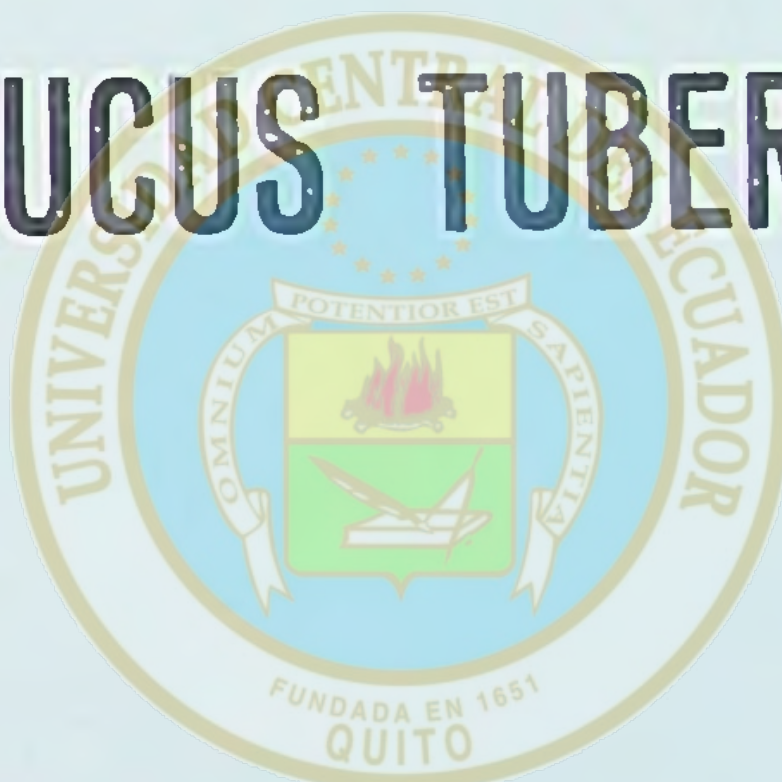


Por el Sr. M. Acosta Solís

Profesor de Botánica y Farmacognosia, Director del Instituto Botánico de la Universidad Central, en colaboración del Dr. Humberto Freire, Químico - Farmacéutico

Dibujante: J. Ernesto Llerena L.

# ULLUCUS TUBEROSUS



ÁREA HISTÓRICA

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Estudio Botánico - morfológico, micrográfico, Farmacognósico, químico y aplicativo del Melloco

Conclusión



## SEGUNDA PARTE

### EXPLICACION MICROGRAFICA

#### VII.—MICROGRAFIAS

El presente estudio micrográfico se ha realizado exclusivamente con *preparaciones rápidas*, sin fijación. Solamente las correspondientes a hoja y corte epidérmico del tubérculo han sido fijadas previamente en alcohol de 85° a 90°, durante dos meses. Por lo demás, todas las observaciones son vistas en glicerina o en agua glicerinada. Otras, en alcohol, cuando han sido fijadas; y por fin, otras —las epidérmicas— solamente en agua.

De todo el estudio micrográfico se deduce que el tubérculo es muy rico en almidón, casi tanto como el del tubérculo del *Solanum tuberosum*. En los órganos caulinares, sin embargo de tener bastante materia de reserva, la cantidad de almidón en las hojas jóvenes, durante la asimilación, no deja de ser importante.

En la epidermis del tubérculo existen, además de cloroplastos, gran cantidad de cromoplastos y cristales albuminoides.

Las células del parénquima fundamental de reserva del tubérculo son isodiamétricas. Formadas por varias capas de secreción las membranas celulares no dejan espacios intercelulares; son pentágonas o exágonas y ricas en gran cantidad de granos amiláceos uniformes, en los que no se distingue fácilmente los enanos de los gigantes. La célula de este parénquima no deja ver otra cosa que los granos de almidón, verdaderos sacos henchidos.



Los cortes transversales, tanto de hojas como de pecíolo, muestran en sus capas epidérmicas gran cantidad de materias cromoplásticas, coloreadas de violeta o rosado. En las hojas embrionales se alcanzan a distinguir ya muy bien la orientación entre empalizada y tejido laxo o aerenquima. Epidermis formada por una cutícula fuerte, casi transparente, tanto en la hoja como en el pecíolo. Los haces conductores son generalmente centrales en los órganos jóvenes y desordenados, de acuerdo con las nervaduras en los haces ya formados.

Los estomas no tienen nada de particular. En este estudio se han observado unos abiertos y otros cerrados, todos ricos en clorofila, estos granos grandes y a veces en división. Las células anejas, pequeñas y en media luna. Hostiolo grande y se explica esto en vista de la gran cantidad de agua que absorbe, más de lo necesario, y se explica fisiológicamente, porque solamente por estos órganos los estomas pueden transpirar.

Estomas y cloroplastos se encuentran casi en toda la superficie epidérmica del tallo, las hojas y aún todavía en el tercio inferior de estos mismos tallos, lo que quiere decir que la transpiración es muy grande. Por la observación micrográfica las células epidérmicas de los tallos, ramas, etc., tienen la misma constitución morfológica que las células epidérmicas de hojas y pecíolos.

Las membranas celulares vistas transversalmente no son iguales ni uniformes, sino que como se verán en las figuras, forman gran cantidad de poros, de tal manera que, vista en conjunto la membrana celular presentan longitudinalmente la forma de una gran escalera. Los detalles correspondientes a cada una de las láminas y dibujos con su respectiva explicación vamos a hacerlos separadamente y a continuación de cada lámina.

### Micrografía I

#### CORTE TRANSVERSAL DE RAIZ

(Observado después de fijado en alcohol durante noventa días).

Corte observado a 600 diámetros de aumento.

En este corte se puede ver los distintos elementos distribuidos concéntricamente con excepción de los haces conduc-



tores, que están desordenados o formando capas para posteriormente con el desarrollo formar capas concéntricas y éstas, dependientes del cambium. Estos mismos haces conductores que en este dibujo se alcanzan a ver de frente son tráqueas, correspondientes a la región xilémica. (6) (7), son radios medulares, generalmente transparentes, translúcidos, de células alargadas; corresponde a fibras leñosas o elementos netamente mecánicos, (4) representa capa de células peridérmicas, ricas en materias de reserva y en contacto con la zona generatriz, (3) es región liberiana rica en materia de reserva y dejando entre sí pequeños espacios intercelulares, células grandes. (2) es epidermis con más abundante cantidad de clorofila que en la capa anterior, y corresponde al epíblema o película epidérmica de las raíces, que generalmente se presenta de color café y formada por algunas capas, como el verdadero suber o corcho.

### Micrografía II

FIBRAS LEÑOSAS.—SECCION LONGITUDINAL

Observado a 600 diámetros.

Lo que interesa explicar en este dibujo es la lignificación de sus membranas celulares. (1); no dejan espacios de célula a célula; forma de éstas, alargada y la presencia de masas metaplásmicas (2).

### Micrografía III

CORTE TRANSVERSAL APICAL-LATERAL DE LA HOJA

Zeiss: objetivo 8  
ocular 15

En este dibujo se alcanza a distinguir perfectamente la estructura anatómica de una hoja, muy distinguible en sus dos capas de empalizada y de tejido laxo.

La abundancia de clorofila y la disposición de los haces conductores están muy bien representados, que puede servir esta lámina como didáctica.

Sus partes explicativas son: (1) cutícula, (2) epidermis lara, translúcida, (3) parénquima esponjosa o tejido laxo, (4)



haces conductores que separan o hacen de límite entre estos dos parenquimas, (5) sección rica en cloroplastos, de color violeta o rosado. La capa en empalizada presenta mucho mayor cantidad de clorofila que en la opuesta. En la parte apical de esta hoja las células son más pequeñas y están creciendo o proliferando apicalmente.

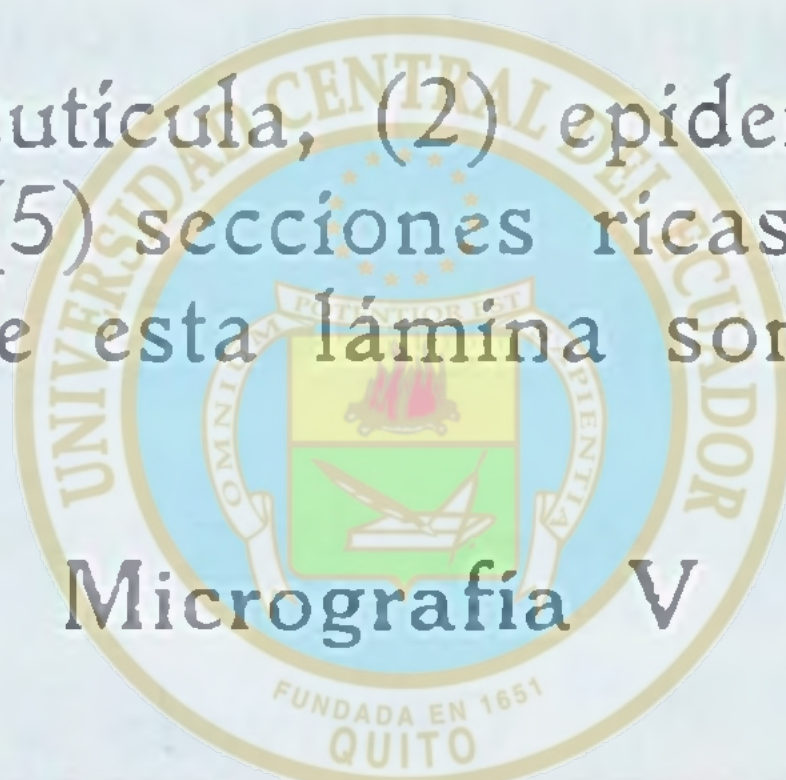
### Micrografía ! V

OBSERVADO A POCO DIAMETRO

Este dibujo corresponde al mismo órgano anterior, pero de una hoja mucho más joven: los haces conductores más delgados, filiformes, no se alcanza a distinguir todavía capa laxa ni empalizada.

Explicación: (1) cutícula, (2) epidermis, (3) parenquima, (4) tejido conductor, (5) secciones ricas en cromoplastos.

Ambos dibujos de esta lámina son observados en glicerina pura.



### Micrografía V

EPIDERMIS DEL TUBERCULO  
AREA HISTORICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Zeís: ocular 7  
objetivo 40

Esta sección indica la uniformidad de sus células alargadas, cilíndricas, rectangulares, pero nunca redondas, a fin de no dejar espacios intercelulares. No faltan tampoco los granos de almidón, aunque muy pocos. Presenta cristales de color café que son albumínoídes. Materia protoplásmica correspondiente a las capas internas y masas clorofílicas, en los puntos o secciones que han estado en contacto con la luz. Las membranas celulares presentan una particularidad, como puede verse en A', a mayor diámetro las modificaciones por la presencia de gran número de poros ordinarios, es decir formación de plasmodesmos o puentes protoplásmicos: forman un sistema rosariado.

Explicación: (1) membrana celular, (2) grano de almidón, (3) cromoplastos.



## Micrografía VI

CORTE TRANSVERSAL DE LA BASE DE LA HOJA

Técnica: fijado y conservado en alcohol 45 días.

En este corte, como puede verse, la clorofila casi ha desaparecido. Existe un tejido total o perénquima total de relleno (3), de color verde claro y sin gran cantidad de clorofila. Las epidermis, tanto superior como inferior presentan el mismo aspecto, la misma morfología, y con presencia de algunos granos cromoplásticos, y limitada exteriormente por una cutícula clara y translúcida, (4) representa un haz conductor en el que se ven de frente las tráqueas y los elementos adyacentes; (5) una célula o cripta con un cistolito.

## Micrografía VII

Esta es una ampliación o un detalle de (4) en el dibujo B.

Explicación: (1) tráqueas (2) parénquima fundamental, (3) peridermo.

Todos los dibujos de esta lámina, son de cortes observados en alcohol.

## Micrografía VIII

EPIDERMIS DEL ENVES DE LA HOJA

(Fijado en alcohol ordinario durante 45 días.

Zeis, a 600 diámetros.

Obsérvese que la clorofila casi ha desaparecido totalmente, pues se ha disuelto en el alcohol. No hay granos de almidón; pequeños granos o cromoplastos y probablemente cristales albuminoides.

Explicación: (1) estomas alargados o elípticos, con su hostiolo grande; (1') rico en cloroplastos; (2) membranas celulares; (3) inclusiones y cromatóforos de las células; (4) pequeños núcleos que se presentan de color amarillo hialino, en medio del protoplasma (1'') y (1''') células anejas. En gene-



ral todas las células epidérmicas no dejan espacios intercelulares. El número de estomas en esta capa es mayor que en el haz.

### Micrografía IX

#### EPIDERMIS DEL TALLO EMBRIONAL

(Conservados libres de luz durante 45 días).

Zeiss, a 600 diámetros.

Aquí se alcanzan a distinguir detalladamente la morfología celular de sus estomas y el aspecto del protoplasma.

Explicación: el estoma claro, elíptico y con el hostiolo abierto (1 y 2); (3) cloroplastos de las células adyacentes; (4) estructura de la membrana celular, con sus perforaciones; (5) núcleos muy destacados dentro de la masa protoplásmica; (6) protoplasma grueso.

### Micrografía X

#### EPIDERMIS DEL TUBERCULO

Observado en glicerina después de haber sido tratado en maceración durante 45 días en agua.

Zeiss, a 120 diámetros.

Puede notarse en esta clase de trabajos como las membranas celulares, a pesar de la maceración, siguen conservando su forma, aunque disminuída en espesor. Esto se debe a la resistencia en este caso de la cutina o de la suberina; el resto de la materia orgánica ha disminuído o se ha disuelto en agua, por efecto de la misma maceración. El corte mismo que vemos se presenta de color claro o translúcido. Los granos de almidón tampoco han desaparecido.

Leyenda: Membranas celulares, formadas por varias capas de secreción; (2) granos de almidón; (3) cristales y cromoplastos.



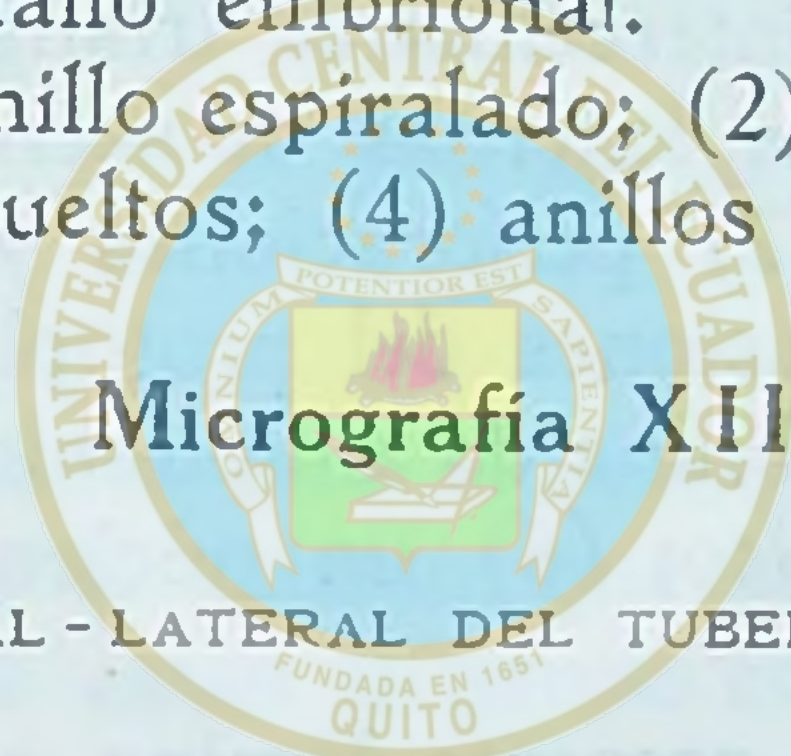
## Micrografía XI

HAZ CONDUCTOR Y ALMIDONES

Zeiss, a 600 diámetros.

Con la maceración en agua durante 90 días adquieren los tubérculos un olor repugnante, a huevos podridos, tal vez debido a la formación de ácido sulfhídrico, como en todas las materias en descomposición. Los tubérculos se han vuelto completamente blandos, el contenido de reserva también se ablanda, el mucílago se ha disuelto en toda la materia amilácea, y sin embargo los granos de almidón no se han descompuesto. Las paredes de los vasos se han adelgazado muchísimo, quedando hasta translúcidas e incoloras. Los vasos anillados que se ven en el presente dibujo son tomados de la base del tallo embrional.

Leyenda: (1) anillo espiralado; (2) membrana de los vasos; (3) almidones sueltos; (4) anillos y (5) masas almidoníferas.



## Micrografía XII

CORTE TRANSVERSAL - LATERAL DEL TUBERCULO CON EPIDERMIS

ÁREA (Variedad melloco blanco).  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Zeiss, a 120 diámetros.

En este dibujo se observa la gran cantidad de almidón en las células del parénquima de reserva, de tal manera que enmascara todo el contenido celular.

Las células irregulares y dejando pequeños espacios intercelulares en los ángulos (Colenquima); perforación triangular, la epidermis está formada por dos capas irregulares en que se alcanzan a distinguir claramente en los núcleos una cutícula gruesa, transparente hialina y con pequeñísimos granos de cromoplastos. Los núcleos se alcanzan a distinguir perfectamente en las células epidérmicas e interiores de la misma epidermis, formadas por varias capas de secreción. En cambio las del parénquima de reserva están formadas por dos o tres capas.

Explicación: (1) cutícula, (2) células epidérmicas, (3) granos de almidón, (4) membranas celulares epidérmicas, (5) núcleos grandes, (6) parénquima de reserva.



## Micrografía XIII

APLICACIONES DE LAS CELULAS Y MEMBRANAS CELULARES DEL

DIBUJO ANTERIOR

Zeiss, a 600 diámetros.

Como puede verse en el presente dibujo las células y membranas celulares del parénquima de reserva sufren una modificación o metamorfosis completa. Está formada, observando gran diámetro, por dos capas internas y dos externas y por perforaciones centrales en rosario. Cada una de estas modificaciones presentan varias estrías longitudinales. Los núcleos grandes muy visibles, cuando han sido separados los granos de almidón. El protoplasma abundante, hialino, en algunas partes grumoso. Aquí no se alcanzan a distinguir los espacios intercelulares triangulares.

Leyenda: (1) capas externas de secreción, (1') capas internas de secreción; (2) perforaciones y estrías de las capas medias; (3) inclusiones del protoplasma o metaplasma; (4) núcleo con la membrana de anfipirenina; (5) cromoplastos con grumo protoplásmico; (6) un núcleo desprendido de la preparación.

ÁREA HISTÓRICA

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Los dibujos de la presente lámina son de cortes observados en agua.

## Micrografía XIV

ALMIDONES

Zeiss. a 600 diámetros.

Aquí se puede distinguir fácilmente su morfología, variaciones en tamaño y las estrías. Gránulos parecidos a los de la patata y casi todos iguales; no forman complejos almidoníferos; aunque en el dibujo se alcanzan a ver las paredes muy gruesas, en realidad no lo son. Las estrías son claras, concéntricas. Hilo o núcleo de formación concéntrico-apical, casi nunca excéntrico. Puede por su morfología confundírseles con los almidones de la patata.

Leyenda: (1) Hilo o núcleo de formación; (2) pared externa; (3) estrías.



## Micrografía XV

CORTE FRONTAL EPIDERMICO DEL TALLO EMERIONAL

Zeiss: objetivo 40  
ocular 15

Muy parecido al corte frontal o epidérmico del tallo adulto con la diferencia de que en este último las capas de secreción son en mayor número, por consiguiente, de mayor diámetro. Los granos de almidón (3) muy escasos. Cloroplastos y cromoplastos en corriente cantidad. Membranas celulares sin modificación. Cromoplastos y cloroplastos (2) y (4).

## Micrografía XVI

CORTE TRANSVERSAL DEL PARENQUIMA DE RESERVA

Microscopio Zeiss, objetivo 40  
ocular 15

Este tejido presenta una morfología celular semejante a la anterior; pero por lo mismo que es un tejido de reserva los granos amiláceos están llenando completamente sus células. Las estriaciones se alcanzan a ver muy claramente. También se ven algunos cromoplastos coloreados diversamente.

Leyenda: (1) cápsula de secreción de la membrana celular; (2) cromoplastos; (3) almidones.

Todos estos dibujos son de cortes observados en glicerina.

## Micrografía XVII

DESCOMPOSICION DE LOS GRANOS DE ALMIDON.—MACERACION

Zeiss, a 600 diámetros.

El mucílago, producto del mismo protoplasma se encuentra rodeando a todo el contenido de reserva. Esta observación es hecha en maceración de melloco con saliva, durante cinco días. Se alcanzan a distinguir almidones completos, sin destruirse (2). Varios almidones destruidos o en camino de destrucción (3). Otros, en un caso más avanzado de destruc-



ción (3') y por fin unos completamente destruidos (3''). Esta destrucción se debe, seguramente, al fermento de la Ptialina.

Los almidones comprueban, una vez más, que son uniformes: gigantes y medianos, excepcionalmente enanos. El mucílago (4) se presenta mejor en la preparación alcohólica, como el presente caso.

Tratado el mucílago por la solución de yodo-yoduro de potasio, se colorea de amarillo claro y los almidones de violeta obscuro.

Técnica: Evaporado en el alcohol y luego observado.

## Micrografía XVIII

### MOHO DEL TUBERCULO

Zeiss, a 600 diámetros.

Externamente el tubérculo, especialmente en las hojas y yemas que han sido destruidas con el corte, se observa un moho verde claro o gris y observados al microscopio corresponden a un hongo (ascomiseto) probablemente *Mucor*.

Lo que aquí se representa son los aparatos esporíferos con sus hifas. Las esporas se desprenden por rasgadura de la membrana del esporangio; estas son redondas, con núcleo central y de color amarillo claro, como granulaciones de grasa o de cristales albuminoides. El pedicelo hialino. Junto a estos esporangios y a estas esporas se encuentran gránulos de almidón mucho más grandes y coloreados de violeta, cuando han sido reconocidos por el yodo-yoduro de potasio. Por su morfología se parece este hongo al *Mucor mucedo*.

Leyenda: (1) membrana del esporangio; (2) esporas dentro del esporangio; (3) pedicelo completamente hialino; (4) hifas; (5) esporas sueltas y vistas a mayor diámetro.

*Dibujo B'.*

Es el mismo esporangio completamente maduro en que (6) son almidones y (7) pequeñas esporas.

Todos los dibujos de esta lámina son de cortes observados en alcohol.



## Micrografía XIX

MACERACION EN SALIVA

(Desde el 7 de diciembre de 1935 hasta el 31 del mismo).

PROPAGACION SUPERFICIAL DEL HONGO

Observación directa en el mismo substractum.

Zeiss, a 600 diámetros.

Los granos de almidón no se han destruido completamente, aunque algunos de ellos muéstranse algo corroídos. El mucílago rodea a toda la preparación. Los esporangios y zigosporas se encuentran por aquí y por allí. En esta preparación se distinguen las esporas de un color amarillo claro en un fondo mucho más claro. Los almidones incoloros, los esporangios, sin su membrana.

Leyenda: (1) esporangios; (2) esporas sueltas; (3) esporas reunidas en filamentos.

## Micrografía XX

ÁREA HISTÓRICA

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

MACERACION EN SALIVA, AGUA Y AZUCAR DEL MISMO TUBERCULO

(Diciembre 7 hasta el 31, de 1935).

Zeiss, 600 diámetros.

En esta preparación se alcanza a ver descompuesto el aparato reproductor en la parte terminal (2). Se ha separado toda la sección superior en masa y que es el grupo de esporas que se encuentra separado (3). (1) es el pedicelo hialino del aparato reproductor. (5) representa el mucílago coloreado por el yodo-yoduro de potasio. (4) representa almidones coloreados por el mismo reactivo. (6) esporas sueltas.

Todos los dibujos de esta lámina observados en el propio substractum.



## CONCLUSION

Según estas dos láminas (la X y la XI) se puede constatar que el tubérculo de *Ullucus tuberosus* puede ser atacado por varias clases de hongos, preferentemente cuando está fresco, porque se ha podido constatar que el mismo tubérculo atacado por este hongo no sigue descomponiéndose, conforme va secándose o perdiendo agua, y por fin no propaga a los tubérculos adyacentes, siempre que también estén secos. La riqueza de almidón se ha constatado en todos los cortes—riqueza en agua— y modificaciones de la membrana celular en los distintos órganos y distintas partes del mismo órgano. En cambio sustancia mineral muy poco se ha observado, a no ser en la epidermis de los tubérculos y de las hojas. Haces conductores anillados o espiralados, muy poco reticulados y éstos en gran cantidad en el tallo y las nervaduras de las hojas. El mucílago es abundante, a más del tubérculo, en el tallo y en la maceración foliar.

## INTERPRETACIÓN FARMACOGNÓSICA

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Observando el polvo y lo mismo los cortes en seco se puede reconocer fácilmente la estructura morfológica del tubérculo y por consiguiente distinguir así las adulteraciones o sofisticaciones que podrían hacerse con tubérculos o con almidones de patata, ya que son muy parecidos. Tanto el parénquima fundamental como los granos de almidón, son fáciles de distinguir, cuando teñido en yodo-yoduro de potasio el mucílago se tiñe de amarillo oscuro, en tanto que en la patata, como no existe este mucílago, no se verifica esta reacción. Los cortes epidérmicos, o secciones epidérmicas, en el *Ullucus* son mucho más ricos en cromoplastos que en los de patata, que es con los que podría confundirsele. Por lo demás, en lo que se puede sofisticar o engañar en el comercio se refiere al almidón, el que puede ser substituído en la venta con almidón de patata, y se reconocerán solamente al microscopio o también directamente en los cortes. Más recomendado para usos médicos y de dieta es el almidón de *Ullucus*



que el de patata, lo mismo en el caso de inflamaciones de la garganta y anginas, asociado con limón.

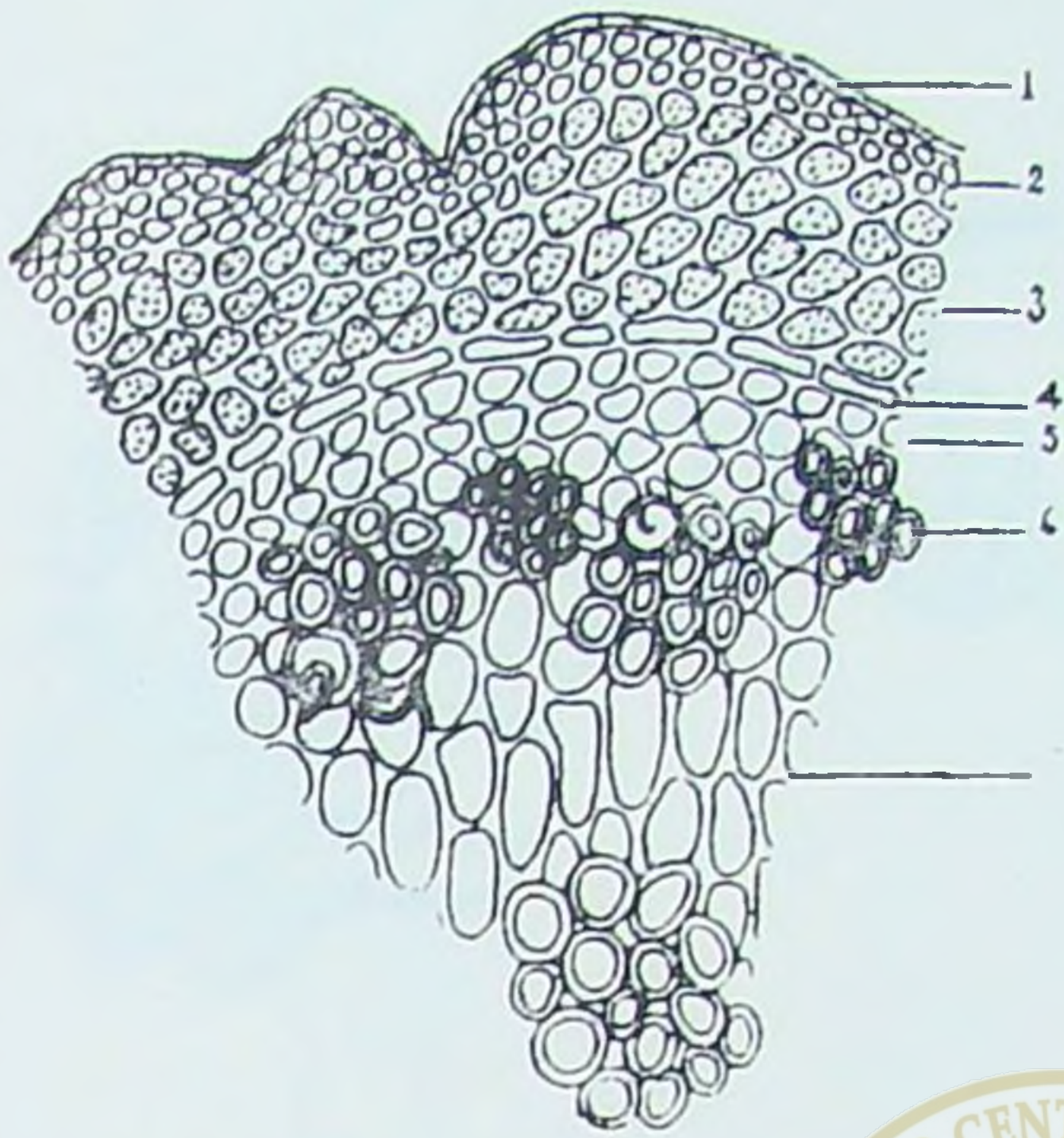
### CONCLUSIONES DE LA PARTE BOTÁNICA

Por no haber encontrado ningún estudio que a esta parte se refiera se ha creído conveniente hacerlo en el presente trabajo, teniendo en cuenta, además, que es un complemento para el siguiente estudio que realizamos y que a continuación se indica.

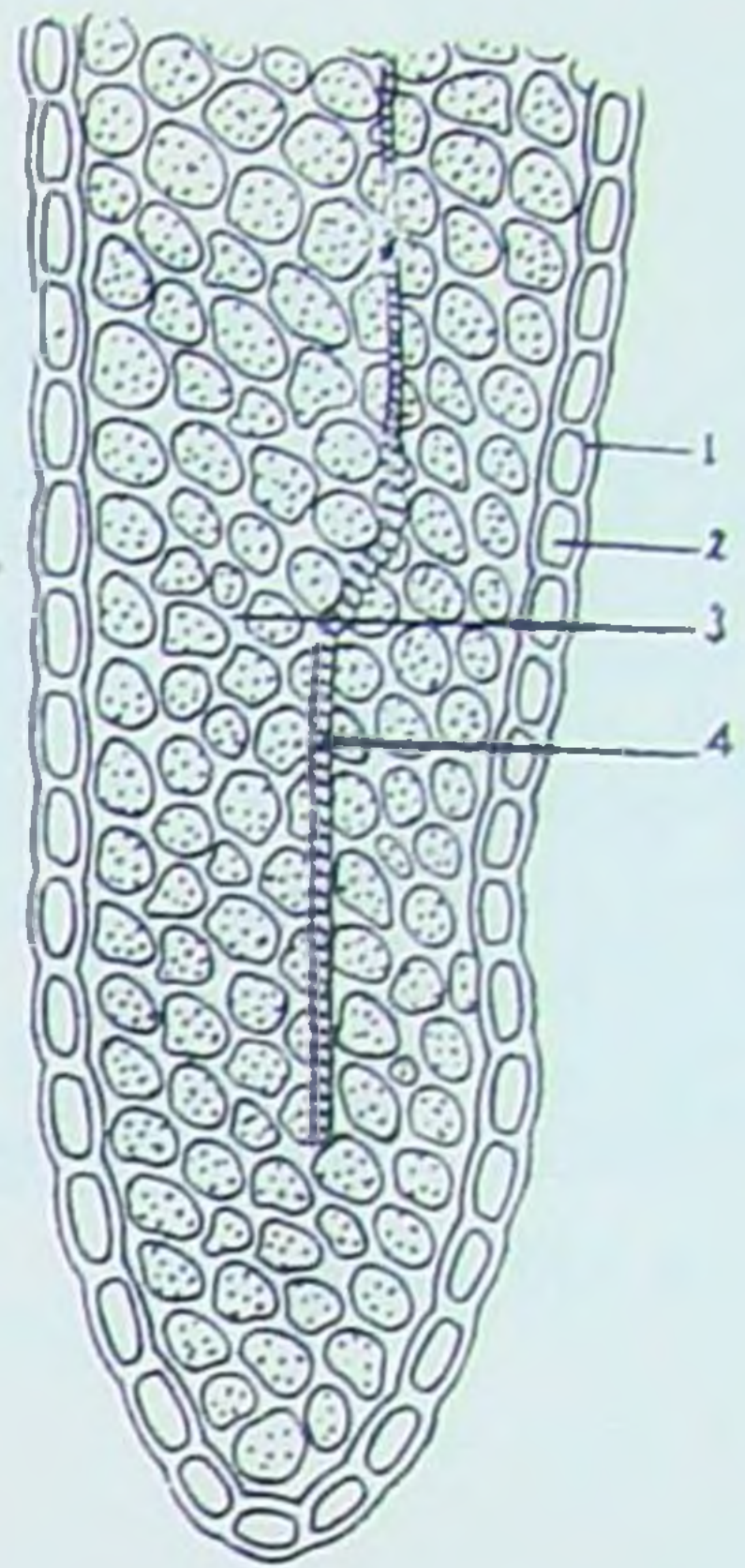


ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL





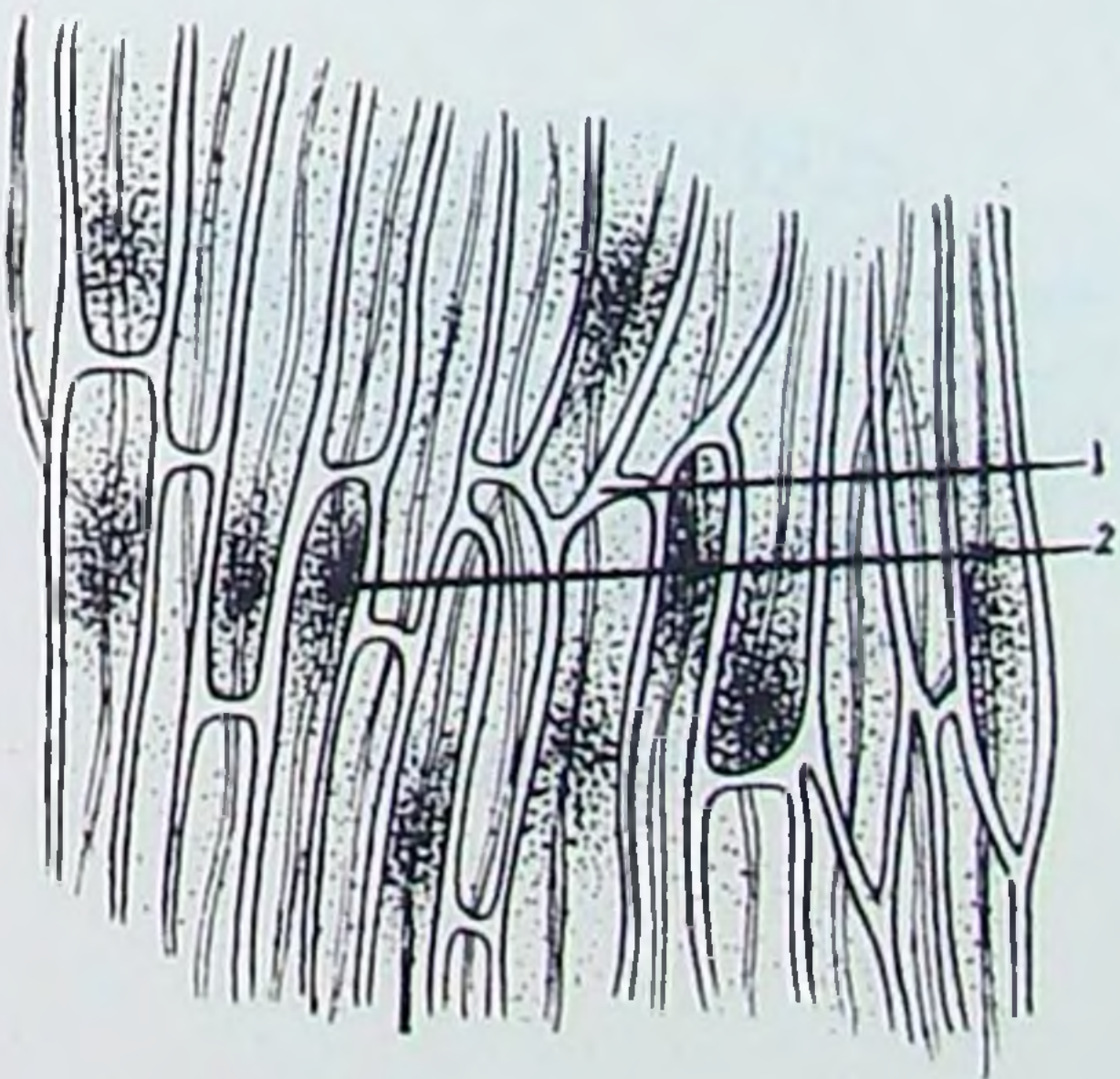
Micrografía N.º 1



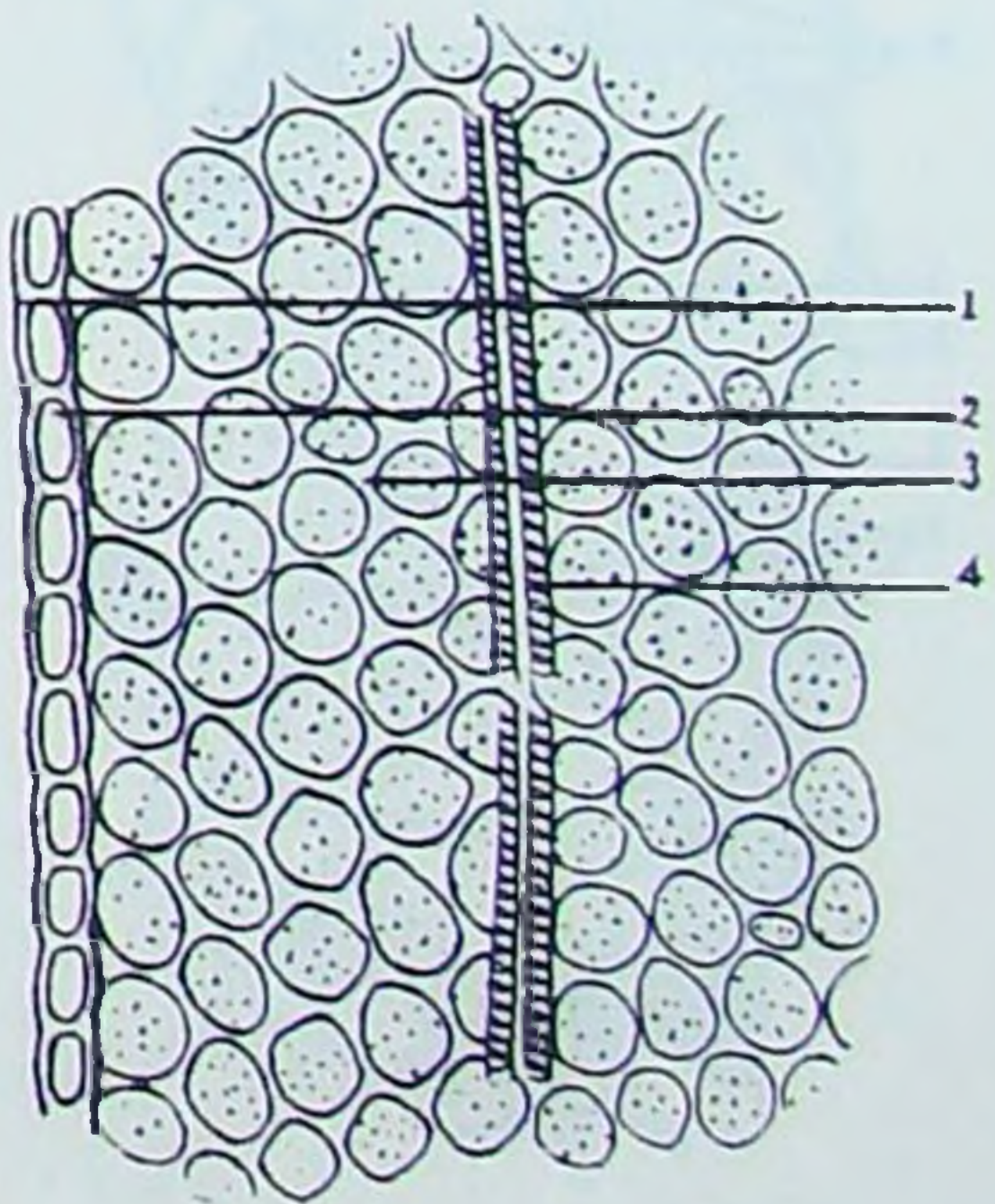
Micrografía N.º 4



ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

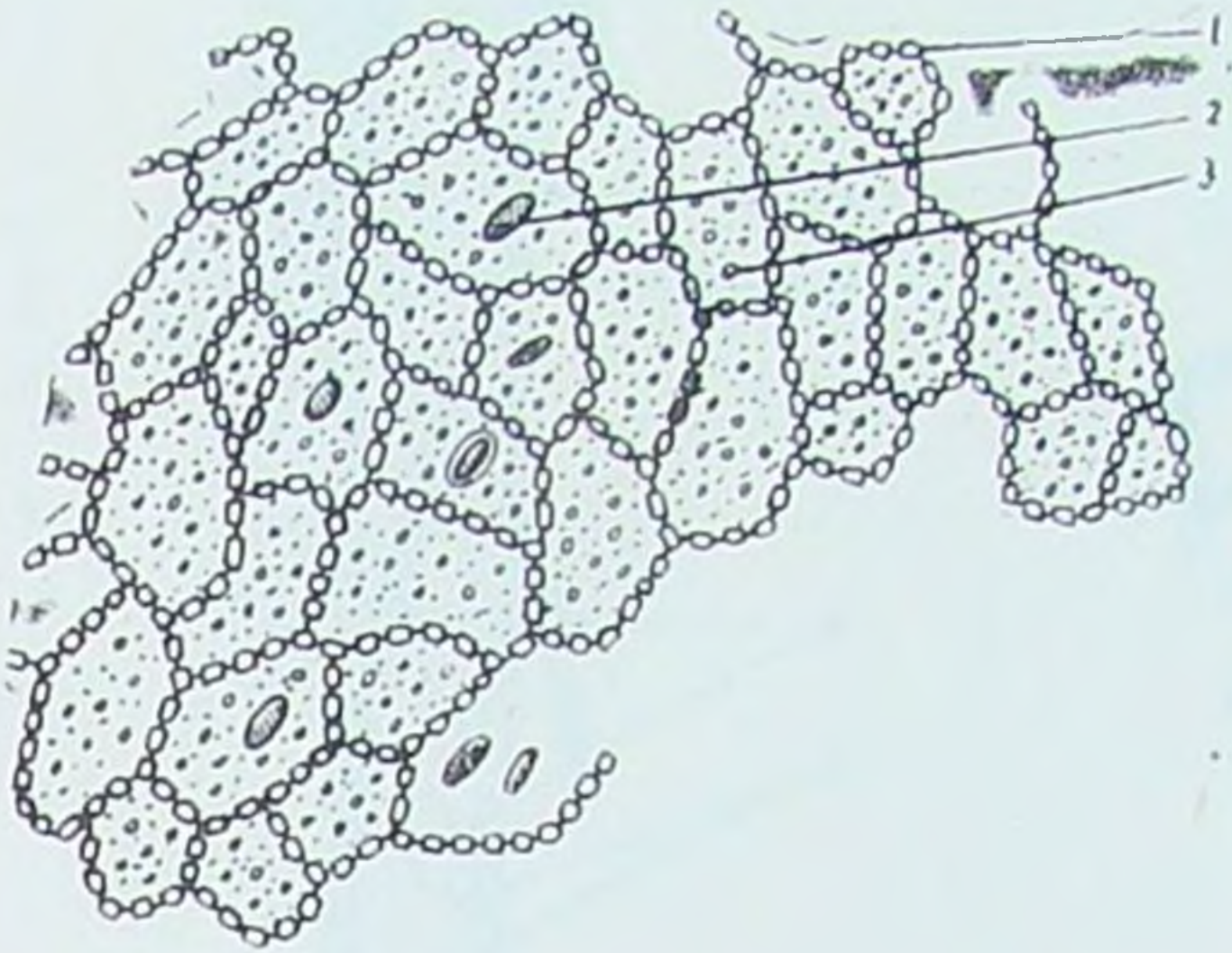


Micrografía N.º 2

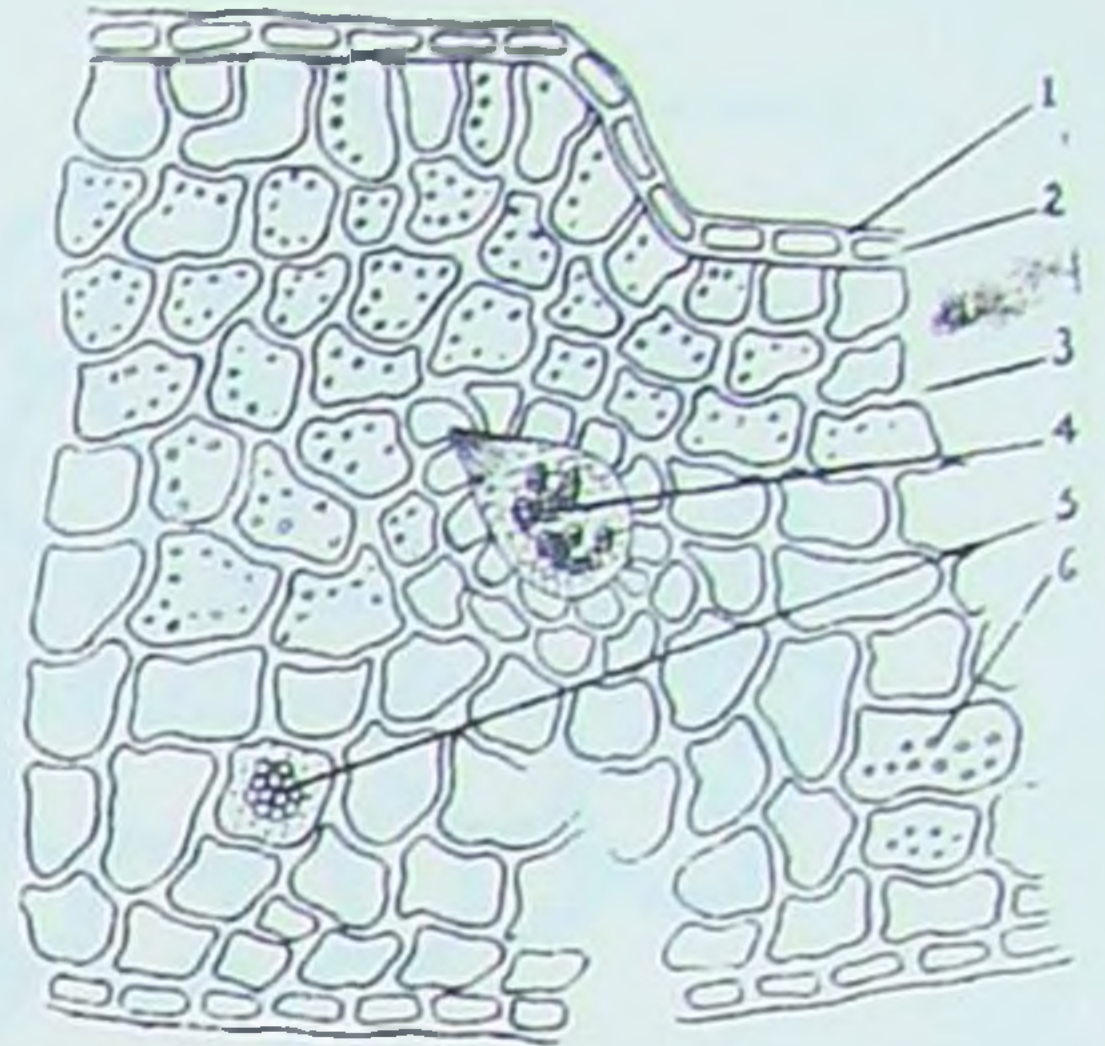


Micrografía N.º 3





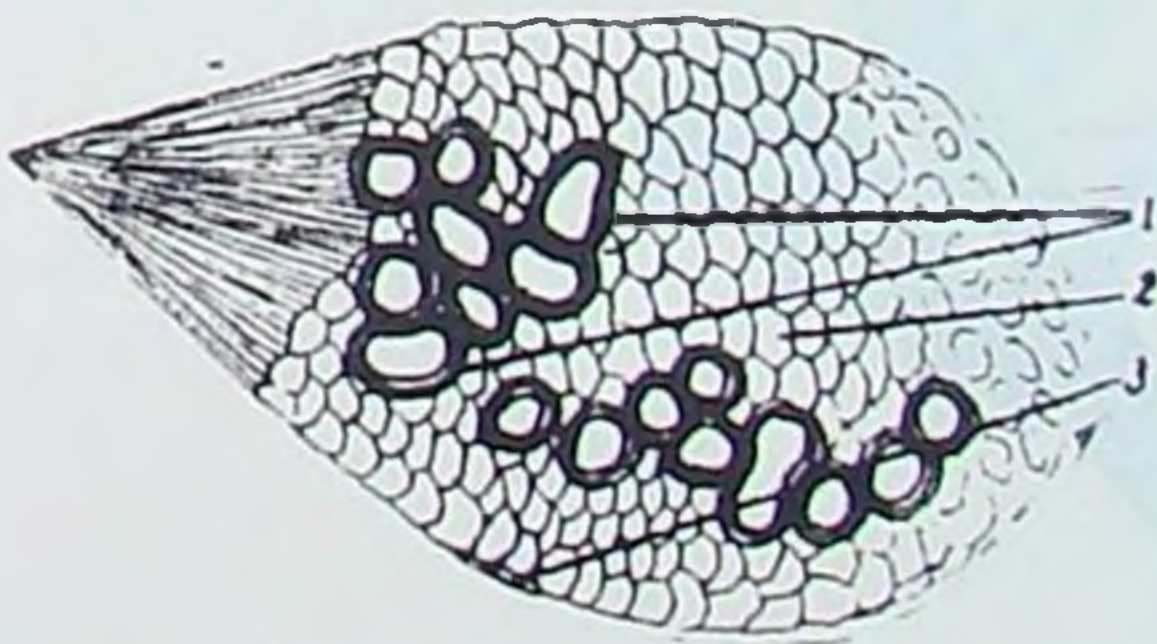
Micrografía N.º 5



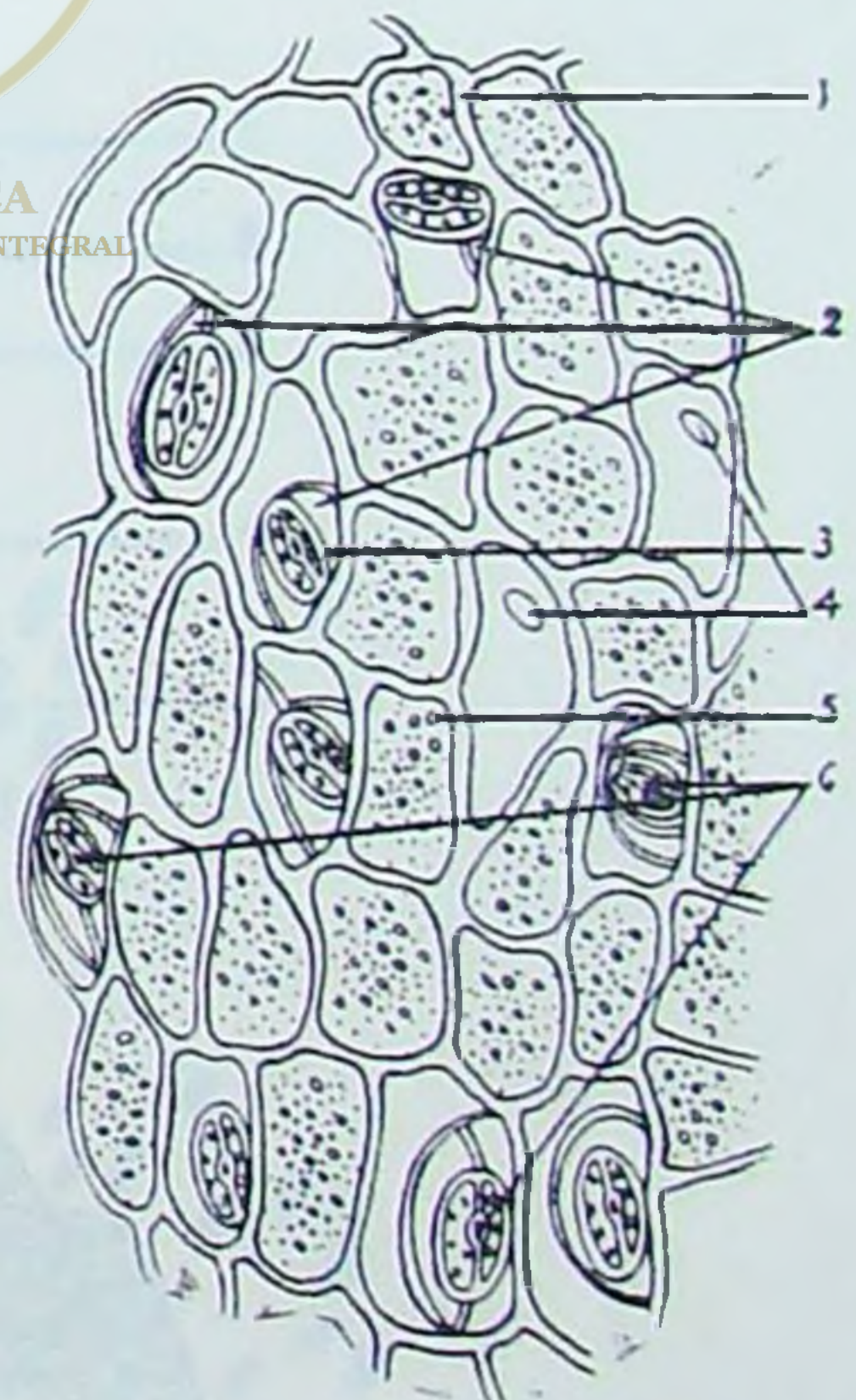
Micrografía N.º 6



ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

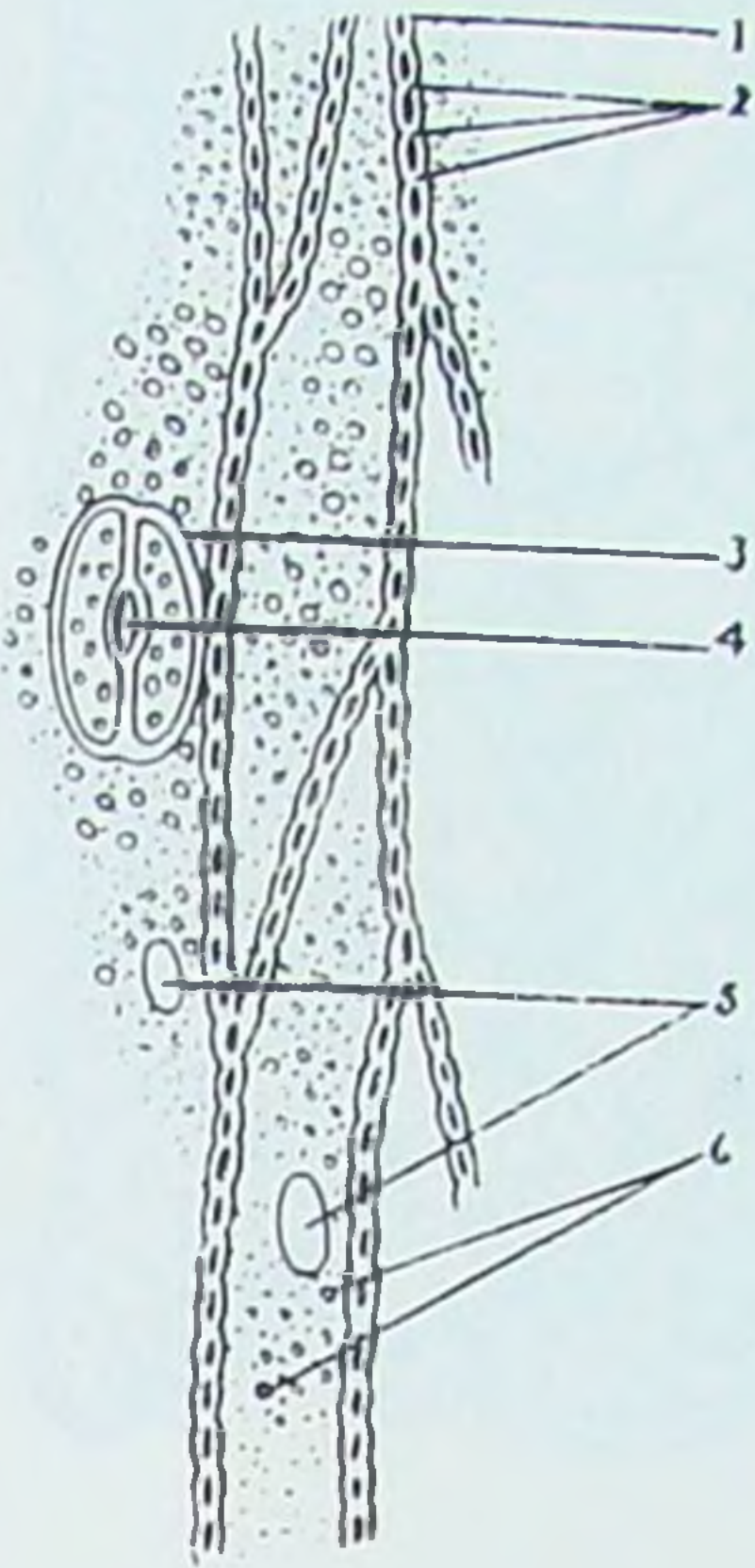


Micrografía N.º 7

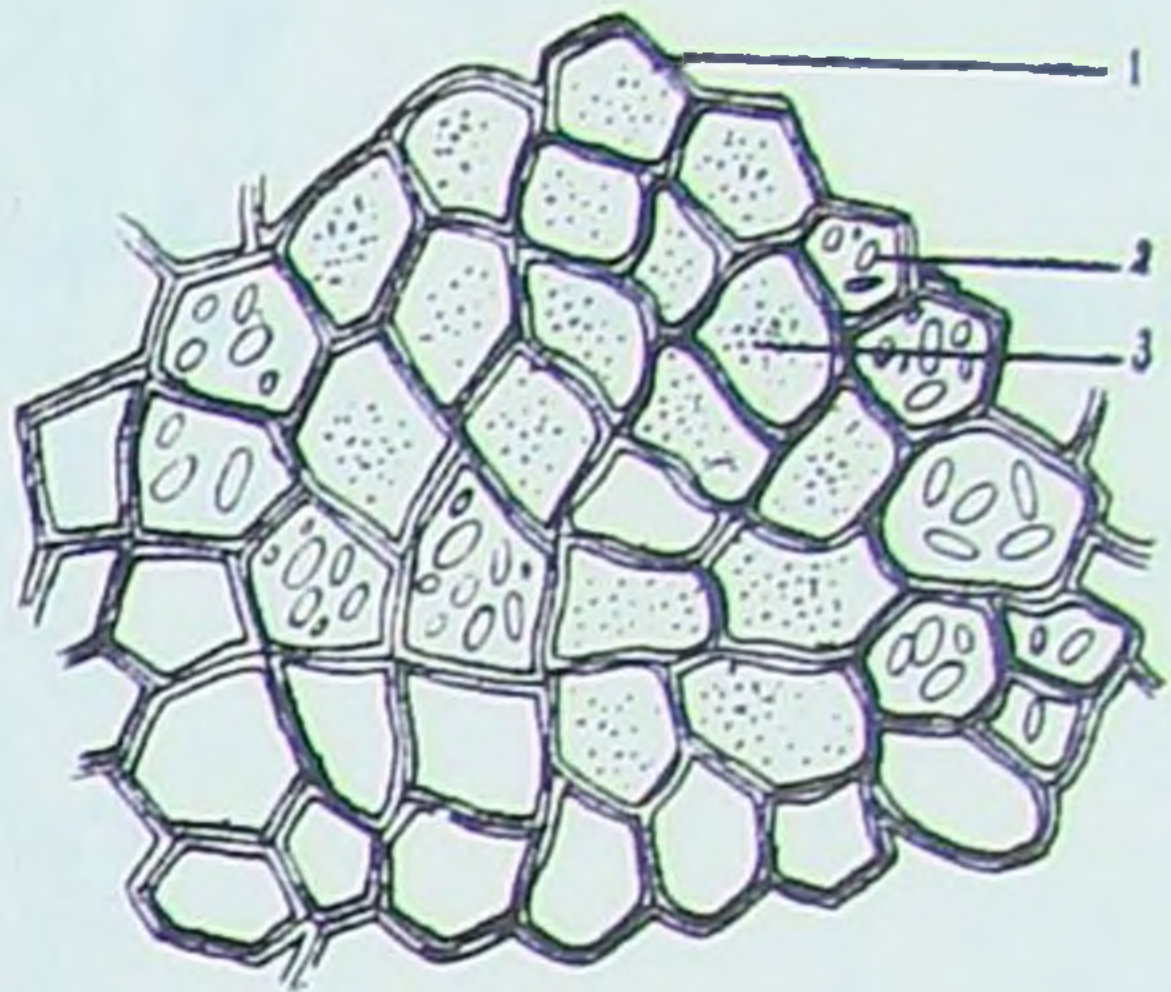


Micrografía N.º 8

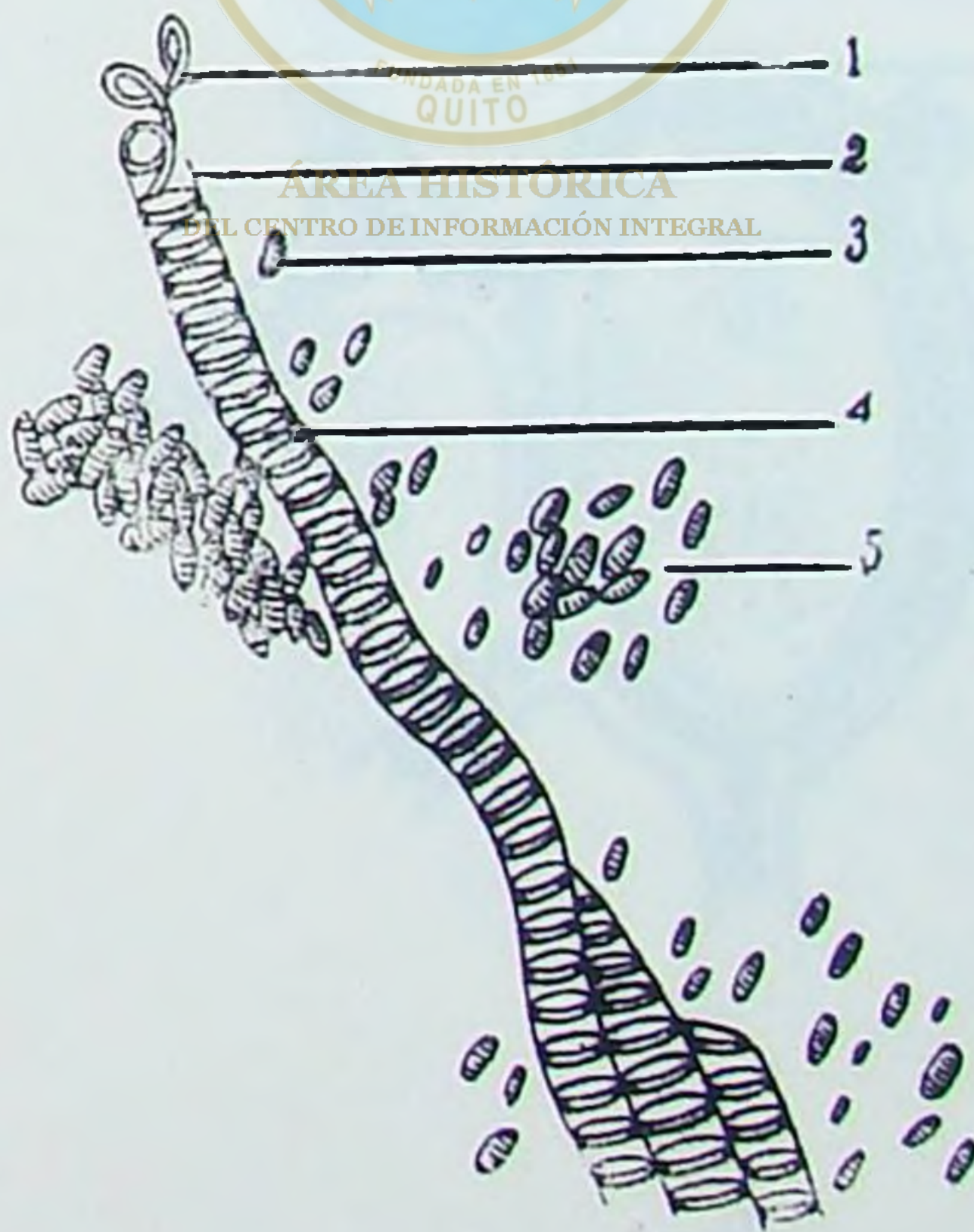




Micrografía N.º 9

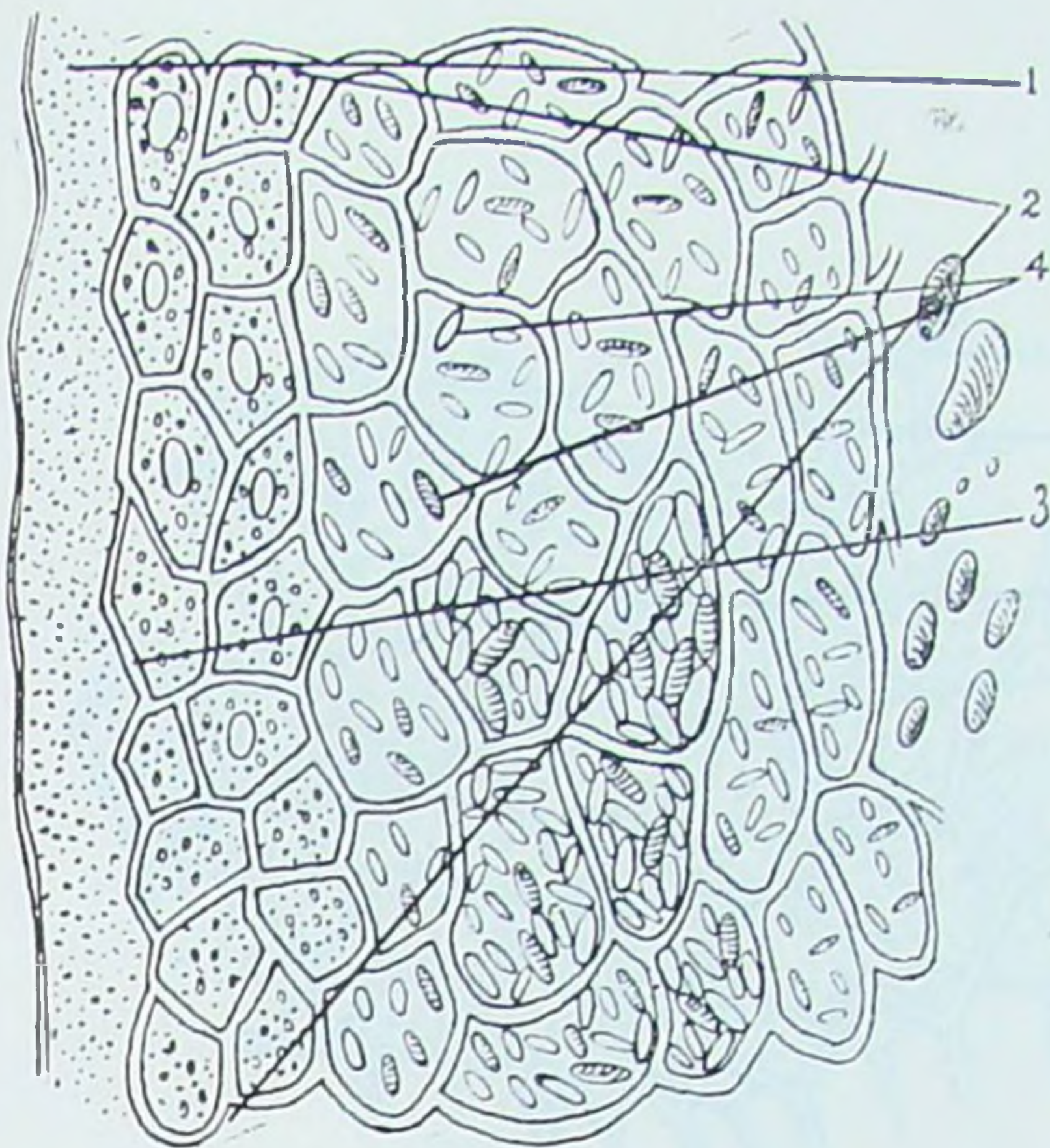


Micrografía N.º 10

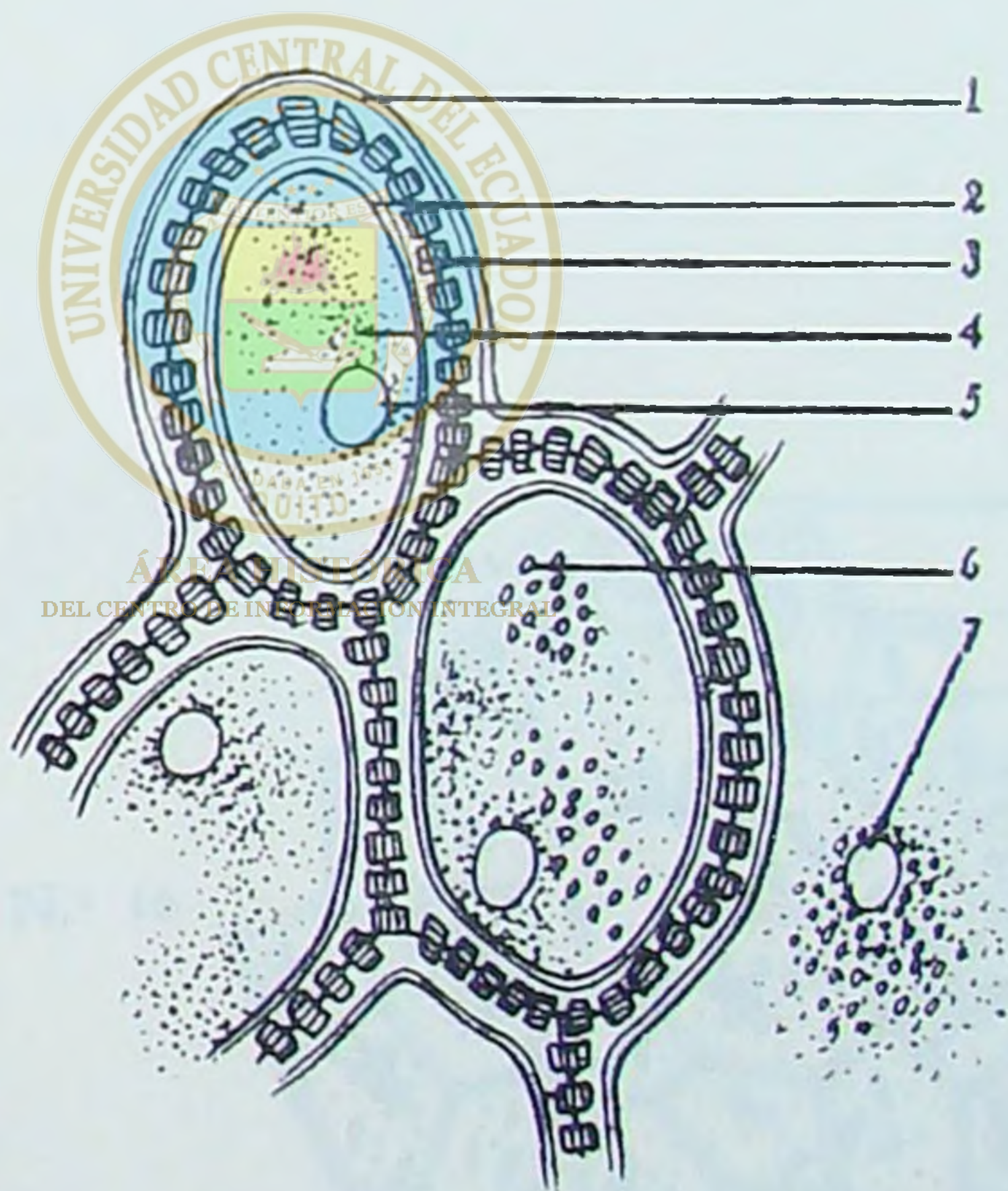


Micrografía N.º 11





Micrografía N.º 12

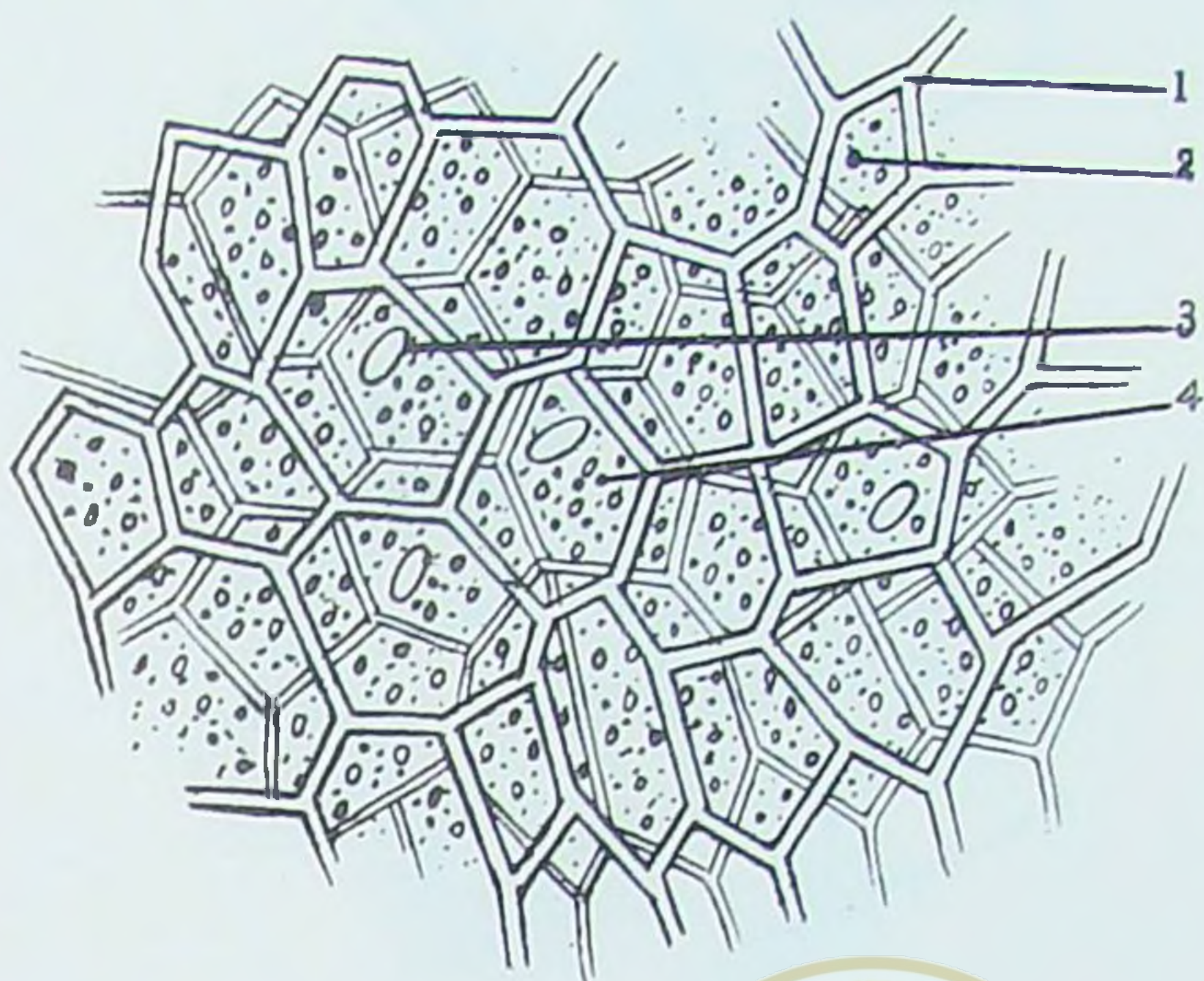


Micrografía N.º 13



Micrografía N.º 14



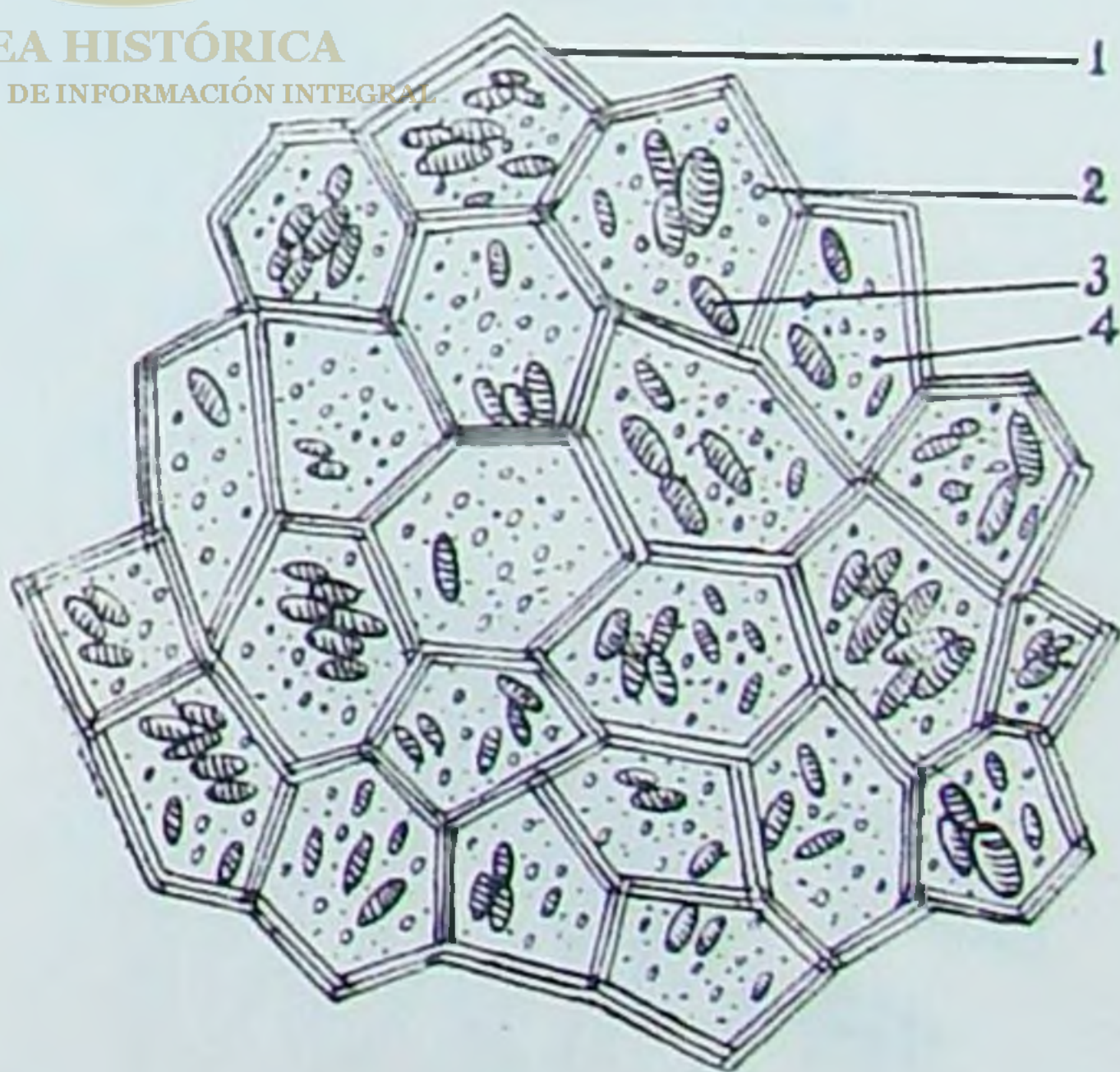


Micrografía N.º 15

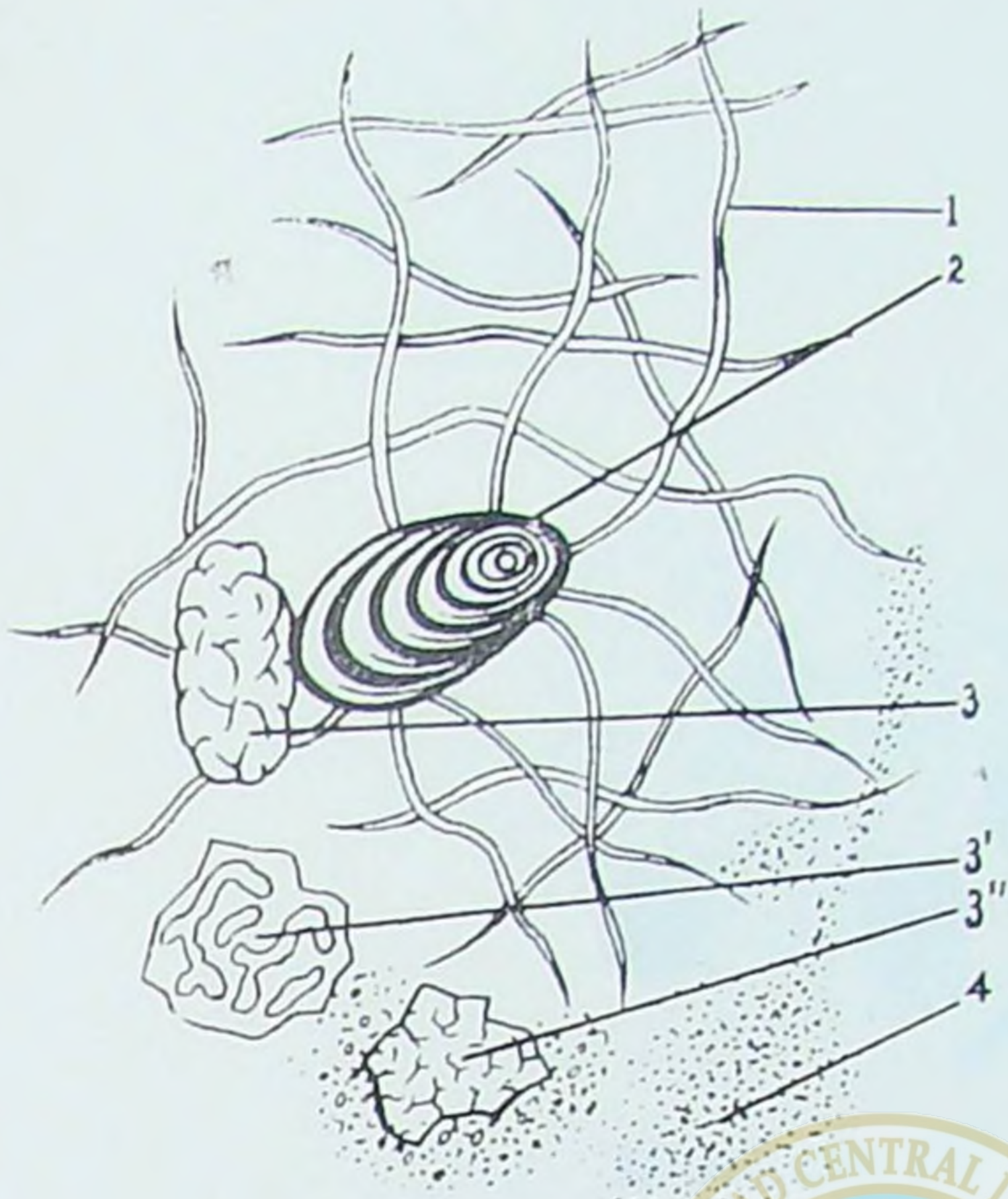


ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

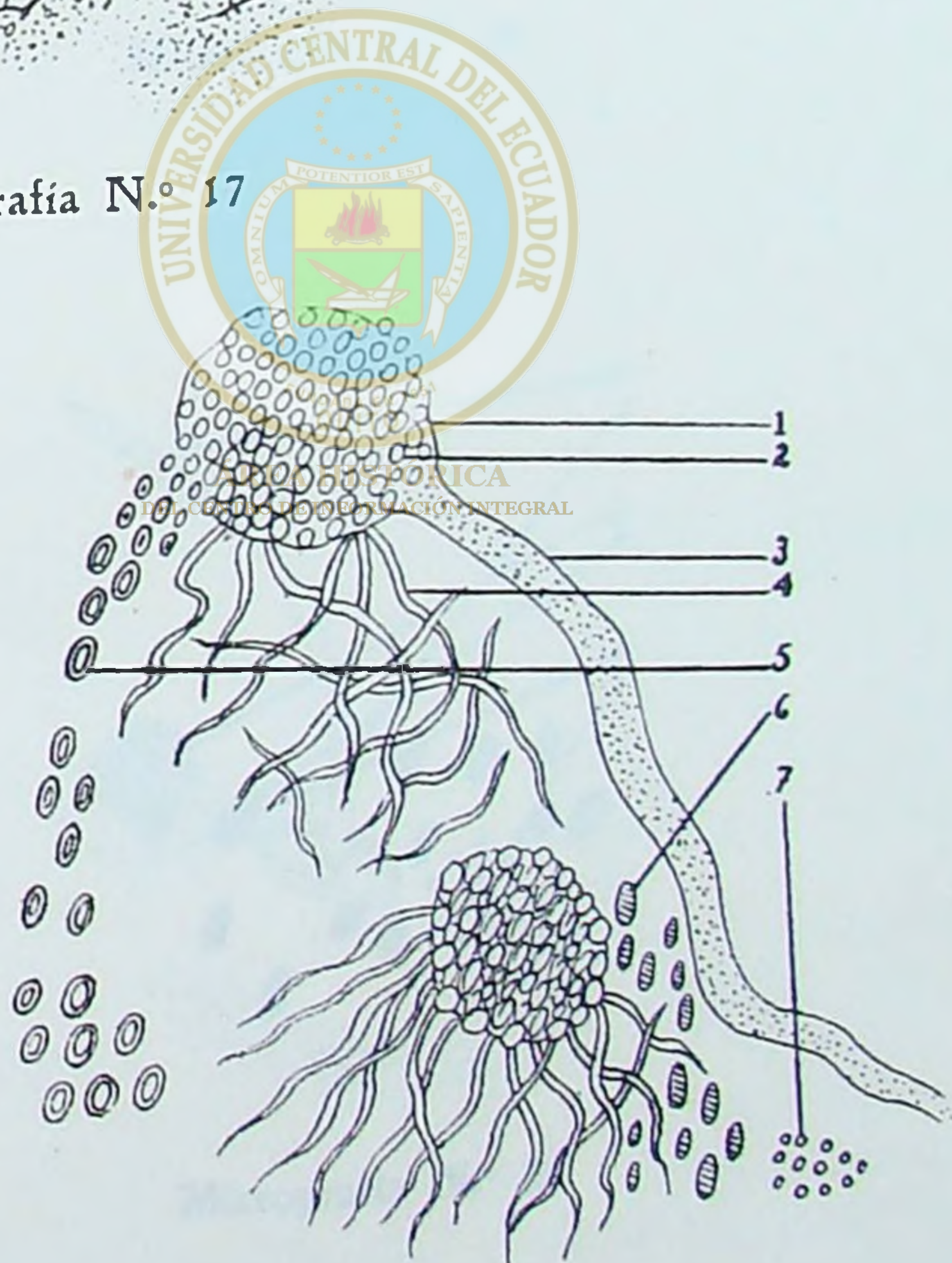
Micrografía N.º 16





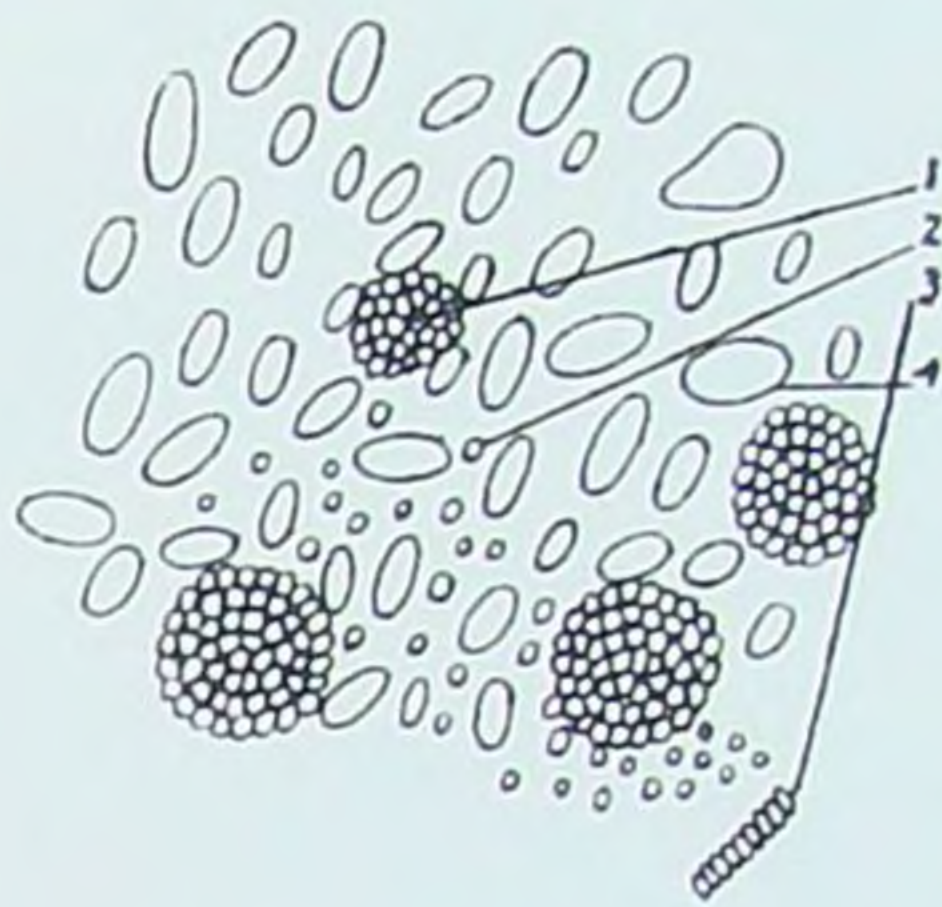


Micrografía N.º 17



Micrografía N.º 18





Micrografía N.º 19



Micrografía N.º 20



# ESTUDIO QUIMICO (1)

## CAPITULO II

### ANALISIS CUALITATIVO

#### I.—DEL TUBÉRCULO

##### A.—*Caracteres organolépticos.*

El tubérculo de *Ullucus tuberosus* conocido entre nosotros como se ha indicado anteriormente con el nombre de *Melloco*, tiene una forma redondeada, en la generalidad de los casos, parecida a la de las patatas (*Solanum tuberosum*). Su color así como su tamaño son variadísimos. Entre los colores más comunes que presentan tenemos el amarillo, blanco, rojo, violeta obscuro, etc., etc.

Por lo general, está provisto de raicillas pequeñas en su superficie. Su cubierta la constituye una cutícula muy fina, pues que, fácilmente se la puede levantar con la uña.

No posee olor característico, pero sí un sabor ligeramente dulzaino, lo que da la idea de existir en su masa cantidades relativamente grandes de azúcares. Cuando se parte un tubérculo, presenta en su superficie una sustancia mucilaginosa

---

(1) Trabajo realizado en el Laboratorio de Química de esta Universidad, por el Dr. Humberto Freire, como tesis previa a la obtención del título de Doctor en Farmacia.



que tiene la apariencia de goma. Libre de la tierra que generalmente se halla adherida a su superficie lo mismo que de sus raicillas, es suave al tacto, debido a su epidermis sumamente fina.

*B.—Investigación del agua.*

Unos cuantos tubérculos partidos groseramente y sometidos por un tiempo más o menos largo a la acción del calor en la estufa calentada a 100-105°, determinó la pérdida de volumen así como también de aspecto (de blando y flexible se transformó en duro y frágil), lo que indicó evidentemente la pérdida de peso, debido esto a la pérdida de agua contenida en su masa.

Por esta observación se pudo deducir que esta sustancia contenía enormes cantidades de agua, la que luego la dosificamos cuantitativamente.

La sustancia desecada y retirada de la estufa desprendía un olor agradable, muy particular.

*C.—Investigación de las cenizas.*

De la sustancia desecada se tomó más o menos unos diez gramos y se la calcinó en un crisol limpio y seco; primero suavemente, hasta que se quemó la sustancia orgánica contenida en esta sustancia desecada y luego fuertemente para expulsar todo el C. contenido en dicha masa, removiéndole constantemente con una varilla de vidrio; hasta obtener las cenizas completamente blancas; lo cual se obtuvo después de una larga calcinación y añadiendo nitrato de amonio. Tomando en cuenta la cantidad de materia desecada, la cantidad de ceniza obtenida fue pequeña y pequeñísima si se tenía en cuenta la cantidad de materia fresca de la que provenía la materia desecada tomada. La cantidad de cenizas obtenidas, por su parte indicaban que en la sustancia fresca o sea en el tubérculo analizado existía un porcentaje reducido de sustancias minerales.

*D.—Investigación de las sustancias orgánicas.*

Las sustancias orgánicas, como es natural demostraban ser relativamente abundantes si se hacía una comparación



entre la cantidad de sustancia desecada tomada y las cenizas o entre la sustancia fresca, la desecada y las cenizas obtenidas; lo cual indicaba al mismo tiempo también que la cantidad de C es abundante (por ser componente esencial de la materia orgánica).

## II.—ANÁLISIS CUALITATIVO DE LAS CENIZAS

### A.—Propiedades físicas.

Retiradas de la cápsula de porcelana en que se habían calcinado las cenizas, se observó que en la superficie de contacto de las cenizas con la cápsula presentaba una coloración verde pálido. Las mismas en contacto con el aire absorbían humedad y se transformaban en una masa pastosa por lo cual hubo que mantenerlas, después de bien calcinadas, constantemente en el desecador; para así evitar los cambios de peso por la adición de agua.

### B.—Solubilidad.

Tomada una pequeña cantidad de cenizas y sometidas a la acción del disolvente agua, se notó que eran parcialmente solubles; por cuanto una parte se disolvía mientras otra se depositaba sin disolverse; por existir sustancias insolubles en ella, tanto en frío como en caliente.

Se procedió a tratar la sustancia con HCl diluido el cual disolvió completamente en frío las cenizas, demostrando ser el disolvente apropiado para proceder al análisis cualitativo siguiente.

### C.—Reacción.

Por disolución de una pequeña porción de cenizas en agua destilada se pudo comprobar que la parte soluble en ella presentaba una fuerte reacción alcalina, a juzgar por el intenso cambio de color que sufre el papel de tornasol rojo el cual se transforma en azul intenso.



## ANÁLISIS CUALITATIVO DE LAS CENIZAS PROPIAMENTE DICHO

## A.—Investigación de los metales.

## a) Investigación de la Sílice.

Tratadas las cenizas con HCl concentrado, en pequeño volumen y hasta completa disolución, evaporado a sequedad en el Baño de María, por dos veces seguidas, y disuelto el residuo en pequeño volumen de HCl diluido, evaporado luego al mismo Baño de María el exceso de ácido, y después de reducido a pequeño volumen, disuelto en agua destilada y filtrado en filtro cualitativo dió un residuo apreciable que indicó la existencia de abundante cantidad de sílice en las cenizas.

## b). Investigación de otros metales.

En los líquidos provenientes de la separación de la Sílice se siguió la marcha dada para la investigación de los metales en el orden de grupos y de procedimiento indicados en ella y se obtuvo como resultado la existencia de los siguientes, a más del Si.

- 1) Hierro
- 2) Aluminio
- 3) Calcio
- 4) Magnesio
- 5) Sodio
- 6) Potasio

Reconocidos de la manera siguiente:

1) *Fe.*—Entre otras reacciones la más característica fué la del *sulfocianuro de potasio*, que al ser tratado con una parte de la solución de las cenizas de melloco dió una coloración rojo sangre de sulfocianuro férrico; pero también por la poca intensidad de la coloración se dedujo que se trataba de pequeñísimas cantidades,

2) *Al.*—Así mismo entre otras reacciones practicadas para el reconocimiento del Al mencionaremos la siguiente: se añade a la solución proveniente de la separación de la sílice primeramente unas pocas gotas de ácido nítrico concentrado, se hace hervir y se añade cloruro de amonio y amoniaco concentrado hasta reacción alcalina y se continúa la ebullición por unos pocos momentos más. Luego se separa el precipitado por filtración y en este precipitado también se reconoce



al aluminio por calcinación sobre un trozo de carbón y humedecida la masa con nitrato de cobalto, vuelta a calcinar da una masa de color azul, llamada azul de Thenard, el que indica la existencia del Aluminio.

3) *Ca.*—El Calcio fue caracterizado principalmente porque en la solución proveniente de la separación del Al y Fe fuertemente alcalinizada por el amoníaco y añadida de oxalato de amonio, dio un precipitado blanco cristalino de oxalato de calcio, soluble en ácido nítrico e insoluble en el ácido acético. Se obtiene mejores resultados, haciendo la reacción en *caliente*.

4) *Mg.*—Se lo reconoce en los líquidos procedentes de la separación del Calcio; principalmente por la siguiente reacción: a la solución en la que se supone existe el Mg se añade Cloruro de amonio y luego se alcaliniza con amoníaco y se añade por último fosfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ). Un precipitado blanco cristalino que se forma lentamente y ayudado por el calor, de fosfato amónico magnésiano indica la existencia del Magnesio.

5) *Na.*—Este metal *alcalino* fué caracterizado fácilmente a la llama; a la cual le coloreó fuertemente de amarillo; indicando la existencia del sodio, en cantidad apreciable.

6) *K.*—En igual forma que el anterior fué reconocido a la llama; la cual observada a través de un vidrio de cobalto presentó la coloración violada muy pálida, indicando la existencia del potasio en pequeña cantidad.

#### *B.—Investigación de los ácidos.*

1)  $\text{PO}_4\text{H}_3$ .—Entre los ácidos reconocidos en las cenizas se halló y comprobó la existencia de fosfórico en relativa abundancia, a juzgar por las reacciones cualitativas efectuadas. Así a la solución nítrica, esto es acidulada con ácido nítrico y añadida el reactivo molibdato de amonio precipitó en frío fosfomolibdato amónico amarillo cristalino en abundancia.

2)  $\text{SO}_4\text{H}_2$ .—Se halla también la existencia del radical  $\text{SO}_4$  mediante las reacciones características de este radical sulfúrico, tales como la del cloruro de bario, el cual dio un precipitado blanco pulverulento, insoluble en los ácidos clorhídrico y nítrico concentrados.

Los anteriores metales y ácidos fueron los más fácilmente caracterizables por sus reacciones particulares como indi-

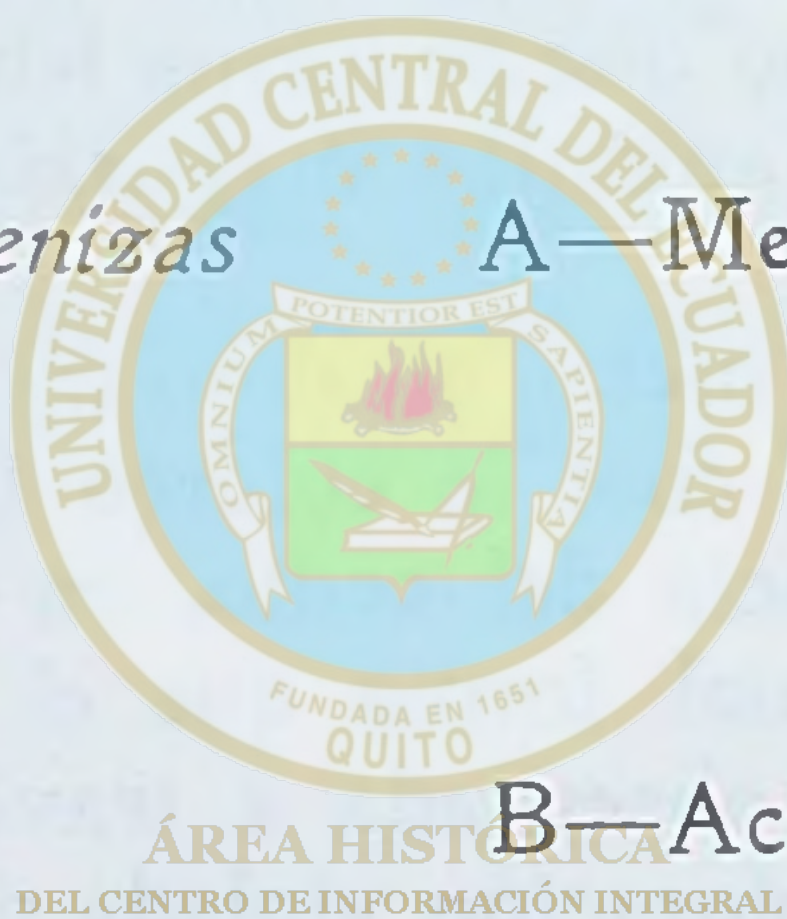


camos, debiendo existir también otros no caracterizables, sin duda, por hallarse en minimales cantidades. Estos son los cuerpos que constituyen las sustancias no dosificables en las cenizas.

## PRIMERA PARTE

### CUADRO DEMOSTRATIVO DEL ANALISIS CUALITATIVO

|                           |                                       |   |
|---------------------------|---------------------------------------|---|
| I. <i>Del tubérculo</i>   | } agua<br>materia orgánica<br>cenizas |   |
| II. <i>De las cenizas</i> |                                       |   |
|                           | A—Metales                             | } Si<br>Fe<br>Al<br>Ca<br>Mg<br>Na<br>K |
|                           | B—Acidos                              |   |
|                           |                                       |   |
|                           |                                       |   |
|                           |                                       |   |



Una vez realizado, lo más detenidamente el análisis cualitativo indicado anteriormente, se procede al análisis cuantitativo teniendo como norma o guía a seguir en este último análisis, los resultados obtenidos en el anterior, que como se sabe deben preceder siempre a los trabajos cuantitativos.

## ANALISIS CUANTITATIVO

### I.—DEL TUBÉRCULO

#### A.—Generalidades.

Antes de proceder a la primera determinación cuantitativa debemos advertir que no se trata, en este estudio químico,



de hacer un análisis completo, sino solamente de determinar el por ciento de los más importantes a juicio del Director de este trabajo, para según las cantidades obtenidas poder sacar conclusiones más o menos aproximadas, es el objeto del presente estudio (poder alimenticio).

Debido a la circunstancia de haber tenido que hacer el trabajo en época del año de escasa producción de este tubérculo, ha hecho que encuentre dificultad en la adquisición de buenas y variadas muestras, pero, sin embargo, los trabajos han sido realizados en muestras de la mejor calidad y lo más frescas posible.

Solamente, para la dosificación de la cantidad de agua se ha procedido con diferentes muestras a la vez, como se verá por los resultados obtenidos y que a continuación indicamos.

Estos resultados son muy aproximados como puede verse, y las diferencias que se observan son debidas probablemente antes que a la variedad de color y clase a la desecación espontánea que han sufrido antes del análisis.

De estos resultados obtenidos se ha tomado el promedio para tener un por ciento más o menos aproximado al por ciento verdadero que de agua contiene, puesto que no es posible obtener un resultado preciso sin hacer la determinación del agua en tubérculos recién extraídos del suelo.

Para las restantes determinaciones, he tomado la muestra de un solo color (rojos) para poder referir los resultados a la tomada; y en la cual se ha hecho con mucho cuidado la determinación del agua.

#### *B.—Dosificación del agua.*

Como operaciones previas a esta dosificación se escoge a mano los mejores tubérculos, se los separa por su distinta coloración, se los quita las raicillas y tierra que se halla adherida y por fin se los lava y seca con cuidado; cortándolos luego en rebanaditas lo más delgadas lo mismo que lo más rápido posible: lo primero, para facilitar la desecación o expulsión del agua de la masa, y lo segundo, para evitar la evaporación demasiado rápida que antes de pesar la sustancia tiene sus inconvenientes.

Por otra parte, se tiene en un desecador un vidrio de reloj limpio y desecado en la estufa, y tarado en el cual se



pone los tubérculos divididos y se pesa lo más rápidamente en balanza de precisión (décima de miligramo); aún cuando se puede pesar en balanza sensible al miligramo.

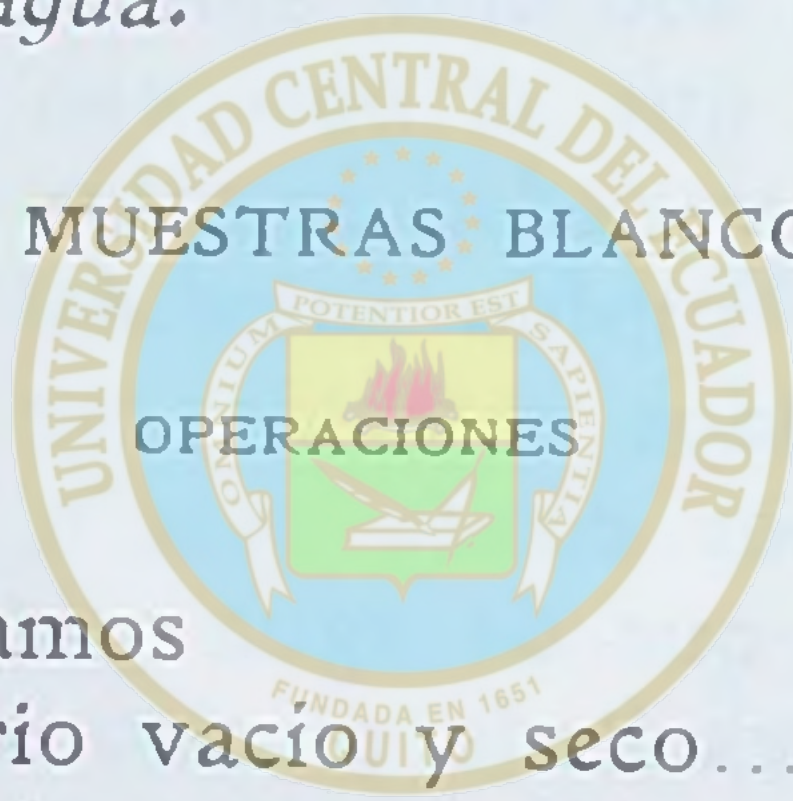
Se coloca el vidrio de reloj con la sustancia en la estufa y se mantiene en ella a temperatura de  $105^{\circ}$  por varias horas. Se hacen varias pesadas en el intervalo de este tiempo enfriando previamente todo en el desecador. Se repiten tantas veces, cuantas sean necesarias, hasta obtener dos pesadas iguales.

La diferencia de pesos indica la cantidad de agua existente en la sustancia empleada.

Por estar convencidos de que antes del análisis los tubérculos tomados ya han perdido una pequeña cantidad de agua, se debe tenerla en cuenta para los resultados finales.

#### *B'.—Dosificación del agua.*

##### 1) MUESTRAS BLANCOS



Tara: 50 gramos

|      |  |         |       |
|------|--|---------|-------|
| 1º.) | Peso del vidrio vacío y seco.....            | 27,9370 | grms. |
|      | Peso del vidrio con sustancia.....           | 17,9370 | »     |
|      | Peso de la sustancia empleada .....          | 10,0000 | »     |
| 2º.) | Vidrio de reloj con sustancia desecada ..... | 26,6205 | grms. |
|      | Vidrio de reloj con sustancia fresca         | 17,9370 | »     |
|      | Agua en diez gramos de sustancia             | 8,6825  | »     |

Cálculo del  $\%$  de agua

|      |                                      |         |                         |
|------|--------------------------------------|---------|-------------------------|
| 3º.) | En 10 gramos tubérculos frescos..... | 8,6825  | grms.                   |
|      | El 100 gramos tubérculos frescos...  | 86,8250 | »                       |
|      | Resultado.....                       | 86,8250 | grms. $H_2O^{\circ}/_0$ |

##### 2) MUESTRAS ROJOS

OPERACIONES

Tara: 50 gramos

|      |                                   |         |       |
|------|-----------------------------------|---------|-------|
| 1º.) | Peso del vidrio vacío y seco..... | 35,1065 | grms. |
|------|-----------------------------------|---------|-------|



|   |         |                |
|---|---------|----------------|
| Peso del vidrio con sustancia fresca    | 25,1065 | grms.          |
| Peso sustancia empleada                 | 10,0000 | »              |
| 2º.) Vidrio con sustancia desecada      | 33,6517 | grms.          |
| Vidrio con sustancia fresca             | 25,1065 | »              |
| Agua en 10 gramos de sustancia...       | 8,5452  | »              |
| Cálculo en % de agua                    |         |                |
| 3º.) En 10 gramos tubérculos frescos... | 8,5452  | grms.          |
| En 100 gramos tubérculos frescos...     | 85,4520 | »              |
| Resultado...                            | 85,4520 | grms. $H_2O\%$ |

## 3) MUESTRAS AMARILLOS

## OPERACIONES

|  |         |                   |
|--|---------|-------------------|
| Tara 50 gramos                             |         |                   |
| 1º.) Peso del vidrio de reloj vacío y seco | 33,0647 | grms.             |
| Peso del vidrio de reloj con sustancia     | 23,0647 | »                 |
| Sustancia empleada                         | 10,0000 | »                 |
| 2º.) Vidrio con sustancia desecada         | 31,8819 | grms.             |
| Vidrio con sustancia fresca                | 23,0647 | »                 |
| Agua en 10 gramos de sustancia...          | 8,8172  | »                 |
| Cálculo en % de agua                       |         |                   |
| 3º.) En 10 gramos de tubérculo fresco...   | 8,8172  | »                 |
| En 100 gramos de tubérculo fresco          | 88,1720 | »                 |
| Resultado...                               | 88,1720 | grms. de $H_2O\%$ |

Resultados obtenidos:  $\left\{ \begin{array}{l} 86,8250 \\ 85,4520 \\ 88,1720 \end{array} \right.$

Promedio =  $86,8163\%$  de  $H_2O$

Para las demás determinaciones se han tomado como dijimos una sola muestra de tubérculos: los rojos que tienen 85,4510 gramos de  $H_2O\%$ .

El peso de la sustancia desecada % es igual a la diferencia entre 100,0000 grms. y 85,4520 grms. o sean 14,5480 gramos %.



### *C.—Dosificación de las cenizas.*

Para efectuar esta determinación se pesó exactamente cinco gramos de polvo de melloco perfectamente desecado en la estufa y enfriado en el desecador; provenientes de la anterior dosificación del agua.

Se pesa dicha cantidad de sustancia en un crisol previamente preparado, después de lavarlo y calcinarlo por media hora, y dejarlo enfriar por un tiempo más o menos igual en el desecador.

Con la llama de un soplete se calcina suavemente la sustancia procurando que se desprendan esos humos fuliginosos que se producen en abundancia provenientes de la sustancia desecada que se encuentra en el crisol. Luego se procede a calcinarla con una llama más fuerte agitando de tiempo en tiempo la masa con un alambre de platino, hasta conseguir que todo el carbón desaparezca; y por tanto hasta que las cenizas presenten un color blanco.

Esta operación requiere algunas horas, pues que hay que dejar enfriar en el desecador el crisol y pesarlo hasta que dos pesadas consecutivas den pesos iguales, con lo cual se está seguro de que todo el carbón ha desaparecido de la masa.

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

### *C.—Dosificación de las cenizas.*

#### OPERACIONES

|   |         |       |
|---|---------|-------|
| Tara: 50 gramos                           |         |       |
| 1º.) Crisol vacío y calcinado.....        | 33,9798 | grms. |
| Crisol con sustancia desecada. ....       | 28,9798 | »     |
| Peso de la sustancia empleada .....       | 5,0000  | »     |
| 2º.) Crisol vacío calcinado .....         | 33,9798 | grms. |
| Crisol con sustancia calcinada .....      | 33,7803 | »     |
| Peso de las cenizas.....                  | 0,1995  | »     |
| 3º.) 5 gramos de sustancia seca tienen... | 0,1995  | grms. |
| 10 gramos de sustancia seca tienen..      | 0,3990  | »     |
| 100 gramos de sustancia seca tienen..     | 3,9900  | »     |
| Resultados % de cenizas                   |         |       |



|   |              |
|---|--------------|
| 4º.) Cenizas en 100 gramos de sustan-<br>cia seca ..... | 3,9900 grms. |
| Cenizas en 100 gramos de sustan-<br>cia fresca .....    | 0,5805 »     |

D.—*Dosificación de las materias orgánicas totales.*

Para proceder a esta dosificación con los datos anterior-  
mente obtenidos, se hacen los siguientes cálculos:

Cinco gramos de sustancia desecada dejan un residuo  
de cenizas igual a 0,1995; el que indica que en el mismo  
peso hay 4,8005 gramos de materias orgánicas totales. Por  
tanto hago los cálculos en diez gramos y luego en cien  
gramos.

D¹.—*Dosificación de las materias orgánicas totales.*

|                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| 5 gramos de materia seca contienen... | 4,8005 grms. |
| 10 gramos de materia seca contienen.. | 9,6010 »     |
| 100 gramos de materia seca contienen  | 96,0100 »    |
| En 100 gramos de materia fresca da    | 13,9675 »    |

Resultados % de materia orgánica:

|  |               |
|--|---------------|
| Materia orgánica en 100 gramos sus-<br>tancia seca .....   | 96,0100 grms. |
| Materia orgánica en 100 gramos sus-<br>tancia fresca ..... | 13,9675 »     |

SEGUNDA PARTE

CUADRO DEMOSTRATIVO DEL ANALISIS CUANTITATIVO

I.—DEL TUBÉRCULO

|                                      |                 |
|--------------------------------------|-----------------|
| A. En 100 gramos de sustancia fresca |                 |
| agua .....                           | 85,4520 grms. % |



|                                      |          |       |   |
|--------------------------------------|----------|-------|---|
| materia orgánica .....               | 13,9675  | grms. | % |
| cenizas .....                        | 0,5805   | »     | » |
| Componentes sustancia fresca ...     | 100,0000 | »     | % |
| <i>Sustancia desecada</i> % de mate- |          |       |   |
| ria fresca igual a .....             | 14,5480  | »     | » |

|  |          |       |   |
|--|----------|-------|---|
| B. En 100 gramos de sustancia desecada |          |       |   |
| materia orgánica .....                 | 96,0100  | grms. | % |
| cenizas .....                          | 3,9900   | »     | » |
| agua .....                             | 0,0000   | »     | » |
| Componentes de la sustancia de-        |          |       |   |
| secada .....                           | 100,0000 | »     |   |

## ANALISIS CUANTITATIVO

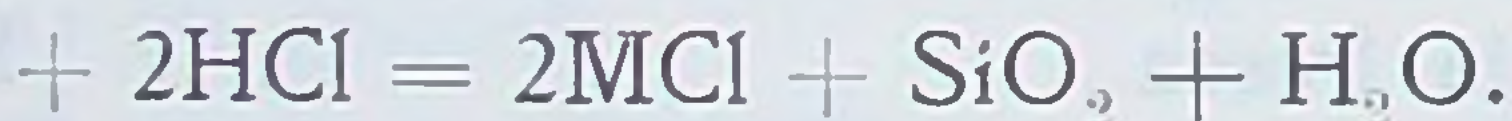
### II.—DE LAS CENIZAS

#### A.—METALES

#### A.—Dosificación de la Sílice

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Como se sabe, esta dosificación se funda en la precipitación del  $\text{SiO}_2$  por medio de un ácido. Dicha precipitación se efectúa si se emplea el  $\text{HCl}$  así:



En esta reacción la sílice precipita al estado gelatinoso.

Para efectuar esta determinación, se toma una cantidad de cenizas perfectamente calcinadas y desecadas, exactamente pesadas y se las disuelve en un volumen conocido de agua destilada.

En el presente caso, se han tomado diez gramos de cenizas y se los ha disuelto en agua destilada en un balón de 100 cc. aforándolo hasta el enrace. Luego de perfectamente homogeneizada la solución se toman 40 cc con pipeta y se los coloca en un vidrio de reloj de capacidad suficiente.

Los 40 cc contienen, pues, 4 gramos de cenizas. A estos 40 cc de solución tomada se añade  $\text{HCl}$  concentrado y



se evapora al Baño de María en seco; repitiendo esta adición de HCl concentrado y evaporación a seco una segunda vez. Obtenido este resultado se pasa el vidrio de reloj en el que se efectuó la evaporación a un Baño de Arena, calentado a  $110^{\circ}$ ; y se lo mantiene aquí hasta completa evaporación del ácido. Se añade luego, un pequeño volumen de HCl diluido; se evapora el exceso y se diluye en poca agua destilada. Se lava el precipitado varias veces con pequeñas cantidades de agua destilada, se lleva todo el precipitado al filtro cuantitativo y se lava hasta ausencia del ión cloro reconocible por el  $\text{NO}_3\text{Ag}$ .

Se seca el filtro en la estufa, se separa el precipitado del filtro y se lo calcina en un crisol previamente tarado hasta obtener cenizas blancas. Luego se enfría el crisol en el desecador, se añade el precipitado y también se lo calcina hasta el rojo oscuro solamente y por pocos minutos.

Se deja enfriar y se pesa; la diferencia de taras da el peso del  $\text{SiO}_2$ ; restado el peso de las cenizas del filtro que equivalen a 0,0002 gramos.

#### A'.--Dosificación de la sílice

ÁREA HISTÓRICA  
OPERACIONES  
DEL CENTRO DE INVESTIGACION INTEGRAL

Tara: 50 gramos

En 400 cc de solución primitiva.

Crisol vacío calcinado..... 35,1732 grms.

Crisol con sustancia calcinada ..... 34,9138 »

Peso de la sustancia calcinada ..... 0,2594 »

Peso de las cenizas del filtro..... 0,0002 »

0,2592 »

Peso de la sustancia calcinada provenientes de los 40 cc. de solución primitiva .....

0,2592 grms.

$\text{SiO}_2$  en 40 cc..... = 0,2592 »

$\text{SiO}_2$  en 100 cc..... = 0,6480 »

$\text{SiO}_2$  en 100 gramos de cenizas = 6,4800 »



*Resultados:*

|  |       |        |       |
|--|-------|--------|-------|
| $\text{SiO}_2$ en 100 gramos de cenizas          | ..... | 6,4800 | grms. |
| $\text{SiO}_2$ en 100 grms. de sustancia desec.  |       | 0,9427 | »     |
| $\text{SiO}_2$ en 100 grms. de sustancia fresca. |       | 0,0376 | »     |

*B.—Dosificación del Aluminio.*

Para continuar el análisis cualitativo y sabiendo por el análisis cuantitativo que las cenizas contienen una apreciable cantidad de ácido fosfórico nos fue preciso antes de proceder a la separación del aluminio, primeramente separar a este ácido fosfórico, para lo cual se procedió de la manera siguiente: se añade carbonato de sodio y se hace hervir el líquido procedente de la separación de la sílice.

Por este tratamiento precipitan todos los metales que estaban disueltos, al estado de carbonatos y el ión fosfórico pasa a través del filtro al estado de fosfato de sodio soluble.

Se desecha estos líquidos que contienen el fosfato de sodio y las aguas de loción, y en el precipitado se sigue la marcha indicada para la dosificación de los metales existentes en dicho precipitado.

Para esto, se comienza por disolver la totalidad del precipitado que se halla sobre el filtro con  $\text{HCl}$  diluido. Se lava el filtro perfectamente, recogiendo las aguas del lavado. En esta solución se procede a dosificar cuantitativamente al aluminio, para lo cual se procede de la manera siguiente:

Ante todo debemos manifestar que por ser iguales las operaciones para la dosificación del Hierro y del Aluminio y existiendo como se indicó por el análisis cualitativo, el Hierro en poca cantidad, vamos a indicar los resultados de esta dosificación solamente en  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Se coloca el líquido que contiene los metales en solución en un vaso de precipitación. Como se sabe los líquidos proceden de 40 cc. de solución primitiva, los cuales contenían 4 gramos de cenizas. Luego se efectúa lo siguiente: se añade a la solución primeramente unas pocas gotas de ácido nítrico concentrado, se hace hervir y al líquido caliente se añade cloruro de amonio en sólido y luego amoníaco concentrado. Continuando la ebullición por un tiempo corto, se deja en reposo por dos horas, al cabo de las cuales se filtra el precipitado en filtro cuantitativo. Se lo lava repetidas veces



hasta que con el nitrato de plata no de el precipitado del cloruro de plata.

Se deseca el precipitado con el filtro en la estufa, se lo separa del filtro y a éste se lo calcina en un crisol tarado previamente, hasta obtener cenizas blancas. Se lo deja enfriar en el desecador, se añade el precipitado y se calcina hasta obtener la transformación en  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Por último, se deja enfriar el crisol en el desecador por media hora y se pesa. La diferencia de taras da el peso de  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ . De este peso se resta el de las cenizas del filtro.

### *B'.—Dosificación del Aluminio.*

#### OPERACIONES

|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| Tara: 50 gramos                 |               |
| Peso del crisol vacío calcinado | 34,9919 grms. |
| Peso del crisol con sustancia   | 34,4542 »     |
| Peso de las cenizas             | 0,0002 »      |
| Sustancia                       | 0,5375 »      |

Peso de sustancia calcinada proveniente de 40 cc. de solución primitiva 0,5375 grms.

$$\text{Al}_2\text{O}_3 - 2 \text{Al} \quad x = \frac{54,2 \times 0,5375}{102,2} = 0,2805 \quad »$$

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| Al en 40 cc. de solución   | 0,2805 » |
| Al en 100 cc. de solución  | 0,7012 » |
| Al en 100 grms. de cenizas | 7,0120 » |

#### *Resultados:*

|                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| Al en 100 grms. de cenizas            | 7,0120 grms. |
| Al en 100 grms. de sustancia desecada | 1,0201 »     |
| Al en 100 grms. de sustancia fresca   | 0,0407 »     |

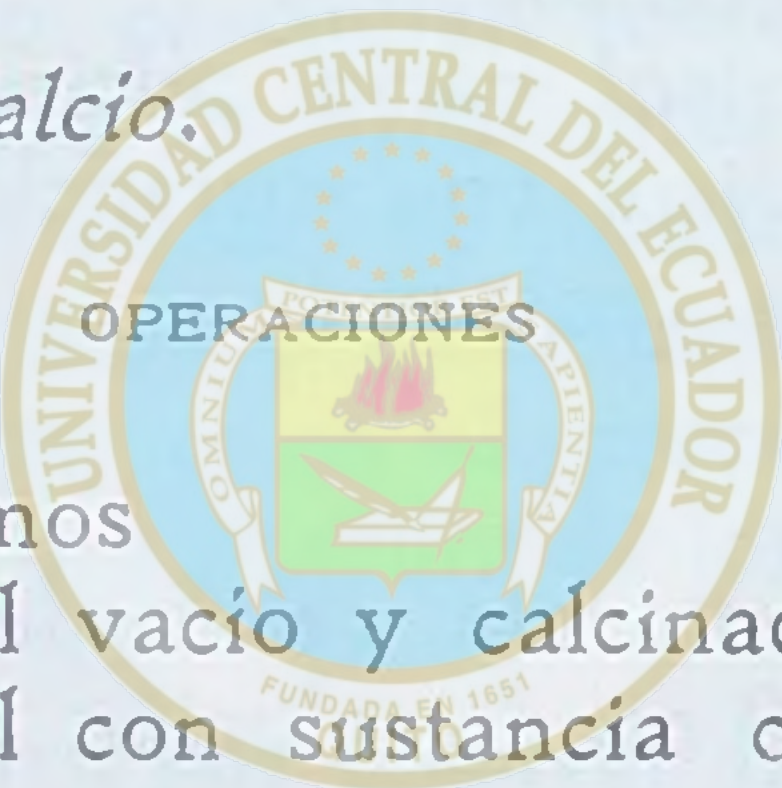
### *C.—Dosificación del Calcio.*

En los líquidos provenientes de la anterior dosificación del Aluminio y Hierro, se procede a dosificar el calcio; para



lo cual se hace lo siguiente: se alcaliniza la solución con amoníaco concentrado y puro y se añade el oxalato de amonio en *caliente*. El precipitado es recogido en un filtro cuantitativo y lavado con agua caliente, hasta que las aguas del lavado no contengan el ión cloro reconocido por el nitrato de plata. Se seca, filtro y precipitado en la estufa; se deja enfriar; se separa el precipitado del filtro y se calcina, primero el papel filtro en un crisol tarado previamente, hasta obtener cenizas blancas; se lo deja enfriar y se añade el precipitado que también se lo calcina fuertemente hasta obtener la transformación en óxido de calcio, al que se lo mantiene por poco tiempo en el desecador; y se lo pesa lo más rápidamente, para impedir que se transforme en carbonato. La diferencia de taras indica el peso de óxido de calcio obtenido, del cual se resta el peso de las cenizas del filtro.

*C'.—Dosificación del Calcio.*



|   |               |
|---|---------------|
| Tara: 50 gramos   |               |
| Peso del crisol vacío y calcinado...  | 34,1689 grms. |
| Peso del crisol con sustancia calcinada .....                                 | 34,1307 »     |
| Peso de las cenizas del filtro.....   | 0,0002 »      |
| Peso de sustancia.....  | 0,0380 »      |
| Peso de sustancia calcinada proveniente de 40 cc. de solución primitiva ..... | 0,0380 grms.  |

$$\frac{\text{CaO} - \text{Ca}}{0,0380} \times \frac{40 \times 0,0380}{56} = 0,002716 \text{ grms.}$$

|                                     |                |
|-------------------------------------|----------------|
| Ca en 40 cc. de solución primitiva  | 0,002716 grms. |
| Ca en 100 cc. de solución primitiva | 0,00679 »      |
| Ca en 100 grms. de cenizas.....     | 0,0679 »       |

*Resultados:*

|  |              |
|--|--------------|
| Ca en 100 gramos de cenizas .....            | 0,0679 grms. |
| Ca en 100 gramos de sustancia desecada ..... | 0,0098 »     |



Ca en 100 gramos de sustancia  
fresca..... 0,0004 grms.

*D. — Dosificación del Magnesio.*

En los líquidos provenientes de la dosificación del calcio, se procede a dosificar el magnesio en la forma siguiente: al líquido colocado en un vaso de precipitación se añade cloruro de amonio puro y en sólido, luego una cantidad de amoníaco concentrado; de manera que el líquido quede ligeramente amoniacal, lo cual se reconoce por la coloración de la fenolftaleína que se añade en poca cantidad. Se continúa la operación añadiendo fosfato de amonio en sólido en cantidad suficiente para que precipite todo el magnesio y teniendo cuidado de hacer la adición en caliente. Se deja en reposo por 24 horas, al cabo de las cuales se comprueba que todo el magnesio a precipitado por una nueva adición de una pequeña cantidad de fosfato de amonio.

Se filtra por decantación y se lava repetidas veces con agua amoniacal; se pasa con cuidado todo el precipitado al filtro cuantitativo y se lo lava hasta que las aguas del lavado no contengan el ión cloro. Se deseca el precipitado a la estufa, se lo separa del filtro y se lo calcina a este último en un crisol tarado previamente, hasta obtener cenizas blancas; añadiendo luego el precipitado; calcinándolo también, primero suavemente para expulsar el amoníaco y luego con fuerza para obtener cenizas blancas.

Se deja enfriar el crisol y precipitado, en el desecador, por media hora y se pesa; la diferencia de tara da el peso de precipitado, del cual se resta el peso de las cenizas del filtro. Del peso del precipitado obtenido se puede deducir el del Magnesio, mediante las siguientes operaciones.

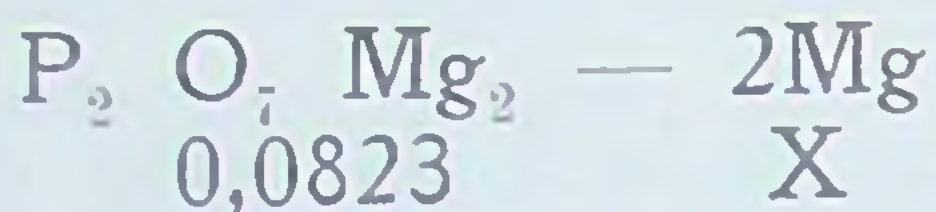
*D'. — Dosificación del Magnesio.*

CALCULOS

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Tara: 50 gramos                     |               |
| Peso crisol vacío calcinado.....    | 34,9928 grms. |
| Peso crisol con sustancia calcinada | 34,9103 »     |
| Peso de las cenizas del filtro..... | 0,0002 »      |
| Peso de la sustancia .....          | 0,0823 »      |



Peso de la sustancia calcinada proveniente de los 40 cc. de solución primitiva ..... 0,0823 grms.



$$X = \frac{48,64 \times 0,0823}{222,7} = 0,01798 \text{ grms.}$$

|                                     |         |       |
|-------------------------------------|---------|-------|
| Mg en 40 cc. de solución primitiva  | 0,01798 | grms. |
| Mg en 100 cc. de solución primitiva | 0,04495 | »     |
| Mg en 100 gramos de cenizas .....   | 0,4495  | »     |

### Resultados:

|  |        |   |
|--|--------|---|
| Mg en 100 gramos de cenizas .....                | 0,4495 | » |
| Mg en 100 gramos de sustancia de-<br>secada..... | 0,0638 | » |
| Mg en 100 gramos sustancia fresca                | 0,0026 | » |

## ANALISIS CUANTITATIVO

### ÁREA HISTÓRICA

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

## II.—DE LAS CENIZAS

### B.—ACIDOS

#### A.—Dosificación del ácido fosfórico. Gravimétricamente.

Esta dosificación se la efectúa por separado tomando diez centímetros cúbicos de solución primitiva; o sea de los diez gramos aforados con agua destilada en el balón de 100 cc.

Para esto se comienza por añadir a la solución, amoníaco concentrado hasta percibir su olor característico; se añade la mixtura magnesiana en el calor, en cantidad apropiada; se deja en reposo 24 horas y después de comprobar que la precipitación ha sido completa, se filtra por decantación y se lava el precipitado con agua amoniacal. Se pasa



el precipitado al filtro cuantitativo y se lava el precipitado hasta la ausencia del ión cloro.

Se deseca el filtro en la estufa, se separa el precipitado del filtro y se calcina este último en crisol tarado, hasta obtener cenizas blancas; se añade el precipitado después de dejar enfriar el crisol y se calcina primero con un calor moderado para que se vaya el amoníaco y luego con más fuerza hasta obtener la transformación del fosfato amónico magnesiano en pirofosfato de magnesio. Se deja enfriar el crisol y la sustancia en el desecador por media hora y se pesa. La diferencia de tara da el peso del precipitado obtenido, del cual se resta el peso de las cenizas del filtro y se efectúan las operaciones siguientes:

*A'.—Dosificación del ácido fosfórico. Gravimétricamente.*

Tara: 50 gramos

Peso crisol vacío calcinado ..... 34,9914 grms.

Peso crisol con sustancia calcinada 34,5589 »

Peso de la ceniza del filtro ..... 0,0002 »

Sustancia calcinada ..... 0,4323 »

Peso de la sustancia calcinada proveniente de 10 cc. de solución primitiva ..... 0,4323 »

*Cálculos en  $P_2O_5$*

$$\frac{P_2O_7Mg_2}{0,4323} - \frac{P_2O_5}{X} X = \frac{142,08 \times 0,4323}{222,7} = 0,2803 \text{ g.}$$

$P_2O_5$  en 10 cc. de solución primitiva ..... 0,2803 grms.

$P_2O_5$  en 100 cc. de solución primitiva ..... 2,803 »

$P_2O_5$  en 100 gramos de cenizas... 28,030 »

*Resultados:*

$P_2O_5$  en 100 grms. de cenizas..... 28,030 »

$P_2O_5$  en 100 grms. materia desecada 4,037 »



$P_2O_5$  en 100 grms. materia fresca... 0,163 grms.

$P$  en 100 grms. de cenizas ..... 12,276 » $\%$

*B.—Dosificación del ácido fosfórico. Volumétricamente.*

Para comprobar la anterior determinación, se procedió a hacer el siguiente análisis volumétrico; para lo cual se toma 10 centímetros cúbicos de la solución primitiva y se la lleva a 100 cc. en un balón aforado.

Se toman de esta solución 10 cc. y se los coloca en una cápsula de porcelana, añadiendo una cantidad conveniente del reactivo especial llamado acetato de sodio acético, que facilita la precipitación del fosfato de uranio. Se hace hervir el líquido y se hace caer el licor de uranio valorado, colocado en una bureta, manteniendo al líquido en ebullición durante toda la operación.

Se agrega el licor de uranio, hasta el momento en el que haciendo la reacción de toque con una gota de ferrocianuro de potasio, da una coloración café oscuro, lo que indica el fin de la reacción. Se hace esta reacción de toque, por cuanto en la cápsula es difícil ver con precisión el momento en que vira de color y hay peligro de que la determinación no sea exacta.

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

*B'.—Dosificación del ácido fosfórico.—Volumétricamente*

OPERACIONES

10 cc. de solución de ácido fosfórico gastan 4,5 cc. de licor de Uranilo de factor 0,0612; o sea que:

10 cc. de licor de Uranilo equivalen a 0,0612 gramos de  $P_2O_5$

$$x = \frac{0,0612 \times 4,5}{10} = 0,027540$$

$X \%$  = 0,2754. Esto en 100 cc. de solución de un gramo de cenizas.

En 100 gramos de cenizas será igual a 27,54 grms.  $P_2O_5$ .



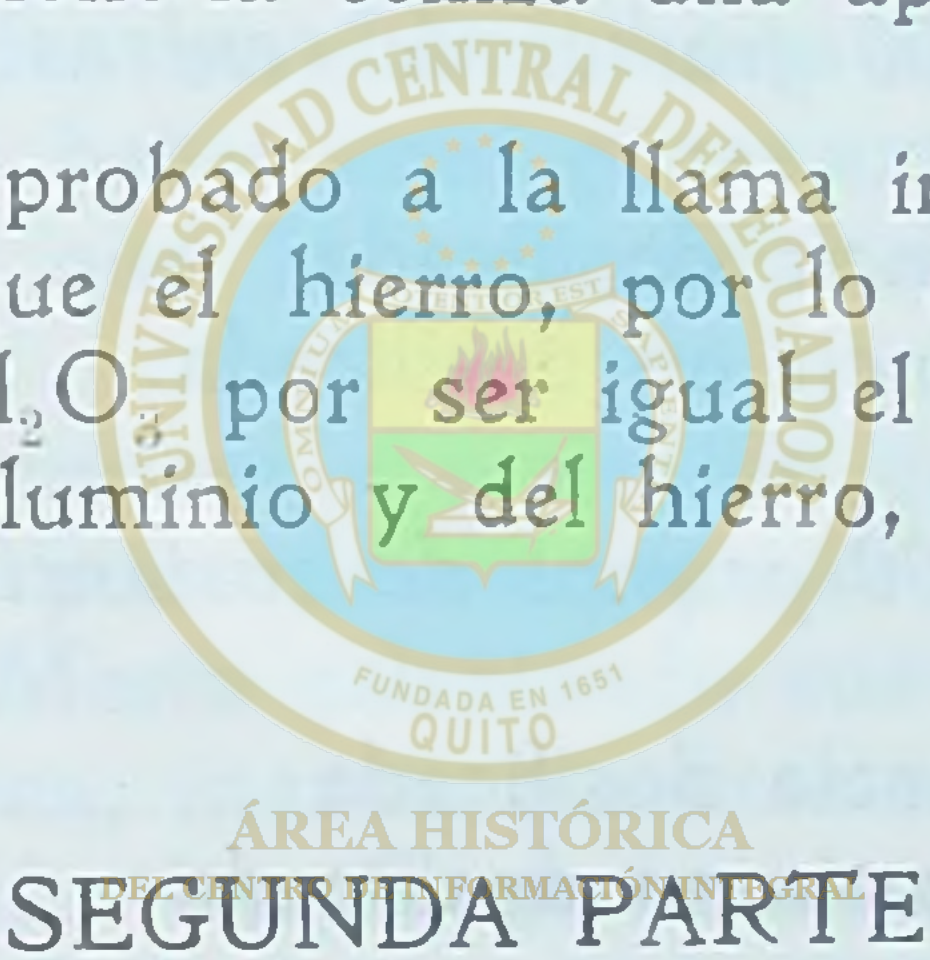
Resultados:

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| $P_2O_5$ en 100 gramos de cenizas.....             | 27,54  | grms. |
| $P_2O_5$ en 100 gramos de sustancia fresca.....    | 3,9965 | »     |
| $P_2O_5$ en 100 gramos de sustancia desecada ..... | 0,1598 | »     |
| $P$ en 100 gramos de cenizas .....                 | 13,2   | »     |

B.—Acido sulfúrico

Los sulfatos fueron comprobados cualitativamente; pero no se ha hecho su determinación cuantitativa por no creerla muy necesaria para el presente estudio; sin embargo manifestaremos que a juzgar por las reacciones cualitativas se puede deducir que tiene la ceniza una apreciable cantidad de sulfatos.

El Potasio comprobado a la llama indica pequeñas cantidades; lo mismo que el hierro, por lo cual el resultado se ha dado sólo en  $Al_2O_3$  por ser igual el procedimiento para la dosificación del aluminio y del hierro, como ya se indicó.



SEGUNDA PARTE

CUADRO DEMOSTRATIVO DEL ANALISIS CUANTITATIVO

II.—DE LAS CENIZAS

1) En 100 gramos de cenizas

|           |                             |         |       |   |
|-----------|-----------------------------|---------|-------|---|
|           | Sílice en $SiO_2$ .....     | 6,4800  | grms. | % |
| A Metales | Aluminio en ión aluminio... | 7,0120  | »     | » |
|           | Calcío en ión calcio .....  | 0,0679  | »     | » |
|           | Magnesio en ión magnesio.   | 0,4495  | »     | » |
| B Ácidos  | $PO_4H_3$ en $P_2O_5$ ..... | 28,0300 | »     | » |



2) *En 100 gramos de sustancia desecada*

|   |         |  |        |       |                 |
|---|---------|--|--------|-------|-----------------|
|   |         | Sílice en $\text{SiO}_2$ .....                       | 0,9427 | grms. | $\frac{0}{100}$ |
| A | Metales | Aluminio en ión aluminio...                          | 1,0201 | »     | »               |
|   |         | Calcio en ión calcio .....                           | 0,0098 | »     | »               |
|   |         | Magnesio en ión magnesio.                            | 0,0638 | »     | »               |
| B | Acidos  | $\text{PO}_4\text{H}_3$ en $\text{P}_2\text{O}_5$ .. | 4,0370 | »     | »               |

3) *En 100 gramos de sustancia fresca*

|   |         |   |        |       |                 |
|---|---------|---|--------|-------|-----------------|
|   |         | Sílice en $\text{SiO}_2$ .....                          | 0,0376 | grms. | $\frac{0}{100}$ |
| A | Metales | Aluminio en ión aluminio...                             | 0,0407 | »     | »               |
|   |         | Calcio en ión calcio .....                              | 0,0004 | »     | »               |
|   |         | Magnesio en ión magnesio.                               | 0,0026 | »     | »               |
| B | Acidos  | $\text{PO}_4\text{H}_3$ en $\text{P}_2\text{O}_5$ ..... | 0,1630 | »     | »               |

*En 100 gramos de cenizas*

|                         |         |       |                 |
|-------------------------|---------|-------|-----------------|
| Sustancia dosificada    | 42,0394 | grms. | $\frac{0}{100}$ |
| Sustancia no dosificada | 57,9606 | »     | »               |

*En 100 gramos de sustancia desecada*

|                         |        |       |                 |
|-------------------------|--------|-------|-----------------|
| Sustancia dosificada    | 6,0534 | grms. | $\frac{0}{100}$ |
| Sustancia no dosificada | 8,4946 | »     | »               |

*En 100 gramos de sustancia fresca*

|                         |        |       |                 |
|-------------------------|--------|-------|-----------------|
| Sustancia dosificada    | 0,2443 | grms. | $\frac{0}{100}$ |
| Sustancia no dosificada | 0,3362 | »     | »               |

## DETERMINACION Y DOSIFICACION DE ALGUNAS SUSTANCIAS ORGANICAS

### I.—MATERIA GRASA

Para efectuar esta determinación, se procede de la manera siguiente: se toma una cantidad de sustancia perfectamente desecada a  $105^\circ$  en la estufa, la cual se muele fina-



mente en un morterito de ágata con el objeto de facilitar la acción disolvente de la grasa por el eter, por la mayor superficie de contacto.

De esta sustancia desecada y molida, se toma un peso conocido (en el caso presente 30 gramos), los cuales se los coloca con mucho cuidado en un cucurucho de papel filtro, y se lo somete a la acción disolvente del eter, usado en cantidad conveniente para la extracción total de la grasa en el Extractor de Soxhlet. El matracito que completa el Extractor está previamente lavado, desecado y tarado. Todo el aparato se lo monta en un Baño María, calentando suavemente.

El funcionamiento y constitución del Extractor se lo conoce perfectamente, motivo por el cual no lo describo y solamente manifestaré que se hicieron el suficiente número de extracciones, teniendo además el cuidado de dejar la sustancia en maceración, en el eter, hasta el siguiente día en el que se volvieron a hacer unas pocas extracciones más, para tener la seguridad que la extracción de la grasa ha sido completa.

Por último se separa el matracito que contiene la grasa juntamente con un poco de eter, que se procede a evaporarlo en el Baño de María calentando suavemente.

Luego se deseca, matraz y sustancia en la estufa a baja temperatura, se lo limpia perfectamente y se lo deja enfriar; al cabo de algunos minutos se pesa, la diferencia de tara da el peso de la grasa extraída.

### *I.—Dosificación de la materia grasa.*

#### OPERACIONES

Tara: 100 gramos.

Peso del vidrio de reloj sin sustancia.. 72,745 grms.

Peso del vidrio de reloj con sustancia. 42,745 »

Sustancia desecada ..... 30,000 »

Tara: 100 gramos

Matraz sin sustancia ..... 26,3403 grms.

Matraz con sustancia ..... 26,1171 »

Grasa extraída ..... 0,2232 »

Grasa en 30 gramos ..... 0,2232 »

Grasa en 100 gramos ..... 0,7440 »



*Resultados:*

|   |                |
|---|----------------|
| Grasa en 100 gramos de materia<br>desechada ..... | 0,7440 grms. % |
| Grasa en 100 gramos de materia<br>fresca .....    | 0,1082 » »     |

## II.—AZÚCARES REDUCTORES

Para proceder a la dosificación de los *azúcares reductores*, se toma dos gramos de polvo de melloco bien desecado, se lo trata con agua destilada aforándolo a 100 cc. Se filtra y se toma 50 cc., se *defeca* con acetato de plomo y se lo lleva a 100 cc.

Antes se precipita el plomo con sulfato de sodio y por último se filtra, después de haber dejado el líquido en reposo para que el precipitado se deposite al fondo y sea fácil la filtración.

El líquido filtrado se lo coloca en una bureta y se sigue haciendo caer gota a gota sobre el licor de Fehling valorado y colocado en un erlenmayer, cuya solución debe mantenerse a la ebullición. Esta operación se la efectúa, hasta que todo el licor de Fehling haya sido reducido, lo cual se sabe por la desaparición del color azul de la solución, la cual queda transparente y quedando al fondo depositado el cobre en forma de polvo rojo. Se anota el número de cc. de solución gastada y se hacen los cálculos respectivos.

## II'.—AZÚCARES REDUCTORES

## OPERACIONES

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Tara: 50 gramos.                    |               |
| Vidrio de reloj vacío y seco .....  | 37,2902 grms. |
| Vidrio de reloj con sustancia ..... | 35,2902 »     |
| Sustancia empleada .....            | 2,0000 »      |



|                                |       |     |
|--------------------------------|-------|-----|
| Líquido azucarado gastado..... | 48,3  | cc. |
| Licor de Fehling gastado ..... | 10    | cc. |
| Factor del Fehling .....       | 0,047 |     |

48,3 — 0,047      0,0973 en 100 cc. de solución.

100      X      =      9,7300 en 100 grms. de sust. desec.

### *Resultados:*

|   |                      |
|---|----------------------|
| Azúcares reductores en 100 gramos de sustancia desecada ..... | 9,7300 grms. %       |
| Azúcares reductores en 100 gramos de sustancia fresca .....   | 1,4150      »      » |

### III.—AZÚCARES NO REDUCTORES

Así mismo para esta dosificación, se disuelve dos gramos de polvo de melloco en agua destilada y se afora a 100 cc., se macera al Baño de María caliente en un balón de 200 cc. con agua clorhídrica (agua, más ácido clorhídrico concentrado), en pequeña cantidad. La maceración en el Baño de María caliente se hace por una media hora, más o menos, al cabo de la cual se filtra y del líquido filtrado se toman 50 cc., los que se los neutraliza con sosa cáustica y luego se defecan con acetato de plomo. Se precipita el plomo con sulfato de sodio; se afora a 100 cc. y se deja en reposo un tiempo más o menos largo hasta que el precipitado se deposite al fondo del recipiente; después de lo cual, se filtra. Este líquido filtrado, se lo coloca en una bureta, y se sigue haciendo caer sobre el licor de Fehling valorado y medido, gota a gota en caliente, hasta completa reducción, lo cual se conoce porque desaparece la coloración azul y el líquido queda transparente.

Se anota el número de cc. gastados de licor azucarado y se hace el siguiente cálculo.



## III'.—AZÚCARES NO REDUCTORES

## OPERACIONES

Tara: 50 gramos

Peso del vidrio de reloj sin sustancia 37,2902 grms.

Peso del vidrio de reloj con sustancia 35,2902 »

Peso de la sustancia empleada . . . . . 2,0000 »

Líquido azucarado gastado..... 38,4 cc.

Licor de Fehling ..... 10 cc.

(5 cc. A + 5 cc. B)

Factor del Fehling ..... 0,047

$$\frac{38,4}{100} \times 0,047 = 0,1224 \text{ grms.}$$

En 100 cc. de líquido filtrado..... 0,1224 grms.

En 100 grms. de sustancia..... 12,2400 »

Azúcares no reductores ..... 12,2400 »

Azúcares reductores ..... 9,7300 »

Azúcares no reductores ..... 2,5100 »

*Resultados:*

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Azúcares no reductores en 100 gramos de sustancia desecada..... 2,5100 grms.‰

Azúcares no reductores en 100 gramos de sustancia fresca..... 0,3651 » ‰

## IV.—SUSTANCIAS SACARIFICABLES

Dos gramos de polvo de melloco disueltos en agua y aforado a 100 cc.; macerados luego con cantidad conveniente de ácido clorhídrico concentrado en el Baño de María caliente por unas 4 o 5 horas. Esta maceración se hace en un baloncito de unos 200 cc. de capacidad y provisto de un refrigerante de aire; añadiendo constantemente una cantidad más o menos igual de agua a la que se evapora del baloncito. Esta operación se continúa hasta estar seguros de que no existe almidón en la solución, lo cual se conoce porque




al tratar una pequeña cantidad de solución en un tubo de ensayo con el reactivo de  $I + IK$  en frío no da coloración azul, obtenido lo cual se filtra y toma 50 cc. del líquido filtrado; los cuales se los neutraliza con sosa cáustica y se defeca la solución con acetato de plomo, precipitando el plomo con sulfato de sodio y llevando el líquido a 100 cc.

Se deja en reposo hasta que se deposite el precipitado al fondo del recipiente, se filtra y el líquido filtrado se lo coloca en una bureta graduada.

Se hace caer gota a gota esta solución azucarada sobre el licor de Fehling como en los casos anteriores, esto es en caliente y hasta que el líquido quede transparente, lo cual indica la completa reducción del licor de Fehling.

Se anota el número de cc. de licor azucarado y se hace el cálculo respectivo.

#### IV'.—SUSTANCIAS SACARIFICABLES



|                                      |         |       |
|--------------------------------------|---------|-------|
| Tara: 50 gramos                      |         |       |
| Vidrio de reloj vacío y seco.....    | 37,2902 | grms. |
| Vidrio de reloj con sustancias ..... | 35,2902 | »     |
| Sustancia empleada.....              | 2,0000  | »     |

|                                |       |     |
|--------------------------------|-------|-----|
| Líquido azucarado gastado..... | 11,55 | cc. |
| Licor de Fehling empleado..... | 10    | cc. |
| Factor del Fehling .....       | 0,047 |     |

$$\frac{11,55}{100} \times 0,047 = 0,4069 \text{ grms.}$$

|                                     |         |       |
|-------------------------------------|---------|-------|
| En 100 cc. de solución azucarada... | 0,4069  | grms. |
| En 100 gramos de sustancia .....    | 40,6900 | »     |

#### Resultados:

|  |         |         |
|--|---------|---------|
| Azúcares totales en 100 gramos de sustancia desecada ..... | 40,6900 | grms. % |
| Azúcares totales en 100 gramos de sustancia fresca .....   | 5,8194  | » »     |



## V.—DOSIFICACIÓN DEL ALMIDON

Debemos advertir ante todo que se ha comprobado cualitativamente la existencia del almidón en los tubérculos del melloco mediante el reactivo (I + IK), con el cual dió coloración azul; como se ha manifestado anteriormente, anotándose también que existen azúcares reconocibles por su sabor dulce.

Para la determinación cuantitativa del almidón, debemos tener presente que éste tratado con un ácido concentrado en un medio acuoso y favorecido por la acción del calor se transforma totalmente en azúcar reductor; en el caso presente se convierte en *glucosa* que es proporcional a la cantidad de almidón. Resultando siempre ser menor el peso de almidón al de glucosa obtenido, por cuanto para el cálculo del almidón hay que restar de los azúcares totales, obteniendo el peso de los azúcares reductores.

Como por las operaciones anteriores sabemos la cantidad de azúcares reductores, se resta el uno del otro y el resultado se multiplica por el factor 0,95, el cual no da la cantidad de almidón existente.

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

## V'—DOSIFICACION DEL ALMIDON

## OPERACIONES

|         |                          |       |       |   |
|---------|--------------------------|-------|-------|---|
|         | Azúcares totales .....   | 40,69 | grms. | % |
|         | Azúcares reductores..... | 9,73  | »     | » |
| 30,96   | Diferencia.....          | 30,96 | »     | » |
| 0,95    |                          |       |       |   |
| 29.4120 |                          |       |       |   |

*Resultados:*

|  |         |        |
|--|---------|--------|
| Almidón en 100 gramos de sustancia desecada..... | 29,4120 | grms.% |
| Almidón en 100 gramos de sustancia fresca.....   | 4,2788  | » »    |



## VI.—MATERIAS NITROGENADAS

Las materias albuminoides se determinan conociendo la cantidad de *N* de la sustancia que se trata de analizar. En esta dosificación se emplea de preferencia el método de *Kjehldahl* que da los mejores resultados.

Para esto se pesa exactamente un medio gramo de polvo de melloco desecado y molido como en los casos anteriores, se coloca en un balón de *Kjehldahl* de 250 cc. de capacidad, adicionando más o menos unos 20 cc. de ácido sulfúrico concentrado de densidad 1,84 y unos tres o cuatro gramos de sulfato de sodio puro; añadiendo además unos pedacitos de piedra pómez, con el objeto de regularizar la ebullición.

Se coloca sobre una tela metálica y se mantiene el balón inclinado provisto de un embudo que tapa la boca del balón incompletamente. Se le somete a la acción de la llama suave de un soplete, hasta que se queme la sustancia orgánica y luego a la de una llama más fuerte, por varias horas y hasta obtener un líquido transparente, momento en el cual se suspende la operación; se deja enfriar; se trasvasa a un balón de destilación de 1.000 cc. de capacidad. Se lava perfectamente el balón *Kjehldahl* con agua destilada y se recoge todas las aguas de loción en el balón de 1.000 cc. Se agrega agua destilada hasta completar más o menos 500 cc.; adicionando luego una varilla de sosa cáustica y conectando inmediatamente el balón con el aparato de destilación.

Se calienta el balón hasta la ebullición, con lo cual se desprende amoníaco, que se le recoge a través del refrigerante en una copa cónica donde se ha puesto previamente agua destilada.

Sobre la copa cónica, se coloca una bureta con ácido clorhídrico  $\frac{n}{10}$ , poniendo como indicador unas dos gotas de he-

leantina; y se valora el amoníaco, hasta obtener el cambio de coloración característico y persistente. Se anota el número de cc. de ácido gastado para obtener el viraje y se hacen los siguientes cálculos.



VII.—MATERIAS NITROGENADAS

|                                    |         |       |
|------------------------------------|---------|-------|
| Tara: 50 gramos                    |         |       |
| Vidrio de reloj vacío y seco.....  | 33,1193 | grms. |
| Vidrio de reloj con sustancia..... | 32,6193 | »     |
| Sustancia empleada.....            | 0,5000  | »     |

HCl  $\frac{n}{10}$  gastado 4,55 cc.

|                                    |          |       |
|------------------------------------|----------|-------|
| 4,55 $\times$ 0,0014 .....         | 0,006370 | grms. |
| 0,006370 $\times$ 2 .....          | 0,01274  | »     |
| Un gramo de sustancia tiene en N   | 0,01274  | »     |
| 100 gramos de sustancia tiene en N | 1,2740   | »     |

Resultados:

|   |        |         |
|---|--------|---------|
| Nitrógeno en 100 gramos de sustancia desecada ..... | 1,2740 | grms. % |
| Nitrógeno en 100 gramos de sustancia fresca.....    | 0,1853 | » »     |

Dosificación de los albumínoídes.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en la anterior dosificación del N total, es sumamente sencillo dosificar la cantidad de albumínoídes existentes en la sustancia analizada; para lo cual basta multiplicar el peso de N obtenido por el factor 6,25, lo que nos da el resultado buscado.

Dosificación de los albumínoídes.

OPERACIONES

|   |        |       |
|---|--------|-------|
| Albumínoídes en 100 gramos de sustancia desecada $1,2740 \times 6,25..$ | 7,9625 | grms. |
| Albumínoídes en 100 gramos de Sustancia fresca .....                    | 1,1496 | »     |

Materias no dosificables.

Para hacer este cálculo basta con sacar la diferencia de las sustancias dosificadas en la cantidad de materia tomada para el análisis.



*Resultados:*

|                                 |         |                                   |
|---------------------------------|---------|-----------------------------------|
| En 100 gramos de cenizas.....   | 57,9706 | grms. <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| En 100 gramos de materia dese-  |         |                                   |
| cada .....                      | 43,5681 | » »                               |
| En 100 gramos de materia fresca | 6,9870  | » »                               |

Entre las materias no dosificadas hay que hacer constar principalmente el agua, proveniente de la evaporación espontánea de los tubérculos antes de ser sometidos al análisis.

## TERCERA PARTE

CUADRO DEMOSTRATIVO DEL ANALISIS CUANTITATIVO  
DE LA MATERIA ORGANICA

1) En 100 gramos de sustancia dese-

|                                   |         |                                   |
|-----------------------------------|---------|-----------------------------------|
| I. Materia grasa .....            | 0,7440  | grms. <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| II. Azúcares Reductores.....      | 9,7300  | » »                               |
| III. Azúcares no Reductores ...   | 2,5100  | » »                               |
| IV. Sustancias Sacarificables ... | 40,6900 | » »                               |
| V. Almidón.....                   | 29,4120 | » »                               |
| VI. Nitrógeno .....               | 1,2740  | » »                               |
| VII. Albuminoides.....            | 7,9625  | » »                               |

2) En 100 gramos de sustancia fresca

|                                   |        |                                   |
|-----------------------------------|--------|-----------------------------------|
| I. Materia grasa ... ..           | 0,1082 | grms. <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| II. Azúcares Reductores.....      | 1,4150 | » »                               |
| III. Azúcares no Reductores ...   | 0,3651 | » »                               |
| IV. Sustancias Sacarificables ... | 5,8194 | » »                               |
| V. Almidón .....                  | 4,2788 | » »                               |
| VI. Nitrógeno .....               | 0,1853 | » »                               |
| VII. Albuminoides.....            | 1,1496 | » »                               |



CUADRO GENERAL DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
PRESENTE ANALISIS CUANTITATIVO DEL  
ULLUCUS TUBEROSUS

1) En 100 gramos de sustancia desecada

|                                     |         |       |               |
|-------------------------------------|---------|-------|---------------|
| Agua .....                          | 0,0000  | grms. | $\frac{0}{0}$ |
| SiO <sub>2</sub> .....              | 0,9427  | »     | »             |
| Al.....                             | 1,0201  | »     | »             |
| Ca.....                             | 0,0098  | »     | »             |
| Mg .....                            | 0,0638  | »     | »             |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ..... | 4,0370  | »     | »             |
| Materia grasa .....                 | 0,7440  | »     | »             |
| Azúcares Reductores .....           | 9,7300  | »     | »             |
| Azúcares no Reductores .....        | 2,5100  | »     | »             |
| Almidón .....                       | 29,4120 | »     | »             |
| Albumínoídes .....                  | 7,9625  | »     | »             |
| Suman.....                          | 56,4319 | grms. | $\frac{0}{0}$ |

2) En 100 gramos de sustancia fresca

|                                     |         |       |               |
|-------------------------------------|---------|-------|---------------|
| Agua .....                          | 85,4520 | grms. | $\frac{0}{0}$ |
| SiO <sub>2</sub> .....              | 0,0376  | »     | »             |
| Al.....                             | 0,0407  | »     | »             |
| Ca.....                             | 0,0004  | »     | »             |
| Mg .....                            | 0,0026  | »     | »             |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ..... | 0,1630  | »     | »             |
| Materia grasa.....                  | 0,1082  | »     | »             |
| Azúcares Reductores .....           | 1,4150  | »     | »             |
| Azúcares no reductores .....        | 0,3651  | »     | »             |
| Almidón .....                       | 4,2788  | »     | »             |
| Albumínoídes .....                  | 1,1496  | »     | »             |
| Suman.....                          | 93,0130 | grms. | $\frac{0}{0}$ |

Materias dosificadas en 100 gra-  
mos de sustancia fresca..... 93,0130 grms.  $\frac{0}{0}$

Materias no dosificadas en 100  
gramos de materia fresca ..... 6,9870 » »

Suman en 100 gramos ..... 100,0000 grms.  $\frac{0}{0}$



## XII.—CONCLUSIONES

### INDICACIONES DEL PODER ALIMENTICIO DEL TUBERCULO DE MELLOCO, COMO CONSECUENCIA DEL ESTUDIO BOTANICO-QUIMICO REALIZADO

Por los análisis químicos, tanto cualitativo como cuantitativo; así como por el estudio Botánico detenido que del tubérculo *Ullucus tuberosus* se han efectuado, podemos sacar como conclusión definitiva: que se trata de una sustancia alimenticia de primer orden, ya que en su constitución intervienen sustancias tales como hidratos de carbono, albuminoides, materia grasa, fósforo, calcio, etc., etc. Todas ellas indispensables en la economía humana.

Debemos tener en cuenta que este alimento ha sido utilizado por nuestros indios desde muy remotas épocas y no ha de ser sino después de haber comprobado plenamente su eficacia alimenticia en el transcurso de tanto tiempo, que aún en la actualidad siguen cultivándolo con el mayor cariño, siendo ellos, sin duda, los mayores consumidores de este artículo. Con los datos obtenidos se podría hacer un cálculo aproximado de las calorías que es susceptible de proporcionar al organismo humano, para así poder indicar también en que proporción se la debe ingerir asociada con las demás sustancias alimenticias que diariamente está obligado a introducir el hombre en su organismo para que la máquina humana se mantenga en buen estado de potencialidad y rinda el máximo de trabajo que es susceptible de rendir sin desgaste de la materia viva que la constituye.

Por no hallarme capacitado para ello me parece que no debo abordar este problema; pero si sería del caso, que personas más capacitadas en este aspecto y aquellas que hagan el estudio de las raciones alimenticias e higiénico sociales teniendo en cuenta, como es natural, raza, medio, sexo, edad, ocupación, etc., la hagan, tomando en cuenta para la facilidad del trabajo, los datos que dejamos consignados. Ya se ha hecho, gracias a los trabajos del doctor Pablo A. Suárez, la determinación de la ración alimenticia, teniendo en cuenta, además, el salario mínimo; datos que a continuación consignamos y con los cuales y haciendo pequeñas variantes se pueden hacer las determinaciones de las raciones alimenticias de las demás clases sociales.



Como se verá en el cuadro adjunto consta una cantidad determinada de tubérculos que se deben ingerir diariamente, pero como no se ha hecho un estudio detenido del melloco, estos datos no se refieren a este tubérculo, motivo por el cual indicamos tener en cuenta en estas determinaciones los resultados obtenidos en nuestro trabajo.

RACION ALIMENTICIA DE UNA FAMILIA, AL DIA  
(4 o 5 personas)

|                       |      |       |
|-----------------------|------|-------|
| Leche .....           | 1    | litro |
| Carne .....           | 300  | grms. |
| Tubérculos .....      | 400  | »     |
| Chocolate .....       | 40   | »     |
| Panela o azúcar ..... | 160  | »     |
| Pan .....             | 200  | »     |
| Fruta .....           | 400  | »     |
| Grasa .....           | 60   | »     |
| Suman .....           | 2560 | »     |

Con un costo de S/. 1,65.

Como se ve en esta ración alimenticia ocupa una proporción no despreciable la de los tubérculos, siendo además su costo reducido en comparación con las demás sustancias alimenticias que consignamos.

Referente a esta misma parte consignamos también un pequeño cuadro tomado de la obra J. Giral Pereira «Ración Alimenticia, Higiénico y Social».

| Principios Alimenticios      | Por día y Kgrms.<br>de peso | Calorías co-<br>rrespondientes<br>por individuo | Por individuo<br>(65 Kgrms., y<br>por día). |
|------------------------------|-----------------------------|---|---|
|                              | gramos                      | calorías  | gramos                                      |
| Albuminoides .....           | 1,50                        | 390   | 97,5  |
| Grasas .....                 | 0,75                        | 432   | 48,75                                       |
| Carbohidratos .....          | 5,00                        | 1.296   | 325,00                                      |
| Alcohol .....                | 0,40                        | 182   | 26,00                                       |
| Oxígeno exterior .....       | 10,80                       |   | 682,50                                      |
| Agua .....                   | 38,00                       |   | 2.460,00                                    |
| Totalidad de las sales ..... | 0,40                        |   | 36,00                                       |
| Suman .....                  | 58,85                       | 2.300   | 3.665,75                                    |



Con los datos obtenidos y haciendo una comparación con los que consignamos en el presente cuadro, ya se puede hacer un cálculo del aporte en calorías que podría proporcionar una cantidad determinada de tubérculos digeridos por nuestro organismo.

Indicaremos aquí como complemento, lo siguiente, referente al alimento.

Se entiende por tal toda sustancia que introducida en el organismo sirve para la nutrición del mismo. Los alimentos contienen en su composición varios principios nutritivos y de estos necesita el hombre una porción diaria para su vida normal, siendo indispensable que los alimentos se tomen diariamente, y que estando destinados a reparar las pérdidas sufridas en la economía, deben tener la cantidad necesaria de principios nutritivos. Habiéndose hecho para la facilidad en el estudio una división de los alimentos, siendo la más común, la siguiente:

Minerales, Vegetales y Animales.

Contando cada una, además, con subdivisiones. Indicaremos solamente que entre los alimentos vegetales se hallan incluidos los tubérculos, que son sustancias alimenticias muy apreciadas.

Después de los datos que acabamos de exponer y como complemento de esta parte, añadiremos lo siguiente, referentes a los elementos constitutivos del organismo para según ellos y haciendo las comparaciones con los de la sustancia que nos ocupa, poder saber si el tubérculo de mello es capaz de suministrar al organismo algunos elementos que lo constituyen.

Sabemos, en efecto, que los principales elementos que integran la materia viva son los siguientes: C, H, O, N, P, Cl, S, Na, K, Ca y Mg que constituyen el 99,9 % de la masa del ser. Estos once elementos se los llama biogénéticos y constituyen lo que se llama las sustancias plásticas.

Lo que resta, o sea 0,1 % constituye las sustancias catalíticas y están representadas por los elementos catalíticos, que como su nombre lo indica, favorecen al quimismo de las otras sustancias a bajas temperaturas.

Por lo anterior nos damos cuenta de la composición de la materia viva de nuestro organismo y por el análisis químico sabemos que la mayoría de los elementos indicados, por no decir todos, los hemos encontrado, indicado y dosifi-



cado, y siendo esto así, debemos convenir en que esta sustancia al ser introducida en el organismo portando los elementos que la constituyen, aportará beneficiosamente las sustancias que en la vida del individuo se desgastan o se pierden.

Teniendo en cuenta también que en las determinaciones que hemos realizado en este tubérculo hemos encontrado y dosificado los siguientes principios alimenticios:

Albuminoides.

Hidratos de Carbono.

Grasas.

Sustancias todas que al ser descompuestas en el organismo producen un gran número de calorías que se las puede calcular; teniendo el peso de cada una de ellas se comprende también que la sustancia presente, por contener los principios nutritivos indicados, es una sustancia alimenticia de las mejores, ya que comunica energía a los organismos en que es introducida y digerida.



Los almidones son sustancias musilaginosas llamadas gelatinas vegetales. Son sustancias químicas generalmente poco caracterizadas, que se encuentran en muchas plantas y que al poner en contacto con agua fría o caliente la parte vegetal correspondiente produce líquidos mucilaginosos. Se han estudiado hasta ahora poco estos mucílagos (su naturaleza) vegetales; sin embargo, parecen hallarse en íntima relación, por una parte con la celulosa y por otra con la arabina. De tales mucílagos hay ejemplo en los tubérculos de diferentes especies, etc.

Por ebullición con ácido clorhídrico o sulfúrico diluido los mucílagos vegetales producen según su naturaleza, junto con pequeñas cantidades de pentosas, diferentes hexosas, galactosas, glucosas, etc.

El almidón fécula o amilo, se encuentra en las células de todas las plantas verdes, pero con más abundancia en las semillas, frutos, tubérculos y raíces en forma de granos redondeados. Cuando no está aislado de las plantas que lo contienen, el almidón de los cereales y de los tubérculos sirve de alimento.



En Alemania la materia prima más usada para la fabricación del almidón es la patata. Se debe tener en cuenta, además, que la industria del almidón da lugar a otras de gran importancia y dependientes de ella.

En nuestro país, se debe tener en cuenta esta industria, ya que además de los productos que en otros países tienen como materia prima, nosotros contamos además con el tubérculo de melloco que contiene una buena cantidad de almidón que se podría industrializar.

El almidón de melloco, lo mismo que el de patata, está constituido por granos gigantes, puesto que son mayores de 0,05 a 0,09 mm. de diámetro. Presentan figuras de conchas con núcleo excéntrico. Estos granos de almidón presentan aparentemente la forma de un «cristal esferoide».

La sustancia de estos granos está compuesta según la fórmula  $(C_6H_{11}O_5)_n$ . Los granos de almidón no cambian por la acción del agua fría; en agua caliente se hinchan y dan pronto un engrudo espeso, transparente. La temperatura, para esto, varía en tratándose de distintos almidones: el de tubérculos 60 - 65°; el de cereales 65 - 80°.

El engrudo de almidón contiene almidón en solución coloidal y por medio de un papel filtro muy poroso puede filtrarse algo de solución de engrudo diluido.

Si se calienta el almidón a 2 o 3 atmósferas se forma una solución muy dextrógira  $D = 198^\circ$  y por solución de yodo se colora en azul puro. Añadiendo alcohol se precipita almidón soluble en forma de polvo blanco que no vuelve a disolverse completamente en agua fría.

El engrudo de almidón se hidroliza pronto y fácilmente por la acción de ácidos. Primero se producen dextrinas de la composición  $(C_6H_{10}O_5)_n$  con agua combinada químicamente. Como producto final de la acción de la diastasa, los ácidos descomponen la maltasa en dos moléculas  $C_6H_{12}O_6$ ; reacción que sirve para la producción de la glucosa.

El almidón de melloco se encuentra en el comercio muy impurificado y extraído rudimentariamente, como se indicó.

Por no disponer de tiempo para la extracción de este albuminoide y por no salirnos demasiado de los límites de esta Tesis, no se ha realizado operación alguna al respecto; pero sin embargo, ya hemos consignado algunos datos referentes más que a su extracción misma, a sus propiedades medicamentosas y alimenticias que se le atribuyen.



Por todos lados observamos en nuestro país campos de industrialización inexplorados, a los que vendría a sumarse el presente, o sea la industrialización de los almidones en general, entre los que estaría incluido el de melloco; haciendo que produzca el Ecuador en cantidades exportables que sin duda alguna serían comerciáveis, constituyendo una fuente de riqueza nacional.

## BIBLIOGRAFIA

- DE CANDOLLE. Prodomus Systematis Naturalis.  
ENGRLER GILG. Silabario de la familia de plantas.  
WARMING MOBIUS. Botánica Sistemática.  
LÓPEZ Y MARTÍNEZ. Dicciónario Enciclopédico de Agricultura.  
ENCICLOPEDIA ESPASA.  
GILE Y BRAND. Farmacognosia.  
MARCO T. VAREA. Botánica Médica Nacional.  
T. WOLF. Geografía, Botánica y Zoología.  
S. CORTÉS. Flora Colombiana y Geografía Botánica.  
JUAN D. VELAZCO. Historia del Reino de Quito.  
PAELO A. SUÁREZ. Contribución al estudio de las realidades entre las clases obreras y campesinas.  
J. GIRAL PEREIRA. Ración alimenticia Higiénico - Social.  
HOST. Química Farmacéutica.