donde sólo hay que platear y repicar o plantar directamente con pica, barra o jeringa.

La siembra en áreas cubiertas con vegetación de rastrojo y arbustiva o boscosa es aconsejable hacerla en calles abiertas rozando la vegetación en fajas entre 2 y 5 metros de anchura. Es ventajosa para arbolitos que necesitan algo de sombra, especialmente los cipreses. Cuando han alcanzado un buen desarrollo, puede eliminarse la vegetación restante.

8. LAS DISTANCIAS

Varían con las especies entre uno y diez metros; la más utilizada es entre 1.50 a 2.50 metros.

La ordenación de la plantación puede hacerse en cuadro o al tresbolillo según la necesidad.

9. CUIDADOS DE LA PLANTACION

a. *Limpias*: Una vez establecida la plantación es necesario limpiarla o deyerbarla periódicamente hasta que los arbolitos superen en forma notable el crecimiento de malezas. Después de los 4 ó 5 años de edad, las limpiezas se hacen innecesarias.

b. *Reposiciones*: Es necesario descartar toda planta débil y raquítica. En la siembra deben desecharse árboles muy grandes porque el trasplante les causa un gran atraso y mueren.

c. *Control de Plagas*: Para controlar las hormigas arrieras se utiliza el Aldrín y el Clordano, colocando el primero en

polvo en las salidas de los hormigueros y el Clordano en forma líquida, mezclando 6 onzas en 10 litros de agua y regándolo en las bocas de los hormigueros.

El control de las larvas y de los grillos se hace colocando en la plantación cebos envenenados con la siguiente fórmula:

100 libras de aserrín de madera o salvado de maíz o de trigo. 4 galones de miel de purga o miel hecha de panela.

5 libras de Arseniato de plomo o 100 libras de arseniato de calcio o 200 gramos de Dipterex o 200 gramos de Sevín.

Agua suficiente para agregar a la mezcla hasta que quede como harina.

Otros tipos de insectos y enfermedades producidas por hongos pueden presentarse, y se controlan mediante consulta a los expertos.

d. *Raleo o Clareo*: Consiste en suprimir arbolitos raquíticos, los de tronco doble, los torcidos, enfermos o secos, los de copas muy desarrolladas, etc., utilizando personal especializado.

e. *Poda*: Consiste en suprimir las ramas inferiores lo más cerca posible al tronco, sin desgarrar la corteza. No debe podarse más de la tercera parte del follaje. También puede hacerse hasta un poco más de la mitad de la altura total del árbol. La primera poda será a los 3 ó 4 años de edad.

Para seleccionar los árboles que se van a podar dentro de un bosque destinado a producir madera de aserrío se deben tener presente los siguientes factores:

1. Mayor diámetro.

2. Altura máxima.

3. Sin horquetas ni fuertes ramificaciones.
4. Buena distribución dentro del rodal.
5. Tronco recto.
6. Poca reducción en diámetro (tronco cilíndrico).
7. Ramas delgadas.
8. Verticilos no muy espaciados uno de otro.
9. Pocos nudos y abultamientos.
10. Abundantes conos fértiles.

f. *Entresaca*: Consiste en extraer, por medio de cortes efectuados a intervalos de pocos años, los árboles sobrema-

duros, maduros y los enfermos y defectuosos, para dar a cada uno el espacio necesario para su desarrollo normal, teniendo como referencia el que las copas de los árboles nunca deben entrelazarse.

Las entresacas permiten:

1. Obtener ingresos intermedios, retirando árboles que alcanzan algún valor en el mercado.
2. Transformar el ambiente en forma positiva, por la mayor circulación de aire, mayor sanidad y menor humedad relativa.
3. Aumentar la calidad de la madera.
4. Aumentar la resistencia a los vientos, porque fortalecen los árboles y los hacen más resistentes.

EVALUACION

I. DE COMPOSICION

Analice detenidamente las siguientes cuestiones y contéstelas explicando su significado:

1. ¿Cuáles son las razones para que consideremos a Colombia como uno de los países más ricos del mundo por su vegetación?
2. ¿Cómo podemos considerar de un modo general la distribución de los vegetales en Colombia?
3. ¿Qué entiende usted por selvas y bosques?

II. DE SELECCION

Lea atentamente las preguntas que siguen y subraye la o las respuestas verdaderas:

1. La región de la Guajira y Montes de Oca comprende: a) Llanuras arenosas y sierras; b) selvas húmedas y tropicales; c) extensos territorios donde se encuentra la mayor parte de la flora colombiana.
2. Entre los consejos para aprovechar mejor el monte se dan los siguientes: a) tumba por parejo y queme; b) corte de árboles de tronco grueso; c) no deje muy juntos los árboles gruesos, entresaque, y cuide los árboles pequeños.
3. Entre los objetivos de la reforestación figuran: a) físicos, económicos y sociales; b) fisiológicos, mecánicos y químicos; c) acuáticos, terrestres y atmosféricos.

III. DE COMPLETACION

Estudie atentamente las siguientes frases y complételas según sus conocimientos:

1. Los principales efectos benéficos de la reforestación son:

a)	d)
b)	e)
c)	
2. Para impedir que las tierras fértiles se conviertan en estériles y desérticas es necesario plantar
y
3. Como medidas que debe adoptar el gobierno para la protección de los bosques se aconsejan las siguientes:

IV. DE ASOCIACION

Analice atentamente las siguientes palabras e indique su significado:

1. Reforestación.
2. Viveros.
3. Trasplante.

V. FALSO O VERDADERO

Lea con cuidado las siguientes frases y escriba una (V) verdadero, o una (F) falso, frente de cada frase, según sus conocimientos:

1. El drenaje del terreno previene contra: a) enfermedades producidas por exceso de humedad; b) la sequía permanente del terreno; c) la fertilidad del terreno; d) la evaporación deficiente.
2. El trasplante debe realizarse: a) en días claros y de buen sol; b) en días bien lluviosos; c) en días nublados y frescos.
3. El raleo consiste en: a) suprimir las ramas inferiores; b) suprimir arbolitos raquíuticos, de tronco doble, torcidos, etc.; c) suprimir los árboles sobremaduros, los maduros y los enfermos.

VI. DE RAZONAMIENTO

Lea atentamente las frases que siguen y contéstelas según sus conocimientos:

1. En la reforestación la entresaca consiste en y permite los siguientes beneficios
2. Si el vivero queda muy distante de la plantación se deben tomar las siguientes precauciones para el trasplante:
3. Para establecer el vivero se deben considerar los siguientes factores:

VII. DE CUADROS SINOPTICOS

Analice los temas siguientes y haga los cuadros sinópticos correspondientes:

1. Principales recomendaciones para establecer la reforestación.
2. Sistemas de siembra de semillas en las eras.
3. Consejos que hay que seguir en la selección de "árboles padres" para semilla.

UNIDAD

DECIMA

GUIA DE ESTUDIO Y APRENDIZAJE

LA TIERRA LABORABLE

1. **Finalidad:** Componentes de la tierra laborable.

Material: Tierra del huerto o del jardín, tamiz, plato metálico, mechero de alcohol.

Procedimiento: En el plato caliente la tierra recogida en el huerto, después de secarla bien y de ser tamizada, observe y anote: ¿Qué color toma? ¿Qué olor despide? ¿A qué debe el color negro y el olor a quemado? ¿De dónde provienen esas materias orgánicas del suelo? ¿Qué nombre recibe esa primera parte del suelo arable? ¿Puede usted decir, entonces, cómo está formado el humus?

2. **Finalidad:** El suelo contiene calizas.

Material: El mismo anterior y solución de ácido clorhídrico.

Procedimiento: Cuando la tierra del experimento anterior esté fría, colóquela en un frasco de boca ancha y agréguele solución de ácido clorhídrico, observe y anote:

¿Qué aprecia usted? ¿Por qué se produce esa efervescencia? ¿Qué gas se desprende? ¿Cómo demuestra que se trata de gas carbónico? ¿Qué sustancia mineral reacciona así con los ácidos?

3. **Finalidad:** La tierra laborable contiene agua.

Material: Tierra de jardín, tubo de ensayos, embudo o trozo de vidrio plano, mechero de alcohol.

Procedimiento: Recoja tierra del huerto o jardín, caliéntela en el tubo de ensayos mediante la llama del mechero,

en tanto que sobre la boca del tubo coloca el embudo invertido o el vidrio bien secos: ¿Qué observa? ¿Por qué se empaña el vidrio? ¿De dónde procede ese vapor de agua? Deduzca el resultado final.

4. **Finalidad:** La tierra laborable contiene aire.

Material: Tierra del jardín, vaso, agua.

Procedimiento: Eche la tierra seca dentro del vaso, agregue agua hasta cubrir la tierra y observe:

¿Qué aprecia usted? ¿De qué cuerpo gaseoso serán esas burbujas que se desprenden? Deduzca: ¿Qué papel desempeñan el agua y el aire en la tierra laborable?

5. **Finalidad:** Humus, arena y arcilla,

componentes de la tierra.

Material: Tierra laborable, vaso de cristal, agua.

Procedimiento: Eche la tierra en el vaso, agregue agua hasta cubrir la tierra, agite fuertemente y luego deje reposar.

Después de media hora examine el resultado: ¿Cuántas capas superpuestas puede apreciar? ¿Por qué estará formada la capa superior? ¿La capa media? ¿La inferior? ¿Qué deduce de este experimento? ¿Qué papel desempeñan en la tierra el humus, la arena y la arcilla?

¿Qué es un suelo liviano y permeable? ¿Qué es un suelo pesado e impermeable? ¿Cuál es mejor para la agricultura y por qué razones?

XXVI. LECTURAS

NOCIONES GENERALES DE AGRICULTURA

El conjunto de actividades humanas tendientes a la producción de bienes económicos, mediante la ayuda de las fuerzas naturales, utilizando la energía latente que encierra el embrión vegetal, preparando el suelo en forma adecuada y transformando los productos vegetales y animales para poder conservarlos o utilizarlos en forma racional, recibe el nombre general de *Agricultura*, base de la civilización y clave de la economía. Sabemos que nuestros alimentos, vestidos y buena parte de los objetos producidos por la industria tienen su fuente en la fertilidad de la tierra. Pero la esencia de la agricultura está en la ciencia de la explotación de la misteriosa fecundidad del suelo, preparándolo adecuadamente a fin de que colabore con el embrión vegetal, utilizando los factores ambientales o

fuerzas naturales. Por consiguiente, la agricultura exige un trabajo humano previo, puesto que el hombre debe roturar, sembrar, fertilizar y cosechar las riquezas del suelo; y luego puede transformar parte de los productos obtenidos para lograr que sean conservados o utilizados en la mejor forma posible.

En la agricultura, como en toda producción económica, intervienen cuatro factores: la naturaleza (*suelo, subsuelo, aire, vientos, agua y temperatura*); el trabajo, factor que ha sufrido muchas variaciones a través de la historia; el capital (*todos los bienes que se utilizan en la producción*); y dirección, pues administrar una explotación rural exige condiciones de organización, previsión, prudencia, y auténtica capacidad de mando.

A. LOS TERRENOS.

La naturaleza del suelo, que varía considerablemente en las diversas regiones del globo terrestre, influye de modo poderoso sobre las riquezas obtenidas mediante los cultivos. El relieve del terreno determina el régimen de las aguas pluviales e influye en los vientos: la cordillera de los Andes, por ejemplo, actúa como un muro de contención que entorpece o favorece, según los casos, la labor agrícola de los pueblos situados a ambos lados de sus cadenas y contrafuertes. La altitud es también un factor importante, puesto que en las laderas se suceden todas las vegetaciones, que varían según la altura de cada sitio.

Pero, hablando de terrenos para la agricultura, debemos considerar solamente aquellos sectores de la superficie del planeta que pueden ser útiles para la agricultura o el pastoreo, es decir, el *SUELO*, manto superficial de la corteza terrestre, formado por minúsculas partículas o fragmentos de roca mezclados con restos de seres vivientes, tanto animales como vegetales. La ciencia que estudia el suelo es la *Edafología* o *Pedología*.

Todo suelo es el resultado de determinada combinación de cinco factores: *clima, materia orgánica, rocas, relieve y tiempo*. Entre los agentes de la Naturaleza que contribuyen a la formación del suelo apto para la agricultura, como también a su deterioro, figuran: *la lluvia, el viento, los ríos, los glaciares y los accidentes geológicos*. Todos ellos se combinan en diversos grados para efectuar un trabajo incesante de erosión de las rocas y transportar los materiales de desgaste a niveles inferiores en los que forman capas de fértil tierra vegetal.

1. Características:

Todo agricultor debe saber que el suelo que cultiva ha de tener cuatro aspectos básicos: *Profundidad*, que varía según las regiones y la naturaleza del suelo. La capa superficial suele tener unos 10 a 20 centímetros de espesor; debajo de ella hay otro manto, el subsuelo, que tiene hasta un metro de espesor; debajo de este manto hay generalmente rocas sólidas (Fig. 28-1). *Estructura*, determinada por la manera como se agrupan sus partículas, según la cual hay suelos de estructura mínima (dunas de arena), y suelos cuya estructura tiene un grado máximo (suelos granulosos), que son los más adecuados para el cultivo de cereales. *Textura*, que depende del tamaño de las partículas componentes del suelo, siendo las más pequeñas las que constituyen el *humus*. Por este concepto hay suelos arenosos (que contienen 50 % de materiales arenosos), que se llaman también *suelos livianos*, y que no son adecuados para la agricultura por no retener bien el agua; y suelos arcillosos (que contienen por lo menos un 50 % de arcilla), que tampoco son adecuados para los cultivos, por retener toda el agua, y se llaman terrenos pesados. La textura determina la fertilidad. Y la *composición química*, que varía considerablemente, siendo los elementos más abundantes sílice, aluminio, oxígeno, hidrógeno, hierro, calcio, magnesio y potasio. Esta composición química del suelo determina, en grande escala, la salud de los animales que pastan sobre ellos, pero las plantas pueden utilizarlo sin peligro, por ejemplo, cuando contienen excesiva cantidad de selenio; en cambio, los animales se enferman; la proporción de hierro influye directamente sobre la salud humana, y ciertos vegetales, cultivados en sue-

los ricos en sustancias ferrosas, son mucho más alimenticios que los cultivados en terrenos más pobres.

2. La tierra cultivable y sus componentes:

Prácticamente los principales componentes de la tierra labrantía o cultivable son: la *greda*, el *limo* o *lodo* y la *arena*, *sustancias orgánicas*, *agua* y *aire*. El suelo con mucha greda es húmedo y frío, es tierra pesada por ser dura para cultivar. La arena está formada por fragmentos de roca, no es pegajosa como la greda, por lo que un suelo arenoso es liviano porque se trabaja con facilidad. El limo o lodo no es tan pegajoso como la greda ni tan liviano como la arena, y contienen muchas sustancias que sirven de alimento a las plantas, se puede trabajar en todas las épocas del año y le da valor permanente a la tierra; como el limo es arrastrado por los ríos y demás corrientes de agua, por eso las vegas constituyen las tierras más fértiles, por ser en ellas donde los lodos se depositan. Las sustancias orgánicas (el "vegetal") son de gran valor en la tierra y se pierden rápidamente; provienen de las hojas y troncos podridos, de los restos de animales que habitan en las malezas o sobre la tierra, y de una gran cantidad de microbios que viven dentro de las capas superiores de la misma tierra; cuando una tierra es cultivada largo tiempo, va perdiendo las sustancias orgánicas y hay que devolvérselas mediante el abono; y si se hacen cultivos "limpios" (como maíz), el "vegetal" se pierde más aprisa y hay que dejar descansar la tierra dejándola cubierta con pastos o rastrojo.

Por tanto, una buena tierra es la que tiene apreciables cantidades de lodo, mezclado con cantidades moderadas de greda, de arena y de "vegetal". Las tierras

arenosas retienen poca agua; las gredosas retienen mucha agua; las tierras que tienen buenas cantidades de lodo y "vegetal" retienen cantidades moderadas de agua.

Muchas veces las condiciones de humedad del buen suelo se aprecian a simple vista, o por un ligero tanteo, o por el conocimiento que ya tengan los cultivadores de la tierra que están trabajando. La sazón o estado ideal del terreno para la labranza, cuando la humedad es moderada, es lo que se llama *tempero*, que se reconoce si al hundir una pala en el terreno y al sacarla no queda pegada la tierra a la pala.

3. Profundidad de la tierra arable:

En los suelos de clima frío o templado, en tierra de primera y que no esté muy lavada, la capa superficial es negra o de colores oscuros; esta capa viene a ser la tierra laborable o *suelo agrícola*. Por debajo queda el subsuelo, de colores más claros, amarillos o rojos por lo general. Es aquella capa superficial oscura la que los campesinos llaman el "vegetal", que no existe en los climas calientes, o es muy delgada y se pierde rápidamente; y si existe es de color más bien café claro o gris, pues el calor descompone aprisa la materia orgánica y no le permite acumularse.

En las vegas donde hay limo, la capa superficial de materia orgánica puede ser profunda en climas fríos y medios, y muy delgada o no existir en climas calientes, porque las sustancias orgánicas no están tan acumuladas en la superficie. Esto en las vegas aptas para la agricultura, no en las inundables, las pedregosas, las encharcadas o demasiado arenosas.

4. Preparación del terreno:

El arado de la tierra consiste en darle vuelta para facilitar la penetración del agua, del aire y de las raíces, a la vez que se limpia de malezas (gramilla, campanilla, etc.). La profundidad de la arada depende del espesor de la capa vegetal o de las capas de limo; puede que estas sean muy profundas, y entonces no hay necesidad de removerlas totalmente; pero debe procurarse no arar tan profundo para no remover partes del subsuelo. Si dicha capa es muy delgada y por descuido se saca tierra del subsuelo, entonces hay que dejar "vinagrar" la tierra por más tiempo.

Una vez hecho el arado, hay que esperar que la tierra removida se descomponga y fermente o "vinagre", a lo cual contribuye la acción del sol, de las aguas y del aire. Con ello se afloja y se facilita el desmenuzamiento de la tierra, que debe quedar en pequeños terroncitos o casi reducida a polvo. Para la maduración de la tierra o vinagramiento, hay que dejar un tiempo de dos a cuatro meses cuando se trata de climas calientes o fríos, respectivamente, y cuando se trata de romper tierras, pues en las ya trabajadas el tiempo es mucho menor. No se debe cultivar, pues, en tierras crudas.

5. Los abonos o fertilizantes:

Todos los seres vivientes, plantas, animales y el hombre, necesitan nutrirse para subsistir, y para que esa nutrición sea adecuada requieren una serie de sustancias, llamadas alimentos, que sus organismos transforman en materia viva.

Las plantas toman esas sustancias especialmente del suelo, donde se encuentran como reserva natural más o menos abundante; pero a medida que las plantas extraen sus alimentos, las reservas del

suelo se van agotando y, si se quiere conservar la fertilidad del suelo, es necesario reponerlas. La manera práctica y económica de devolver al suelo aquellas sustancias que las plantas van consumiendo, consiste en agregar al terreno cultivable determinados compuestos llamados *abonos* o *fertilizantes*.

En un sentido amplio se llama abono a toda sustancia que contenga materias nutritivas para las plantas o que modifique favorablemente las cualidades químicas del suelo para la vegetación y los cultivos. Mediante los abonos se devuelven a las tierras laborables las materias nutritivas que les quitaron las cosechas.

En síntesis, la técnica del abono consiste en suministrar al suelo agrícola los cinco elementos vitales para la planta: *nitrógeno*, *fósforo*, *potasio*, *calcio* y *magnesio*, y también, aunque en menor escala, *sodio*, *hierro*, *aluminio*, *cloro*, *silicio* y otros. Estas sustancias se incorporan al suelo mediante *abonos artificiales*; pero para aumentar la proporción de humus o mantillo, se utilizan los *abonos naturales* u *orgánicos*, tales como el estiércol de cuerdas, letrinas, etc., que llevan al suelo microorganismos transformados en asimilables por los compuestos nitrogenados, y pueden ser tanto animales como vegetales.

Tres de los 20 o más elementos que necesita la planta para su normal desarrollo, son indispensables en cantidades apreciables y superiores a los demás, y son: *Nitrógeno* (N), *Fósforo* (P), *Potasio* (K), razón por la cual se llaman elementos mayores o principales.

El nitrógeno estimula el desarrollo general de la planta, comunica al follaje color verde oscuro, aumenta el rendimiento de las hojas, frutos y semillas. in-

crementa el contenido de proteína en la planta. El Fósforo facilita el rápido y vigoroso desarrollo de la planta y de su sistema radicular, estimula el florecimiento y la formación de semillas, acelerando la madurez del fruto. El potasio da vigor a la planta y le comunica resistencia a las enfermedades e inclemencias del tiempo, interviene en la función clorofílica favoreciendo así la producción de azúcares, almidones y aceites.

Después de los elementos mayores, deben tenerse en cuenta otros que las plantas consumen en menor proporción, y son: *Calcio* (Ca), *Magnesio* (Mg) y *Azufre* (S); se llaman elementos secundarios o *correctores del suelo*, pues en realidad son más necesarios para éste que para las mismas plantas.

Otros elementos que las plantas consumen en muy pequeñas cantidades, llamados *elementos menores*, contenidos normalmente en proporciones suficientes en los suelos agrícolas, son: *Hierro* (Fe), *Zinc* (Zn), *Cobre* (Cu), *Boro* (B), *Molibdeno* (Mo) y otros.

a. Clasificación de los abonos:

Un abono mineral es *simple*, *binario* o *compuesto* cuando contiene uno, dos o los tres elementos mayores; en este último caso se llama también *abono completo*.

Se llama *grado* de un abono la concentración o porcentaje que contiene de cada uno de los tres elementos mayores, y se indica por tres números que, en su orden, se refieren al contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Así un abono 8-24-14 tiene 8% de nitrógeno expresado como N; 24% de Fósforo expresado como pentóxido de fósforo (P_2O_5); y 14% de Potasio expresado como óxido de Potasio (K_2O). Y un abono de Fosfa-

to de Amonio, que no contiene sino dos elementos mayores, Nitrógeno y Fósforo, es un abono *binario* grado 11-48-0, es decir, que este abono tiene 11% de Nitrógeno, 48% de Fósforo, y no tiene Potasio.

b. *Selección de abonos*: Como cada suelo y cada cultivo requieren un abono determinado, la Caja Agraria ha seleccionado una serie de abonos apropiados a las necesidades de los suelos colombianos, para lo cual tuvo en cuenta el análisis de suelos, el estudio de los nutrientes necesarios a cada cultivo y ensayos experimentales y prácticos en los campos, mediante la colaboración de los agricultores. Además, se escogió un número limitado de grados, a fin de que su producción y aplicación resulte práctica y económica.

Nifoskal grado 8-24-14, para el cultivo de la papa: 2 a 3 bultos por carga de semilla de papa de 10 arrobas.

Nifoskal grado 12-24-6, para cultivos de trigo, cebada, maíz y cereales en tierras frías: 200 a 250 kilos por fanegada.

Nifoskal grado 12-6-24, para cultivo de café y de caña: 300 a 400 gramos por árbol.

Nifoskal grado 15-15-12, para cultivos de tierras templadas, tales como arroz, caña, algodón, ajonjolí, maíz, cacao, café y árboles frutales: 200 a 250 kilos por fanegada.

Nifoskal grado 15-15-15, para los mismos cultivos y terrenos anteriores: 200 a 250 kilos por fanegada. También se recomienda para cultivos de frijol, banana y aguacate, maíz, manzano, peros y ciruelos.

Nifoskal grado 10-30-10, para cultivos de trigo, cebada, avena, maíz, frijol,

ajonjolí y cereales de tierra fría: entre 250 y 300 kilos por fanegada.

Nitrato de amonio del 26% es recomendable para todos los suelos y cultivos de todos los climas.

Calfos, que contiene 18% fósforo (P_2O_5), calcio 45% (CaO) y otros elementos menores como hierro, manganeso, magnesio, zinc, cobre y cobalto. Está indicado para terrenos ácidos y como mejorador de sus condiciones físicas: 500 kilos por fanegada.

B. Cultivos y sus cuidados:

Además de la selección y preparación del terreno y del correcto empleo de los abonos, las plantas y cada cultivo requieren cuidados específicos que el agricultor debe tener en cuenta para tratar de obtener un mayor rendimiento con un máximo de economía, pues la naturaleza le proporciona en forma gratuita ciertos bienes, tales como agua, aire, luz, calor, frío, fecundidad de la tierra, que ha de saber aprovechar oportuna y selectivamente, realizando una serie de operaciones más o menos complicadas para evitar la acción inconveniente del clima y del medio con todos los riesgos y peligros que se confabulan contra la producción agrícola, como las heladas, sequías, veraniegas, enfermedades y plagas.

1. *Necesidad del riego*: La repartición de la lluvia a lo largo del año obedece a variadas influencias que el hombre no ha logrado modificar ni controlar. Mediante el riego se puede dar a las plantas el agua que les hace falta, cuando es insuficiente o cuando la aridez del terreno es completa. Toda planta necesita, desde la germinación hasta su muerte, cierta cantidad de agua, a fin de mantener su agua de constitución y el agua de vegetación o de su ciclo vital. Para dar a los cultivos el

agua indispensable se utiliza el suelo como depósito; y a fin de conducir bien el riego, es indispensable estudiar el suelo para así conocer la frecuencia con la que se debe regar; también se debe controlar la cantidad de agua que en todo momento contiene el suelo para saber cuándo debe aplicarse el riego sin que las plantas corran riesgos.

Como los cultivos son perjudicados tanto por la estasez de agua como por su exceso, se deben poner en práctica diferentes sistemas de manejo, tanto del agua como de los suelos, a saber: Sistemas de aplicación del agua que varían con el caudal disponible, el tipo de cultivo y la consistencia del suelo; prácticas de drenaje y evacuación de sobrantes; correcta alimentación y conducción del agua de riego convenientemente dosificada. Todo el conjunto ha dado lugar a lo que la técnica moderna denomina "diseño racional" de un riego.

Como fuentes de agua para que los cultivos y su rendimiento no dependan de la repartición de las lluvias, de su abundancia o escasez, tenemos:

a. Los ríos y quebradas, de donde se toma el agua mediante obras especiales y se conduce por una red de distribución hasta los predios que la necesitan.

b. Las aguas subterráneas se toman mediante pozos calculados para que sean suficientes. El agua es sacada del subsuelo por medio de bombas para llevarla a las parcelas.

c. Las aguas lluvias, a pequeña escala, se pueden recoger directamente en cisternas o pequeñas cuencas de corrientes de agua para que sirvan luego en los períodos más secos.

Agricultores, propietarios, autoridades y todos los colombianos estamos en

la obligación de velar por el mantenimiento y buen manejo de la riqueza hidráulica y agrícola del país. Para ello se deben evitar las *quemadas* y la *tala* desordenada de los bosques que arruinan las fuentes de agua; asimismo se ha de aplicar el riego según los métodos más avanzados y técnicos que no perjudiquen los suelos; preparar convenientemente las tierras, con drenajes y protecciones para la buena conducción del riego; consultar en forma sistemática los organismos públicos autorizados sobre cultivos apropiados y rotación de los mismos, abonos, prácticas de riego y avenamiento de las propiedades que lo necesiten.

2. **El cultivo intensivo:** Es el sistema de explotación agrícola que permite tratar de obtener un rendimiento máximo de una extensión reducida de tierra, utilizando para ello mucho trabajo y gran cantidad de materiales. Mediante este sistema tierras explotadas durante centenares de años, rinden hasta tres cosechas por año gracias a los fertilizantes, a la rotación de cultivos, a la mecanización y a otros recursos, entre ellos el abandono de ciertas tierras "en barbecho" durante algún tiempo, para que puedan recobrar su fecundidad, agotada por muchas cosechas sucesivas.

3. **La siembra y las semillas:** Llegado el momento de la siembra, debe procederse a la elección de las semillas, tarea delicadísima que los agricultores modernos prefieren efectuar de acuerdo con las indicaciones de los expertos, sobre todo cuando utilizan especies híbridas o poco conocidas. Cuando emplean semillas provenientes de cosechas anteriores, los campesinos prueban su poder germinativo colocándolas debajo de un trapo húmedo: al cabo de cierto tiempo examinan el resultado para determinar cuántas

semillas han germinado. Si la proporción de semillas germinadas es suficientemente alta, emplean sus reservas en la próxima siembra; si no lo es, deben comprar nuevas semillas en las casas especializadas o pedir las en las estaciones agrícolas del gobierno.

En Colombia funciona el Departamento de Fomento y Asistencia Técnica, que dispone de profesionales entre ingenieros agrónomos, médicos veterinarios, subprofesionales prácticos agrícolas y supervisores para planear, dirigir y controlar los programas trazados por las directivas de la Institución, a fin de orientar al agricultor en sus explotaciones agropecuarias, con miras a elevar el nivel económico y social y como consecuencia final, conseguir el aumento de la producción nacional. Este departamento maneja dos importantes programas técnicos: Fomento de semillas mejoradas y créditos dirigidos.

El primero de estos programas lo ejecuta el Instituto Colombiano Agropecuario, "ICA", que entrega el material fundamental y básico de semillas mejoradas para acometer las labores de multiplicación y beneficio de éstas y el fomento de su uso entre los agricultores, a la vez que la enseñanza de mejores prácticas de cultivo, todo a base de investigaciones. Para ello cuenta con seccionales distribuidas en varios departamentos del país, que disponen de granjas para la multiplicación del material y plantas mecanizadas para el *beneficio* de estas semillas, beneficio que consiste en la clasificación, secamiento y desinfección de ellas, a fin de entregar al agricultor semillas que reúnan óptimas condiciones de calidad.

El éxito logrado ha sido tan manifiesto que cada año se va viendo el aumento logrado por la utilización de las

semillas distribuidas, con una mayor producción por área utilizada.

Gracias a la labor desarrollada por la Caja de Crédito Agrario, ha surgido dentro de la iniciativa privada la constitución de compañías particulares productoras de semillas que colaborarán en el fomento del empleo de materiales mejorados puesto que llevan a cabo labores iguales a las del Programa de Fomento adelantado por la Caja.

Las labores preparatorias de la siembra son: roturación, cruzada, rastrillada, nivelación y desagües dentro de los cultivos. Hay sembradoras pequeñas para ser tiradas por animales, preferentemente por mulas. A medida que se vayan mejorando los campos, es decir, dejándolos sin obstáculos y nivelados, se impondrá el uso de las sembradoras. Para que una máquina sembradora trabaje de modo eficiente, se requiere una semilla uniforme, cosa que hoy día es escasa en el comercio. Y mientras no se disponga de semilla uniforme y de tierras perfectamente domadas, no es práctico el uso de sembradoras.

4. **Cultivada:** Propiamente lo que se llama *cultivada* es la desyerba y el aporque que conjuntamente se le hace a una planta, operación que se hace con herramientas algo rudimentarias entre nosotros, pero que en forma técnica la ejecutan las máquinas cultivadoras, para lo cual se requiere un animal, frecuentemente una mula, porque hace el trabajo con más rapidez que el buey. Y es condición indispensable para usar la cultivadora, que las plantas estén sembradas en surcos, en línea recta y a un compás que permita el libre paso del animal y de la máquina. Aunque no se disponga de sembradora, es fácil hacer la siembra a línea recta tendiendo un hilo a lo largo del surco.

5. **Rotación de cultivos.** Es el procedimiento agrícola que consiste en cambiar un cultivo por otro, por lo general anualmente, en un terreno, una zona o una región. Dicha rotación obedece a diversas causas: Para evitar el agotamiento del suelo; no todas las plantas se nutren con las mismas sustancias, lo que permite que un suelo que se ha vuelto pobre para ciertas especies vegetales sea adecuado, en cambio, para otras.

La rotación de cultivos se organiza en series, es decir, en ciclos constituídos por dos, tres o varias clases de vegetales, series cuyo orden no debe ser alterado. El orden del cultivo dentro de la serie es fijado por los técnicos, de acuerdo con cultivos experimentales.

Existen ciertas normas ya establecidas, por ejemplo, después del cultivo de oleaginosas conviene seguir con leguminosas, porque estas últimas incorporan nitrógeno a la tierra. En el caso de la soya, ésta se puede sembrar con resultados satisfactorios en combinación con maíz, fríjol, pastos, sorgos, etc.; cuando se trata del cacao, y mientras el cacao crece a la sombra transitoria del banano, se siembra también maíz, frísoles, yuca, maní, soya, etc. El cultivo de la papa debe necesariamente alternarse o dejar la tierra en barbecho; la planta más apropiada es el fríjol de arbolito. Para las hortalizas, no se debe sembrar más de una vez la misma planta en el mismo sitio; en cada era, en cada parcela de la huerta se va alternando la siembra de todas las hortalizas, etc.

Otra de las causas de la rotación de los cultivos es la necesidad de combatir ciertas plagas. Si una plaga específica de un vegetal ha invadido una región, se cambia ese cultivo por otro resistente a

la plaga; esta última, al no poder sobrevivir en él, queda exterminada.

C. Los recursos naturales. Son el conjunto de medios que ofrece espontáneamente la naturaleza y que el hombre aprovecha en su beneficio.

Entre los recursos energéticos, como el sol, el aire, la luz, etc. que doran el tallo y maduran los granos, y cuyo beneficio está garantizado por no estar al alcance destructivo del hombre; los minerales y demás yacimientos, se aprovechan y no los podemos reponer, por lo que se llaman Recursos naturales no renovables. En cambio, suelos, aguas, vegetación y animales como elementos esenciales están íntimamente ligados al destino humano. Se pueden utilizar y reponer, aumentar y mejorar.

El suelo contiene los elementos *biogénicos*; en él se desarrollan y nutren las plantas que nos dan alimento, hogar, vestido y salud; de él depende la supervivencia humana y de los animales.

La tierra desnuda se agrieta, se afloja, se desmorona en polvo que arrastra fácilmente el agua y el viento ocasionando la erosión, que se lleva para siempre la fertilidad del suelo. El manto protector produce la capa orgánica viva o humus, que defiende y fecundiza el suelo. Todo cuanto se haga para contrarrestar la erosión va en beneficio de las generaciones venideras.

El agua es el vehículo de los alimentos vegetales, interviene en la formación del suelo y ocupa la mayor proporción en la composición de los seres vivos. La desecación de un cuerpo vivo representa su muerte; el agua lluvia fertiliza la tie-

rra, la formación del humus requiere humedad, sin agua no hay germinación; aprovechando sus corrientes y caídas, sirve para accionar diversas maquinarias. Debemos defenderla en las arcas salvadoras de los bosques.

Los bosques o vegetación son el conjunto de plantas, seres vivos que nacen, crecen, dan frutos alimenticios para el hombre y demás animales, se propagan y mueren. Los bosques tienen marcado el destino de la humanidad; en ellos el hombre encontró comida, combustible y hogar; los bosques moderan el rigor del clima y fenómenos atmosféricos; los bosques acumulan aguas, conservan la fertilidad de los suelos, alimentan y protegen la vida y nos dan elementos de riqueza y de cultura. Defendamos y aumentemos este maravilloso don.

Los animales o fauna constituyen la maquinaria incansable que nos transforma en asimilables los terrenos, nos fecundan la tierra y nos ayudan en el trabajo. Los animales producen riqueza, bienestar y alegría en los campos.

Suelos, aguas y animales necesitan de los bosques porque mantienen en equilibrio normal nuestra heredad, proporcionándonos incalculables bienes. Respetemos este imponderable don y pongamos esmero en su cultivo; ellos también imprimen vitalidad al barro original porque en los bosques dejó Dios parte de su Propio Espíritu.

El aprovechamiento de los recursos naturales ha dado lugar a la formación de importantes núcleos de población alrededor de los sitios donde aquellos se hallan, de los cuales han surgido muchas veces grandes ciudades.

A. El Herbario: Siguiendo la iniciativa de que este curso sea práctico y de que el estudiante aprenda trabajando bajo la acertada dirección del profesor, la elaboración del Herbario es un medio que complementa el estudio de la Biología Vegetal y contribuye a la formación de buenos hábitos de trabajo, de orden y de sentido estético.

Para ello, cada alumno del curso habrá de coleccionar, desecar y conservar aquellos especímenes típicos de cada familia estudiada y más representativos de la región, así como los diversos órganos de una planta completa (superior) en sus distintas variedades, con los cuales iniciará el herbario: raíz, tallo, hojas, flores y frutos. Durante el estudio monográfico de las familias, el profesor indicará la planta más común y más característica de cada una de ellas, o varias para que el alumno tenga la oportunidad de seleccionar la que le sea más conocida o de más fácil adquisición.

Procedimiento: Como las plantas no se pueden conservar en su estado natural, hay necesidad de desecarlas como sigue:

1. Preparar carpetas de papel periódico doblando cada hoja transversalmente por la mitad.

2. Dentro de cada carpeta se extiende la planta (pequeña) procurando que cada uno de sus órganos quede sin arrugas ni doblado, o las distintas variedades de órganos vegetales coleccionados (raíces, tallos, hojas, flores y frutos). Cuando se trata de flores, es conveniente abrir la corola de manera que se pueda apreciar un carácter fundamental, como el número de estambres o su inserción.

3. Si no se dispone de una prensa de madera (de fácil construcción en Artes Industriales), las carpetas así preparadas se disponen una sobre otra, separadas por otras carpetas vacías destinadas a absorber la humedad, se someten a fuerte presión, colocándolas sobre una tabla o mesa y, sobre el conjunto, se pone otra tabla, encima de la cual se colocan objetos pesados (ladrillos, piedras, etc.), a fin de someter los ejemplares a una presión constante.

4. Para procurar la evaporación rápida de la humedad y que los tejidos vegetales queden completamente secos, el conjunto debe colocarse al sol, teniendo el cuidado de cambiar las carpetas por otras nuevas cada 24 horas por varios días hasta conseguir su completo desecamiento, es decir, hasta cuando estén totalmente rígidos.

5. Cuando se trata de hojas compuestas cuyos folíolos se desprenden fácilmente (ciruelo, matarratón, samán), se sumergen en agua caliente durante unos segundos antes de colocarlas en las carpetas. Siempre se procederá a desecar ejemplares frescos, recién cogidos, a fin de obtener especímenes bien presentados.

6. *Fijación:* Cada órgano se extiende con cuidado en el sitio previamente destinado de la cartulina o del folio del álbum o herbario, asegurándolo bien con tirillas angostas de papel engomado (preferible transparente), las que sean necesarias para que el ejemplar, además de quedar bien fijado, ofrezca buena presentación.

7. *Clasificación:* Si los folios de herbario carecen de los datos impresos sobre la

clasificación, en la parte inferior derecha de cada uno se coloca una tarjeta blanca o simplemente se escriben con letra clara los siguientes datos:

Colegio Ciudad
No.
Nombre vulgar
Especie
Género
Familia
Localidad de recolección
Fecha
Aplicaciones
Observaciones

En observaciones se escriben: forma y color de la flor y del fruto, el clima, el sitio (seco, húmedo, pantanoso, acuático), si formaba agrupaciones, etc.

B. *El Terrario*: Se da este nombre al lugar adaptado especialmente para el cuidado y cría de animales y plantas terrestres.

En el terrario es preciso reproducir las condiciones climatológicas en que vive la especie que se desea estudiar, ya que es difícil seguir el curso de la vida con minuciosidad cuando viven libremente en la naturaleza. Como en general los terrarios se emplean para la observación y estudio, se construyen con varias paredes de cristal que faciliten estas actividades. Si se trata de animales o plantas exóticos, es necesario instalar aparatos que produzcan y regulen la humedad y la temperatura especiales para su desarrollo.

El estudio de especies animales cultivadas en terrarios ha contribuido a lograr grandes adelantos en los conocimientos de las plagas animales.

ayudando con eficacia a la organización de la lucha biológica contra esas plagas. Por estudios realizados en terrarios adecuados, se ha podido descubrir la maravillosa organización de los hormigueros y termiteros. También han prestado grandes servicios los terrarios de cristal en el cultivo y estudio de ciertas especies vegetales, especialmente de carácter ornamental.

En el colegio es de gran utilidad para el estudio de la Biología Vegetal, puesto que el terrario se presta para la observación directa, por ejemplo, de la germinación y de las condiciones que la favorecen o que la retardan; para la comprobación de la acción de la luz sobre el crecimiento, desarrollo, coloración, etc., de los órganos vegetales; para la observación de los tropismos o movimientos vegetales, etc.

Por todo ello es recomendable la construcción del Terrario en los establecimientos educativos, bajo la dirección del profesor de Ciencias Biológicas del plantel, ojalá con la especial colaboración de los alumnos de los cursos que siguen el estudio de estas disciplinas.

C. *Las Granjas*: Una hacienda o finca rural cuya explotación agrícola está bajo la dirección y administración de su propietario, de un arrendatario o de un encargado (mayordomo), recibe el nombre de *Granja*. También hay granjas de grandes extensiones de terrenos que son explotadas en forma colectiva. Puede estar formada simplemente por una extensión de terreno que comprenda la casa donde vive el propietario con su familia, el jardín y la huerta con sus eras y las instalaciones necesarias para la explotación (graneros, establos, molinos, bombas, pozos), y tierras laborables o de la-

En casi todas las granjas se suman a las explotaciones agrícolas las de avicultura y lechería. Esta clase de explotación agrícola ha tomado mucho incremento por las facilidades que para el trabajo proporciona el empleo de maquinaria agrícola en todas aquellas regiones donde el terreno es rico y apto para el cultivo.

Por otra parte, hay también granjas experimentales en donde equipos de profesionales (ingenieros agrónomos, médicos veterinarios, prácticos agrícolas y supervisores) planean, dirigen y controlan los programas que las directivas de la Institución les han trazado, con el objetivo de orientar al agricultor en sus explotaciones agropecuarias, para elevar su nivel económico y social y como consecuencia final conseguir el aumento de la producción nacional.

En el país existen varias de estas granjas, muchas de ellas dirigidas por el Departamento de Fomento y Asistencia

Técnica de la Caja de Crédito Agrario, con sus seccionales distribuidas en varios departamentos, tales como las granjas de "multiplicación de semillas mejoradas", que sólo acometen las labores de multiplicación y beneficio de éstas y el fomento de su uso entre los agricultores, a la vez que les enseñan mejores prácticas de cultivo. El beneficio de las semillas consiste en la clasificación, secamiento y desinfección, para entregar al agricultor semillas que reúnan óptimas condiciones de calidad.

El éxito ha sido tan manifiesto que cada año se va viendo el aumento logrado por la utilización de las semillas distribuidas, con una mayor producción por área utilizada.

Gracias a la labor de la Caja ha surgido, dentro de la iniciativa privada, la constitución de compañías particulares productoras de semillas que colaborarán en el fomento del empleo de materiales mejorados.

Dr. ENRIQUE PEREZ ARBELAEZ (1)

1896 - 1972

Sacerdote. Biólogo. Botánico. Escritor. Nació en Medellín el 10. de marzo de 1896 y es hijo único del general Jesús María Pérez y de su esposa doña Catalina Arbeláez de Pérez. Destacado científico Colombiano, hizo sus primeros estudios en el Colegio de San Bartolomé de Chapinero con los Padres Jesuítas y luego viajó a Europa donde escogió como sedes universitarias España y Alemania. Graduado "cum laudae" en Biología superior en la Universidad de Munich, regresó a Colombia pleno de conocimientos, de ambiciones e inquietudes, concentró todos sus esfuerzos en la fundación del Herbario Nacional, pues comprendía que no se podía dar un paso hacia adelante ni en agricultura, ni en recursos naturales, ni en ciencias sin un catálogo completo de la flora del país, y se dedicó desde entonces a poner las bases para la ciencia de la flora abriendo así la carrera de la botánica a numerosos investigadores.

Doctor en Teología y en Filosofía, Pérez Arbeláez ha sido: Profesor en la Universidad Nacional; Profesor de Botánica y Zoología del Jardín Zoológico de la Escuela Normal Superior de Bogotá; Director fundador del Museo de Ciencias Naturales de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional; Botánico y colaborador del Ministerio de Agricultura; Director del Instituto Botánico de la Universidad Nacional; Agregado Coordinador en la Unesco para la prospección científica del Amazonas; miembro honorario de la Sociedad de Agricultores de Colombia; de la Academia de Ciencias Exactas, Fisio-químicas y Naturales de Colombia y de muchas otras sociedades científicas y culturales nacionales y extranjeras.

Como escritor, es autor de: Biología Moderna, Die Natuerliche Grupe der Davalliageen, Lecciones sobre el herbario, Libro conmemorativo del centenario de Mutis, Sanidad Vegetal en las importaciones, Botánica del Cafeto, colaborador en el Manual Cafetero Colombiano, Frutas de Cundinamarca. Las plantas, su vida y clasificación; plantas medicinales más usadas en Bogotá; Plantas útiles de Colombia; Plantas Medicinales y Venenosas de Colombia; Manual del Cafetero Venezolano; Suelo, Arboles y Cultivos; Botánica Colombiana Elemental; Pasajes, tierra y Trabajos; Instituto Internacional de la Hilea Amazónica; Tentamen de un Directorio Colombiano de Ciencias Naturales; Hilea Amazónica Colombiana; Vaupés; Hilea Magdalena; Conservemos este suelo; Once acciones sobre el futuro; Bosques y Maderas; Conservemos estas aguas; Conservemos la fauna espontánea útil; Recursos Naturales de Colombia, etc.

Autor de numerosos artículos sobre temas científicos y de interés general, colabora frecuentemente en El Tiempo de Bogotá. Doctor en Ciencias Naturales de la

Real Academia de Madrid, es considerado como uno de los cinco conservacionistas más importantes del mundo; su vida, su fecunda inquietud intelectual, su curiosidad constantemente alerta, su inagotable actividad, su amor a las ciencias, han estado siempre en función de servicio al país y sobre todo de conocerlo para mejor servirle y conservarlo. Como primer conocedor científico de la Amazonia, aspira a la creación de un Centro Colombiano de Investigaciones Amazónicas, aspiración que quedó protocolizada en un simposio celebrado hace poco más de un año en Leticia y que, por sugerencia de las universidades que esbozaron el proyecto, llevará el nombre del Dr. Enrique Pérez Arbeláez.

Gracias al tesón y al esfuerzo del botánico más importante que ha tenido Colombia en los últimos tiempos, hace 15 años, el 6 de agosto de 1955, el Bosque Popular de Bogotá se convirtió en el Jardín Botánico "José Celestino Mutis". A lado y lado de una verja de hierro del lugar hay sendas placas de mármol con la siguiente leyenda:

"Bogotá dedica este Jardín Botánico a la esclarecida memoria de don José Celestino Mutis y demás miembros de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada españoles, santafereños, quiteños, quienes por el estudio de la naturaleza le dieron gloria, asombro a los extraños, a sus juventudes ejemplo imperecedero y a todos, la conciencia de una patria superante.

Esta es una investigación para servir a la ciencia, la educación y la cultura, puesta al cuidado de los colombianos".

En julio de 1970, el presidente Dr. Carlos Lleras Restrepo presidió la segunda inauguración del Jardín Botánico en el lugar indicado, puesto que la primera se efectuó en agosto de 1955 gracias al interés del Doctor Roberto Salazar Gómez, alcalde de Bogotá en esa época.

La obra más grande y más ambiciosa del Dr. Pérez Arbeláez es la publicación de la Flora de la Real Expedición Botánica, que constará de 52 volúmenes de los cuales hay 5 publicados y se necesitarán 50 años para terminar su publicación.

"Si volviera a nacer, dice nuestro ilustre profesor, habría sido un Humboldt o un Mutis. . . No por mi talento, que lo considero normal, sino por mis capacidades de trabajo, mis hemisferios de constancia y de codos, para clavarme en los libros y en los escritos. Estoy pleno con mis ideas y mis libros y mi trabajo".

"Buscando servir y fomentar la ciencia y después de haber fundado el Herbario Nacional, cuando las ciencias naturales se estaban extinguiendo, se me han ido los años. Pero ya tengo en marcha el Jardín: es una colección de plantas vivas, dispuestas según normas científicas y pedagógicas, y dirigidas a la investigación, al estudio y al turismo.

(1) Resumen con base en "Vidas y Empresas de Antioquia", primera edición, 1951, y en "Lecturas Domini-

“El Jardín nació del deseo -de darle a la investigación y a la teoría, un cariz práctico. Nació del deseo de defender la flora colombiana. Nació del deseo de que un país de una tradición botánica como Colombia, no se quedara atrás en una realización, tan importante de cultura, que ya tienen otros países con menos recursos y una flora menos rica.

“Además el Jardín Botánico de Bogotá tiene características especiales: es el más alto del mundo, sobre el nivel del mar. Como aquí no hay estaciones la vegetación no se paraliza. La altura misma determina cambios en la flora, muy interesantes. No hay en toda la geografía de América un Jardín como este. Aquí podremos cultivar todas las especies de la flora andina. Traeremos plantas foráneas que enriquezcan nuestro suelo y que puedan ser útiles al país. De esta manera el Jardín será un centro de investigación de enorme importancia.

“La flora andina colombiana es distinta a las que crecen en las vecindades del Capricornio. Al sur, a los 600 metros, la flora se convierte en cardenales. Mientras aquí sigue para arriba. En cuanto a la altura, los jardines botánicos de nuestros antípodas, con igual clima, situados en la isla de Java—Buitenzol, pirandil y otros no tienen sino 800 metros sobre el nivel del mar.

“En este Jardín las gentes aprenderán a amar su suelo, sus flores, sus plantas. A través de la flora se educa y se ennoblece el pueblo. En la medida en que los pueblos se culturizan, aman su flora, por eso se necesitó que Grecia nos diera el arte gótico, inspirándose en las hojas de acanto”.

Murió en Bogotá a principios de 1972.

INDICE

INTRODUCCION

	Pág.
El sistema viviente y su ambiente adecuado	5

UNIDAD 1

Guía de estudio y aprendizaje. Nacimiento de las plantas superiores: La semilla .	7
La germinación	10
Las plantas superiores. Generalidades	15
Cómo nacen las plantas superiores. La semilla	16
Germinación de las semillas. Factores determinantes de la germinación	18
Posición de los cotiledones. Evaluación	20

UNIDAD 2

Crecimiento de las plantas. Los seres vivientes	25
La biología vegetal	27

	Pág.
El microscopio	28
Los seres vivos. Generalidades	28
Guía de estudio y aprendizaje	34
Cómo crecen las plantas. La célula, unidad física de los seres vivos	38
Comparación entre célula vegetal y célula animal	45
Guía de estudio y aprendizaje. La célula, unidad fisiológica de los seres vivos	47
La nutrición celular. Generalidades	56
La absorción	57
Los alimentos	60
La digestión	61
La asimilación. La respiración	62
Elementos biogénicos	63
La división celular y el crecimiento de los organismos vivos. Guía de estudio y aprendizaje	64
La reproducción celular. Reproducción asexual directa	68
Reproducción asexual por mitosis (indirecta)	69
Importancia de la mitosis. Los tejidos vegetales. Guía de estudio y aprendizaje ..	70
Asociaciones celulares. Tejidos meristemáticos. Tejidos fundamentales. Tejidos protectores	77
Tejidos conductores. La reproducción celular y el crecimiento del vegetal	78
Evaluación	79

UNIDAD 3

	Pág.
La nutrición en las plantas. Estudio de la raíz	83
Cómo se nutren las plantas. Sistema radicular: La raíz, órgano de absorción. Morfología de la raíz	90
La absorción	95
Fisiología de la raíz. La absorción	98
El tallo	102
El sistema del tallo. El tallo, órgano de soporte y circulación	109
El tallo y sus funciones	116
Fisiología del tallo. El tallo, órgano de la circulación	121
Las hojas y sus funciones	127
Las hojas, fábrica de alimentos. Origen y distribución	131
Morfología de la hoja típica. Diversidad en las hojas	132
Estructura interna de una hoja típica	134
Fisiología de las hojas	135
Principales funciones de la hoja	139
La transpiración	140
La asimilación o fotosíntesis	141
La respiración	144
Importancia económica de las hojas	145
Evaluación	146

UNIDAD 4

	Pág.
La reproducción en las plantas superiores	149
Cómo se reproducen las plantas superiores. Generalidades. La flor, aparato reproductivo	152
Estructuras florales	160
Estructura de los órganos sexuales de la flor. El polen	163
El óvulo	164
La reproducción sexual y la formación de semillas. La polinización	165
La fecundación	167
Importancia económica de las flores	168
Estudio del fruto	169
El fruto y la semilla, portadores de gérmenes de nuevas plantas. Morfología externa y estructura	175
Dehiscencia y liberación de semillas. La variedad en los frutos	176
Diseminación de semillas y frutos	177
Las frutas frescas y la alimentación. Importancia económica de los frutos	178
Evaluación	179

UNIDAD 5

Plantas útiles más representativas	183
Clase angiospermas. Clasificación	221
Clase gimnospermas	224

UNIDAD 6

	Pág.
Plantas alimenticias, medicinales, industriales y forrajeras	229
Resumen bio-económico de las plantas más utilizadas en Colombia como alimenticias, medicinales, industriales y forrajeras. Farinosas: El maíz	231
La papa	236
El trigo	241
Oleaginosas. La soya	243
Hortalizas	244
Frutales. El manzano	252
El aguacate	259
El plátano	264
La piña	269
La vid	273
Medicinales	277
Las quinas	278
La achicoria	280
La ipecacuana. La yerbabuena. El digital. El eucalipto. Maderables	281
El cedro. El pino	282
El eucalipto. El guayacán-guayaco. El caobo	283
Industriales. El cacao	283
El mimbre	286

	Pág.
El café	288
Plantas forrajeras	303
Plantas ornamentales	306
Evaluación	309

UNIDAD 7

Plantas inferiores	311
Las plantas inferiores o criptógamas. Generalidades	314
Musgos y hepáticas	323
Criptógamas inferiores	328
Otras talofitas	332
Una asociación simbiótica	337
Las bacterias	338
Biografías. Lázaro Spallanzani	343
Luis Pasteur. Roberto Koch	344
Federico Lleras Acosta. Evaluación	345

UNIDAD 8

Propagación y adaptación al medio	347
Evaluación	355

UNIDAD 9

	Pág.
La clasificación vegetal	357
El reino vegetal	360
Carlos Linneo	361
Francisco José de Caldas	362
La conservación de la flora	364
Necesidad de la reforestación	368
Recomendaciones para una reforestación	369
Evaluación	375

UNIDAD 10

La tierra laborable	377
Nociones generales de agricultura	378
Herbarios, terrarios, granjas	387
El recurso natural más importante para Colombia	390



Editorial Bedout S. A.



874 8176