

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
MONTEVIDEO - URUGUAY

**ANALISIS MICROSCOPICO DE RACIONES  
PARA ANIMALES DE GRANJA**

FOR

BLANCA R. ARRILLAGA DE MAFFEI



# ANALISIS MICROSCOPICO DE RACIONES PARA ANIMALES DE GRANJA

BLANCA R. ARRILLAGA DE MAFFEI

## INTRODUCCION

Bajo la denominación de raciones y raciones balanceadas, circulan en el comercio diversas mezclas alimenticias para aves u otros animales de granja cuyos componentes interesa conocer, entre otros motivos, con objeto de comprobar la presencia de sustancias inadecuadas para el fin a que están destinadas. Cualquiera sea el método que se utilice para el análisis, éste se vería enormemente facilitado si la muestra viniera acompañada de un rótulo indicando los componentes declarados por el fabricante al inscribir su fórmula en la oficina correspondiente (art. 6º, inc. 2, decreto del 29/4/1965 sobre reglamentación del art. 101 de la Ley 12.802 del M. G. y A. referente a raciones destinadas a alimentación animal).

En las raciones encontramos sustancias de origen animal, vegetal y mineral en proporción variable; según el grado de molienda algunos de sus componentes pueden determinarse macroscópicamente, a ojo desnudo o con lupa, en tanto que para otros es necesario recurrir a métodos diversos. El método de análisis cualitativo más sencillo y rápido es el microscópico, para el que damos las indicaciones que siguen.

## APARATOS Y UTILES

- 1 Lupa binocular con aumentos 10-40 ×.
- 1 Microscopio con aumentos 80-500 ×.
- 1 Mortero de vidrio o "composición" de 100 c.c. aproximadamente.
- 1 Espatulita metálica para histología.
- 1 Par de agujas para disección.
- 1 Pinza de puntas finas.
- 1 Paño de limpieza desprovisto de apresto.
- Láminas portaobjetos.

Laminillas cubreobjetos.  
Potecitos para reactivos.  
Cuenta gotas o pipetas "Pasteur".  
Papel de filtro cortado en trocitos de 2 cm.<sup>2</sup> aproximadamente.

## REACTIVOS

Agua destilada.  
Acido clorhídrico normal.  
Glicerina.  
Solución de Lugol 1 % (Langeron p. 764; Sass p. 100).  
Solución de Lugol 0,1 %.  
Sudán III (Johansen p. 62; Sass p. 102).

## METODOS

Anotar los datos físicos como color, olor, aspecto general de la ración a analizar; el olor puede indicarnos si estamos en presencia de moho, de harinas de hígado, de pescado, de lino, etc. Mezclar bien antes de efectuar la toma, o tomar porciones de diversas partes de la muestra madre para que la muestra sea representativa, y homogeneizar. Esta operación tiene por objeto, al tomar un peso determinado de muestra, que sea factible una determinación porcentual de sus componentes. A partir de la mezcla que acabamos de indicar se pueden seguir dos procedimientos.

*Procedimiento 1.* Tomar con la espatulita una pequeña porción de la mezcla y ponerla en un portaobjetos; se examina bajo lupa y con ayuda de la pinza se van separando los fragmentos más groseros, clasificando los que son reconocibles, al tiempo que se separan los no identificables para un reconocimiento posterior; una vez retirados todos los trozos gruesos que arriesgarían romper el cubreobjetos si los hubiésemos dejado, se agrega por medio de un gotero una o más gotas de agua, suficiente como para tener una suspensión flúida de los fragmentos menores (diríamos microscópicos), ponemos la laminilla y llevamos la preparación al microscopio. Los fragmentos gruesos no identificados que habíamos separado se trituran en un mortero y luego de reducidos a polvo se hace una nueva preparación.

*Procedimiento 2.* Triturar en el mortero aproximadamente 5-10 gramos de la mezcla hasta tener un polvo fino homogéneo, poner como en el procedimiento anterior una pequeña porción en un portaobjetos, agregar el agua necesaria, cubrir con la laminilla y observar al microscopio.

Aconsejamos estudiar las preparaciones obtenidas del modo siguiente: enfocar primero con objetivo  $10\times$  y partiendo de un ángulo del cubreobjeto, supongamos el superior izquierdo, recorrer con movimientos del charriot en "guarda griega" (ver diagrama 1, a) hasta el ángulo superior derecho; bajar un campo completo del objetivo y hacer el recorrido inverso, repitiendo la operación hasta estudiar toda la preparación. También puede

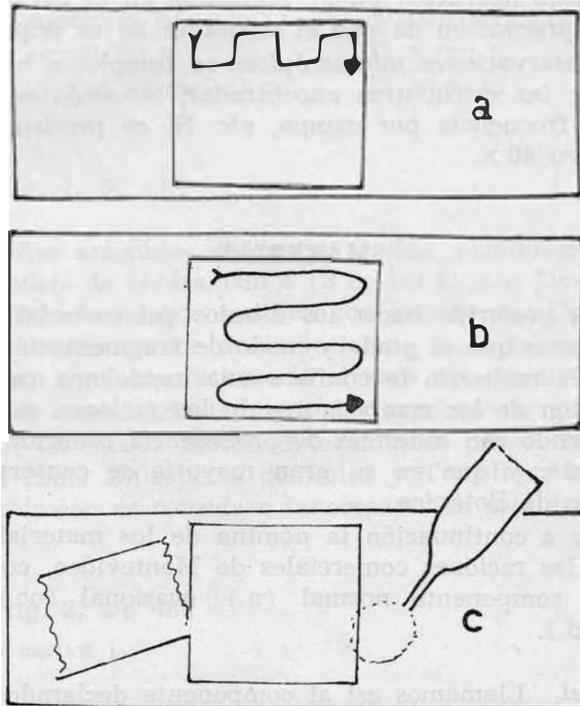


DIAGRAMA 1.

hacerse como lo indica el diagrama 1, b), recorriendo en líneas paralelas horizontales. Hacer esquemas de los fragmentos de tejidos, células, pelos, cristales, etc., anotar color, frecuencia de los mismos; si es preciso examinar con objetivo  $40\times$ .

Después de realizada la etapa anterior y sin quitar la preparación de la platina del microscopio, agregarle unas gotas de Lugol débil por el lado derecho del cubre al tiempo que con una bandita de papel de filtro se quita el agua por el lado opuesto (diagrama 1, c); se identifican los granos de almidón por la coloración azul-violada frente al Lugol.

Además de las preparaciones indicadas anteriormente, se hace otra usando como líquido de montaje Lugol al 1%; con este reactivo se tiñen las proteínas (Langeron p. 1538) y el gli-cógeno (Langeron p. 1275, reacción de Bernard) de color amarillo y marrón rojizo respectivamente.\*

Otra porción de la mezcla se tiñe en un pote durante 15-20' con Sudán III, se lava rápidamente con alcohol y se monta en glicerina. Las grasas, suberina y cutina se tiñen de anaranjado o rojizo. Esta operación puede realizarse en el portaobjeto, teniendo la precaución de que el colorante no se seque.

Las observaciones microscópicas se completan haciendo esquemas de las estructuras encontradas, tomando nota además del color, frecuencia por campo, etc. Si es preciso, examinar con objetivo 40 X.

## MATERIAL

Hemos preferido hacer los dibujos del material comercial, por considerar que el grado y modo de fragmentación a que se llega por la molienda le confiere una morfología peculiar. La identificación de los componentes de las raciones se han realizado cotejando con muestras de procedencia conocida utilizadas como patrón, y que en su gran mayoría se conservan en el Laboratorio de Botánica.

Damos a continuación la nómina de los materiales encontrados en las raciones comerciales de Montevideo, con la indicación de componente normal (n.), ocasional (oc.) o adulterante (ad.).

*Normal.* Llamamos así al componente declarado en el rótulo y aceptado por su valor alimenticio (ver Ley 12.802 M. G. y A. 29/4/1965).

*Ocasional.* Es el componente no declarado, que puede o no tener valor alimenticio, pero que no produce trastornos en el organismo.

*Adulterante.* Es el componente no declarado, que no posee valor nutritivo y/o que se encuentra en una proporción superior a la tolerada por el animal.

---

\* También puede usarse como líquido de montaje el reactivo de Steimetz (Ferrando et Henry, p. 12), el cual además de clarificar colorea diferente algunos elementos.

1 ácaros oc.	12 harina de carne n.
2 alfalfa n.	13 harina de hígado n.
3 algodón n.	14 harina de huesos n.
4 arena ad.	15 harina de pescado n.
5 arroz (afrechillo) n.	16 hongos oc.
6 aserrín ad.	17 lino (expeler) n.
7 avena n.	18 maíz n.
8 cebada n.	19 rábano oc.
9 conchilla n.	20 mostacilla oc.
10 espartillo n.	21 sorgo n.
11 girasol (expeler) n.	22 trigo n.

#### *Acaros* (fig. 1, 80 ×)

Pequeños arácnidos de cuerpo ovoide, blanquecino o translúcido provisto de cerdas, con 4 (3 en las formas jóvenes) pares de patas articuladas que mueven continuamente. Consideramos que su presencia carece de importancia si la ración se utiliza pronto, pero conviene rechazarla si va a ser estacionada.

Se han encontrado también dos especies de gorgojos (coleópteros), los cuales fueron determinados por el Ing. Agr. C. Carbonell como *Rhizoperta dominica* y *Tribolium confusum*, y cuya descripción se considera innecesaria en este artículo.

#### *Alfalfa* (fig. 2, a-e 480 ×)

*Medicago sativa* L.

Se utilizan los tallos, hojas y flores secados al aire (heno; Feed Control 1968 p. 56). En la observación microscópica encontramos fragmentos laminares (folíolos) de color verde intenso, en los que con buena iluminación podremos ver la nerviación reticulada, cristales prismáticos de oxalato de calcio (a) acompañando los nervios, estomas ranunculáceos (b); pelos simples (c) acuminados de lumen estrecho atenuado hacia el ápice, superficie verrucosa, base acodada engrosada anularmente; otros fragmentos permiten ver el mesófilo dorsiventral (d), parénquima lagunoso más abundante que la empalizada, epidermis simples. También se encuentran fragmentos cilíndricos o aplastados de pecíolo y tallitos, de color verde claro o pajizo, con células epidérmicas rectangulares, estomas y pelos (e).

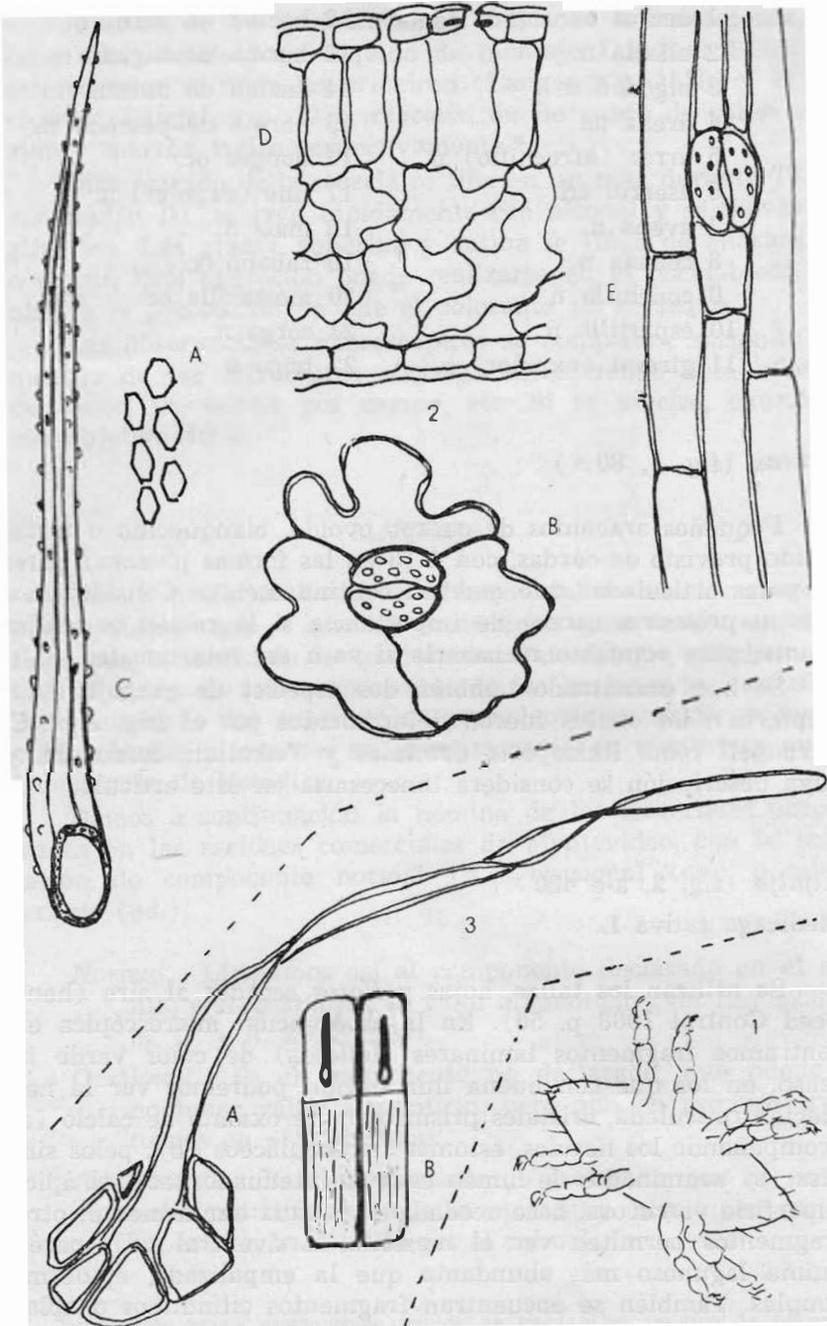


LÁMINA 1.

*Algodón* (fig. 3, a-b 250 ×)

*Gossypium barbadense* L.

Es componente normal en algunos casos, mientras que en otros resulta tóxico para ciertos animales por contener un pigmento fenólico, *gosipol*, y debe ser excluido. En las raciones se puede encontrar semilla triturada o restos de la torta resultante de la extracción del aceite por expresión (expeler). La semilla tiene: dos tegumentos, perisperma (reducido a un estrato de células de paredes fimbriadas interiormente), endosperma, también formado por un solo estrato de células conteniendo aleurona, y embrión con cotiledones plegados ricos en aceites, glándulas resiníferas y células mucilaginosas. Ver Hayw. p. 418; Win. & Win. p. 552.

Las estructuras histológicas más representativas encontradas en las raciones son:

- epidermis externa del tegumento muy engrosada, con pelos (a) aplastados, torneados, lumen más amplio que la pared, base rodeada por células epidérmicas dispuestas en roseta;
- empalizada de células esclerosadas (b) de forma rectangular correspondientes al tegumento interno; la pared de dichas células es, en su tercio externo, celulósica y el lumen filiforme excepto en el extremo interno donde forma una ampollita; los 2/3 restantes no presentan lumen y la pared es lignificada;
- el embrión forma una masa amorfa que al apretarla con la pinza se hace translúcida por el aceite. Se puede colorear con Sudán III (Johansen p. 62; Sass p. 102).

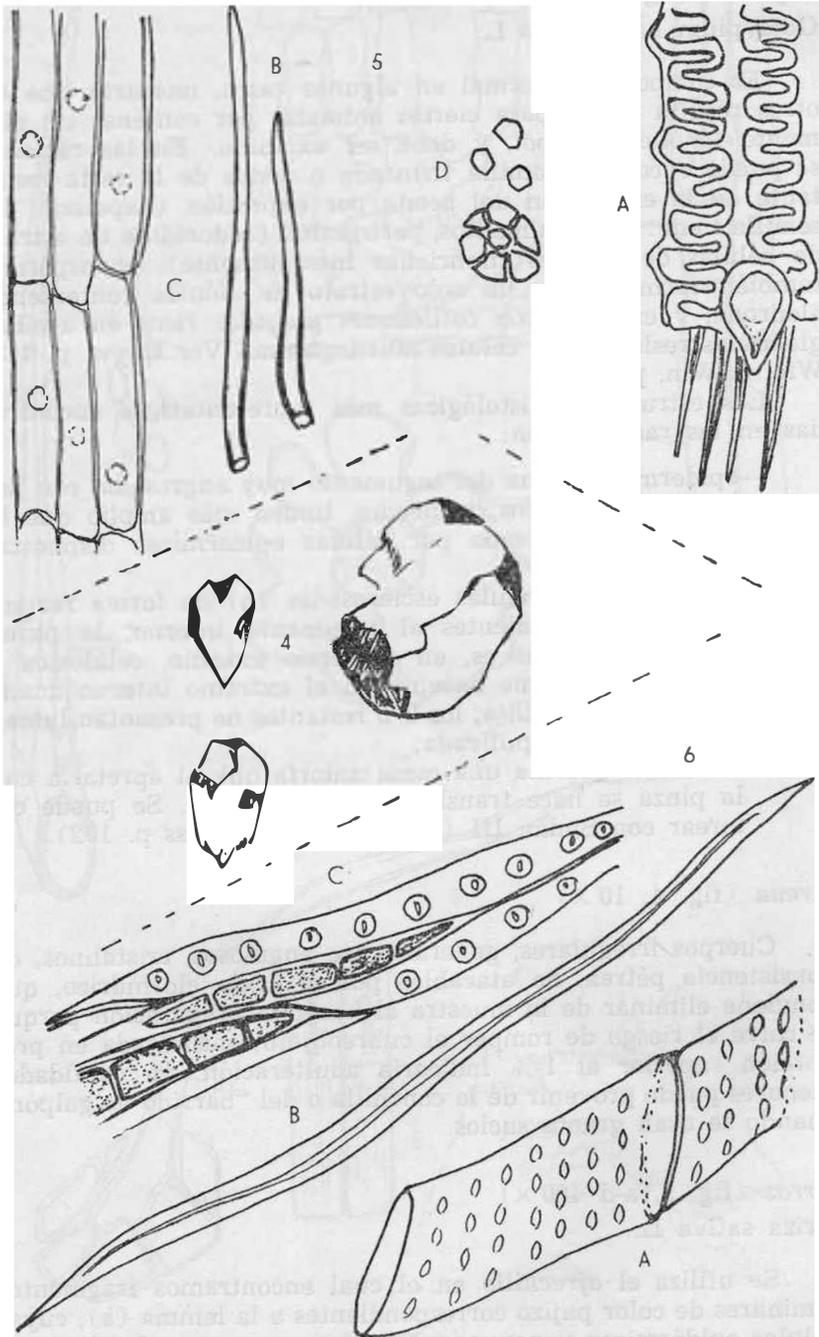
*Arena* (fig. 4, 10 ×)

Cuerpos irregulares, generalmente angulosos, cristalinos, de consistencia pétreo, no atacables por el ácido clorhídrico, que conviene eliminar de la muestra al hacer la preparación porque se corre el riesgo de romper el cubreobjeto; encontrada en proporción superior al 1 % indicaría adulteración; en cantidades menores puede provenir de la conchilla o del "barrido de galpón" cuando se usan granos sucios.

*Arroz* (fig. 5, a-d 480 ×)

*Oriza sativa* L.

Se utiliza el *afrechillo* en el cual encontramos fragmentos laminares de color pajizo correspondientes a la lemma (a), cuyas células epidérmicas tienen paredes muy gruesas, profundamente



engranadas que alternan con ganchos; pelos simples (b) agudos, gruesos, esparcidos; en los bordes de los fragmentos asoman por debajo de la epidermis las fibras hipodérmicas de lumen delgado. En los trozos del grano (Win. & Win. p. 131) se pueden reconocer: epidermis en vista frontal (c); las capas del pericarpo (transección) y parte del endosperma: capa de aleurona y restos del parénquima amilífero con granos de almidón compuesto (d), los cuales, al romperse el tejido quedan en libertad desintegrándose en muchos granos pequeños, de hasta 10  $\mu$ , poliédricos, sin hilio visible.

El afrechillo de arroz contiene además una buena proporción de grasas provenientes del embrión. Cuando la proporción de glumelas sobrepasa la de los demás componentes, el valor alimenticio disminuye debido a la riqueza en fibras y sílice debiendo en este caso considerarse como adulterante.

#### *Aserrín* (fig. 6, a-c 480 $\times$ )

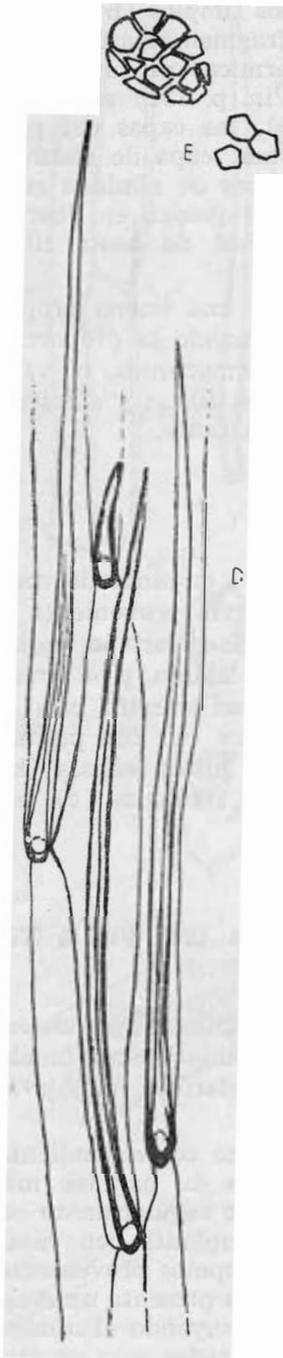
En el criterio del autor debe ser siempre considerado como adulterante. Generalmente se emplea el aserrín proveniente de aserraderos o carpinterías; el color blanquecino, castaño, rojizo, etc., depende de la madera de que procede: álamo, pino brasil, pino, roble, cedro, que son las más usadas en nuestro país. El diagnóstico se hace por la presencia de vasos (a) con puntaciones simples o bordeadas, por los radios y fibras leñosas (b); fibras cristalíferas septadas o no, traqueidas areoladas (c), etc.

#### *Avena* (fig. 7, a 480 $\times$ ; b-c 250 $\times$ )

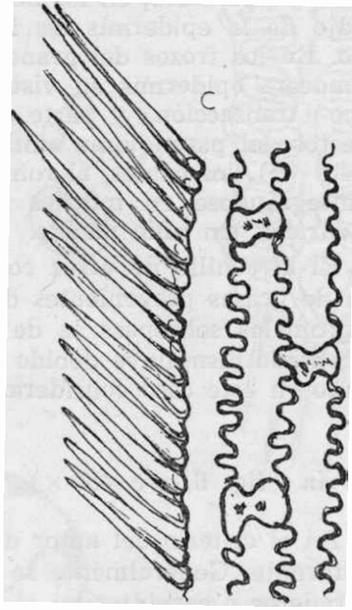
A. byzantina C. Koch. (ver: Parodi, Encicl. p. 126; Win. & Win. p. 160).

Se utiliza el grano envuelto en las glumelas (grano vestido), entero o groseramente triturado; las cubiertas o glumelas contienen mucha fibra por lo que sería preferible despojarlas de ellas (Heuser p. 113).

Los fragmentos laminares de color pajizo correspondientes a la lemma (a) tienen células epidérmicas de paredes muy gruesas profundamente engranadas alternando regularmente con células suberosas en "creciente" solas o acopladas con célula silicosa redondeada; suelen encontrarse macropelos provenientes de la base de la arista; en transección la lemma presenta un esclerénquima hipodérmico 5-6 seriado (b), disminuyendo el número de estratos hacia las márgenes, de fibras de paredes muy gruesas.



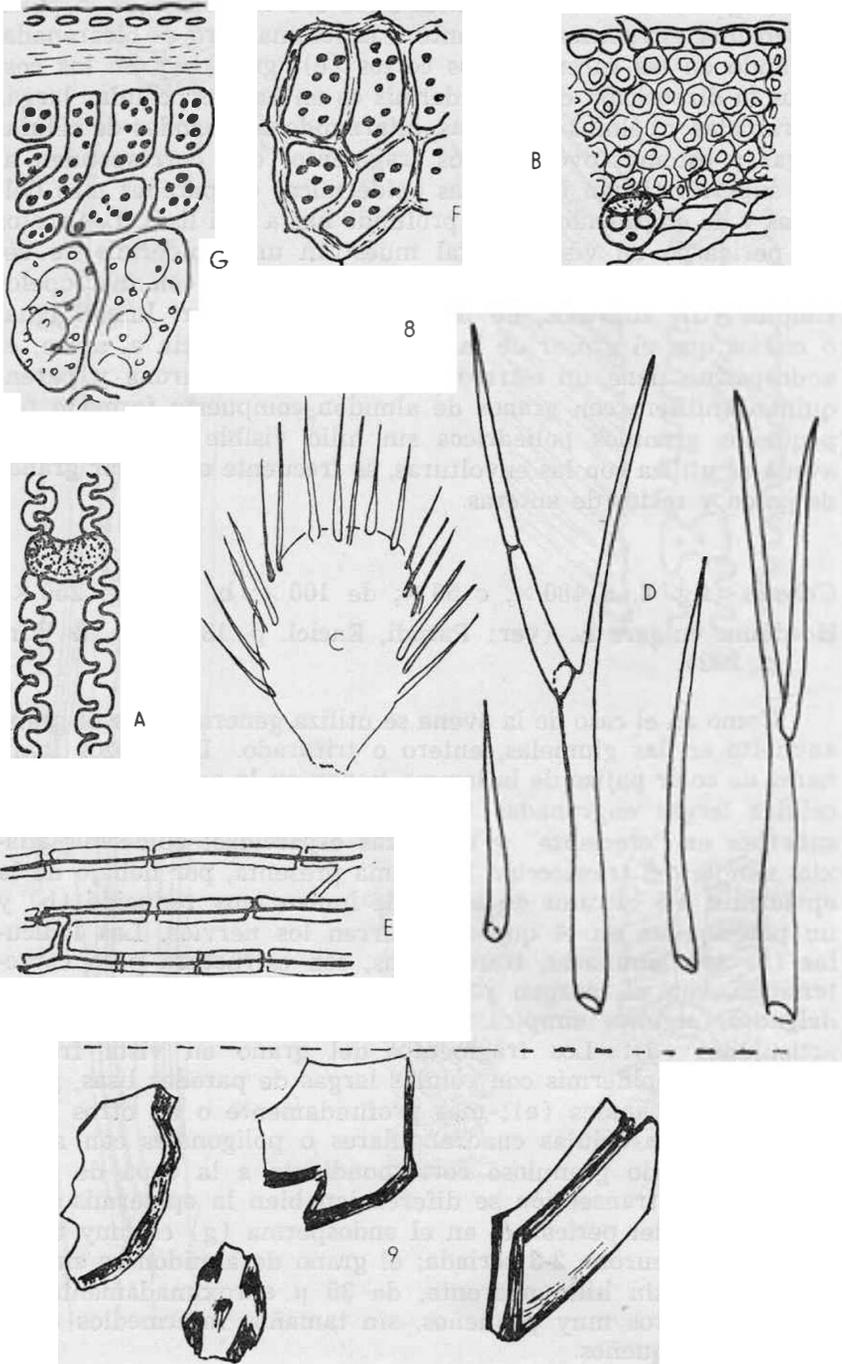
7



Los fragmentos correspondientes a los 2/3 inferiores de la pálea tienen una estructura semejante a la lemma pero es bicarenada, llevando en las carenas pelos cortos (c), gruesos y en los costados la disposición de la epidermis es en bandas: células largas engranadas y células suberosas, alternando con bandas de células largas y estomas ovoides. Los fragmentos que corresponden al 1/3 superior tienen las células epidérmicas de paredes más delgadas y de engranado menos profundo hasta casi lisas. Los restos del pericarpo en vista frontal muestran una epidermis de células largas lisas y pared delgada que alternan con macropelos simples (d), adpresos, de pequeña base circular, lumen igual o menor que el grosor de la pared, atenuado hacia el ápice; el endosperma tiene un estrato de células con aleurona y parénquima amilífero con granos de almidón compuesto formado por pequeños gránulos poliédricos sin hilio visible (e). Como la avena se utiliza con las envolturas, es frecuente encontrar granos de polen y restos de anteras.

*Cebada* (fig. 8, a 480 ×; c 50 ×; de 100 ×; b, e, f, g, 250 ×)  
*Hordeum vulgare* L. (ver: Parodi, Encicl. p. 137; Win. & Win. p. 292).

Como en el caso de la avena se utiliza generalmente el grano envuelto en las glumelas, entero o triturado. Los trozos laminares de color pajizo de la lemma tienen en la epidermis abaxial células largas engranadas (a) alternando con pequeña célula suberosa en "creciente" y asperezas esparcidas; epidermis adaxial simple; en transección la lemma presenta, por debajo de la epidermis, 4-5 estratos de fibras de lumen muy reducido (b) y un parénquima en el que transcurren los nervios. Las lodículas (c) son laminares, translúcidas, con estructura poco característica, con el margen provisto de pelos agudos de paredes delgadas, algunos simples unicelulares, otros pluricelulares y articulados (d). Los fragmentos del grano en vista frontal muestran la epidermis con células largas de paredes lisas, gruesas, con porocanales (e); más profundamente o en otros fragmentos se ven células cuadrangulares o poligonales con abundante contenido granuloso correspondiente a la capa de aleurona (f); en transección se diferencian bien la epidermis y algunas capas del pericarpo; en el endosperma (g) es muy típica la capa de aleurona 2-3 seriada; el grano de almidón es simple, redondeado, sin hilio aparente, de 35  $\mu$  aproximadamente los grandes y otros muy pequeños, sin tamaños intermedios entre grandes y pequeños.



*Conchilla* (fig. 9, 10 ×)

Fragmentos aplanados o irregulares de contornos angulosos, superficie lisa o granulosa, color blanco, azulado, violáceo, gris pizarra, con brillo nacarado, metálico o mate, de consistencia pétrea, atacables por el ácido clorhídrico con desprendimiento gaseoso (CO<sup>2</sup> proveniente de la caparazón de moluscos, rica en CO<sup>3</sup>Ca).

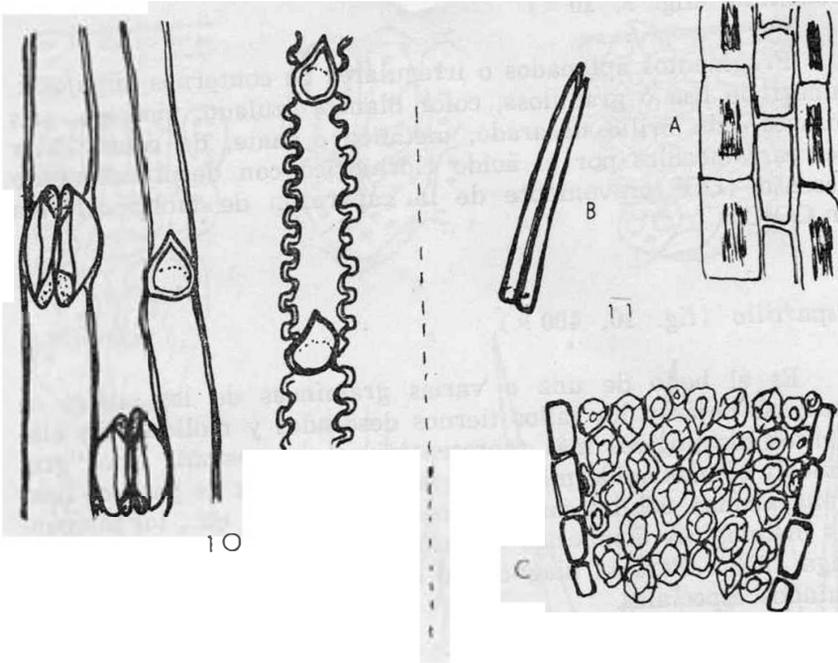
*Espartillo* (fig. 10, 480 ×)

Es el heno de una o varias gramíneas de las cuales se usan las hojas y los tallos tiernos desecados y molidos; los elementos histológicos más representativos son: estoma tipo "gramíneo", células epidérmicas largas rectangulares de paredes lisas o engranadas, células cortas silicosas, asperezas, etc., los elementos histológicos dispuestos en bandas (ver: Rosengurt & Arrillaga 1958). Para el diagnóstico de especie hay que recurrir a tratados especiales.

*Girasol* (fig. 11, a-c 120 ×)

*Helianthus annuus* L.

Se emplea normalmente la torta (expeler) que resulta de la expresión del fruto para la extracción del aceite, por lo que en las raciones encontramos fragmentos del pericarpo libres o adheridos a grumos, masas granulosa de color grisáceo o pardo correspondientes al embrión rico en grasas. Los trozos del pericarpo son rectangulares, aplanados, de color pajizo con manchas marrones o negras; en vista frontal las células epidérmicas son incoloras, rectangulares, de paredes rectas gruesas, frecuentemente alternando con bandas de células conteniendo pigmento. En transección el pericarpo presenta la epidermis con células rectangulares (a), pelos bicelulares geminados (b); hipodermis con 5-7 estratos de células aplanadas; zona de cavidades conteniendo pigmento marrón o negro (fitomelanina, Win. & Win. p. 611) y una amplia banda de esclerénquima (c) dividida por radios uniseriados en segmentos homogéneos; este abundante esclerénquima (se aconseja usar en las raciones las semillas peladas, Amich Galli p. 106) está constituido por fibras de sección poligonal, lumen progresivamente más amplio hacia el centro, porocanales muy marcados.



*Harina de carne* (fig. 12, 250 ×)

Maximov p. 141; Hager p. 255.

Se utiliza generalmente el tejido muscular que está unido a los huesos, siendo por lo tanto fibra muscular estriada, que veremos en el campo microscópico como trozos cilíndricos de longitud variable, color pardo amarillento, superficie estriada transversalmente; en transección se ven con aspecto granuloso rodeados de tejido conectivo; pueden verse glóbulos de grasa. Con Lugol las fibras toman una coloración pardo-amarillenta a rojiza.

*Harina de hígado* (fig. 13, 250 ×)

Feed Control p. 58.

Se obtiene esta harina pulverizando hígados de mamíferos previamente desecados; es un polvo granuloso de color pardo; con Lugol se colorea intensamente de rojizo.

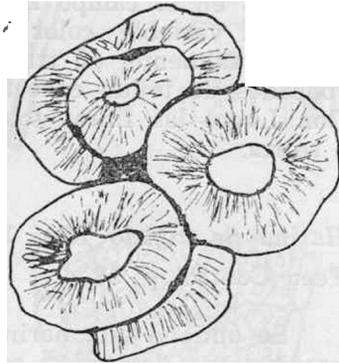
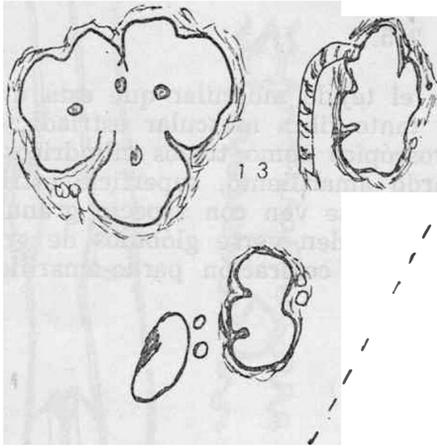
Separar bajo lupa algunos gránulos, aplastarlos en un porta, agregar una gota de Lugol, cubrir con la laminilla y observar al microscopio; los lobulillos hepáticos se ven como masas celulares rodeadas de tejido conectivo, atravesados por pequeños vasos, acompañados también por fibras musculares estriadas y glóbulos de grasa.

Un estudio más minucioso exige cortes con técnicas especiales (inclusión en parafina, congelación, etc.) que se considera innecesario en este trabajo.

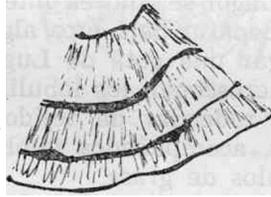
*Harina de huesos* (fig. 14, a-b 450 ×; c-d 100 ×)

Feed Control p. 74; Hager p. 254.

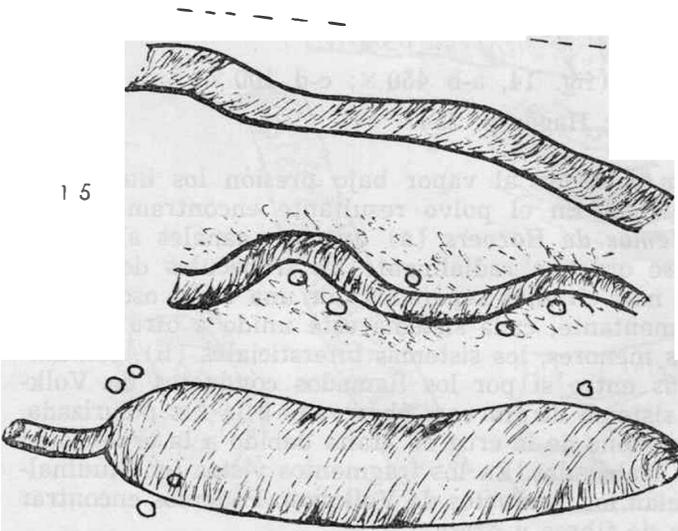
Se prepara cociendo al vapor bajo presión los huesos, se secan y se muelen. En el polvo resultante encontramos fragmentos de *sistemas de Harvers* (a) que son canales alrededor de los cuales se ordenan radialmente las trabéculas del tejido óseo en uno o más círculos separados por una línea oscura llamada línea cementante; cada sistema está unido a otro sistema por estructuras menores, los sistemas intersticiales (b), comunicándose además entre sí por los llamados conductos de Volkman (c). Un sistema de Harvers observado a la luz polarizada, presenta el fenómeno de la cruz de Malta debido a la ordenación radiada de sus trabéculas. En los fragmentos vistos longitudinalmente se aprecian los conductos de Volkman. Podemos encontrar también restos de fibras y grasa.



14



15



*Harina de pescado* (fig. 15, 250 ×)

Feed Control p. 70; Heuse p. 164.

Se obtiene de “tejidos limpios, secos, no descompuestos, de pescados enteros o de sus partes, solos o mezclados, etc.” Heuse. Su aspecto es semejante al de la harina de carne, con la que difiere por la mayor longitud de las fibras, por no tener formas intermedias entre las gruesas y las finas y porque son siempre de tipo estriado. Se observan también glóbulos de grasa libres o adheridos a las fibras. Su olor es muy típico.

*Hongos* (fig. 16, 480 ×)

Se encuentran frecuentemente en el campo microscópico cuerpos globosos, o mazudos, en forma de raqueta, etc., tabicados o no, de color marrón rojizo o castaño, que son formas perdurantes de hongos (teleutosporas).

*Lino* (fig. 17, a, b × 450)

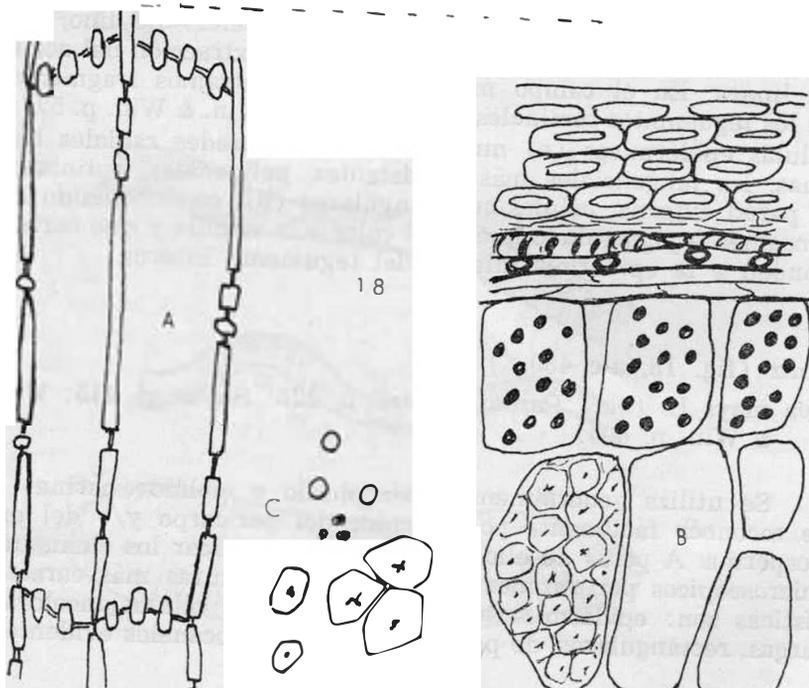
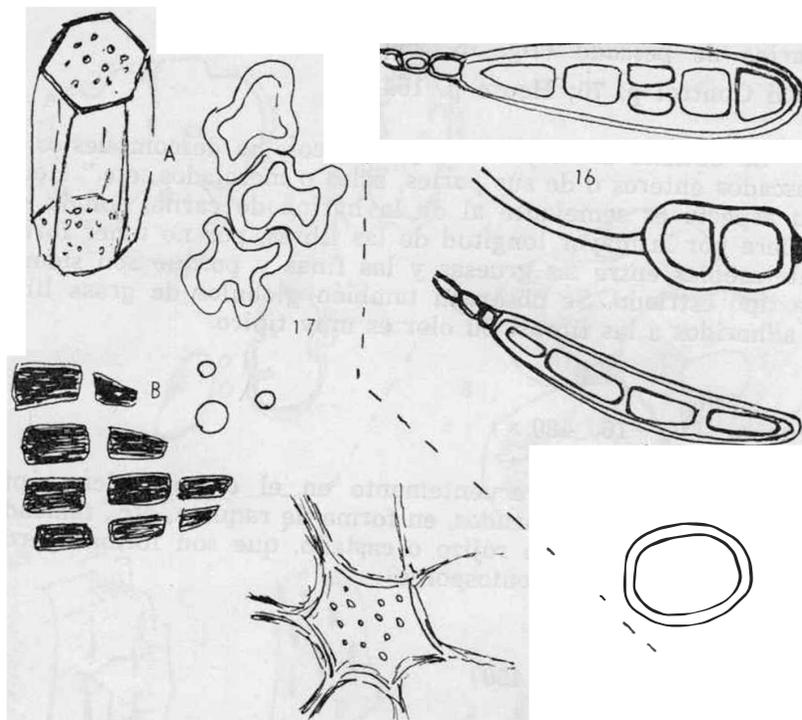
*Linum usitatissimum* L.

Se utiliza en las raciones la torta (expeler) de lino, que resulta de la expresión de la semilla para la extracción del aceite de linaza. En el campo microscópico encontramos fragmentos de los tegumentos seminales (Hayw. p. 377; Win. & Win. p. 527); células epidérmicas (a) mucilaginosas de paredes radiales hialinas, las tangenciales más consistentes, poligonales, cutinizada la pared externa; células cuadrangulares (b), con contenido intensamente pigmentado que da el color a la semilla y que corresponden a la epidermis interna del tegumento interno.

*Maíz* (fig. 18, a-c 480 ×)

*Zea mays* L. (ver: Parodi, Encicl. p. 175; Hayw. p. 113; Win. & Win. p. 69).

Se utiliza generalmente maíz picado o molido (harina) y se reconoce fácilmente por el color del pericarpo y/o del endosperma. A pesar de ello nos interesa identificar los elementos microscópicos por razones obvias. Las estructuras más características son: epidermis (a), vista frontal, de células incoloras, largas, rectangulares, de paredes lisas con porocanales evidentes;



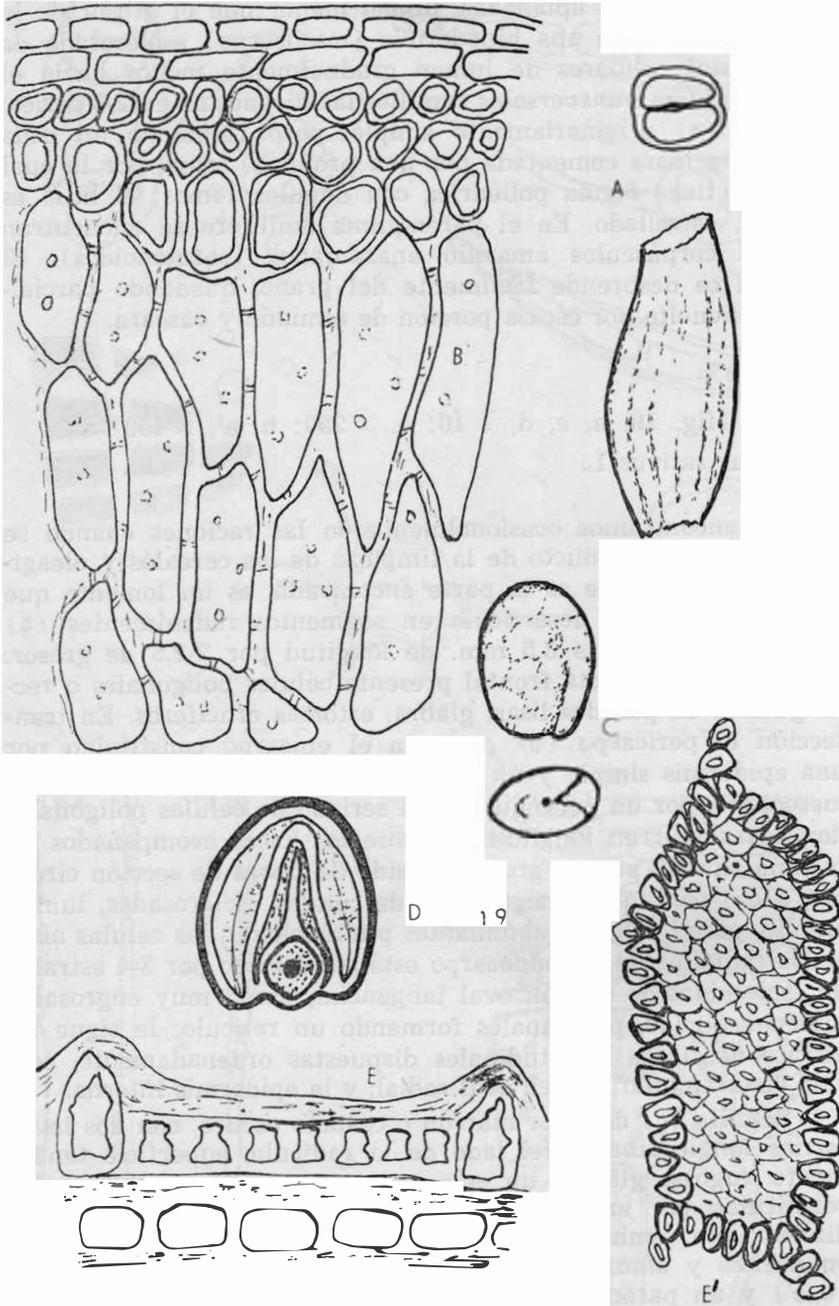
en transección son aplanadas, lumen menor que el grosor de la pared, seguidas de una hipodermis (mesocarpo) esclerosada de 5-6 estratos celulares de lumen gradualmente menor hacia el centro; células *transversales* ramificadas dispuestas en 2-3 series; almidón (c) originariamente simple, pero formando en cada célula una masa cementada por una proteína, zeína, por lo cual el grano tiene forma poliédrica con ángulos romos; el hilio es céntrico, estrellado. En el parénquima amilífero se encuentran también corpúsculos amarillo anaranjados (carotenoides). El embrión se desprende fácilmente del grano, quedando parcialmente envuelto por escasa porción de almidón y cáscara.

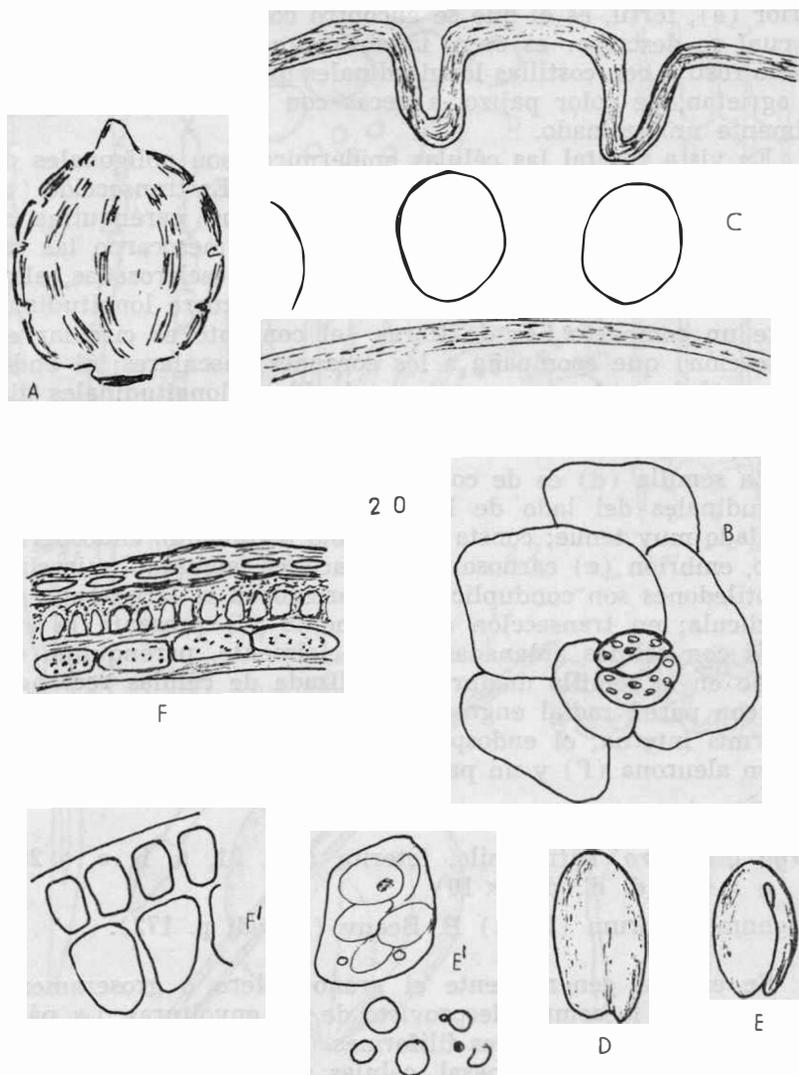
Rábano (fig. 19, a, c, d,  $\times 10$ ; e,  $\times 250$ ; b, e',  $\times 450$ )

*Raphanus sativus* L.

Lo encontramos ocasionalmente en las raciones cuando se utiliza semitín, producto de la limpieza de los cereales y oleaginosos. El fruto, que es la parte encontrada, es un lomento que en la madurez se desarticula en segmentos indehiscentes (a) de aproximadamente 3,5 mm. de longitud por 2-2,5 de grosor. La epidermis en vista frontal presenta células poligonales o rectangulares de paredes lisas, glabra, estomas crucíferos. En transección el pericarpo (b) presenta el epicarpo constituido por una epidermis simple y un parénquima de paredes delgadas; el mesocarpo, por un parénquima 2-4 seriado de células poligonales donde transcurren longitudinalmente los haces acompañados en la zona adaxial por un grupo deltoide de fibras de sección circular; a ese parénquima sigue otro de células esclerosadas, lumen amplio, pared delgada, abundantes puntuaciones, las células alargadas radialmente. El endocarpo está constituido por 3-4 estratos de esclereidas de sección oval tangencial, pared muy engrosada, lumen reducido, porocanales formando un retículo; le sigue un estrato de fibras longitudinales dispuestas ordenadamente, sección cuadrangular, lumen oval radial, y la epidermis interna.

Semilla (c) de color marrón o castaño oscuro, con dos leves estrías longitudinales del lado de la radícula, superficie tenuemente rugosa, glabra; un solo tegumento; endosperma escaso constituido por una capa de aleurona y un parénquima poco diferenciado; embrión con cotiledones conduplicados (d), rico en aceites y aleurona. El tegumento consta de una epidermis (e, e') y un parénquima que se colapsa en la madurez, un estrato de células en empalizada cuyas paredes radiales y tangencial interna están más engrosadas, y una capa pigmentada.





*Mostacilla* (fig. 20, a, d, e,  $\times 10$ ; b, f',  $\times 450$ ; c, f,  $\times 250$ )

*Rapistrum rugosum* (L.) All.

Al igual que el rábano es, en las raciones, un elemento ocasional que puede llegar en algunos casos a proporciones superiores al 5%. El fruto completo consta de dos artículos superpuestos de los cuales el inferior es generalmente estéril; el su-

perior (a), fértil, es el que se encontró con más frecuencia por lo cual se describe: es seco, indehiscente, globoso con un pequeño rostro, con costillas longitudinales que en el fruto maduro se agrietan, de color pajizo, a veces con tintes violados, generalmente uniseminado.

En vista frontal las células epidérmicas son poligonales de paredes rectas, estomas crucíferos (b), glabra. En transección (c) el ectocarpo, formado por la epidermis y un parénquima se encuentra frecuentemente desgarrado; en el mesocarpo las células del parénquima son de pared delgada, esclerosadas, alargadas radialmente; frente a cada surco transcurre longitudinalmente un compacto haz de fibras (el conjunto es circular en transección) que acompaña a los cordones vasculares; el endocarpo está formado por un estrato de fibras longitudinales dispuestas en 2-3 series, un parénquima colapsado y la epidermis interna.

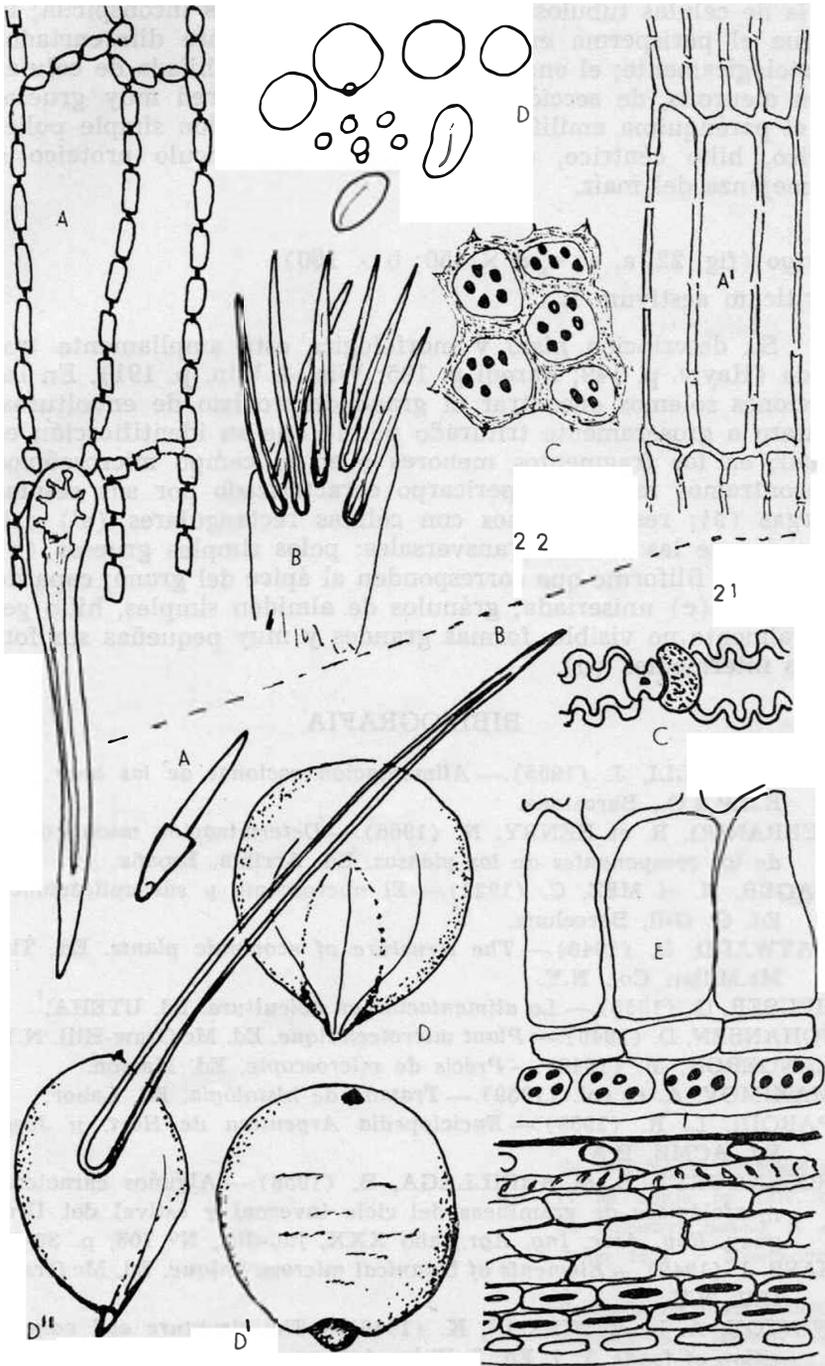
La semilla (d) es de color castaño claro, con leves estrias longitudinales del lado de la radícula, glabra, lisa o con un reticulado muy tenue; consta de un solo tegumento, endosperma escaso, embrión (e) carnoso rico en aceites, aleurona, mirosina; los cotiledones son conduplicados cubriendo a lo largo parte de la radícula; en transección el tegumento (f) presenta la epidermis con células aplanadas tangencialmente, parénquima colapsado en la semilla madura, empalizada de células rectangulares con pared radial engrosada, parénquima con pigmentos y epidermis interna; el endosperma consta de un estrato celular rico en aleurona (f') y un parénquima incoloro escaso.

*Sorgo granífero*, kafir, milo, feterita (fig. 21, a, b, c,  $\times 250$ ; e  $\times 450$ ; d, d', d'',  $\times 10$ )

*Sorghum cafforum* (Retz.) P. Beauv (Parodi p. 172).

Se emplea generalmente el grano entero o groseramente triturado, por lo común desprovisto de las envolturas. La pálea tiene micropelos bicelulares filiformes (a) con célula apical 2-3 veces más larga que la basal, células silicosas en halterio, células largas levemente sinuosas; macropelos (b) de lumen amplio en las márgenes del 1/3 superior. La lemma, en su epidermis abaxial tiene células de pared delgada profundamente sinuosa (c) y acoplamiento de célula silicosa en halterio y suberosa en "creciente"; hipodermis fibrosa; epidermis adaxial simple con escasos estomas rómbicos. Las lodículas tienen también coloración rojiza, con pelos simples rojizos en el margen.

El grano (cariopse: d, d', d'') tiene parte del pericarpo, epidermis e hipodermis, coloreados; completa el pericarpo (e) un parénquima rico en almidón, la capa de células transversales



y la de células tubulosas; la capa cromógena es inconspicua; le sigue el perisperma en dos estratos no siempre diferenciados histológicamente; el endosperma consta de una hilada de células con aleurona, de sección oval tangencial y pared muy gruesa, y el parénquima amilífero con granos de almidón simple poliédrico, hilio céntrico, cementados por un retículo proteico a semejanza del maíz.

*Trigo* (fig. 22, a, a', c, d  $\times$  450; b  $\times$  160)

*Triticum aestivum* L.

Su descripción histo y morfológica está ampliamente tratada (Hayw. p. 149; Parodi p. 195; Win. & Win. p. 191). En las raciones solemos encontrar el grano desprovisto de envolturas, entero o groseramente triturado por lo que su identificación es fácil; en los fragmentos menores o en el campo microscópico encontramos restos del pericarpo caracterizado por sus células largas (a); restos hialinos con células rectangulares (a') originados de las células transversales; pelos simples gruesos (b) de lumen filiforme que corresponden al ápice del grano; capa de aleurona (c) uniseriada; gránulos de almidón simples, hilio generalmente no visible, formas grandes y muy pequeñas sin formas intermedias (d).

## BIBLIOGRAFIA

- AMICH GALLI, J. (1955).— *Alimentación racional de las aves*. Ed. E.O.P.R.O., Barcelona.
- FERRANDO, R. et HENRY, N. (1966).— *Determinación microscópica de los componentes de los piensos*. Ed. Acirbia, España.
- HAGER, H. et MEZ, C. (1922).— *El microscopio y sus aplicaciones*. Ed. G. Gili, Barcelona.
- HAYWARD, H. (1948).— *The structure of economic plants*. Ed. The Mc.Millan Co., N.Y.
- HEUSER, G. (1955).— *La alimentación en avicultura*. Ed. UTEHA.
- JOHANSEN, D. (1940).— *Plant microtechnique*. Ed. Mc.Graw-Hill. N.Y.
- LANGERON, M. (1949).— *Précis de microscopie*. Ed. Masson.
- MAXIMOV, A. et col. (1959).— *Tratado de histología*. Ed. Labor.
- PARODI, L. R. (1959).— *Enciclopedia Argentina de Hort. y Jard.* Ed. ACME. B.A.
- ROSENGURTT, B. et ARRILLAGA, B. (1958).— Algunos caracteres morfológicos de gramíneas del ciclo invernal y estival del Uruguay. *Rev. Asoc. Ing. Agr.*, año XXX, jul.-dic., Nº 103, p. 38-47.
- SASS, J. (1940).— *Elements of botanical microtechnique*. Ed. Mc.Graw-Hill. N.Y.
- WINTON, A. L. et WINTON, K. (1946).— *The structure and composition of foods*. T. I. Ed. J Wiley & Sons.