

✓ Por M. Acosta Solís \_\_\_\_\_

Director del Instituto Botánico, Profesor de Botánica y Farmacognosia- Partes I y II \_\_\_\_\_

✓ S. T. Machado \_\_\_\_\_

Químico Farmacéutico. Tesis previa al Doctorado en Farmacia. Parte III \_\_\_\_\_

PORTE BOTANICA

✓ ESTUDIO BOTANICO QUIMICO DEL  
ESPELETIA GRANDIFLORA ==

Frailejón del páramo de El Angel

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL



# I

## PARTE BOTANICA

### CONSIDERACIONES GENERALES

La especie *Espeletia grandiflora* compuesta, vulgarmente conocida con el nombre de Frailejón (llamado así, por semejarse a frailes vestidos de blanco; al menos así lo compararon antiguamente), conócese también con otro nombre: el autóctono de Sangurima, hoy poco usado; propia y particular de nuestros páramos de El Angel, provincia del Carchi, a pocos kilómetros al Noroeste del cantón del mismo nombre. Es aquella especie que forma verdaderas asociaciones en todo el sector del páramo de El Angel, hasta muy pocos km. antes de llegar a Tulcán. Asociaciones botánicas características ya por lo vistoso y raro en los páramos del Ecuador, como por el matiz y coloración típicos que da a los lugares poblados por esta especie. El que no ha conocido anteriormente esta especie y viaja por primera vez por este sector, al ver esta clase de vegetación, la confundirá por su semejanza aparente con palmáceas, amarillidáceas, y otras, esto observando de lejos o solamente del vehículo que lo conduce; pero al mismo tiempo el individuo puede razonar y sacar con la ayuda de la Geobotánica, de que no pueden vivir tan perfectamente palmáceas, en lugares de gran altitud (2.900-3.900 y aún 4.000 mtrs. s. n. m.) y de temperatura fría (6, 8, 8,5 grados centígrados de temperatura), y por lo mismo se podría sacar esta conclusión: el MEDIO que estudiamos no es para palmáceas ni amarillidáceas.



El día 3 de julio del presente año en la excursión que realizamos al mismo páramo con el señor Luciano Andrade Marín, obtuvimos los siguientes datos, que servirán de consulta para estudios ecológicos:

Cantón El Angel (hoy cantón Espejo, altura 3.010, temperatura 14,5); a 3.400 mtrs. se comienza a observar los primeros frailejones (yendo de Sur a Norte). A 3.450 los frailejones aumentan en número, pero son todavía de talla pequeña. Conforme nos elevamos en altura, según nuestro altímetro, el frailejón aumenta en talla y número, y así, a 3.605 mtrs. y con una temperatura de 7,5 grados esta especie forma grandes asociaciones (conservamos fotos) y de gran talla, de 3 y más metros de altura y aún cerca de cinco metros (medidos por el señor Andrade Marín) y comprobado en un ejemplar de 4,90 que tengo en el Gabinete de Organografía de este Instituto, que sumado con la base del tallo-estipe que oculta el pajonal, puede tener más de cinco metros.

El campamento del Voladero tiene 3.710 metros; todo el páramo es una gran asociación, es el lugar de los grandes ejemplares. La capa húmica de este lugar y de la que conservamos fotografías, mide 1,65 a 2 metros de espesor.

El Voladero, 3.865 metros, lugar de donde se domina las lagunas del mismo nombre. En esta elevación del Voladero hemos podido sacar los siguientes datos de temperatura: temperatura de la atmósfera 7 grados. Temperatura del suelo (a 0,20ctms. de profundidad) 7 grados ctgr. Temperatura del agua 7 grados. Dándonos este día por consiguiente un promedio ambiental de 7 grados (datos constatados con dos termómetros distintos, el día 3 de julio de 1937, de 12 a 3 p. m. del mismo día).

Antesis o floración: agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Espesor de la capa húmica: 1,65 a 2 metros.

Para más detalles ecológicos, léase mi «Excursión Botánica al páramo de El Angel».

El orden establecido para este trabajo es el siguiente:

1º. Posición sistemática.—(He puesto en primer lugar esta parte, por cuanto es ya una especie conocida y descrita botánicamente antes de 1836 (Prodromus de D. C.), por Mutis y D. C. respectivamente, de tal manera que el aficionado a esta clase de trabajos, puede fijarse primero en su ordenación sistemática, como así lo hago).



- 2º. Caracteres botánicos:
  - a) Del género.
  - b) De la especie, *Espeletia grandiflora*.
- 3º. Area de dispersión.
- 4º. Ecología del Frailejón.
- 5º. Usos y aplicaciones.
- 6º. Cultivo del Frailejón.

## 1º. POSICIÓN SISTEMÁTICA DE LA ESPELETIA GRANDIFLORA

El *Espeletia grandiflora*, corresponde en el *Prodromus* de D. C. (tomo 5, de 1836): al género 283 (Mutis in Humb. et Bonpl.); división III Silphieae (Asteroideae, Melanpodieae Siphieae Lees); Subtribu I Melanpodieae (Melanpodieae et Ambrosiaceae Lees); tribu IV Senecionideae Lees; Tubuliflorae. Nempe floribus hermaphroditis tubulosis regulariter 5 (rarius 4) dentatis; ordo CII Compositae Vaill. act. acad. Par. 1718-1721. Linn, ord. nat. 1737. n. 21. 1764. n. 49..... (todo en orden ascendente).

Corresponde el *Espeletia grandiflora* en *Chloris andina*, de H. A. Weddell de 1855 a: SI Herbae caespitosas, espc. 1; género XXV *Espeletia* Mutis in Humb. et Bonpl. Pl. aequin, H, 11; H. B. K., nov. gen. et sp, IV, 280; Subtribu II Melampodineae; tribu II Senecionideae; ord. I Compositae; Plantae vasculares phanerogamae (tomo I).

Corresponde esta misma especie en *Synopsis Plantarum aequatoriensium* de Jameson (tomo 2, 1865, págs. 53-171) a: Gen. 28 *Espeletia* Mutis; Subtribu IV Senecionideae. Lees. Syn. 218; tribu II Tubuliflorae; ord. 62 Compositae; Subclasis II Calyciflorarum, classis 1. Exogenae.....

Indicaré la posición que ocupa en la obra *Genera Plantarum* de G. Bentham et J. D. Hooker, vol. 2, de 1873-1776: género 324 *Espeletia* Humb. et Bonpl. Pl. Aequin.....(pág. 347); Subtribu 3 Melampodieae; tribu V Helianthoideae; ord. LXXXVIII Compositae (163).

En la obra de Engler (*Syllabus der Pflanzen-familien*, año de 1928), tenemos que la especie estudiada pertenece: Género *Espeletia*; sección a) tubulifloras; familia compuesta; orden 11 campanuladas; subclase II Metaclamídeas; clase II Dicotiledóneas; subdivisión II angiospermas (metaspermas);



División XIII Embriofitas Sifonógamas (fanerógamas), del sistema filogenético.

Y como vía ilustrativa indicaré como está ordenada en la obra de Warming-Möbius, «Systematische Botanik» de 1929 (pág. 501): B. Helianthoideae; 5 Astereae, Asteregruppe; 1 Tubuliflorae; familia Compositae, orden 11 Synandreae, sub-clase 2 Sympetalae, clase 2 dicotyledoneas; 5 Angiospermae.

## 2º. CARACTERES BOTÁNICOS

Como pertenece la especie estudiada a las compuestas, sería de indicar la morfología de esta familia; pero esto creo hacerlo mejor cuando estudie e indique de manera especial las principales especies de esta familia; es decir, cuando realice una monografía de las Compuestas; pasando rápidamente por ahora al estudio del género (superficialmente) y de la especie, de manera objetiva.

### a) *Del Género Espeletia.*

Capitula heterogama, radiata, floribus radii 1-2 seriatis ♀ fertilibus, disci ♂ sterilibus (v. exterioribus rarius fertilibus?). Involocrum late campanulatum v. hemisphaericum, bracteis 2-3 seriatis parum inaequalibus herbaceis dorso lanatis v. sericeo-tomentosis v. interioribus membranaceis. Receptaculum planum v. convexiusculum, paleis complicatis flores amplexantibus onustum. Corollae ♀ ligulada, lámina patente angusta apice saepius 3 - dentata; ♂ regulares, tubulosae, limbo elongato cylindraceo apice 5-fido. Antherae basi auriculis minutis acuminatis sagittatae. Stylus fl. ♂ indivisus. Achaenia radii crassa, obovoidea, 3-4 gema, vix v. leviter a latere compressa, apice obtusa, calva; disci tenuia, vacua.—Herbae perennes, nunc humilis nunc altissimae, densissime lanatae v. tomentosae, rarius frutices arboresce plus minus cano-tomentosi. Folia alterna v. rarius opposita, integerrima, lanceolata v. linearia, lana densa transverse parallele venosa. Capitula magna solitariaque v. pauca, v. minora corymbosa. Corollae flavae, florum ♀ tubus dense hirtus. Achaenia glabra. Species 11, andium americae australis incolae.

Las espeletias llaman desde lejos la atención por la lana muchas veces muy espesa que recubre a la mayor parte de ellas (de aquí el nombre de frailejón dado a estas plantas por



los habitantes del país, quienes lo han comparado a frailes vestidos de túnica blanca). Muchas de estas plantas que constituyen uno de los géneros más notables de la flora andina, destilan, además, en diversos puntos de su superficie y en cantidad suficiente para ser recogida y aplicada a las necesidades de las artes, una resina amarilla y transparente conocida en el país con el nombre de trementina.

Durante mucho tiempo se conocieron sólo las especies de Hub. y Bonplandt de este género y que se creía que sólo crecen en la cordillera próxima a Bogotá. Al botánico Linden y a otros, debemos que estas plantas se extiendan más en los Andes de Venezuela, así como en Nueva Granada (Colombia). Es de notar que hasta el día no ha sido encontrada especie alguna de este género al Sur del Ecuador.

b) *Del Espeletia grandiflora.*

Mutis.—H. B. K. D. C. 5. pag. 516.—Wedd. Chlor. And 1 p. 62, t. 15.

Undique dense longeque rufescenti-vel subcinereo-lanata; foliis radicalibus elliptico-vell-lanceola-ssathulatisve, nervis subtus ob lanan densissiman vix aut non perpicuis, caulinis (perpaucis) bracteisque inferioribus oppositis; capitulis radiatis, paucis numerosisve, paniculatis; squamis involucri exterioribus subsenis, late ovatis, quandoque margine glabrat. (Véase fotografía, Fig. No. 1).

La planta a la cual el señor Schultz ha dado el nombre de *E. oppositifolia*, es la que el señor Linden ha distribuido bajo el número 398; pero me parece que ha habido alguna confusión accidental en la reunión de las muestras que representa esta especie; las hojas lineares y ferruginosas que acompañan la inflorescencia me parecen en efecto muy idénticas a la del *E. Moritziana* para que no deba de existir al menos alguna duda relativa a su origen; la muestra recibida por el museo de París comprende hojas que provienen evidentemente de 2 especies distintas. (Observación hecha por Weddell, al escribir sobre esta especie).

Planta bastante variable por el desarrollo de sus inflorescencias, por la forma y tamaño de las hojas y por la mayor o menor abundancia de las vellosidades que reviste todas sus partes; pelos alargados, de diferente longitud según el lugar que se encuentran revistiendo: pedúnculos florales, nervaduras primarias, secundarias, etc. y aún las brácteas



internas de las inflorescencias. Hojas radicales, hasta 0,40 ctms. de largo y de ancho muy diverso, aún de 8 ctms.; largamente elípticas y atenuadas en ambas extremidades; no acuminadas; recubiertas ordinariamente de una capa vellosa tan espesa que las nervaduras laterales y algunas veces la central casi desaparecen; con las lluvias caen gran cantidad de vellosidades, asomándose nuevamente las nervaduras; pecíolo nulo; vainas muy anchas y de color café oscuro, membranáceas, lampiñas por dentro y muy largamente lanudas (pelos blancos o translúcidos) por fuera y sobre todo en la parte superior; tallo florífero, robusto, alto, que varía de 0,80 ctmc. a 3 mts., encontrándose ejemplares hasta de 5 mtrs. de altura. El tallo es un estípe. Todo el tallo cubierto de vellosidades de color amarillito oscuro, cuando jóvenes; llevan siempre uno o dos pares de hojas exactamente opuestas-abrazadoras y soldadas en su base en donde forman una vaina muy corta; lo mismo sucede con las brácteas u hojas inferiores (hojas florales). Capítulos abiertos, anchos, de 2,5 a 5 o 6 ctms. y aún más, en número muy variable, más o menos largamente pedicelados, que se desarrollan sucesivamente (alternamente) formando al comienzo de la floración una gran bola de lana de color amarillo oscuro o amarillo claro; brácteas del involucre algunas veces coráceas (por lo menos después de la desecación), otras veces más o menos membranas que pierden poco a poco la lana espesa que la recubre y llegan a ser casi lampiñas en los bordes; ligulas que varían en longitud de 2 a 12 milímetros. (Véase dibujo explicativo, fig. N<sup>o</sup>. 2).

Antesis: de septiembre a diciembre, refiriéndome al páramo de El Angel. (1)

En nuestro páramo de El Angel esta especie florece abundantemente por los meses de octubre, noviembre y diciembre; en mayo, junio y julio, ésta es insignificante, o las inflorescencias se encuentran marchitas. En ésta época comienzan a fluir o segregar por la base de las hojas o por las cica-

---

(1) El dato que consta en la obra citada de Wenddell, refiriéndose a la área de dispersión: «.....; volcán de Pasto h. 3.600-4000 (Jámeson)», me parece una equivocación, porque si Jámeson quiso estudiar y conocer el frailejón, no tuvo necesidad de irse a Pasto, pues al realizar dicho viaje había de encontrar en el páramo de El Angel, provincia del Carchí, cosa que no se menciona en la obra citada.



trices de las mismas en el tallo estípe, una substancia resinosa que por su aspecto externo semeja a la llamada goma de zapote; presenta fractura concóidea color amarillo-café, vítreo. En algunas plantas, la proporción que fluye de esta substancia de olor resinífero y aplicada por los habitantes de estos páramos y de nuestra sierra en general en los casos de reumatismo y en las parálisis hísticas, es en buena cantidad; las hojas se emplean con el mismo objeto. Sería de demostrar científicamente el beneficio de este uso. La sustancia que fluye se llamaba ya desde D. C. en su Prodrumus, trementina. En junio y en julio que también hemos visitado estos páramos, algunos ejemplares de la mencionada especie comienzan a florecer; siendo en agosto la antesis general.

### 3º. AREA DE DISPERSIÓN

En nuestro país existe en el páramo de El Angel, provincia del Carchi (al Norte del Ecuador), formando una sola asociación de gran extensión, de cosa de 500 km. cuadrados, dejando a veces pequeños intervalos o vacíos de esta especie para ser en cambio ocupados por pequeñas asociaciones de arbustos o compuestas o de pequeñísimas formaciones de compuestas, bromelias, gramíneas (pajonales y otros géneros importantes). Pero todos estos lugares fueron poblados en una u otra época por los Espeletia, porque todavía existen pruebas, por la existencia de raíces o estípes destruidos, viejos; yo no sé de una manera cierta la causa por la que no hayan podido nuevamente poblarse estos lugares por esta misma especie; debería decirse que al nacer los nuevos retoños o nuevas plántulas germinadas, éstas sucumben por la inmediata invasión de otras especies o grupos de vegetales como cortaderas, achupallas (*Pouretia* y *Puya*), *Hipericum* (romerillo), *Ericáceas*, compuestas, etc., y los pajonales mismos. Pero no creo que sea esto una razón de peso, porque si a eso vamos, el frailejón es de lento desarrollo, pero muy resistente y talvez mucho más que los individuos que lo rodean; es decir el medio en que vive es el más adecuado. A veces creo que sea esta una cuestión edáfica, es decir del suelo: pues los lugares durante largo tiempo poblados por el frailejón, consumen algún elemento químico más que otros (talvez N?) y entonces el terreno quedaría agotado de ese elemento o



alimento necesario para los descendientes, pero como se agotó con la larga existencia de los que vivieron anteriormente, el suelo no estará en condiciones favorables para la vida de los demás, y aún que sean de la misma especie, y aún que los otros factores, como son temperatura, estado higrométrico, luz, corrientes aéreas, etc. etc., sean favorables. Prueba de lo que digo es que hay extensiones de muchas hectáreas que muestran han sido pobladas por frailejones, por las muestras de tallos-estípes viejos, que todavía han quedado; lo cual nos indica que no hay indicios de que quieran *retoñar* o *nacer nuevos individuos* y esto me han dicho los habitantes de esos lugares que conocen así esos lugares despoblados de frailejones durante largos años, pero que en un tiempo tal existieron en gran cantidad. Todo esto me hace creer que el suelo es el factor que influye en la población de los frailejones, porque existen especies agrícolas o silvestres vegetales que donde vivieron durante largo tiempo o ya fueron cultivadas especialmente, no desarrollan de nuevo o no prosperan como se desea, mientras los terrenos no se restituyan del elemento o los elementos que faltan, lo cual se consigue agrícolamente por medio de los abonos; para no citar muchos ejemplos basta con indicar la práctica que se realiza agrícolamente con las patatas, y los cultivos de los tomates de comer (Solanáceas). Todo esto es solamente según mi parecer. Sería bueno hacer un estudio más detenido y ensayar cultivos con semillas o plántulas y analizar el suelo, antes y después del ensayo agrícola que se haga; el resultado del ensayo serviría de dato importante para los cultivos o ensayos que en grande se piensa hacer de esta especie (y que yo he insinuado varias veces), en todos los páramos del Ecuador, como fuente de una nueva industria, la extracción de la celulosa y sus industrias derivadas.

Una mala costumbre de los habitantes próximos a estos lugares, de los pastores, mayordomos, cazadores, excursionistas, es la de ir incendiando las asociaciones de frailejones a su paso. Esto debe impedirse, por varias razones: en primer lugar porque se destruyen y por lo mismo se despueblan fácilmente grandes extensiones de esta especie, cuyo desarrollo no es tan rápido que se diga; y en segundo lugar, por el aspecto triste, desolado, que presentan los lugares incendiados. El viento favorece la destrucción por el incendio, extendiénd-



dose a veces a algunas asociaciones. El Gobierno prohibiría esta clase de abusos por intermedio del Departamento de Agricultura, ya que actualmente no tiene un Departamento Botánico-forestal, como existen en otros países. Es necesario guiar a los excursionistas en sus procedimientos, indicándoles el mal que causan al destruir los bosques, chaparros, selvas, asociaciones, etc., que la naturaleza construye con paciencia y tiempo.

Por los estudios comparativos que vengo haciendo de las floras de los distintos países de este continente, he visto que no existe esta especie, ni el género mismo, en Chile, pues así he leído en la buena obra de Claudio Gay, «Historia Física y Política de Chile». En el Perú no estoy seguro de su existencia, pues he leído solamente «Chloris Cuzcorum» y «Plantarum Cuzcorum Herrerarianum», de F. L. Herrera, en que no menciona esta especie, por lo cual estoy cierto de que ésta no existe por lo menos en el mencionado departamento peruano.

En el Prodrómus de D. C. pág. 516, señala como habitantes arbustivos o herbáceos de los lugares tríos o casi fríos de América del Sur, indicando como propia de Santa Fe de Bogotá, los Andes de Quindío, etc., en Colombia. En la obra de Weddell «Chloris Andina», señala para los mismos lugares a 2.728 mtrs. de altura (es decir a menor altura que la de Quito — 2.850 —), no será otra especie?; además señala para los páramos de Guanacas en los Andes de Popayán; volcán de Pasto — 3.600 a 4.000 metros — (Jameson). La misma obra de Weddell señala esta especie para Sierra Nevada de Mérida a 3.900 mtrs.; esto mismo indica Pittier para la flora andina de Venezuela y conocida con el mismo nombre vulgar de frailejón. En la «Flora de Colombia» de S. Cortés (pág. 154) indica la existencia de esta especie y otras del género Espeletia, una de ellas arborescente, en el páramo de Chingasa.

En Genera Plantarum de Bentham Hooker, vol. 2, pág. 347, señala 11 especies del género Espeletia para la América del Sur, sin indicar los lugares geográficos de habitación.

Una aclaración que debo hacer a todos mis lectores, es que en la Sierra del Ecuador se llaman con un mismo nombre, de frailejones, a las plantas vellosas y herbáceas que existen en el Pichincha a 4.800 mtrs., como a las plantas morfo-palmiticas y vellosas de El Angel. Son dos especies y



aún más, dos géneros distintos, aunque de la misma familia. El llamado frailejón del Pichincha, corresponde al género *Culcitium* (*C. refescens* y *C. nivali*), que se encuentran cerca de la nieve perpetua y que los habitantes de esos lugares, los indígenas, lo llaman taruga rinri y taruga cacho, palabras quichuas que quieren decir oreja y cacho de venado, respectivamente; son especies de talla pequeña, herbáceas y cuyos pedúnculos florales son más alargados que los del frailejón de El Angel, en comparación al tamaño total de las plantas, y además, aunque pertenecen a la misma subtribu 4 sene-ionideae y tribu II Tubuliflorae (de Jameson) como el género *Espeletia*, son especies completamente distintas, ya morfológicamente, ya ecológicamente; el *Espeletia* vive en lugares de temperatura menos fría que los *C. rufescens* y *C. nivali*; el *Espeletia grandiflora* y los demás del mismo género, frecuentemente viven a menor altura que los *Culcitium*; por el tamaño, el *Espeletia* es una planta de tallo-estípe de 3 mtrs. de altura y aún más, de 5 mtrs., por los ejemplares que hemos medido, piramidal, en tanto que las especies del *Culcitium* son pequeñas, herbáceas, de menos de 0,60 ctms. de altura. Así que, el frailejón que estudio, *Espeletia grandiflora*, no se halla en los nevados del Pichincha, Mojanda, etc., sino en el páramo de El Angel.

El área de dispersión de esta especie puede actualmente señalarse en las geobotánicas, además de los lugares señalados para nuestro país, en los Llanganates, en la cordillera Oriental (no será una nueva especie?).

Al respecto me han asegurado (yo todavía no conozco) que existen frailejones en los páramos del Llanganate, del mismo aspecto que los de El Angel y los que conocen morfología botánica, han asegurado que corresponde a la misma especie o una especie parecida, talvez a una variedad del frailejón de El Angel, es decir de la *Espeletia grandiflora*; pero el frailejón del Llanganate es de mayor talla, pues así asegura el señor don Luciano Andrade Marín, profesor de Geografía del Instituto Pedagógico, ex-Director del Departamento de Agricultura y ex-Director de la Quinta Agronómica de Ambato, quien ha explorado estos lugares; según el señor Andrade Marín, la talla de estos frailejones, llega hasta 9 y más mtrs. de altura y viviendo de preferencia en los pantanos o cerca de ellos. Por el aspecto y descripción que me indica el mencionado señor Andrade Marín, creo que se trata



de una nueva especie distinta de la *Espeletia grandiflora*. Cuando realice una excursión por aquella región podré aclarar el asunto. Como me han asegurado que no se han realizado todavía estudios botánicos en estas regiones, creo todavía, con más probabilidad, que se trata de una nueva especie. La amabilidad del señor Andrade Marín ha hecho que yo conciera antes de la publicación de su libro «*Expedición Boschet-Andrade Marín, a los Llanganates*», algunas fotografías de aquellos frailejones, llamados en el vulgo autóctono *sangurímas*, por ello me parece otra especie. El medio en que viven, es más húmedo que el de El Angel, los pantanos más abundantes, terreno arcilloso y húmedo; por lo que creo, se trata de otro medio y talvez de otra especie. No lo sé; explicaré esto en un artículo aclaratorio y complementario al presente y después que consiga algunas muestras para la identificación o determinación, sea aquí o en otros Institutos de Europa y América.

#### 4º.—ECOLOGÍA DEL FRAILEJÓN DE EL ANGEL

##### *Factores que necesita para su desarrollo.*

El *Espeletia grandiflora* habita preferentemente en el páramo del Angel a la altura de 3450 a 3900 mtrs. s. n. m. y a una temperatura de 5-10 grados. Prefiere los lugares arcillosos, húmicos (terrenos ácidos) y húmedos. Los mejores ejemplares, las asociaciones más reunidas diré, se encuentran próximos a las lagunas, charcos y pantanos de este páramo, así como en los declivios y hondonadas del mismo. Esto no sucede con el frailejón del Pichincha (*Culcitium nivali* y *C. rufenscens*), vive en las cercanías a los nevados, donde la temperatura es más fría, rigurosa, el ambiente es más seco y el suelo no tiene la cantidad de tierra húmica que la del páramo de El Angel y el terreno mismo en el Pichincha es seco y granítico. Como se ve, los factores de temperatura, humedad de la atmósfera, suelo, etc., son diferentes para las especies frailejón de El Angel y frailejón del Pichincha; por eso es que hasta morfológicamente y en talla son diferentes, siendo mucho más desarrollado el de El Angel (*Espeletia*). Ecológicamente ambas especies están en relación directa a los factores: se han protegido contra el riguroso frío



y contra los desiguales fenómenos de evaporación y transpiración, por medio de las vellosidades tupidas que cubren a las hojas (al haz y envés, por igual), al pedúnculo floral y aún a las brácteas internas de los involucros de las cabezuelas florales. El tallo-estipe, está cubierto hasta la vejez por las hojas viejas, de tal manera que hasta éste se protege contra el frío y la transpiración. (Véanse fotografías, Figs. 3 y 4)

La transpiración en estos lugares es muy rápida e irregular, especialmente en los meses de mayo, junio, julio, agosto y setiembre (verano de estos páramos) y favorecida por las corrientes aéreas secas (vientos). Entonces el frailejón ha buscado otro medio más de defensa a más de las vellosidades, cual es, el de las capas subéricas continuas que se forman en el tallo; de tal manera que, aunque las hojas viejas que defienden se cayeran, el corcho sustituye y reemplaza a esta función de defensa fisiológica (véanse las figuras anatómicas del tallo en la sección micrográfica de este trabajo). A más de estos factores (extrínsecos) tenemos otros (intrínsecos) de defensa contra las malas circunstancias del medio y es que las semillas, retoños y renuevos procuran buscar y desarrollarse mejor en los lugares que están al abrigo de las corrientes aéreas y en lugares próximos a las lagunas y pantanos; las semillas al caer en los lugares más favorables de las hondonadas y declivios, etc., se desarrollan más rápidamente, tanto el tallo-estipe, como el rosetón foliar y floral apical del mismo.

La altura en que vive esta especie no es exclusiva, fija, determinada; pues en el mismo páramo de El Angel vive tanto en las alturas azotadas frecuentemente por los vientos, como en las hondonadas del mismo páramo; viviendo mejor en el punto determinado el Voladero y en las lagunas; el primero mucho más alto y el segundo lugar mucho más bajo, con una diferencia de casi 200 mtrs. de altura.

Además, este páramo teniendo una altura media de 3.600 metros y viviendo en este lugar los frailejones, es de suponerse que en otros páramos se podrían muy bien aclimatarlos y hacer cultivos, siempre que a más de los factores altura y temperatura, concorra este otro importante, cual es, la humedad constante de la atmósfera.

Si nos referimos sólo a la temperatura que necesita para vivir el frailejón, Quito (2.850 metros) serviría para ensayarlo, ya que el frailejón vive bien en las alturas como las de



El Angel (3.800 metros), y aún a alturas inferiores a la de Quito, como en los Andes de Quindío (2.728 metros), en Colombia, según me he fijado en «Chloris Andina de Weddell», tomo 1, página 63, y aún creo que vive a menores alturas en los Andes de Venezuela, descendiendo de Sierra Nevada de Mérida. Pero la altura no es un factor indispensable para la vida de esta especie, refiriéndome a los Andes, desde luego. Para mí tengo entendido que los factores indispensables, más que necesarios, para la vida de esta planta, son: primero, higrométrico de la atmósfera (el de El Angel es bastante húmedo, cosa igual y todavía más húmedo parece ser el medio de los Llanganates, según el decir del señor Andrade Marín); segundo, el suelo, con su constitución química que es arcillosa, húmica, ácida, es un factor importantísimo, pues así nos está indicando esta especie de El Angel. Las capas arcillosas de los páramos de El Angel son de las más gruesas y altas que yo conozco en nuestros páramos ecuatorianos: pues he alcanzado a medir capas arcillosa-húmicas, hasta de dos metros de espesor; tercero, la humedad del suelo es otro factor favorable para el desarrollo de esta especie; el páramo de El Angel reúne todas estas condiciones.

Por esto creo, que si es cierto que refiriéndonos a la altura, solamente el frailejón de El Angel podría adecuarse al medio de Quito; pero yo digo que Quito no sería adecuado para el cultivo de esta especie por lo irregular de la humedad atmosférica: pudiera seguir viviendo en octubre, noviembre y parte de diciembre, que son meses húmedos en Quito, en cambio perecería al llegar a junio, julio y agosto, que son extremadamente secos. El suelo que necesita el frailejón para vivir es más ácido y el suelo de Quito no es lo suficientemente ácido para las exigencias de esta especie. Por la temperatura, sí podría vivir el frailejón en Quito. El frailejón tiene dos factores que harían posible su vida en Quito: altura y temperatura; pero tiene en cambio otros de mayor exigencia, como son suelo ácido y humedad constante de la atmósfera y del suelo, factores que en Quito no son regulares.

*Para aclimatarlo* esta especie como ornamental en el medio de Quito, que desde luego daría muy agradable aspecto, sería necesario darle artificialmente los factores anotados; lo del suelo sería fácil, pero lo del aire húmedo, complicado, no sería posible a no ser que se ensaye su aclimatación en invernaderos, pero en lugares que de veras merezcan el nom-



bre de invernaderos y no como entre nosotros llaman así, a los corredores con vidrios o a construcciones de exhibición y nada más; tampoco puede llamarse invernadero al construido últimamente en la Quinta Presidencial y actualmente de propiedad universitaria.

Así es que los factores que necesita para su desarrollo el *Espeletia grandiflora* son: humedad del aire y del suelo; terreno arcilloso-húmico, ácido; temperaturas que oscilan entre 5-10 grados; la altura puede variar según la posición geográfica, la latitud, siendo generalmente de 2.700-3.980 o 4.000 metros. (Véanse fotografías, fgs 5 y 6.)

Indicando ligeramente la ecología y los factores que el frailejón necesita para su desarrollo, puedo decir que gran parte de los páramos de la Sierra del Ecuador, como los de Colombia, Venezuela, podrían servir como lugares adecuados para hacer cultivos y reforestaciones con esta especie y que se aprovecharía en la industrialización de la celulosa, como lo han indicado el Dr. Kosteviche, Jefe del Servicio Químico Militar del Ecuador, los profesores de la Politécnica, el señor doctor José Muñoz, profesor de esta Universidad, etc., etc. Podríase también aprovechar la resina (trementina parecida a la de las coníferas) para distintas aplicaciones. Pero, para esto es necesario ir continuamente haciendo nuevos cultivos o reforestando las asociaciones ya existentes y no sólo seguir explotando la existencia actual y después encontrarse con dificultades. Lo primero que debe hacerse si se piensa industrializar el frailejón, sería extender su cultivo a todos los lugares que presenten los factores adecuados, instalar un servicio agrícola del frailejón, entonces así la futura industria quedaría asegurada, porque mientras más se termina en una zona, se comenzaría a explotar de otra, y así en adelante. Entre nosotros creen que sólo fijándose en los páramos de El Angel las buenas extensiones de esta especie (que les parece inacabables), sería suficiente para mantener una industria, una instalación. Están equivocados quienes así piensan o así crean. Para una gran industrialización, la cantidad de frailejón que existe en el páramo de El Angel, es nada, es insignificante. (Véanse fotografías fgs. 7 y 8).

Al respecto debo indicar que hacen tres años ya se hicieron proyectos e instalaciones de industrialización del frailejón de Colombia, según me acaba de informar el Ing. Agrónomo, señor Antonio Miranda, colombiano, con el objeto



de explotar la resina del frailejón en jabonería; pero la empresa o compañía fracasó hace un año; es decir, no duró sino dos años el trabajo de explotación; pues se agotaba cada vez más las asociaciones y quedaba las instalaciones o fábricas muy lejos de los lugares de explotación: —tráfico, conducción y agotamiento de las asociaciones, fueron los casos del fracaso de la empresa—. Que no suceda esto entre nosotros.

Los lugares adecuados para el cultivo de esta especie sea cual fuere el objeto y fines que se quieran darlo, creo: páramos de San Andrés (provincia del Chimborazo); páramos de Mocha (3284 mtrs.) y Mochapata, Quinchicoto, Sanan-  
cajas (3.607 mtrs.); Pilisurco, Quisapíncha, páramos de Pillaro (2.817 mtrs. y más) —15 grados de temperatura— Pila-  
güin (3,406 mtrs. y 10,5 grados de temperatura); todo esto para la provincia del Tungurahua. Páramos de Huinzha (3.604 mtrs.); La Unión (3.472 mtrs.) y los páramos de Tio-  
pullo (Estación Experimental del Cotopaxi) (3.604 metros); páramos próximos a la laguna de Mojanda (3.711-3.721-3.800); páramos de Cangahua, cerca de Oyacachi; todo esto para la provincia del Pichincha. Páramos de Imbabura y Carchi.

Todos estos páramos que conozco, presentan las condiciones adecuadas para el cultivo de la especie estudiada; desde luego, al mencionar tal o cual páramo, no quiero decir que se pueda cultivar en toda su extensión; no, porque en esos mismos páramos hay lugares húmedos y otros secos: siendo más húmedos los que están bañados por esa constante neblina húmeda, que viven arrastrados por los vientos, sean de las regiones subandinas, de la costa o del oriente, de las cordilleras Oriental y Occidental respectivamente; los páramos del Azuay y Loja aún no conozco, por eso no puedo establecer conclusiones para esto.

La temperatura media de los páramos en general es de 8 grados o de 8,5, según Wolf, en su Geografía y Geología del Ecuador.

Como límite de la nieve perpetua en los páramos del Ecuador, pueden señalarse los 4.800 metros de altura y 1,6 grados de temperatura media, observación de Humboldt y Boussingault y Hall. Datos sacados de la Geografía y Geología de Wolf.

OBSERVACION.—Al mencionar anteriormente la Estación Experimental de Cotopaxi, no quiero referirme a las falda y páramos del volcán Cotopaxi, que queda en la provincia



de León, sino a la sección ubicada en el páramo de Tiopullo. Pues, las faldas y páramos del volcán Cotopaxí, no pueden servir para la aclimatación de la especie en estudio: son lugares secos, áridos y de temperatura muy variable en relación a la constante de los otros páramos; las corrientes aéreas son más intensas; los fenómenos de transpiración y evaporación, también variables.

### 5º.—USOS Y APLICACIONES

Entre nosotros son muy limitados los usos y aplicaciones que suelen dar al frailejón o sangurima; las aplicaciones medicinales son empíricas: la resina que contiene en las hojas frescas y pedúnculos florales y que a veces se encuentran en los tallos-estipes, en las resquebrajaduras o fracturas del floema, lo usan en los casos de reumatismo y en las parálisis hísticas; parece que lo utilizan con el mismo objeto, un extracto de las hojas y pedúnculos florales. La resina, especie de trementina, sería la materia o principio activo que produce el efecto buscado. Los químicos son los llamados a dilucidar sobre el contenido cualitativo y cuantitativo de esta resina y los médicos los encargados de verificar los ensayos terapéuticos y farmacológicos. A nosotros nos toca solamente indicar su existencia e insinuar la ejecución de los mencionados estudios. Las hojas que en seco suelen usar contra el reumatismo, no es sino debido al abrigo que las vellosidades proporcionan, de la misma manera que lo hacen con las hojas secas del *Culcitium nivale* y *rufescens*. No sé si en la forma que usan tenga alguna otra propiedad. Creo que también se prepara un extracto interno, con fines también antireumáticos.

La resina, como dije anteriormente, la industrializaban en Colombia (una compañía o sociedad), en la que figuraba como miembro, el Ing. Agr. Maceo Gómez; se industrializaba para la fabricación de jabones; pero como no se preocuparon del primer problema, la reforestación y cultivos en escala, todo fracasó. Sería bueno que se estudie concienzudamente la constitución química y las propiedades de la mencionada resina.

El padre Juan de Velasco S. J., en su obra «Historia del Reino de Quito», impresa en 1789, refiriéndose al frailejón dice: «La resina de este nombre que nunca se endurece y es



excelente para meter en calor aún a los muertos, como dicen, y desencoger nervios entumidos, se saca por incisión en la parte más baja de una planta que sólo nace en las montañas más frías, cerca de la nieve; es del tamaño y figura de un fraile vestido de blanco. Las hojas grandes, anchas y peludas son gruesas como una frazada, calidísima en alto grado. Echan los vástagos unas flores amarillas grandes y muy hermosas, mas todo de un olor muy agradable y displicente». Aunque no bien descrita la especie estudiada, el padre Velasco indica ligeramente su morfología y la presencia de esta substancia resinosa, que segrega el floema del tallo-estipe y de las hojas, por incisiones o por fracturas accidentales.

La substancia que segrega el floema, una especie de trementina, he alcanzado a distinguir la buena cantidad que fluye cuando las incisiones o cortes se hacen in vivo, esto es, cuando los ensayos se hacen en la planta misma; en cambio estas experiencias se limitan cuando se realizan con los tallos-estipes separados de las raíces, como he podido observar en las muestras de tallo-estipes que tengo en este Gabinete; sin embargo la cantidad de resina que fluye por el corte transversal del tallo-estipe, es bastante visible y de donde deduzco que fluye exclusivamente del floema o parénquima liberiano y además una pequeña cantidad del límite entre la médula central del estipe y del xilema, aunque en pequeñísima cantidad; de la médula y del leño no fluye ninguna cantidad.

#### 6º.—CULTIVO DEL FRAILEJÓN

El frailejón no se ha cultivado nunca en la Sierra del Ecuador, como tampoco lo han hecho en los andes de Colombia y Venezuela. Entre nosotros se ha pensado industrializarlo, pero no se han acordado que primero es de asegurar la fuente de explotación, por medios agrícolas; se cree que esa extensión que actualmente existe en el páramo de El Angel (de 400 a 600 km.) es suficiente y aún más inagotable; quien así piensa, está equivocado. Para industrializarlo, esa fuente es insignificante, si no se asegura o no se preocupa del cultivo.

Sin embargo, no han faltado entusiastas que han querido explotar y cultivarlo. Creo que los señores de Guzmán y



Mena pensaron así, pero no sé en que quedó el mencionado proyecto.

Ya indiqué ligeramente los lugares que me parecen adecuados para el cultivo de esta especie en nuestros páramos. Claro está que ésto sería muy halagador para el país, para los industrializadores y para los hacendados o terratenientes, propietarios de estos páramos, los que en lugar de estar abandonados y cubiertos de pajonales simplemente, se aprovecharían cultivando frailejón (el *Espeletia grandiflora*), ya que en los lugares mencionados presentan las condiciones adecuadas, de humedad atmosférica y suelo húmedo, húmico y ácido.

Al respecto debo consignar un dato importante: un ensayo de aclimatación y cultivo realizado por el señor Manuel de Guzmán, quien llevó algunos ejemplares de *Espeletia grandiflora* de El Angel a la hacienda Moyocancha, provincia del Chimborazo, parroquia Tixán, de los señores Polanco; formando una pequeña avenida con estos ejemplares, desde luego con buenos resultados.

El frailejón tiene larga duración; por lo mismo se podría ir aprovechando paulatinamente su producción foliar constituida por los pseudo-rosetones de hojas, porque debe saberse que la misma cantidad de hojas que presenta un frailejón de tres años, lo presenta un frailejón que tenga de 10, 12 y más años. La explotación debe ser periódica. De otra manera por aprovechar de golpe grandes cantidades, pronto se agotaría lo que actualmente existe y la industria y los proyectos se acabarían. Sucedería lo que con el caucho y la cascarilla de nuestros bosques y montañas; que por ansia de obtener grandes cantidades, acabaron de una vez el árbol, las asociaciones, etc., de las mencionadas especies y total que se acabaron los bosques. No se emplearon medios científicos ni para el caucho, ni para la cascarilla, y así tenemos muertas esas fuentes de explotación y riqueza nacional. Que no pase lo mismo con el frailejón.

Si se piensa o se quiera aprovechar el frailejón como fuente de explotación agrícola-industrial, piénsese primero en un plan agrícola del frailejón.



## II

## PARTE MICROGRAFICA

## DESCRIPCIÓN, EXPLICACIÓN E INTERPRETACIÓN ANATÓMICAS

A diferencia de los trabajos que he venido publicando anteriormente en esta misma sección (tratamientos anatómicos en fresco y en lo posible *in vivo*), el presente es realizado con muestras que hemos conservado durante casi un año; es decir las muestras organográficas que hemos traído del páramo de El Angel, han permanecido secándose en nuestro Gabinete; en estas muestras y ejemplares he venido realizando los distintos cortes, el estudio anatómico.

Los cortes en sus distintas categorías y presentados gráficamente por sus correspondientes micrografías, han sido montados para su observación inmediata, en glicerina. Para el ablandamiento de las partes morfológicas, (Xilema, floema, fragmentos de hojas, con su nervadura central y nervaduras secundarias, pedúnculo floral, flores, etc, etc.) en maceración, de agua y glicerina cosa de dos meses, de tal manera que he seguido sacando de la cubeta el material necesario, poco a poco y de acuerdo con la cantidad de tiempo disponible y así hasta terminar el estudio anatómico de las partes que he creído de mayor importancia para esta publicación. Con este sencillo pero aconsejado procedimiento he obtenido doble ventaja: la de obtener el aclaramiento y ablandamiento lento de las órgano-anatómicas y la conservación perfecta mientras he venido realizando mi estudio. Siendo la maceración en agua glicerinada y como las observaciones han durado mientras dure la copia micrográfica, la *montada*, lo he realizado en el mismo material.

Colorantes he usado en el caso de tinción, por vía de ensayo, de los pelos de las hojas, coloraciones realizadas



con anilinas en agua; las coloraciones típicas en cada una de ellas, intuitivamente pueden observarse en los originales del album de Micrografia del Laboratorio Micrográfico, en donde se podrá apreciar con sus colores tal cual se presenta al microscopio al ser tratados por las diferentes anilinas y que aquí voy sólo a indicar, ya que no es posible reproducir en esta revista, por las dificultades de impresión, los pelos coloreados tal cual se presenta en el campo microscópico; he aquí los siguientes ensayos:

#### OBSERVACIÓN 8

*Primer ensayo:* Colorante, verde de cromo. Microscopio Zeiss: oc. 7; la coloración es desigual, hay pelos que absorben más y otros menos el colorante.

#### OBSERVACIÓN 8

*Segundo ensayo:* Colorante, violeta de gentiana. Microscopio Zeiss: oc. 7; la coloración es también desigual.

#### OBSERVACIÓN 8

*Tercer ensayo:* Colorante, eosina AG. Microscopio Zeiss: oc. 7; la coloración más uniforme que en los otros casos.

#### OBSERVACIÓN 8

*Cuarto ensayo:* Colorante, malaquita. Microscopio Zeiss: oc. 7; la coloración completamente uniforme.

#### OBSERVACIÓN 8

*Quinto ensayo:* Colorante, eosina. Microscopio Zeiss: oc. 7; coloración casi igual para todos los pelos.

#### OBSERVACIÓN 8

*Sexto ensayo:* Colorante, azul eosina. Microscopio Zeiss: oc. 7; distribución uniforme del colorante.

#### OBSERVACIÓN 8

*Séptimo ensayo:* Colorante, anaranjado. Microscopio Zeiss: oc. 7; igualdad, uniformidad en la coloración, destacándose los pelos del resto del campo visual.



## OBSERVACION 8

*Octavo ensayo:* Colorante, indigo-carmin. Microscopio Zeiss: oc. 7; se nota bastante desigualdad del poder colorante de esta anilina.

De esto se deduce el distinto poder colorante de las anilinas o colorantes para los pelos del frailejón. Las otras láminas que en los originales se presentan coloreadas, corresponden a los colorantes vegetales naturales: cromatóforos, etc.

Los cortes anatómicos los he realizado solamente a mano y con muy buenos resultados; lo cual puede verse aún para el caso del corte transversal de los pelos (micrografía N°. 27).

Creo que el presente trabajo, anatómicamente considerado es uno de los pocos o talvez el único realizado con esta especie; por eso lo he realizado en la mejor forma y presentación; no digo que sea una cosa perfecta, completa, antes al contrario, soy el primero en reconocer los errores que somos susceptibles de cometer; pero me queda la mejor satisfacción, por cuanto lo he realizado con entusiasmo.

La explicación de cada una de las micrografías, lo hago separadamente a continuación:

## MICROGRAFÍA N°. 1

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

*Organos sexuales de las flores hermafroditas centrales.*

Microscopio Nachet: ob. 3.  
oc. 2.

En primer lugar tenemos una flor abierta en la que se alcanza a distinguir su corola abierta con sus cinco estambres incertos a la corola y el gineceo central en forma de clava; este gineceo de la presente micrografía está representado solamente por el estilo y estigma, el estilo filamentososo, el estigma ensanchado y poseyendo gran número de valvas externas para recibir a los granos de polen; estas valvas están situadas preferentemente en el cuarto superior del estilo, en las que se alcanzan a ver algunos granos de polen; la longitud total del pistilo, es inferior a la de los estambres, es decir, a la posición misma de aquellos.



Los estambres perfectamente distinguibles con sus tecas y sacos polínicos; el filamento delgado y más ancho a la base; la membrana celular de las anteras muy visible y de un color traslúcido; el resto del parénquima fundamental de estas anteras está formado por células isodiamétricas; obsérvese como los granos de polen se encuentran en la superficie de las anteras y el conectivo va haciéndose cada vez más delgado conforme avanza al ápice de la antera.

Los granos de polen son completamente redondos: la superficie externa (exina) bastante modificada y cubierta de espiculas o apéndices a fin de retenerse fácilmente en el estigma; he probado que son redondos estos granos de polen, porque la preparación inclinándolo, la glicerina arrastra consigo todos los granos y ruedan fácilmente a manera de bolas; aplastando o comprimiendo la preparación con el cubre da también resultados semejantes. Para todos estos ensayos he recurrido con preparaciones que han permanecido algún tiempo en glicerina.

## MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 2

*Epidermis de la corola.*

Microscopio Leitz: ob. 6.

oc. 4.

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Se nota poca cantidad de estomas, o el número de éstos por milímetro cuadrado es inferior al que he observado en especies de páramos de inferior altura a la que vive la especie estudiada. El corte presenta gran cantidad de cromoplastos, formando masas (manchas amarillas brillantes); la coloración de este preparado: amarillo obscuro. La explicación fisiológica del número de estomas, puede ser como defensa que guarda esta especie a la transpiración y evaporación que es bastante acentuada en los páramos.

## MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 3

*Corte epidérmico-longitudinal de la cara interna de una bráctea de segunda fila, en la inflorescencia.*

Microscopio Leitz: ob. 8.

oc. 4.



En esta micrografía se nota como el parénquima se ha reducido completamente o se ha solidificado hacia las paredes de las membranas celulares o se ha fragmentado después de solidificado. Lo característico de su anatomía es la presencia de los poros ordinarios en forma irregular, dando el aspecto de verdaderas sartas de salchichas. En ciertos lugares el número de poros es mayor, en otros menor. Estos unas veces son delgadísimos, no afectando a la membrana la forma arosariada que es frecuente en otros casos, semejando más bien una escalera con delgados tabiques transversales. En cambio, en otros, los espacios son raros, y en otras casi no existen. Otras veces afectan a la membrana celular estos poros; pues son gruesos y de gran diámetro. Los núcleos no se perciben, parecen como que se hubiesen disuelto en el protoplasma y luego que se hubieran solidificado con éste. Por la estructura de la membrana celular, se ve como todas las células y los tejidos de este órgano (bráctea) están en íntima comunicación: pues por los poros pasan los filamentos protoplásmicos o plasmodesmos. Existen pelos monocelulares en este órgano: más a la cara externa y menos a la interna, siendo estos últimos menos gruesos. Los pelos están coloreados de amarillo o amarillo canario; pues así se observan al microscopio. En cambio los pelos de las hojas son incoloros:

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

#### MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 4

*Corte transversal de la hoja seca, separada de los pelos.*

Microscopio Leitz: ob. 8.

oc. 4.

Los pelos de la hoja, los que todavía han quedado después de la separación intencional, son compuestos o articulados. Son más delgados y largos que los del pedúnculo; los estomas no son muy abundantes. El parénquima no distinguible por su función: pues no hay empalizada ni tejido laxo bien diferenciados; todo es semejante, casi isodiamétrico, formado según la posición de la hoja, por células poligonales, algo alargadas. La coloración verde en total de este corte es clara.



Las partes anatómicas correspondientes a este corte son: 1. Pelos articulados; 2. Cutícula epidérmica; 3. Parénquima fundamental o parénquima de asimilación; 4. Un haz de vasos conductores; 5. Otro haz conductor visto de frente; 6. Cloroplastos.

#### MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 5

*Epidermis del envés de la hoja (de la nervadura central).*

Microscopio Leitz: ob. 6.  
oc. 4.

En el envés encontramos mayor cantidad de estomas, estos son redondos, los ostíolos se encuentran cerrados y aún deformados; los cloroplastos ya no se encuentran aislados, se han unido y se han solidificado formando masas. Otra característica de este corte, es la presencia de pelos que tienen la misma forma que los anteriores, pero de menor tamaño. Coloración ligeramente verde.

La leyenda correspondiente a esta micrografía es la siguiente: 1. Células epidérmicas; 2. Estomas; 3. Manchas clorofílicas; 4. Pelos pequeños y articulados.

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

#### MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 6

*Epidermis del haz de las hojas.*

Microscopio Leitz: ob. 6.  
oc. 4.

Las células se hallan llenas de protoplasma en forma de masas de color amarillo claro y en algunas se distingue claramente un núcleo redondeado y de color amarillo-brillante rodeado de cloroplastos y cromoplastos más pequeños; encontramos en este mismo corte, en el lumen celular, masas hialinas o transparentes. La coloración es semejante a la anterior: verde claro.

Leyenda: 1. Membranas celulares; 2. Núcleos?; 3. Masas clorofílicas y de protoplasma; 4. Estomas.



## MICROGRAFÍA N°. 7

*Corte longitudinal frontal (epidermis) de la hoja en la vaina.*

Microscopio Leitz: ob. 3.  
oc. 4.

Las células son más alargadas que en la micrografía anterior; las membranas celulares translúcidas y la coloración más clara, notándose dentro de la masa protoplásmica de cada célula un pequeño cristal cuadrado o rectangular de color amarillo distinguible, que probablemente corresponde a cristales albuminóideos o talvez a fragmentos de resina?

## MICROGRAFÍA N°. 8

*Corte transversal de la nervadura central de la hoja.*

Microscopio Leitz: ob. 3.  
oc. 4.

La epidermis foliar y las capas contiguas se hallan bastante pigmentadas por un color amarillo brillante.

Leyenda: 1. Cutícula; 2. Epidermis; 3. Hipodermis; 4. Parénquima; 5. Fibras liberianas; 6. Tráqueas.

## MICROGRAFÍA N°. 9

*Corte transversal de la hoja en la parte correspondiente a la vaina.*

Microscopio Leitz: ob. 6.  
oc. 4.

Las epidermis, tanto de la cara externa como de la interna, son bastante espesas, gruesas y formadas por dos o tres capas de células (Nos. 1 y 2) irregulares, sin dejar espacios intercelulares y se hallan coloreadas de amarillo obscuro a amarillo café. En la parte central, constituida por células más grandes e irregulares, no se alcanza a distinguir masas protoplásmicas, presentándose todo de un color amarillo canario o amarillo de oro (N°. 3).



MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 10

*Corte transversal del leño (del tallo).*

Microscopio Leitz: ob. 3.  
oc. 4.

En esta micrografía podemos distinguir 3 tejidos: 1. Parénquima leñoso; 2. Tráquea; 3. Radios medulares.

La coloración que se presenta al microscopio, es la correspondiente a estos mismos elementos leñosos, vistos a natural.

MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 11

*Corte longitudinal-tangencial del leño (del tallo).*

Microscopio Leitz: ob. 3.  
oc. 4.

Las partes histológicas son bastante semejantes a la micrografía anterior, con la particularidad que en esta micrografía se alcanzan a distinguir perfectamente las fibras leñosas (N<sup>o</sup>. 1).

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 12.

*Corte transversal del pedúnculo floral.*

Microscopio Zeiss: ob. 8  
oc. 15.

En este corte distinguimos claramente casi todos sus elementos: las tráqueas y demás haces conductores, pentagonales o exagonales, de membranas celulares lignificadas, unidas y dispuestas en verdaderos haces; a estos haces rodean células pequeñas correspondientes al parénquima leñoso, que conforme se separan de las tráqueas, son más grandes y dejan de ser pentagonales u ovaladas, para presentarse alargadas, casi rectangulares, pero conservando los cinco o seis lados; constituyen el gran parénquima fundamental. Algunas tráqueas tienen 4, 5, etc., cápsulas de secreción. Las células del parénquima fundamental no son isodiamétricas.



Toda la preparación es translúcida, no presenta coloración intensa, a excepción de las drusas y arenas cristalinas de oxalato. Casi ha desaparecido el protoplasma, y se explica, son células viejas del eje floral, células muertas.

Leyenda: 1. Parénquima leñoso, formado por 3 o 4 cápsulas de secreción; 2. Fibras leñosas; 3. Tráqueas.

#### MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 13.

*Corte longitudinal de la cara interna del xilema (cara plana que mira hacia la médula).*

Microscopio Zeiss: ob. 8  
oc. 15.

Las membranas celulares casi se han destruido y son de composición química mixta, pues así demuestra su morfología y coloración natural. Las paredes de las membranas están dispuestas en línea recta; de coloración amarillo claro o a veces hialinas. Distinguimos una que otra gran drusa. No hay materia de reserva.

Leyenda: 1. Membranas celulares de las células de la capa superior; 2. Capas celulares inferiores; 3. Arenas cristalinas o resinas?

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

#### MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 14.

*Corte transversal-longitudinal de la cara interna del xilema.*

Microscopio Zeiss: ob. 8  
oc. 15.

Este corte es tomado, como el anterior, del límite del leño y la médula. Las células se presentan aplastadas; membranas celulares modificadas y formadas por celulosa como materia de reserva. Como en la micrografía anterior, distinguimos varias capas de células. Algunos grupos de cromatóforos de color rojo.



MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 15.

*Corte transversal-perpendicular del floema (de la sección externa, que mira a la inserción de las hojas).*

Microscopio Zeiss: ob. 8  
oc. 15.

Esta micrografía corresponde a la parte subérica del floema.

La capa felogénica, de color ladrillo. Hacia afuera tenemos una región más oscura, formada por células regulares de un color amarillo anaranjado, casi ladrillo y con algunas inclusiones o tal vez cristales? La cara interna o parte interna, está formada por células irregulares, de membranas celulares sinuosas y casi deformadas; esta sección corresponde o está formada de elementos subéricos, como la micrografía siguiente.

Esta preparación y la siguiente han permanecido guardadas durante un año.

Leyenda: 1. Región externa; 2. Corcho; 3. Región interna; 4. Cristales de color rojo ladrillo.

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 16.

*Corte longitudinal-radial del floema, paralelo al eje (tangencial-radial).*

Microscopio Leitz: ob. 6  
oc. 4.

Este corte viene a ser complementario al anterior.

Las células de la cara más interna son rectangulares y algo más regulares que las de la capa externa; otras veces las células son casi cuadradas, pentagonales o poligonales. Las células periféricas al floema son rectangulares o cuadradas. El color rojo ladrillo de la capa externa del floema es uniforme en todo el corte; la capa interna es más clara.



## MICROCRAFÍA N°. 17.

*Corte transversal del floema, en la sección interna, que mira al leño.*

Microscopio Leitz: ob. 6  
oc. 4.

Este corte es tomado perpendicularmente al eje central.

Todo el corte es de color amarillo anaranjado. Las membranas celulares bastante claras; los depósitos, completamente hialinos, llenos de cristales de resina. Todo esto corresponde al parénquima liberiano de la parte más interna. Las células se han deformado o aplastado por la desecación y aparecen algo alargadas; algunas células se han aplastado o resecado tanto que parece se juntaran unas con otras. El haz conductor que tenemos en esta micrografía está formado por vasos anillados, espiralados, etc. y se presentan de color ladrillo o pardo; al principio parece un gran depósito, pero observando a mayor diámetro definimos su carácter y en cuanto a su distribución este haz viene a ser un lepto-concéntrico.

Leyenda: 1. Membranas celulares; 2. Haz conductor; 3. Un gran depósito de resina; 4. Fragmentos de resina.

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

## MICROGRAFÍA N°. 18.

*Corte frontal de la cara interna del cilindro hueco, correspondiente al eje medular.*

Microscopio Leitz: ob. 6  
oc. 4.

Como la médula ha desaparecido del cilindro central por la desecación y conservación, durante cosa de un año, ésta se ha pegado al xilema y de ahí que la preparación corresponda con sus elementos anatómicos a la médula.

Sus elementos son exagonales o pentagonales; membranas celulares delgadas, celulosificadas. Esta micrografía viene a ser complementaria al corte longitudinal de la cara interna plana del xilema, es decir, complementaria a la micrografía N°. 13.



Leyenda: 1. Capas internas de células medulares; 2º. Capas celulares superiores; y, 3. Pequeños fragmentos de drusas. Estos pequeños fragmentos, digo, son de drusas y no de resina, por cuanto se presentan de un color completamente obscuro, cosa que no presentan los fragmentos de resina, y además, no se encuentra resina en la médula del frailejón, como he podido observar microscópicamente en la médula en fresco: pues no presenta ni un solo fragmento, aún después de cortado, bastante tiempo antes de la experiencia.

#### MICROGRAFÍA N°. 19.

##### *Capas subéricas del floema.*

Microscopio Zeiss: ob. 8  
oc. 15.

Este corte corresponde a la parte más externa del floema y en donde directamente se insertan las hojas; todo visto de plano. Las membranas celulares son delgadas, en comparación con el tamaño de las células y en algunas partes se alcanzan a distinguir los poros para el paso de los plasmodios. La coloración es cada vez más acentuada, según el número de capas que lo forman, así la primera parte superior del dibujo (N°. 1) es de color amarillo claro, está formada por una sola capa; la segunda más oscura, está formada de dos capas; la tercera, mucho más oscura, está formada de tres o cuatro capas (N°. 4); y la última que se ve, representada en el dibujo por el número cinco, es todavía más oscura y está formada por más de cuatro capas.

#### MICROGRAFÍA N°. 20.

##### *Epiblema de la cara externa.*

Microscopio Leitz: ob. 3  
oc. 4.

El corte se presenta de coloración café; algunas células se encuentran llenas de cromoplastos reunidas en masas.

La numeración correspondiente a esta micrografía es: 1. Membrana celular; 2. Células epiblémicas; 3. Células con cromoplastos.



MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 21.

*Corte transversal del leño de la raíz.*

Microscopio Leitz: ob. 3  
oc. 4.

En este corte se distingue la médula, constituida por células pentagonales, isodiamétricas y prolongándose por los radios medulares, representado por el N<sup>o</sup>. 1; 2. Representa fibras leñosas; y 3. Las tráqueas.

MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 22.

*Corte longitudinal de la raíz principal.*

Microscopio Leitz: ob. 6  
oc. 4.

Esta micrografía que puede ser utilizada como didáctica, muestra claramente los elementos correspondientes a estas partes anatómicas. Distinguimos claramente los vasos con poros aereolados, los vasos escaleriformes, espiralados, el parénquima fundamental, las fibras liberianas, etc., etc., que no hay necesidad de hacer ninguna aclaración.

MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 23.

*Sección longitudinal de un elemento leñoso de una raíz secundaria.*

Microscopio Zeiss: ob. 40  
oc. 15.

Lo característico de esta micrografía es el epiblema (N<sup>o</sup>. 1), que se presenta bastante grueso. Por lo demás, es sólo un dibujo complementario y explicativo a los dos anteriores.

MICROGRAFÍA N<sup>o</sup>. 24.

*Pelos de la Espeletia grandiflora.*

Microscopio Leitz: ob. 6  
oc. 4.



Esta muestra es tomada de la base de la hoja, situada centralmente en el tallo-estipe. Una observación que al respecto debo hacer, es la que los artículos de los pelos son cada vez más alargados, conforme se separan o alejan de la base. Muy poquísima cantidad de protoplasma.

Explicación: 1. Pelo total, visto a menor diámetro que el señalado para esta micrografía; 2. Base del pelo, con burbujas de aire; 3. Parte central de un pelo; y 4. Apice del mismo.

#### MICROGRAFÍA N°. 25.

*Pelos de las brácteas externas de la inflorescencia del pedúnculo floral.*

Microscopio Leitz: ob. 6  
oc. 4

Los pelos correspondientes a las brácteas de la inflorescencia son delgados y de un color amarillo intenso, como si se hubiese coloreado con algún colorante; en cambio los pelos del pedúnculo floral son de color amarillo menos intenso que el de las brácteas. Son alargados, no se rompen fácilmente, antes al contrario son flexibles, debidos precisamente a lo delgado de la membrana celular. Comparando con los pelos de las hojas, éstos son más rígidos. Tanto los pelos del pedúnculo, como los de las brácteas de la inflorescencia son largos.

Morfológicamente todos los pelos del frailejón se parecen entre sí, sean de cualquier órgano, sólo variando en longitud.

#### MICROGRAFÍA N°. 26

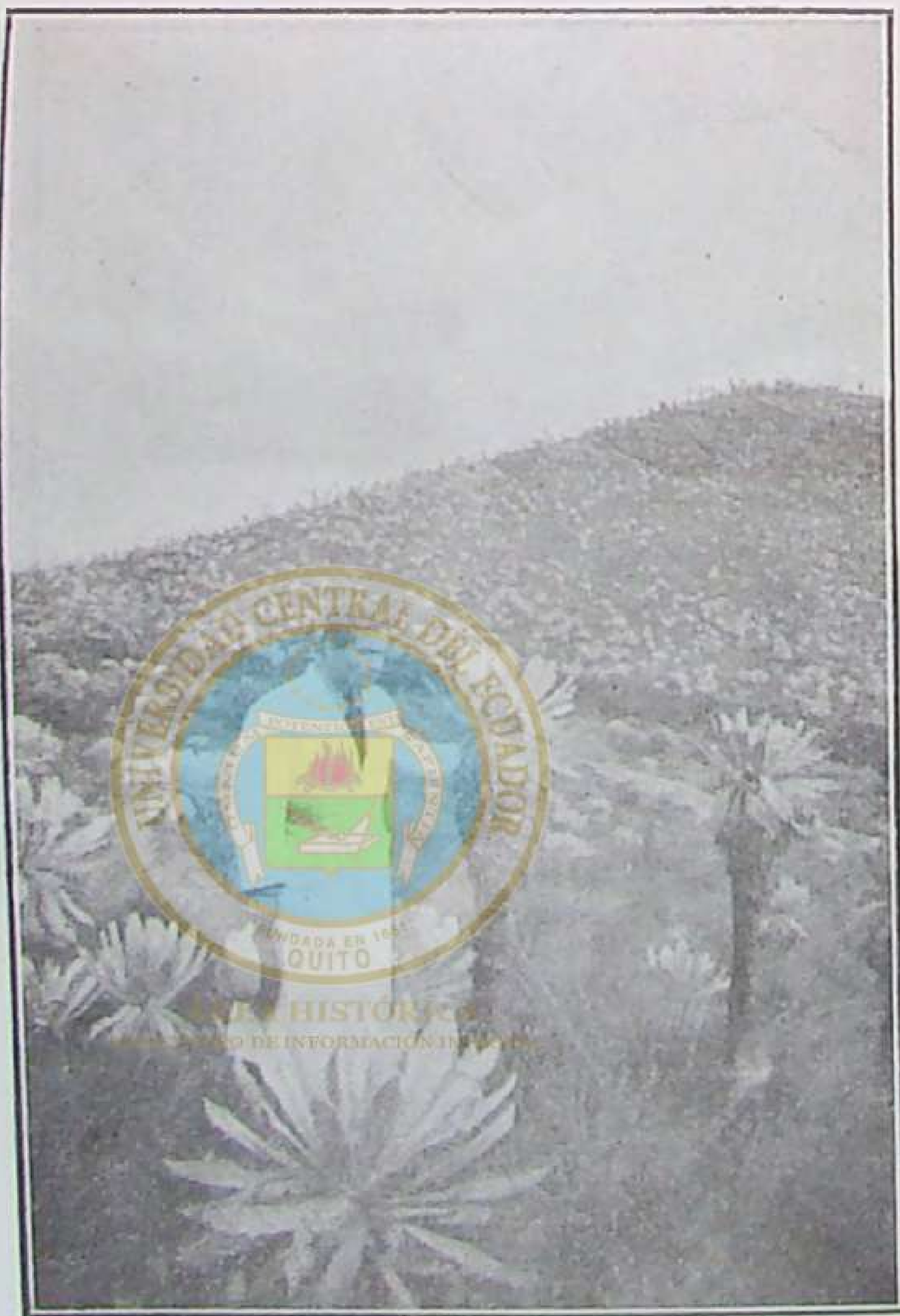
*Polvo de la parte media de una hoja, previamente tamizado.*

Microscopio Zeiss: ob. 40.  
oc. 15.

Para hacer la observación, he reducido a polvo la parte media de una hoja regular; y esto he tamizado en el tamiz N°. 200 de la farmacopea francesa.

Explicación: 1. Masas de protoplasma del parénquima foliar; 2. Pequeños corpúsculos de cromoplastos; 3. Fragmentos del pelos; 4. Un fragmento en el que se alcanza a



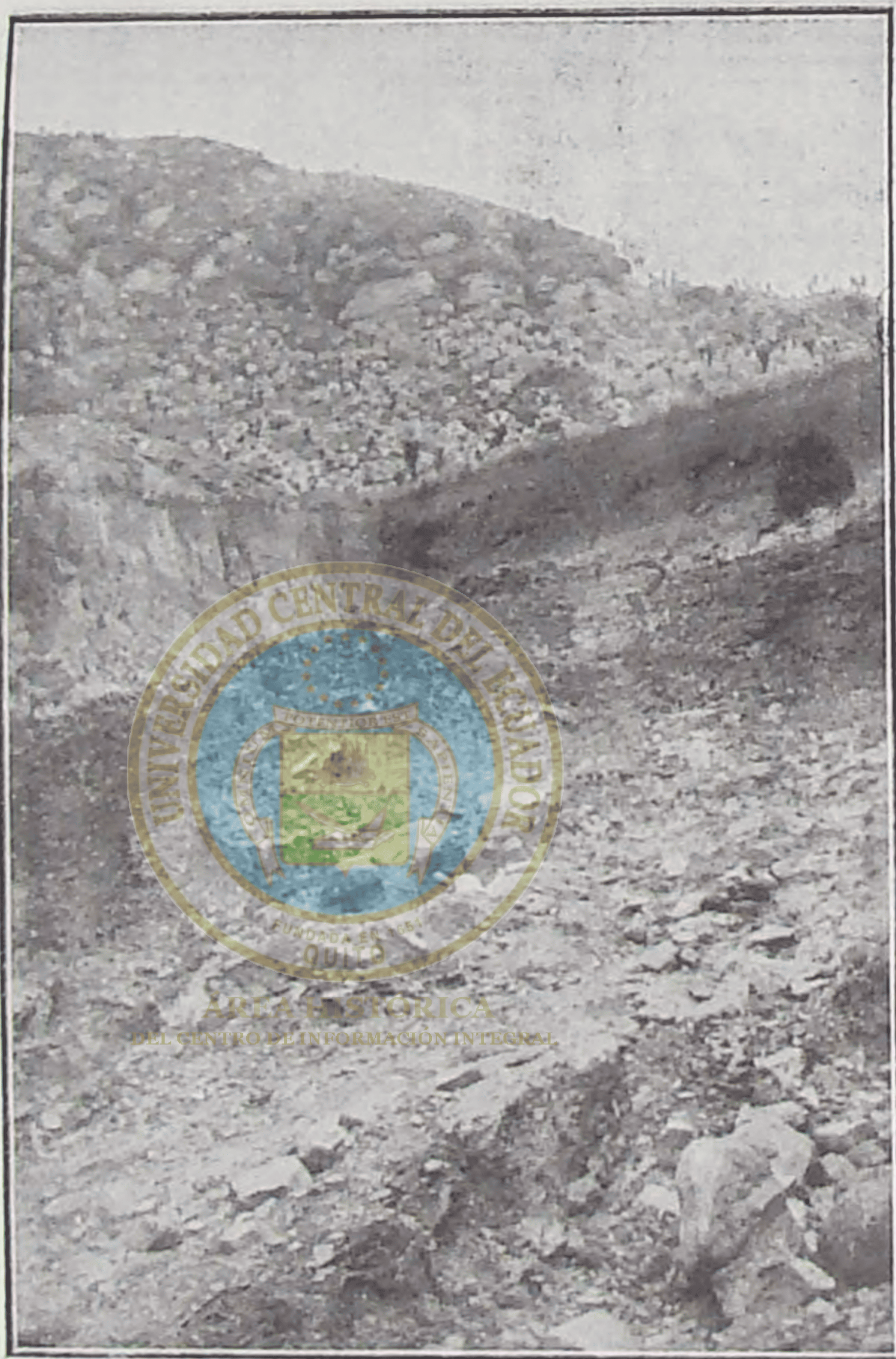


FOTOGRAFIA N°. 1—Aspecto morfológico  
y talla del frailejón del Angel



FOTOGRAFIA N°. 2—Aspecto morfológico  
floral y foliar del Espeletia del páramo del  
Angel.—Obsérvese la corola de una flor  
central con sus estambres insertos; la cabe-  
zuela y un pedúnculo floral general con  
sus inflorescencias en cabezuela.



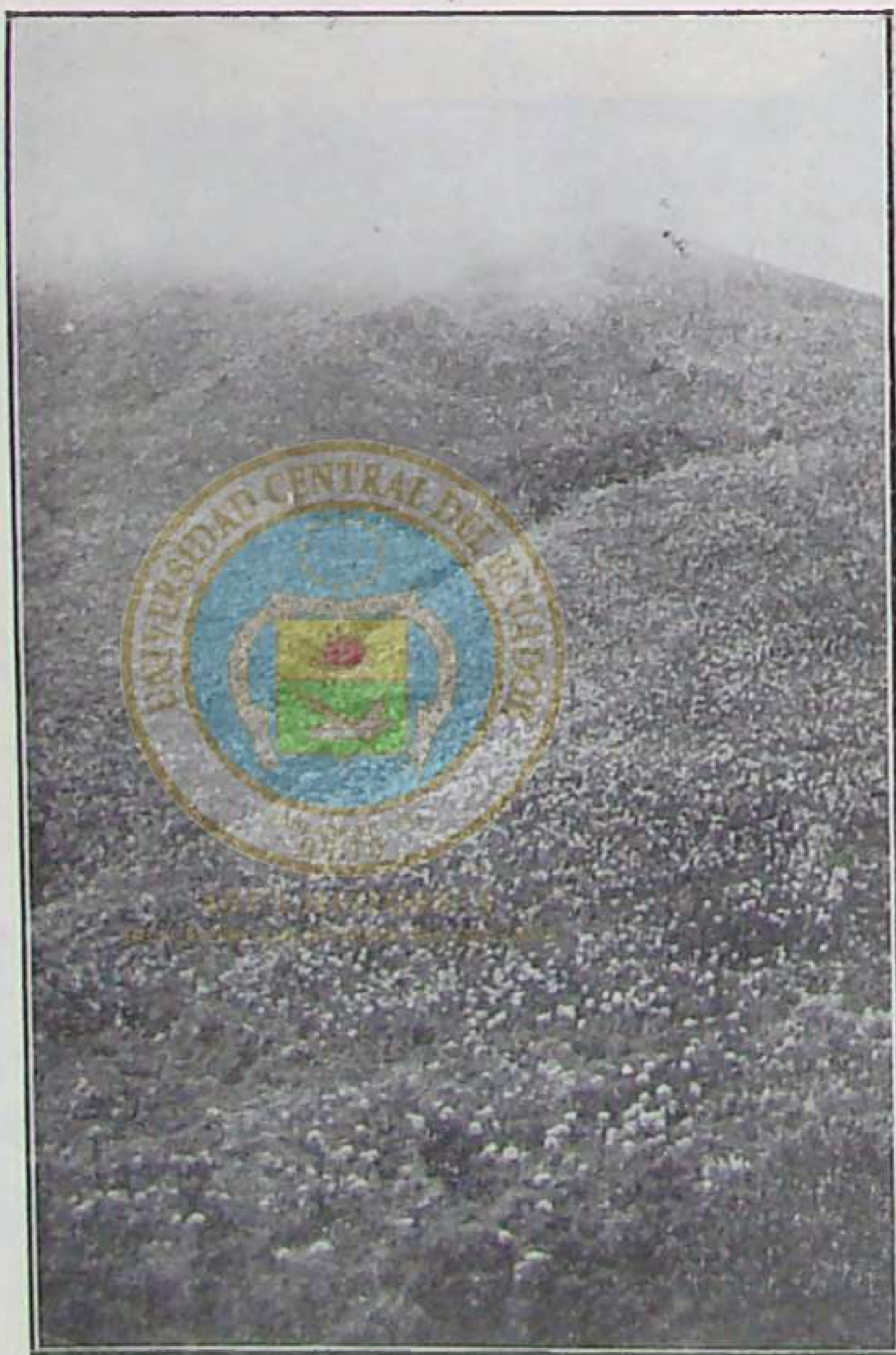


FOTOGRAFIA N<sup>o</sup>. 3.—Corte del terreno en que vive el frailejón.—Nótese el gran espesor de la capa húmica: llegando a más de 2 metros de espesor; siendo probablemente la capa húmica más gruesa de los páramos del Ecuador.



FOTOGRAFIA N<sup>o</sup>. 4.— Distintos estados de desarrollo del frailejón en su *medio*; hacia la derecha se nota un ejemplar bastante desarrollado.—Compárese con la estatura del hombre.



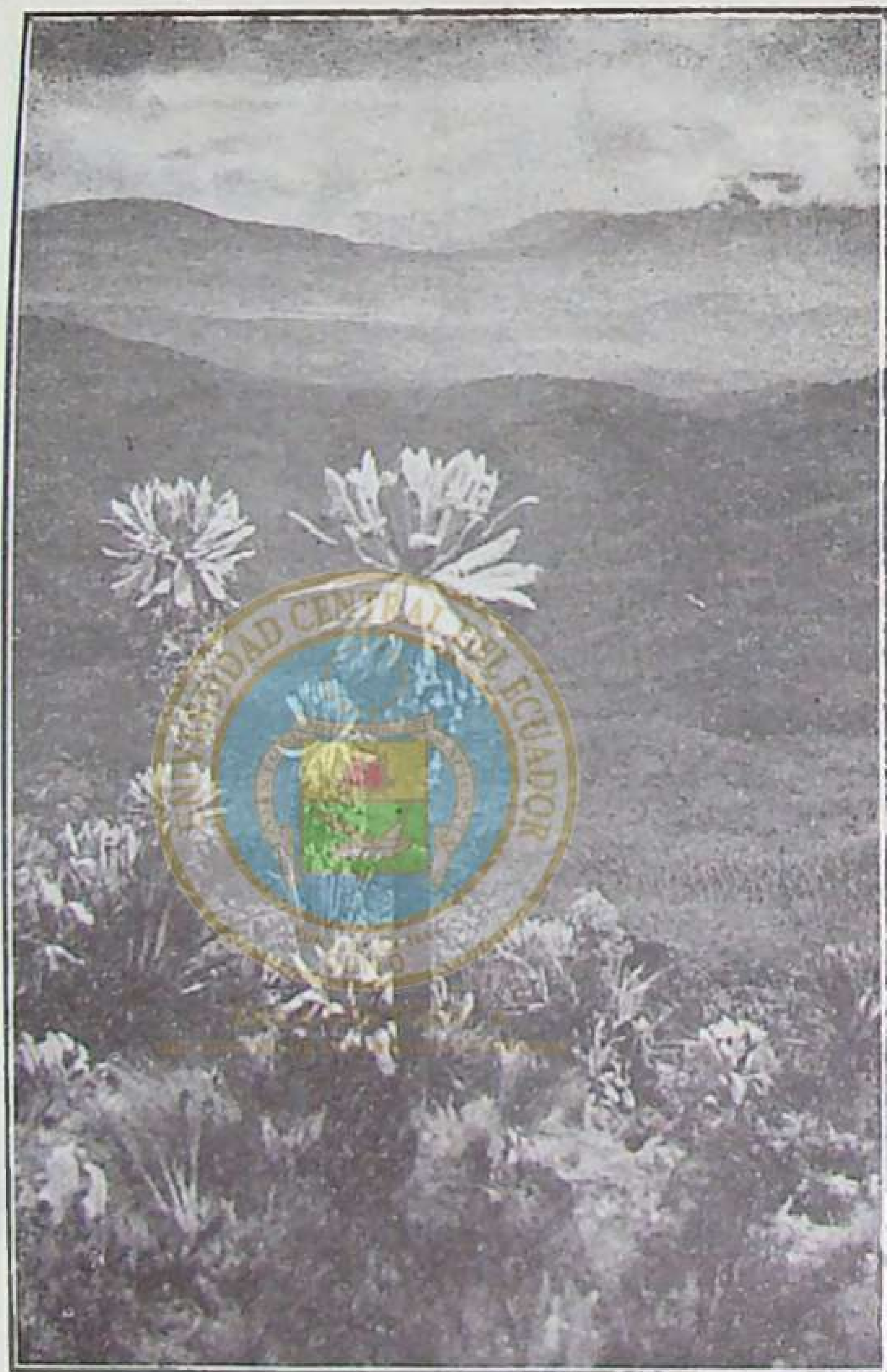


FOTOGRAFIA N°. 5.—Aspecto general del páramo del Angel con sus habitantes fitológicos típicos: los frailejones.

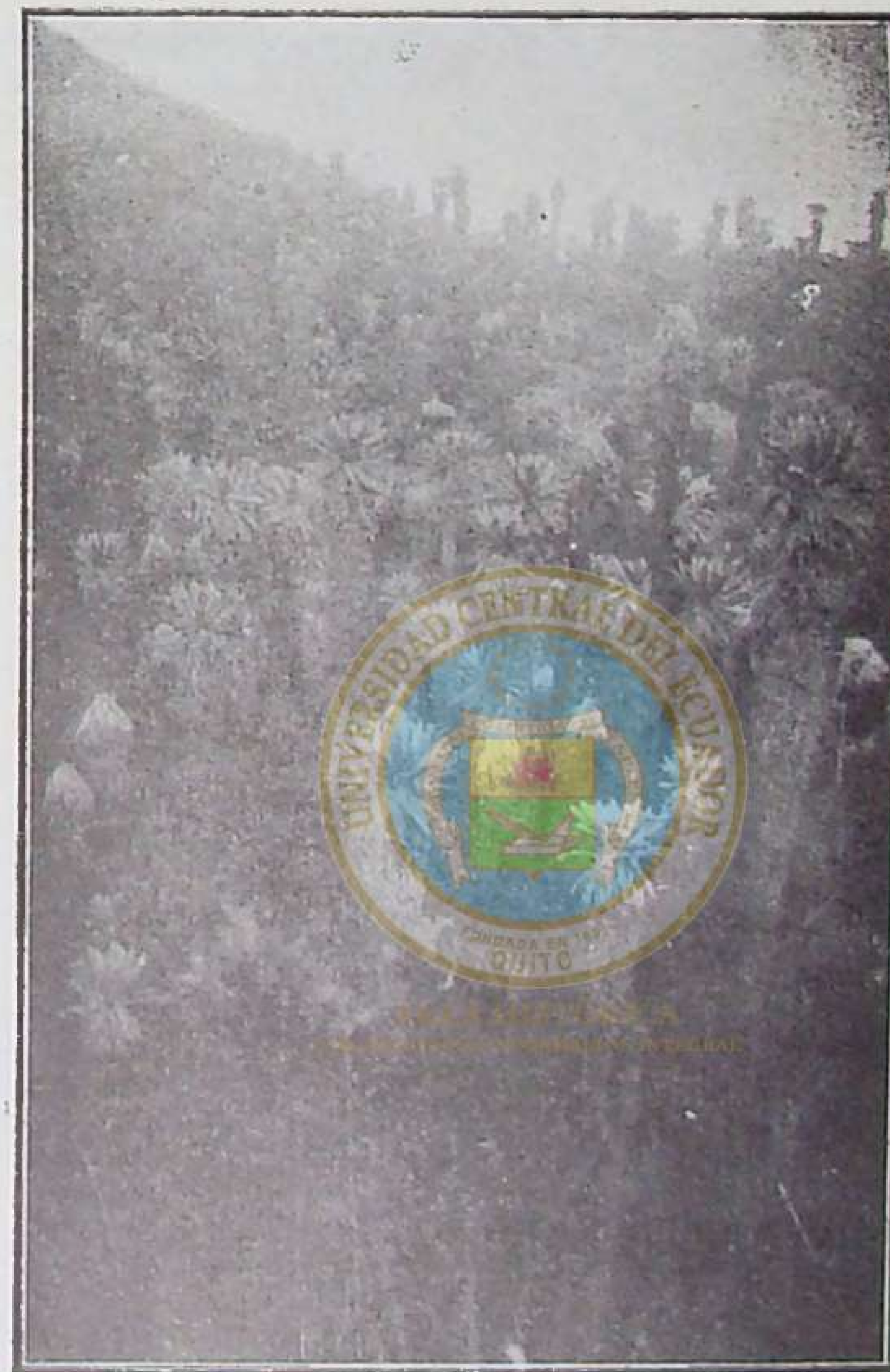


FOTOGRAFIA N°. 6.—Medio en que vive el frailejón. Sección «El Voladero».





FOTOGRAFIA N<sup>o</sup>. 7.—Varios estados del Espeletia en el Páramo del Angel



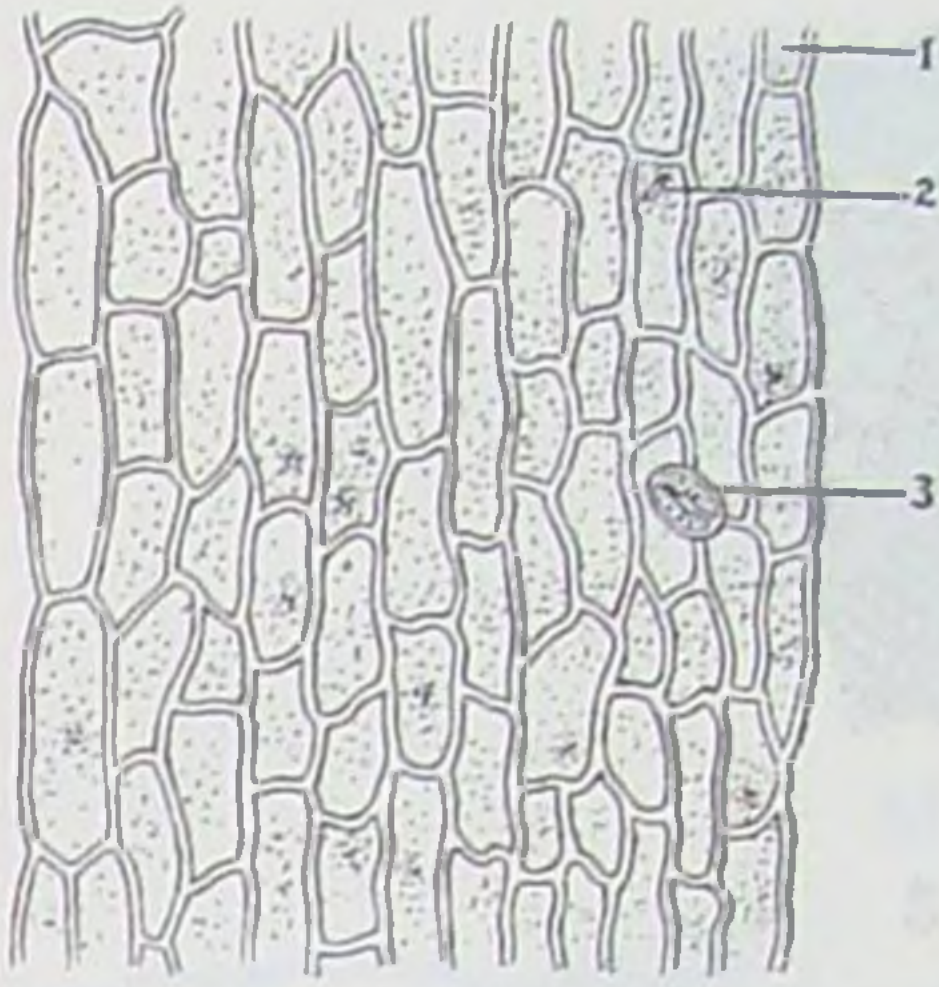
FOTOGRAFIA N<sup>o</sup>. 10.—Una asociación de frailejones de los Llanganates (cortesía del Sr. Luciano Andrade Marín)



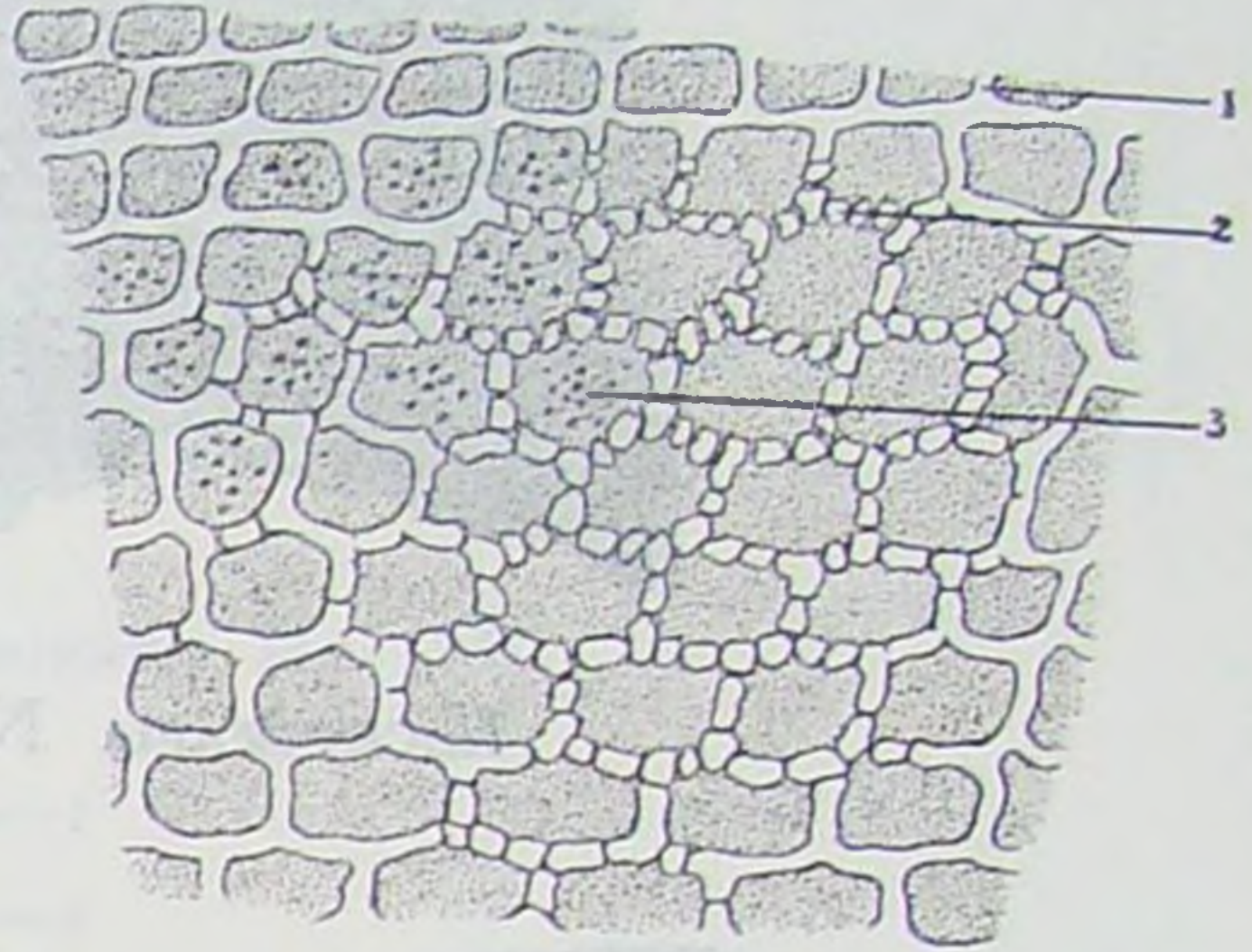


FOTOGRAFÍAS Nos. 8 y 9.—*Frailejones de los Llanganates*. Aspecto y magnitud de los ejemplares. Compárese con los del Páramo del Angel.  
(Cortesía del Sr. Luciano Andrade Marín)





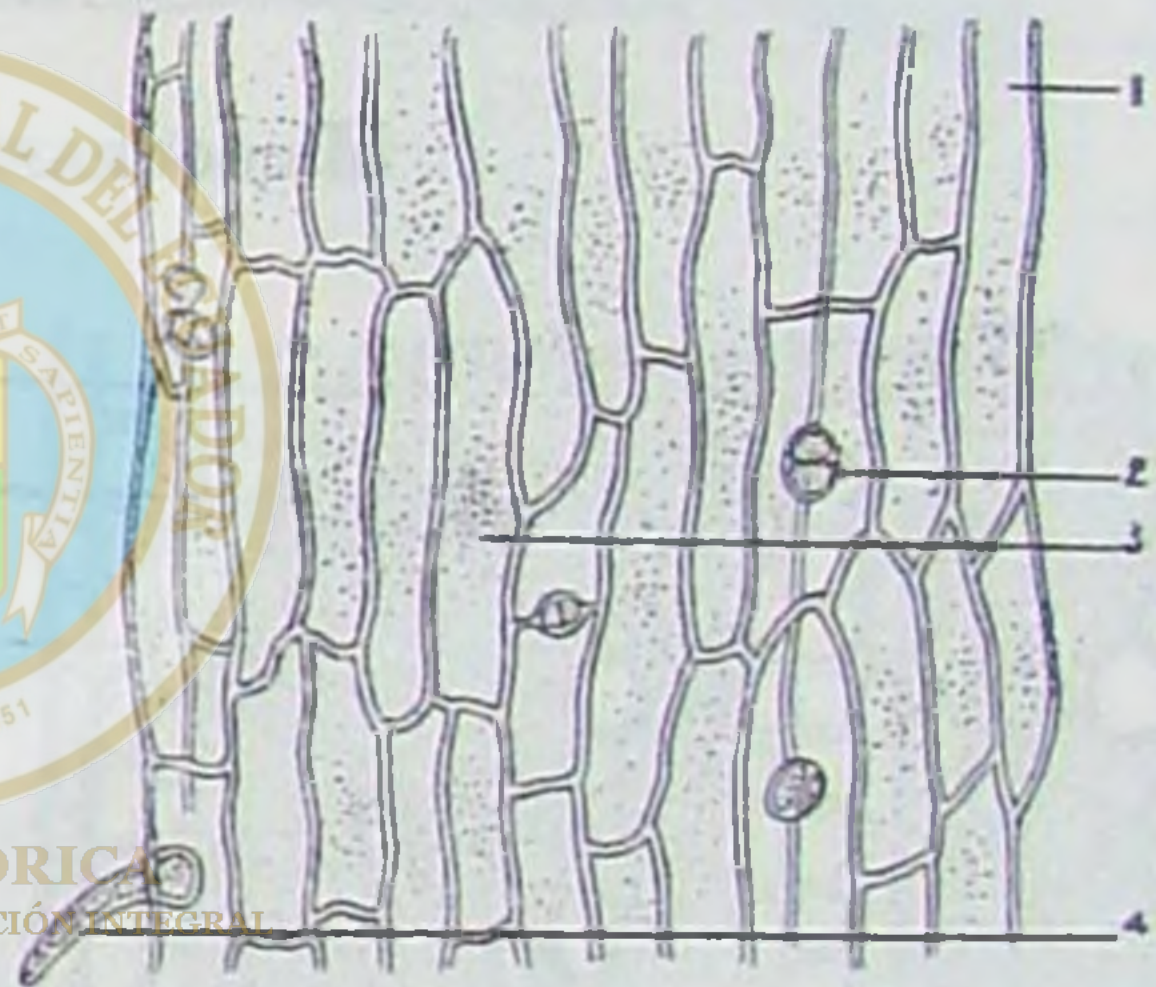
MICROGRAFIA No. 2



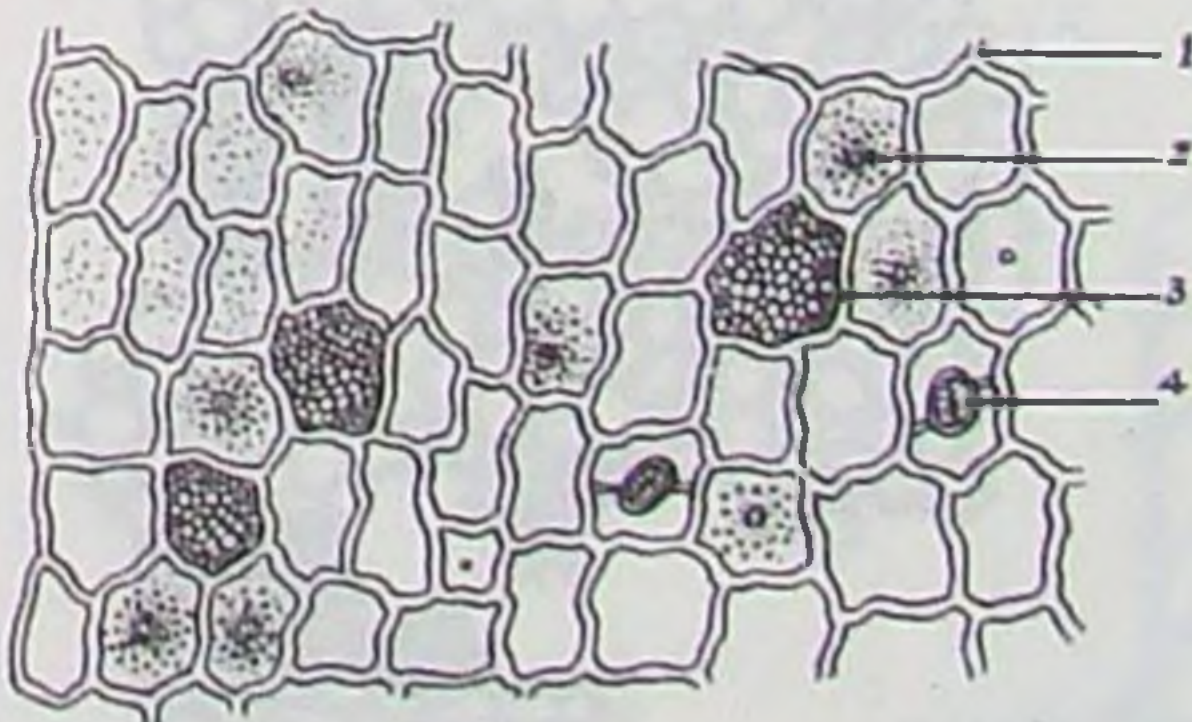
MICROGRAFIA No. 3



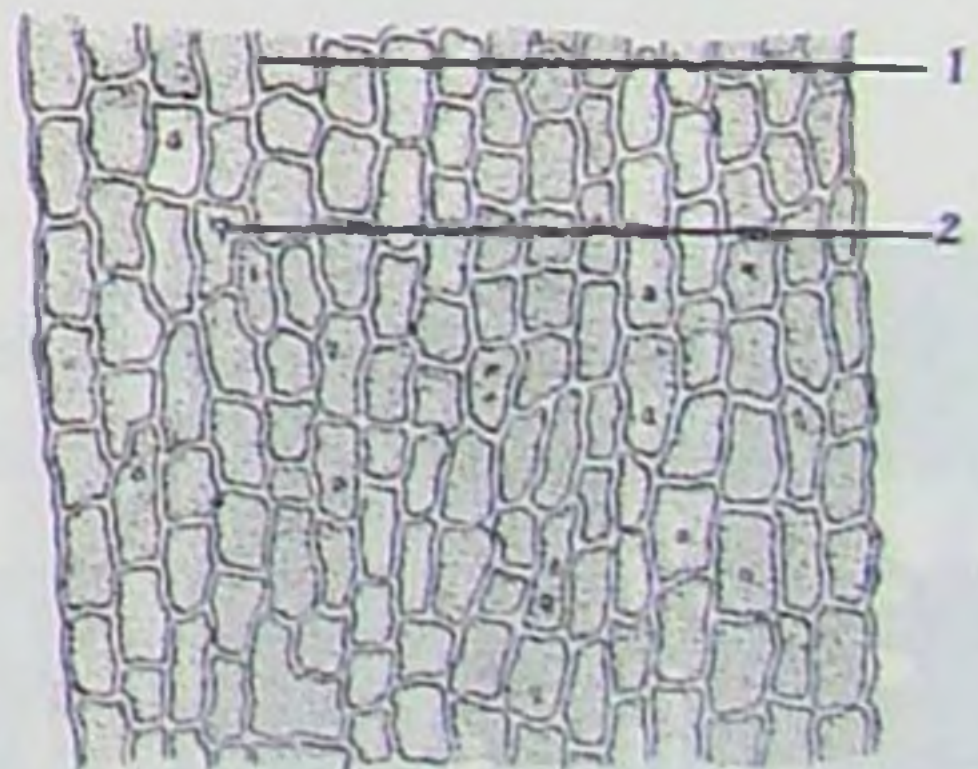
MICROGRAFIA No. 4



MICROGRAFIA No. 5

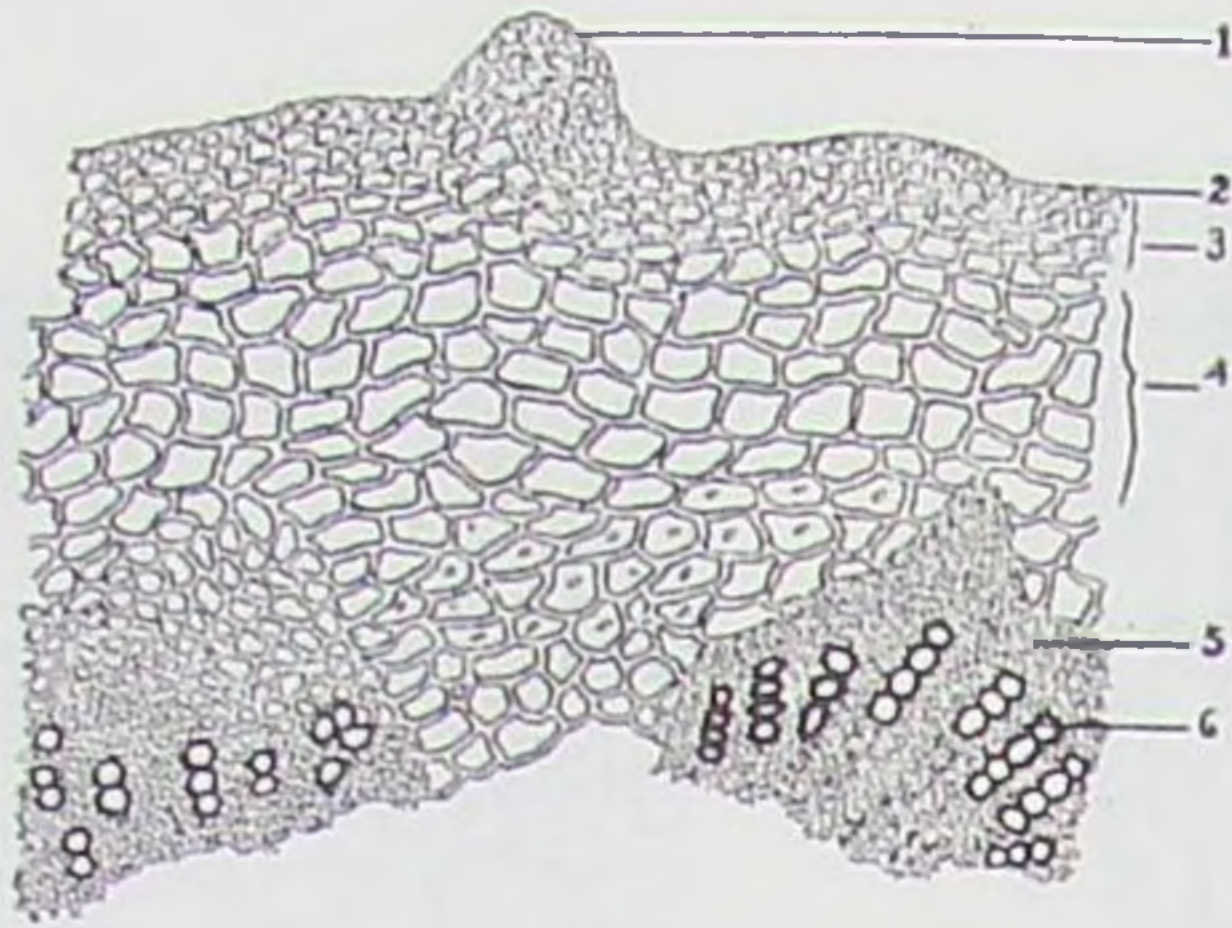


MICROGRAFIA No. 6

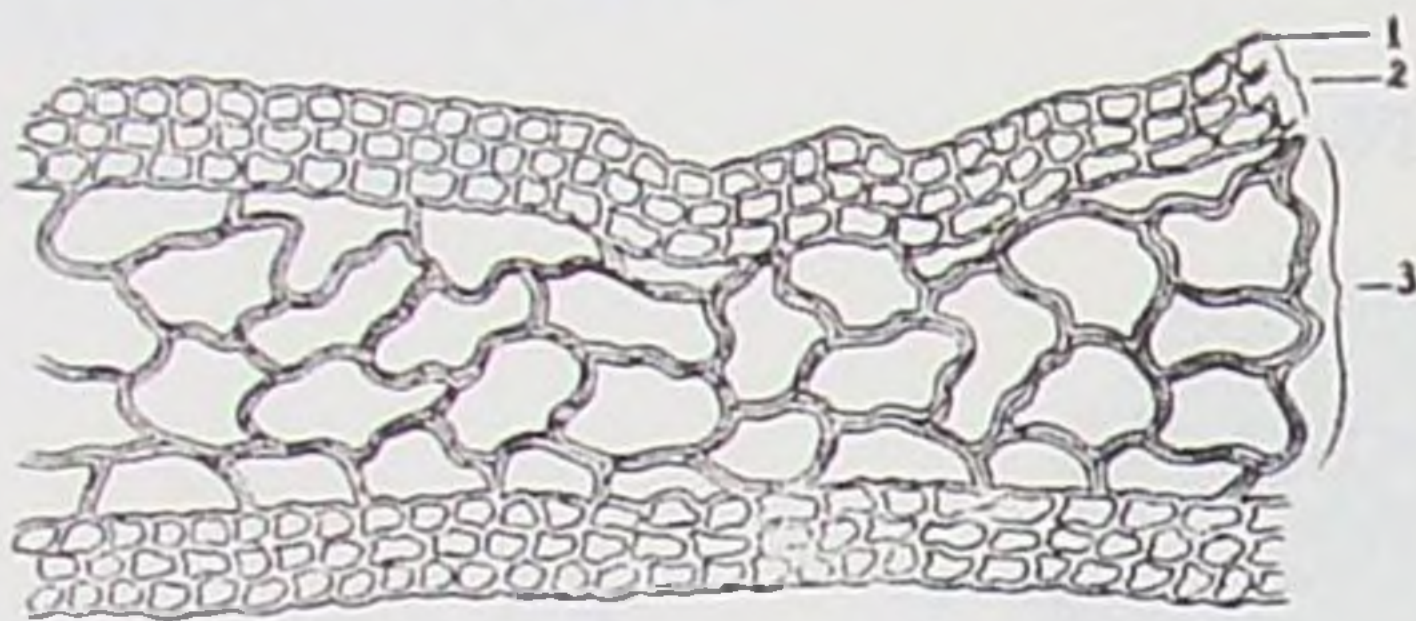


MICROGRAFIA No. 7

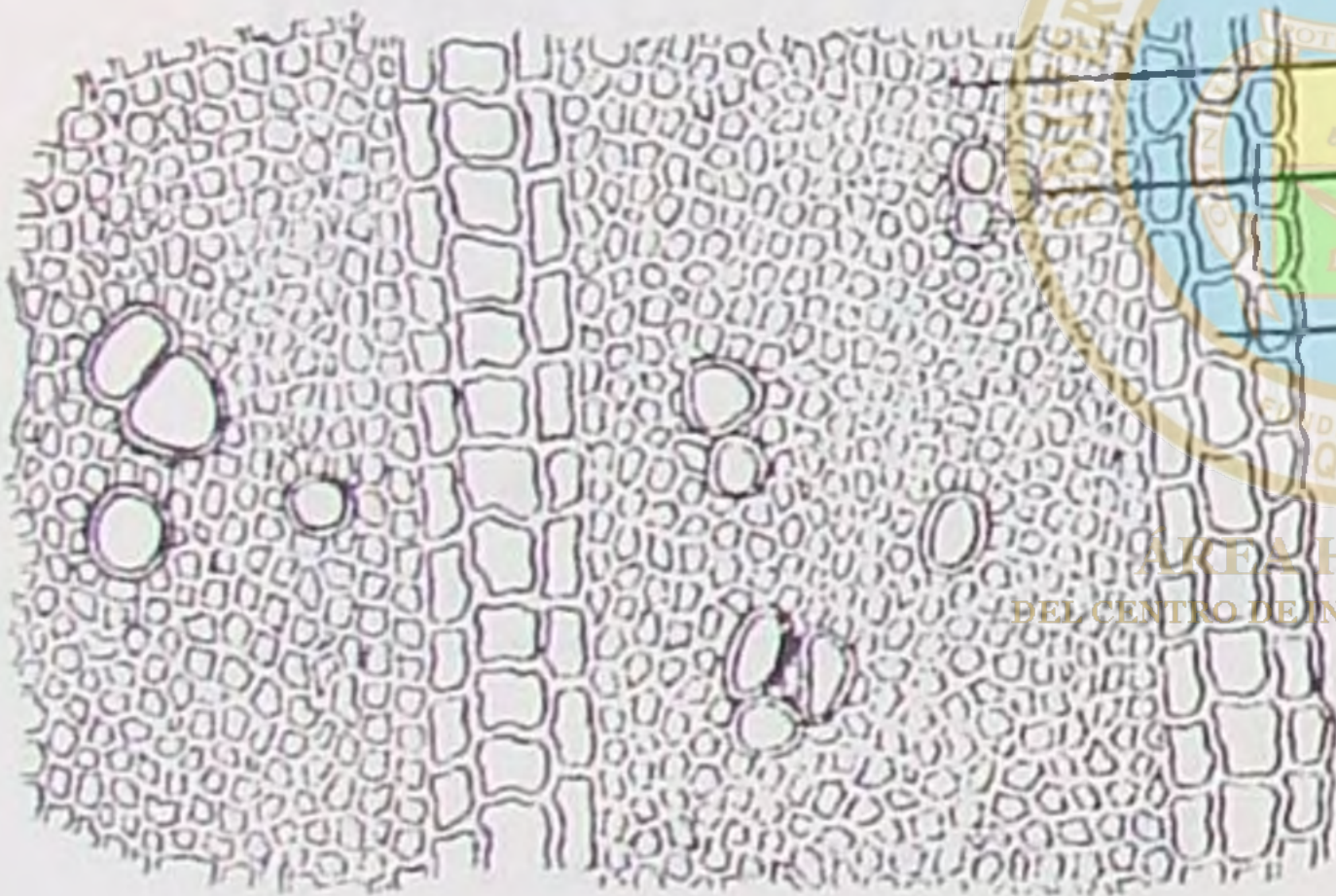




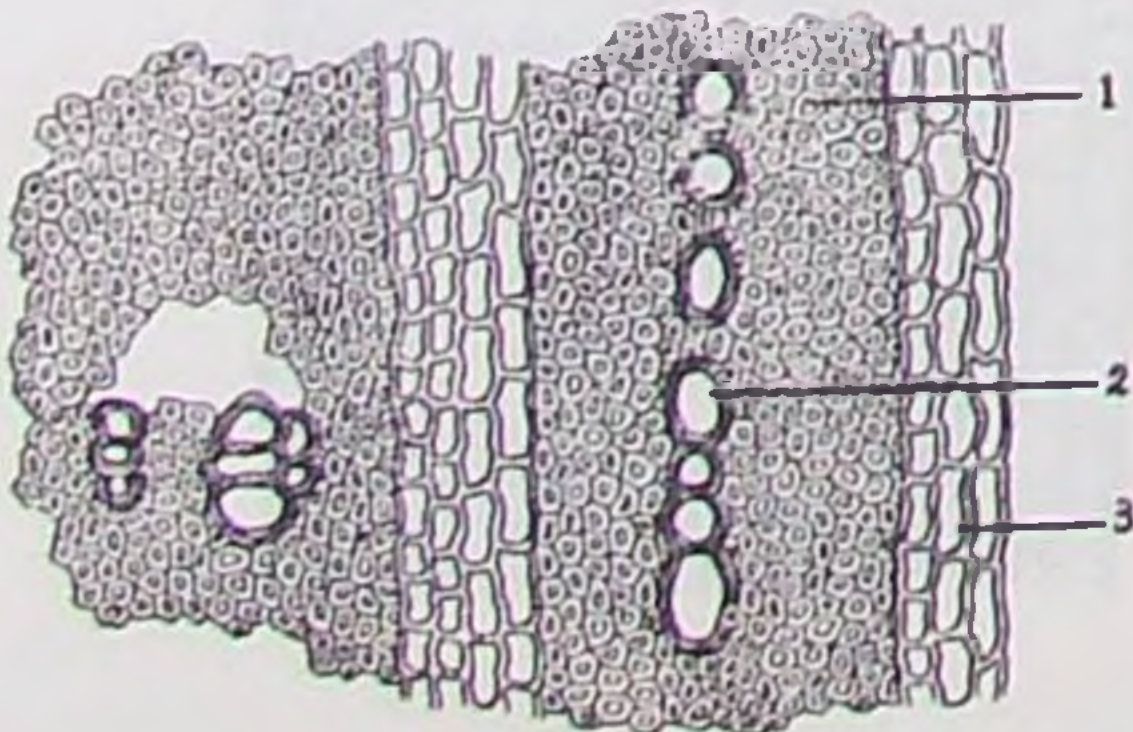
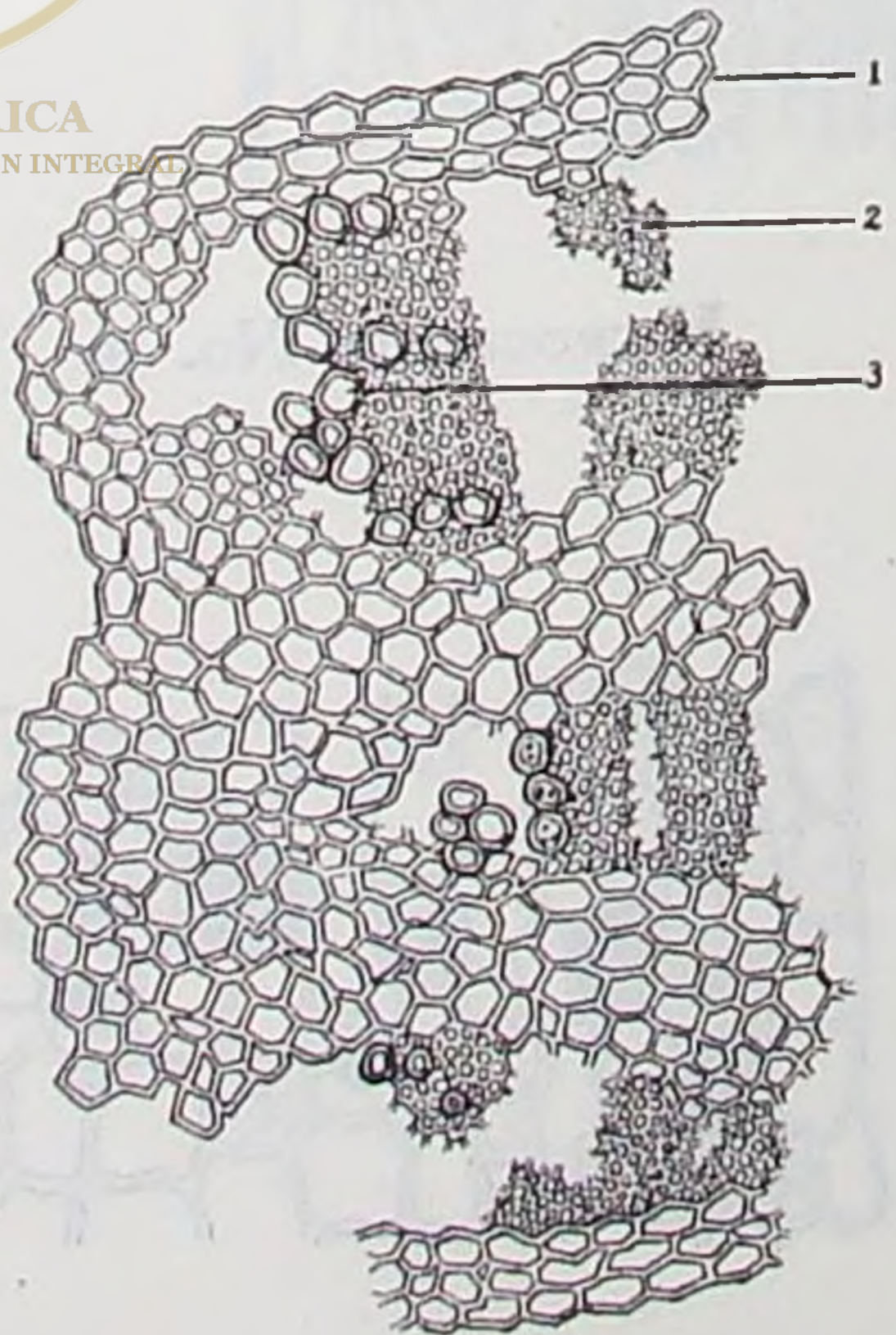
MICROGRAFIA No. 8



MICROGRAFIA No. 9



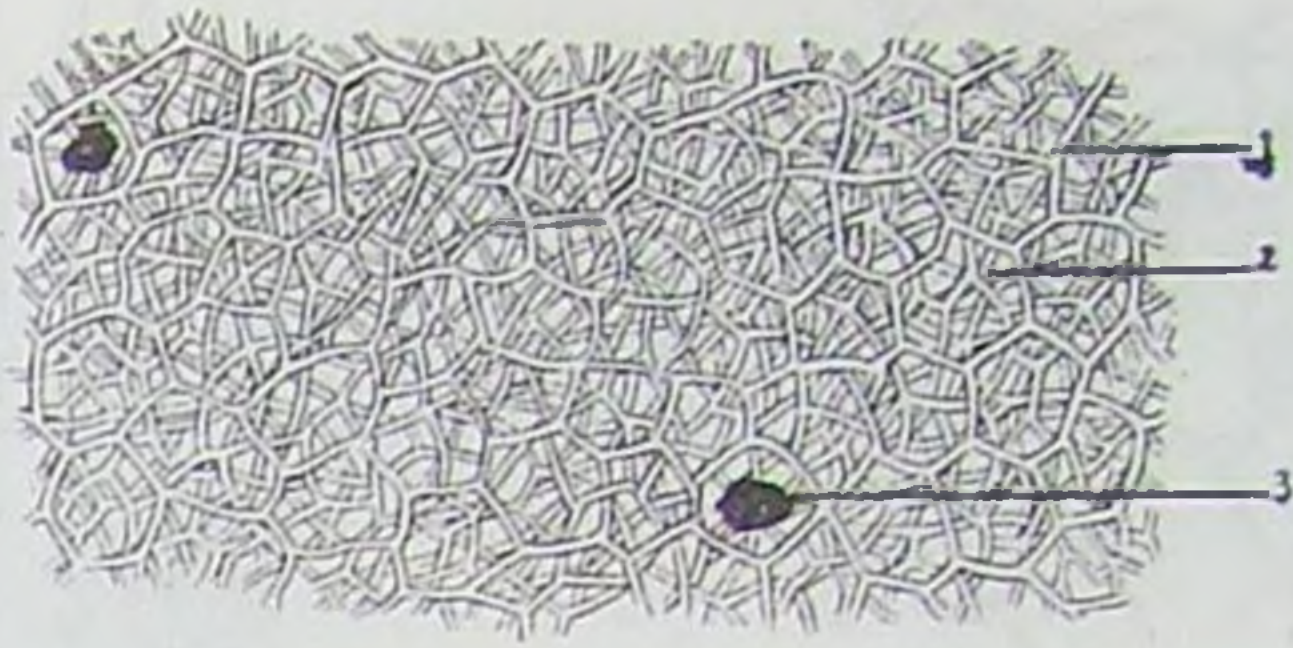
MICROGRAFIA No. 10



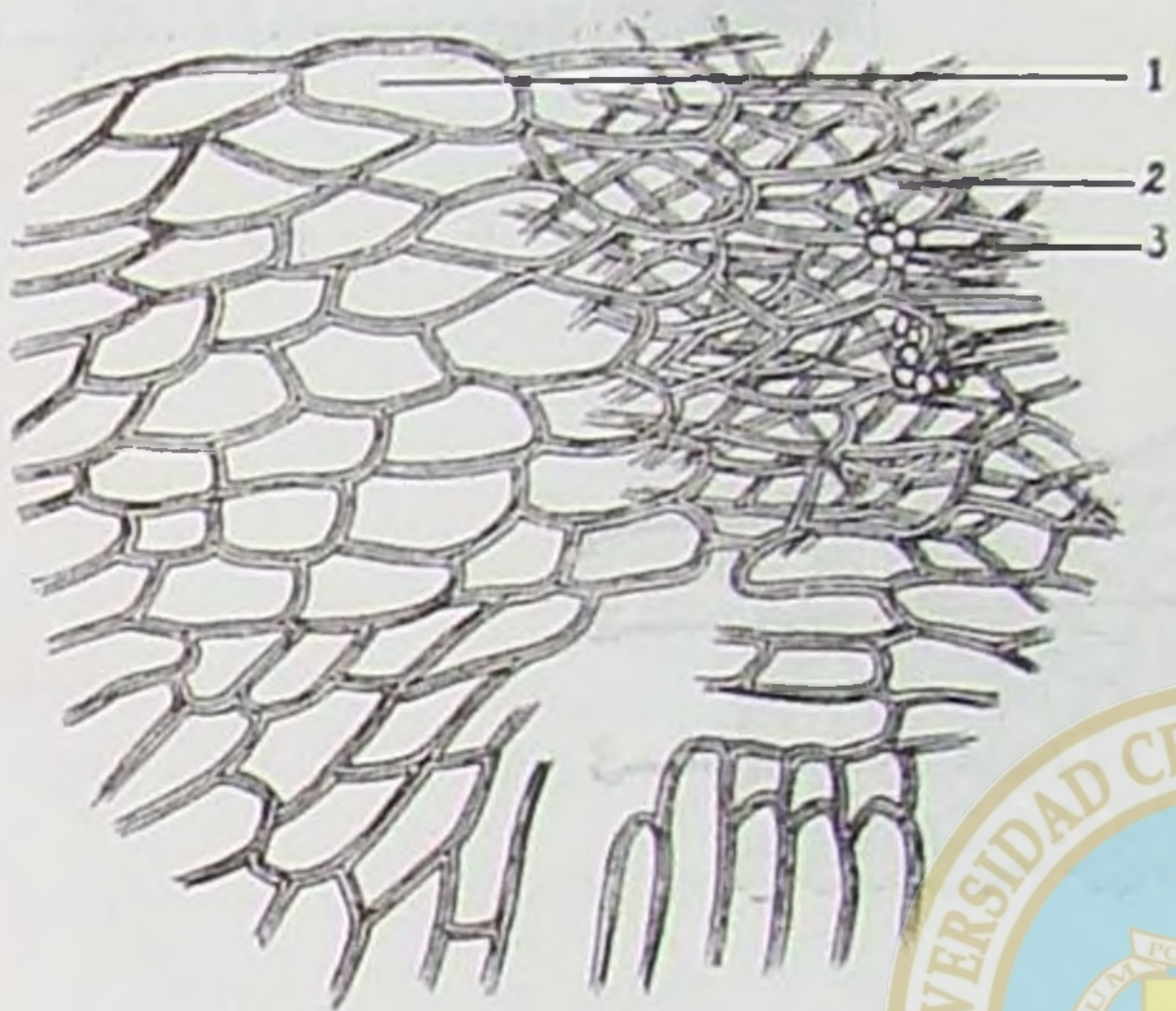
MICROGRAFIA No. 11

MICROGRAFIA No. 12

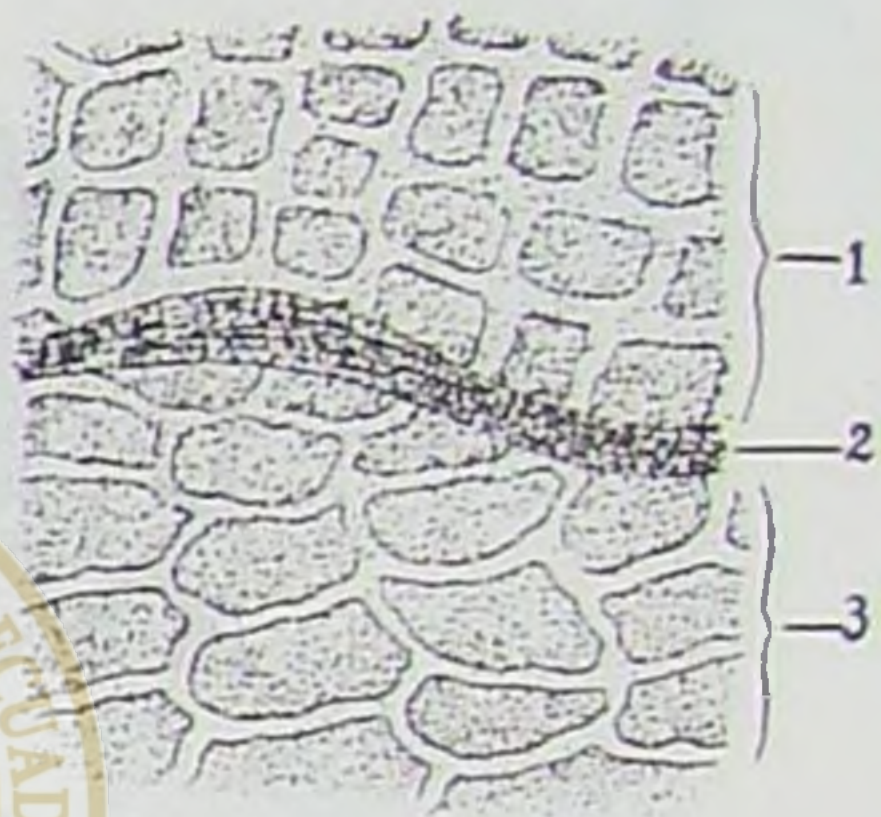




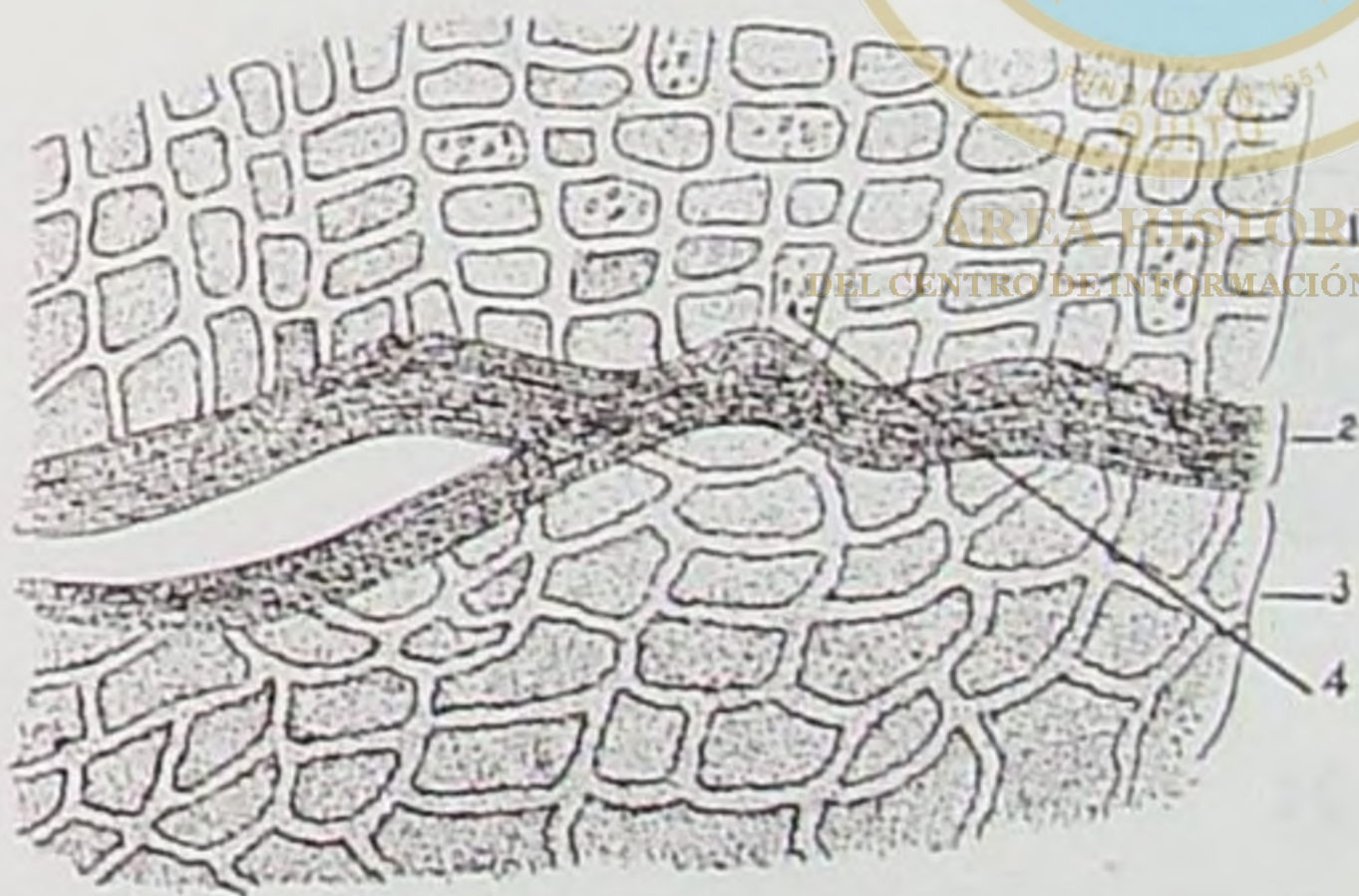
MICROGRAFIA No. 13



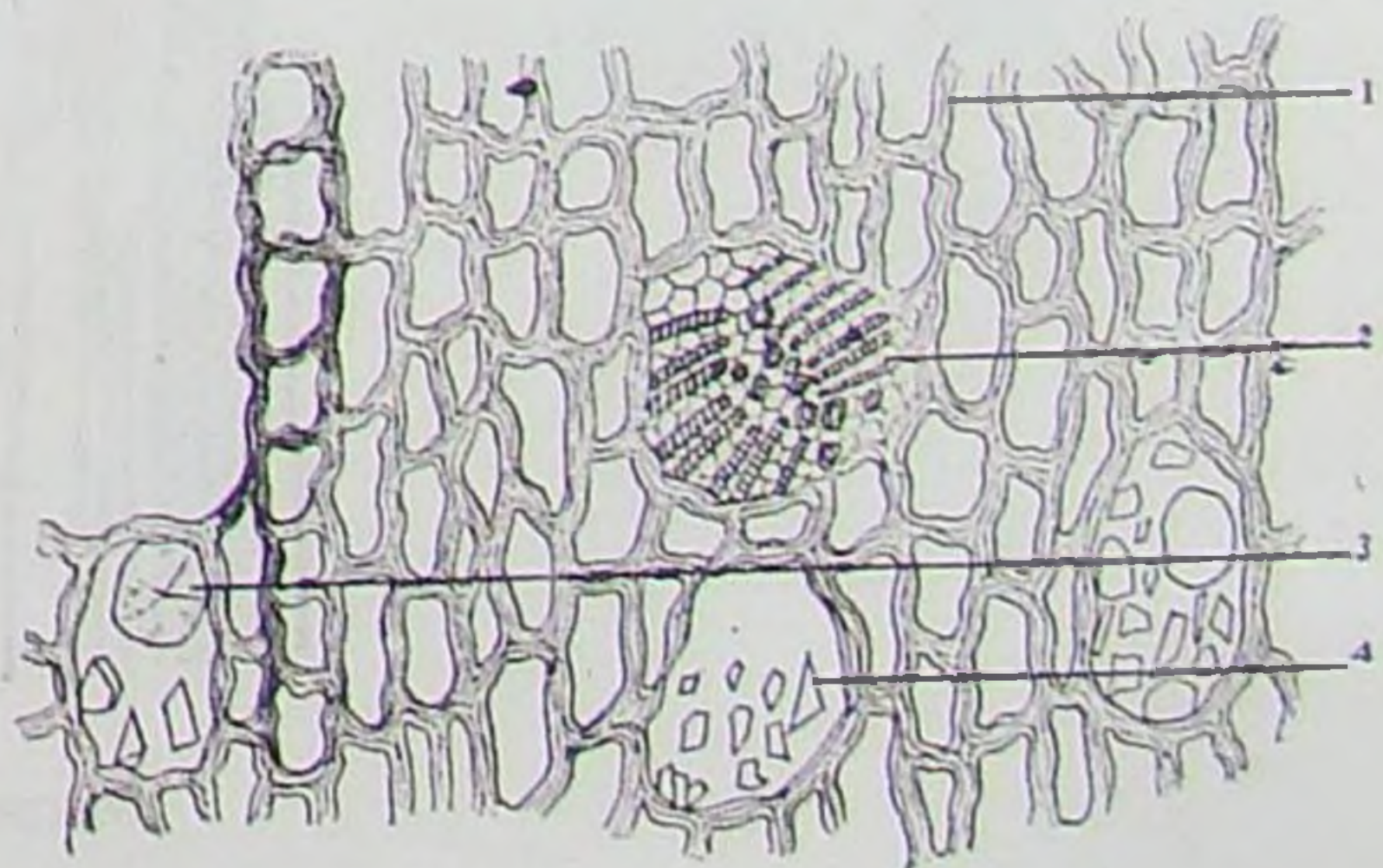
MICROGRAFIA No. 14



MICROGRAFIA No. 16

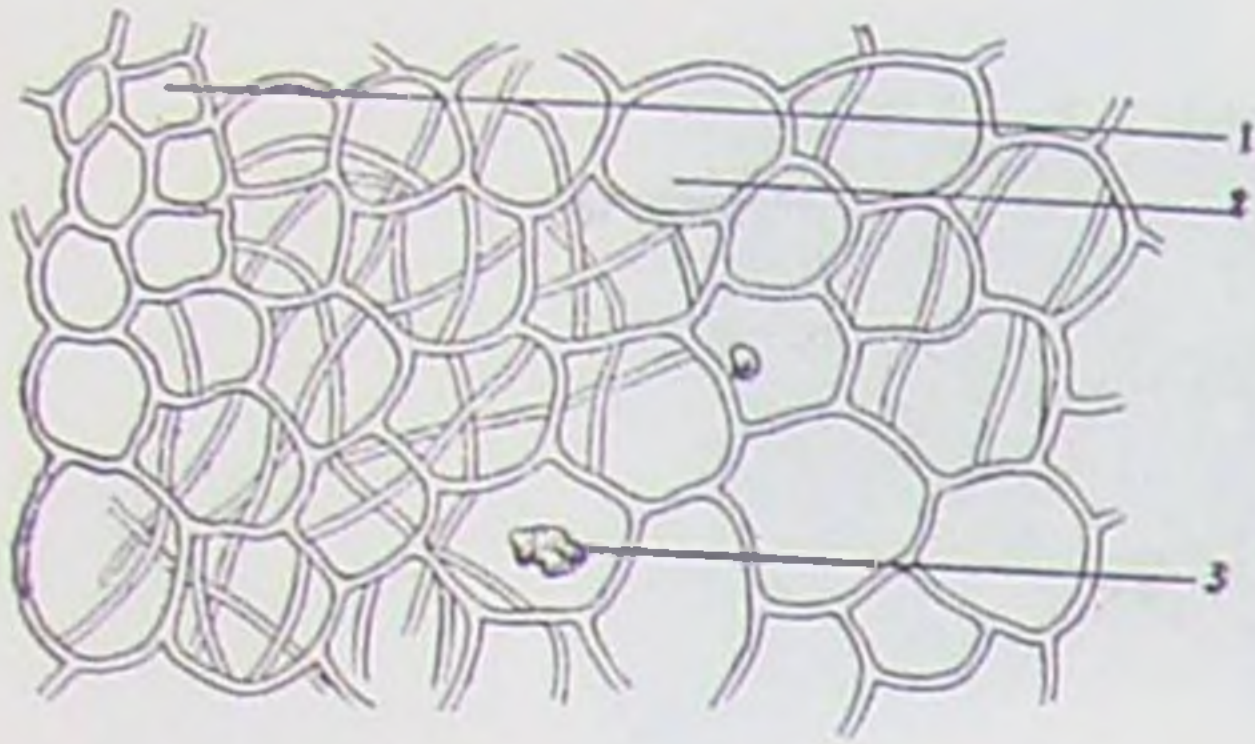


MICROGRAFIA No. 15

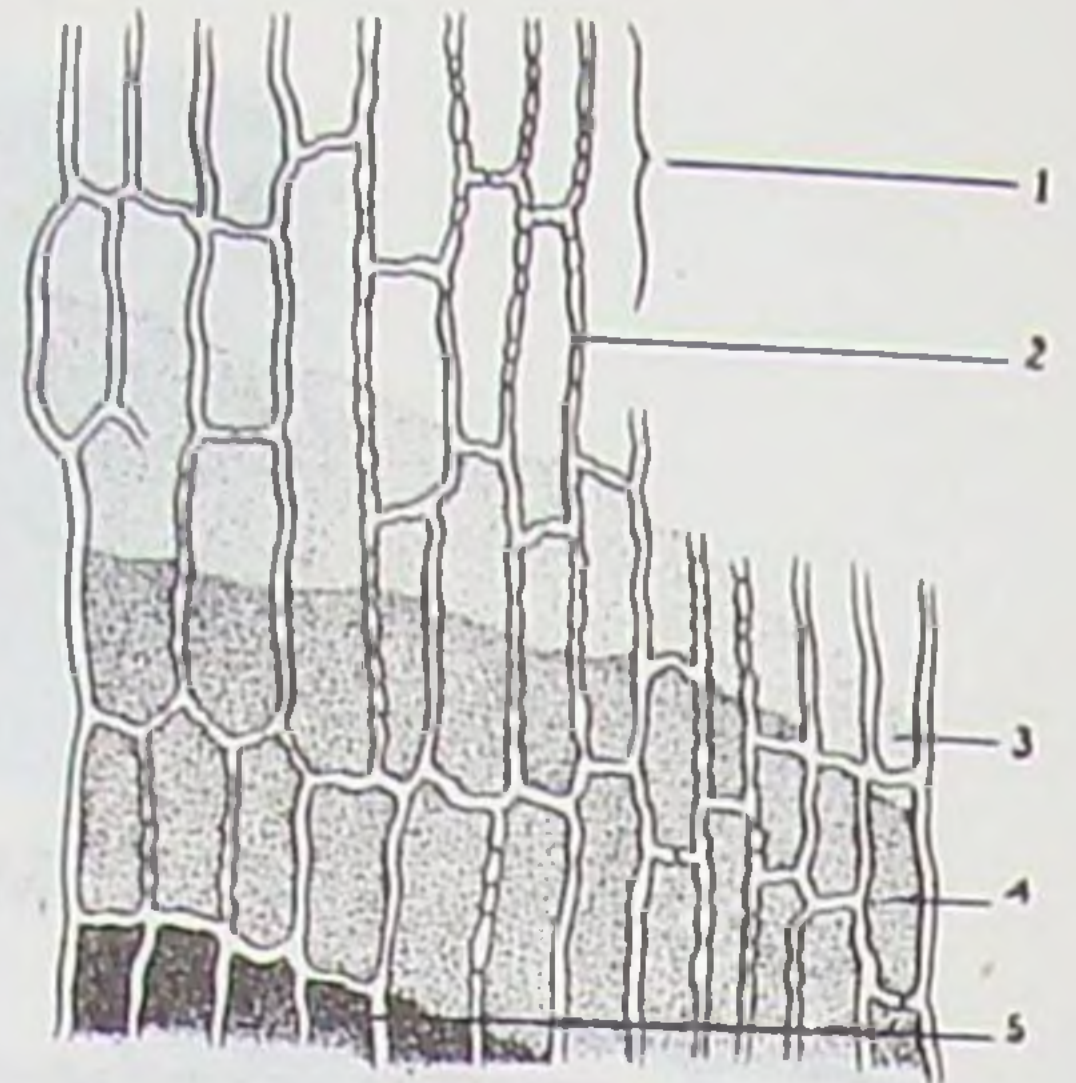


MICROGRAFIA No. 17





MICROGRAFIA No. 18



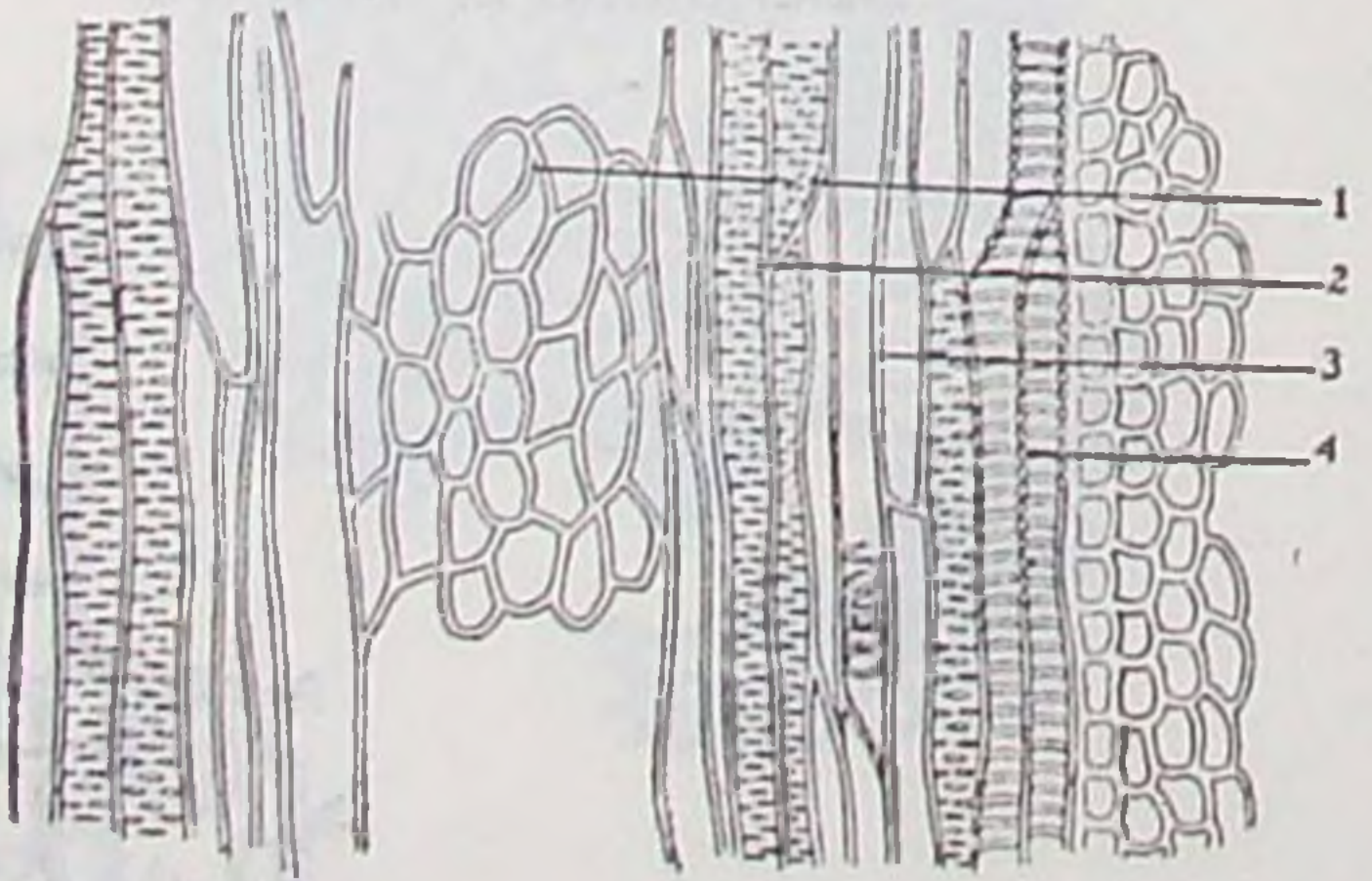
MICROGRAFIA No. 19



MICROGRAFIA No. 20



MICROGRAFIA No. 21

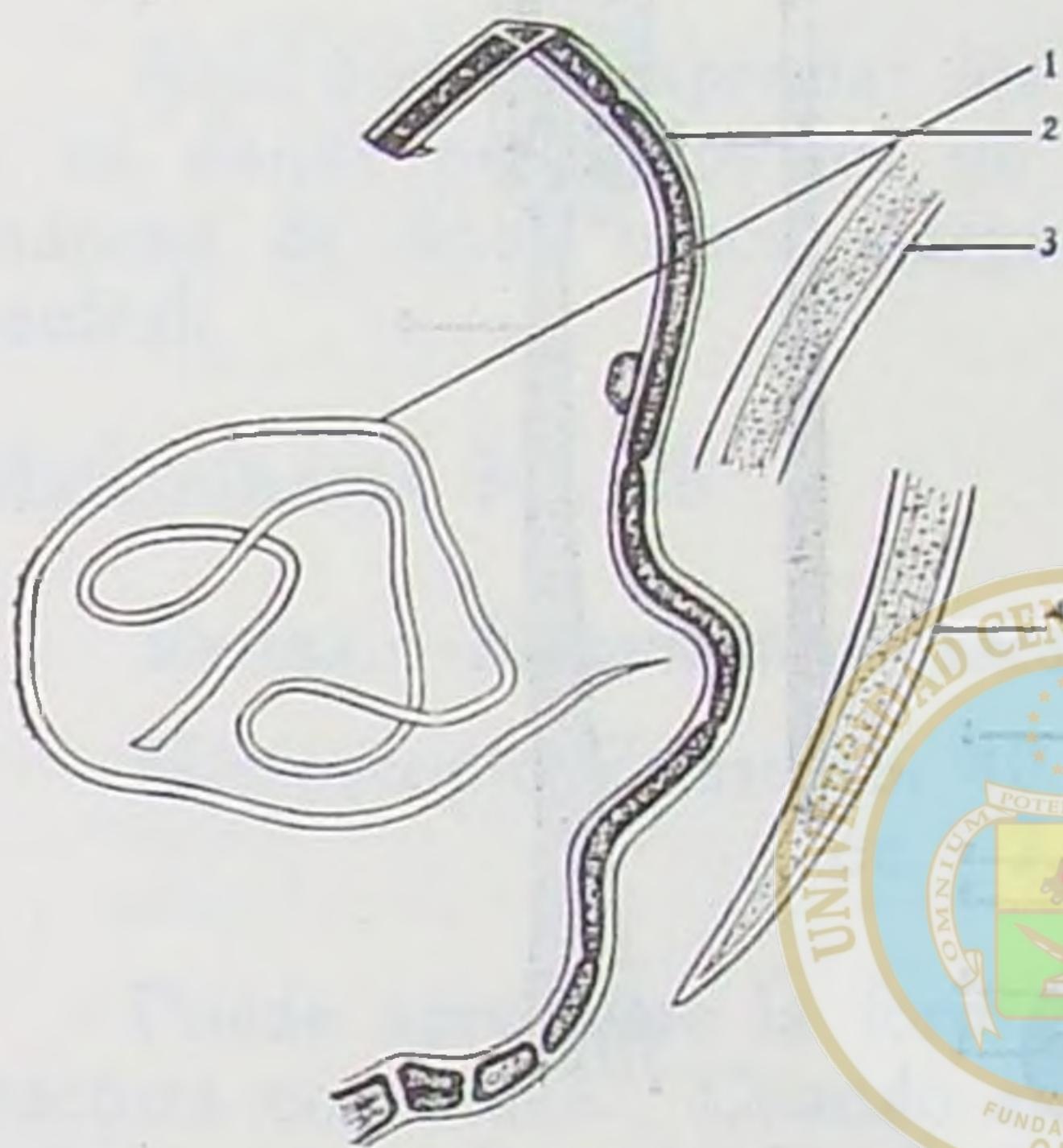


MICROGRAFIA No. 22





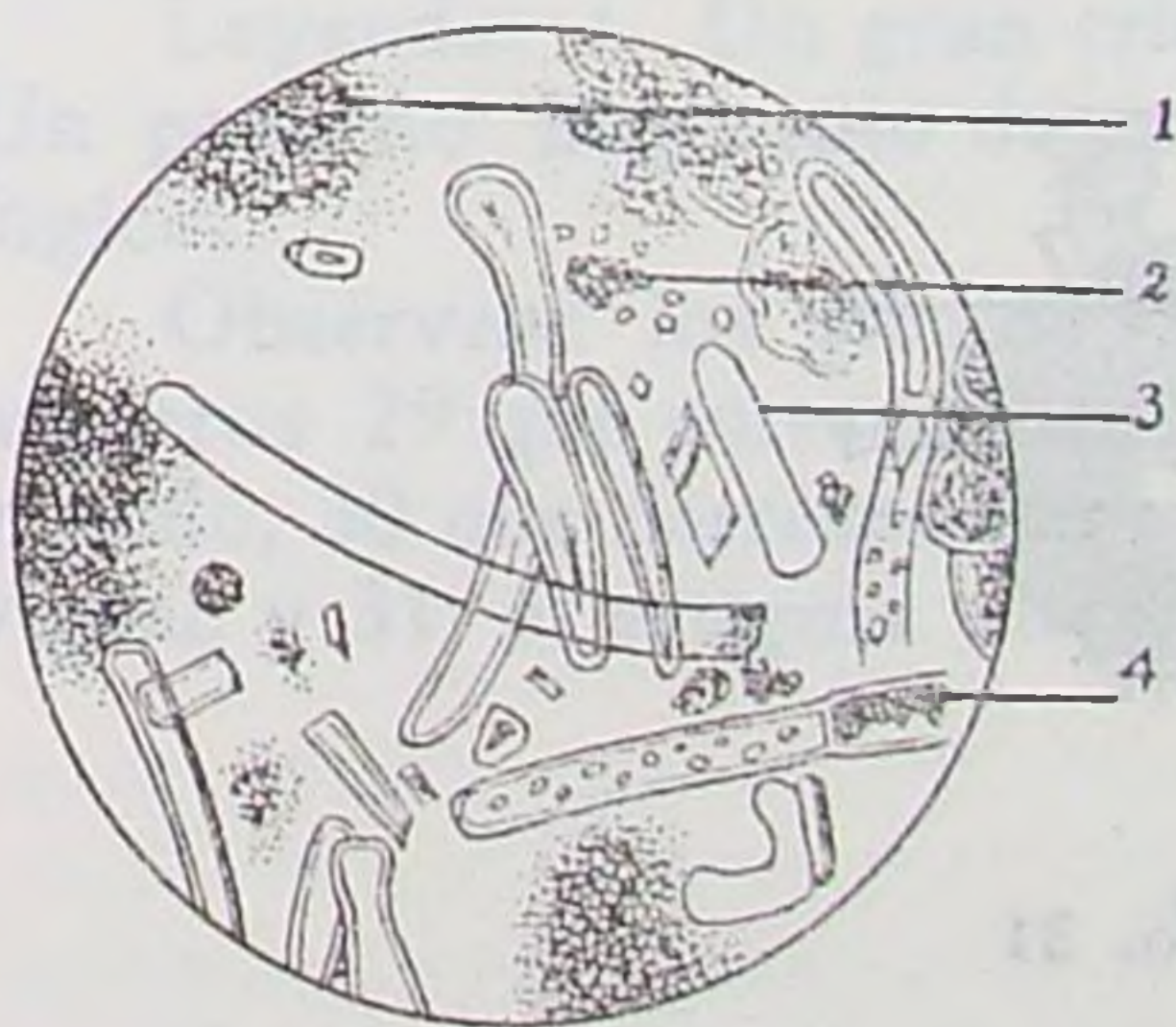
MICROGRAFÍA No. 23



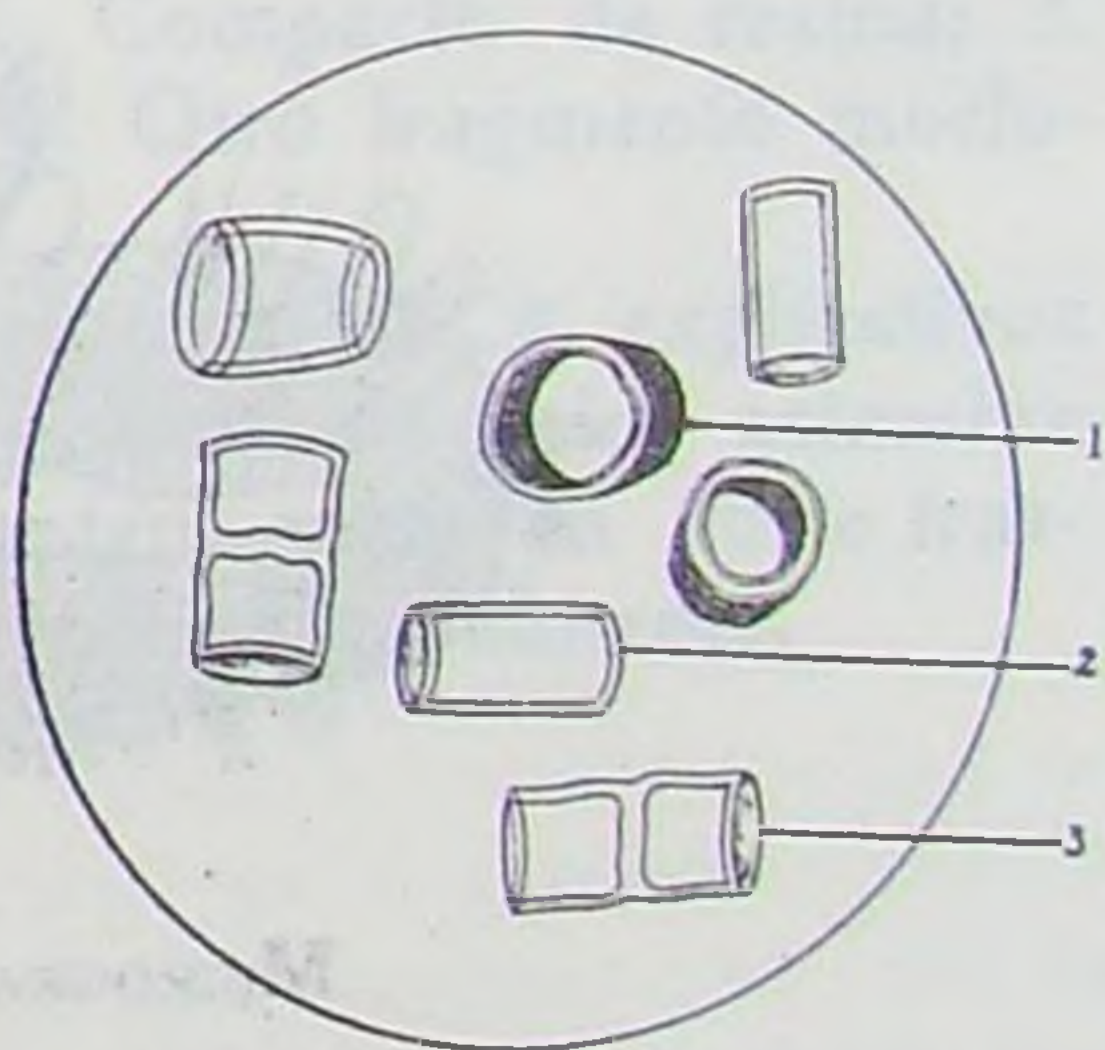
MICROGRAFÍA No. 24



MICROGRAFÍA No. 25

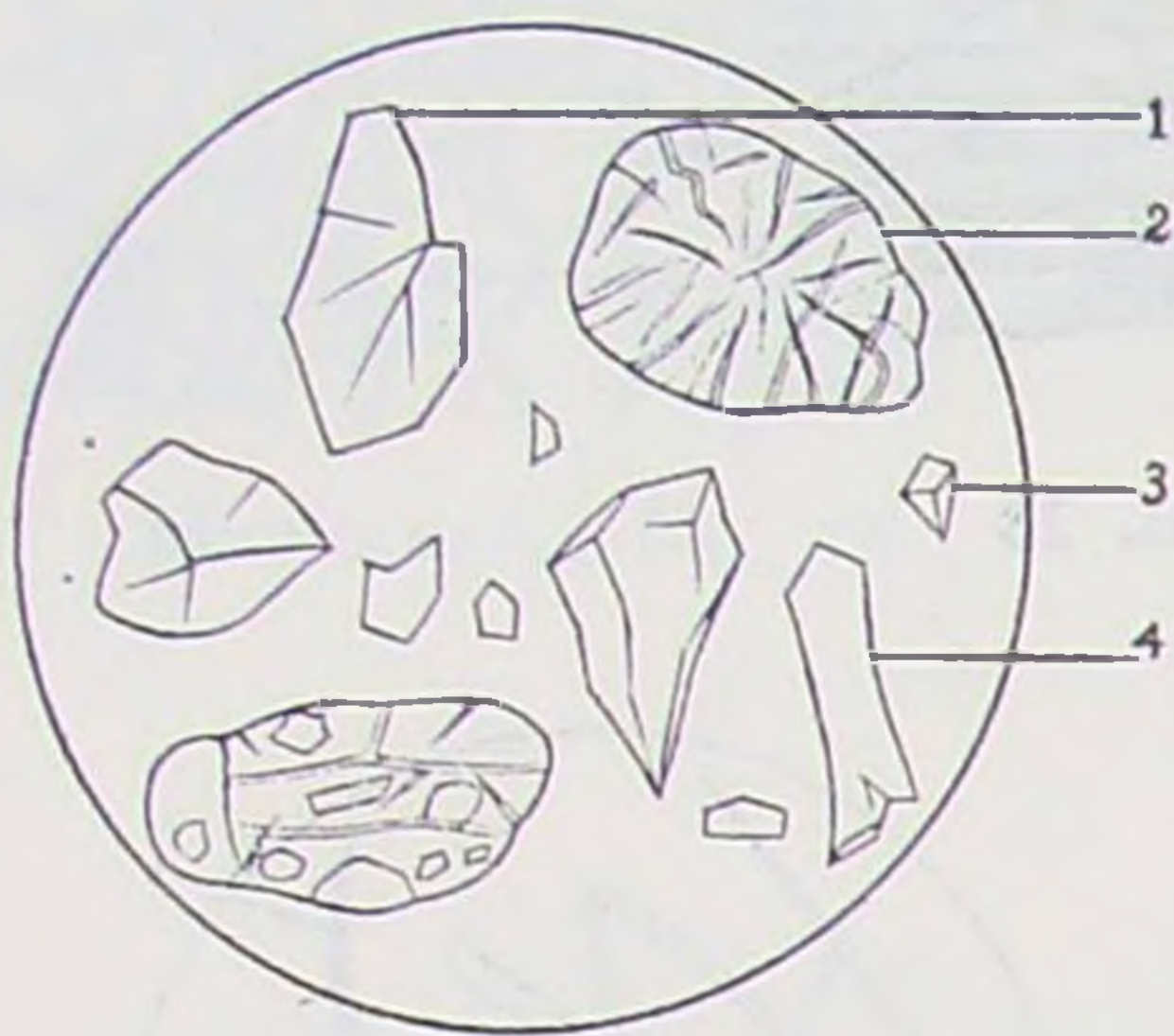


MICROGRAFÍA No. 26

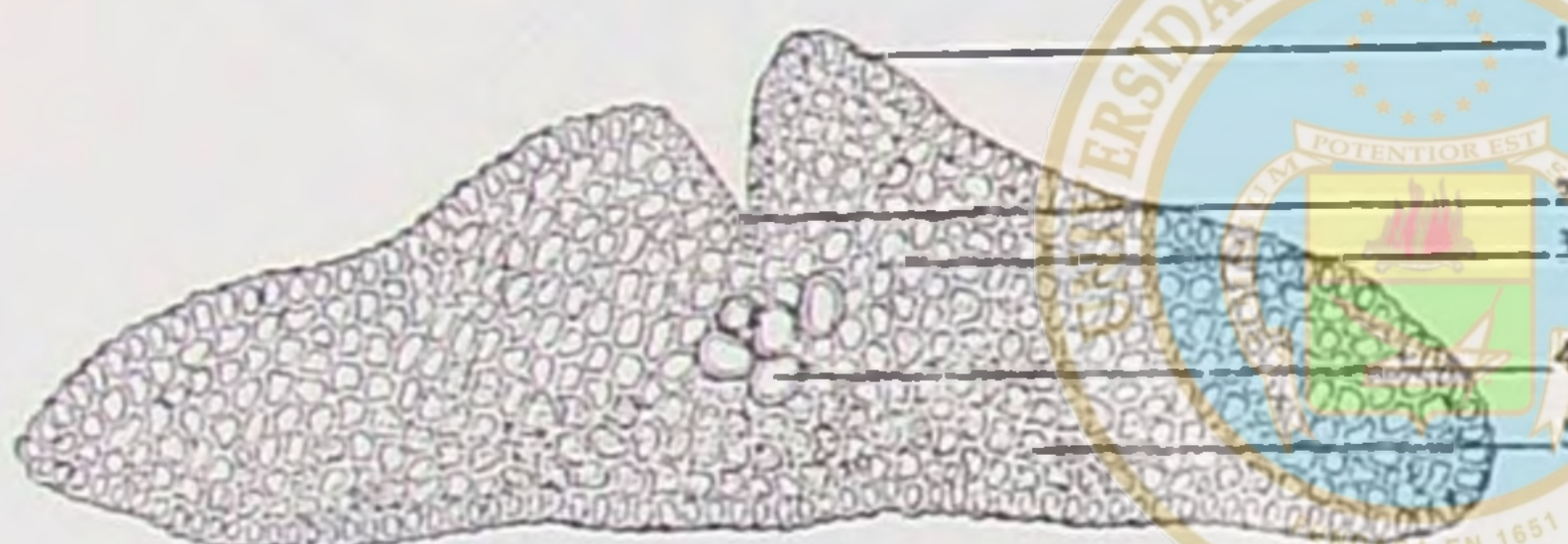
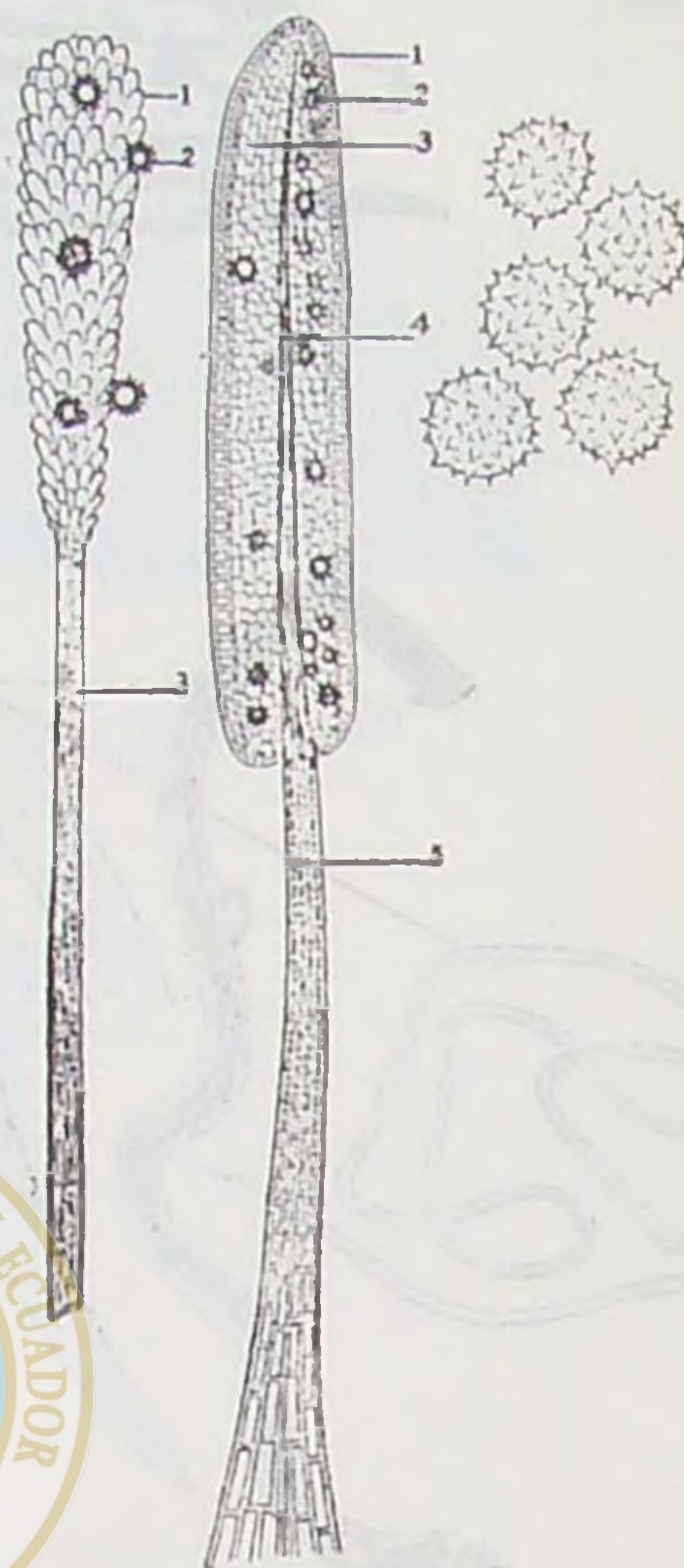


MICROGRAFÍA No. 27

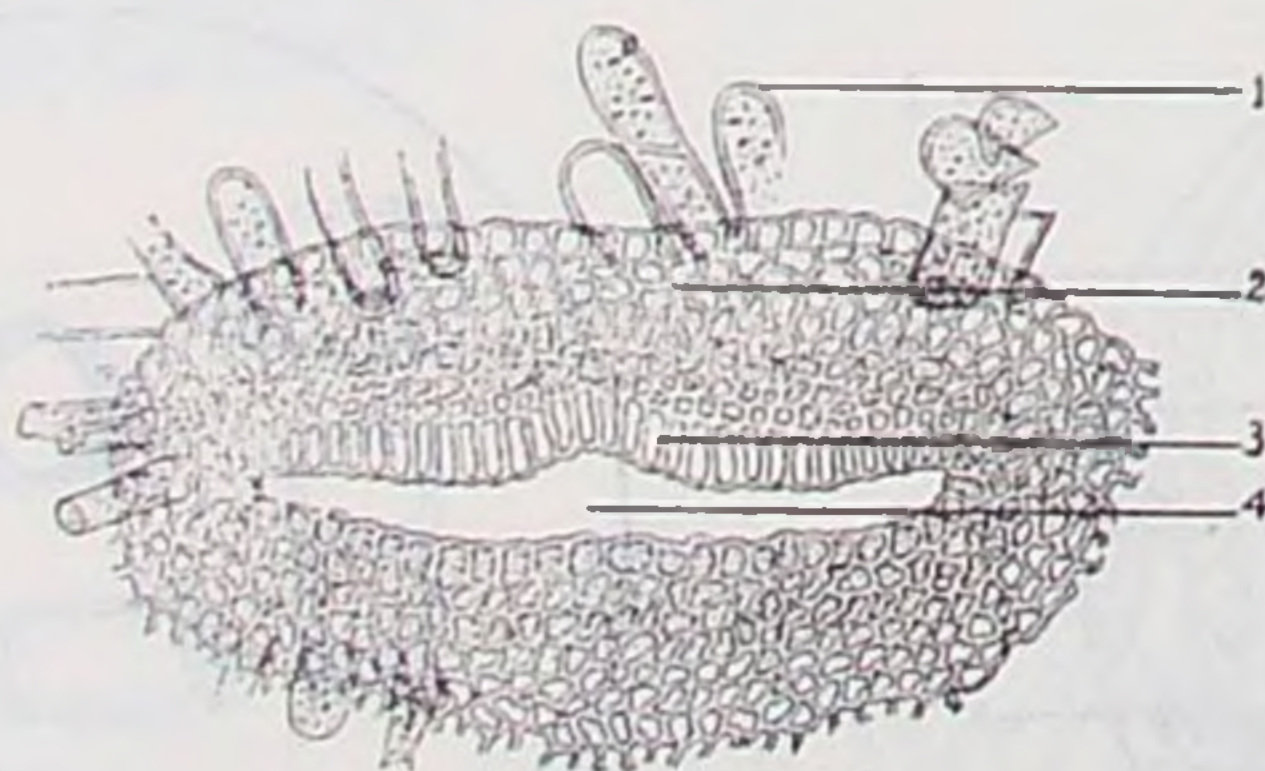




MICROGRAFIA No. 28



MICROGRAFIA No. 30 **ÁREA HISTÓRICA** MICROGRAFIA No. 29  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL



MICROGRAFIA No. 31



distinguir un artículo. Por lo demás la preparación se presenta con un gran número de fragmentos de pelos.

#### MICROGRAFÍA N°. 27

*Corte transversal de los pelos del pedúnculo floral.*

Microscopio Zeiss: ob. 40.

oc. 15.

Aquí podemos apreciar los pelos vistos transversalmente y en donde probamos que no son planos, sino redondos, a manera de finos tubos alargados, dejando hueca la parte central.

#### MICROGRAFÍA N°. 28

*Resina.—Fragmentitos sacados de la base del tallo.*

Microscopio Zeiss: ob. 40.

oc. 7.

Puede apreciarse la forma de estos pequeños cristales; fractura concóidea. Cuando se aplastan con una espátula el cubre, y se aplica el calor de la mano, los cristalitos se descomponen. Algunos compactos de resina se destacan fácilmente de los pequeños cristales.

Leyenda: 1. Un gran cristal; 2. Compacto de resina; 3. Un pequeño fragmento de resina; 4. Otro fragmento morfológico.

Obsérvese los dibujos complementarios y explicativos números 29 que corresponde a los gramos de pelo, estambre y estilo, 30 que corresponde a una antena vista en corte transversal, y 31 el estigma visto también transversalmente.

Del estudio micrográfico de esta especie se deduce fácilmente las siguientes explicaciones:

1°. La presencia de gran cantidad de pelos casi en todos los órganos externos (con excepción de la corola y de



los órganos sexuales); lo cual se explica ecológicamente, por el medio en que viven, como la mayor parte de las plantas de páramo.

2º. La presencia de resina en los elementos del floema, así como en las hojas, pedúnculos florales, etc., semejando por esto a otras plantas ecológicas de clima frío, como son las coníferas.

3º. Las capas subéricas y el corcho mismo que se muestra bien caracterizado.

4º. El poco número de estomas que se presenta en las hojas de esta especie; explicación ecológica, al respecto sería: la irregularidad del ambiente, produciendo una desigual evaporación y transpiración. La temperatura del medio en que vive es fría (8,5 grados); pero las corrientes aéreas hacen que se modifiquen aún más los fenómenos higrométricos del ambiente o del medio.

OBSERVACIÓN 1. Al referirme a 1º. *Posición sistemática de la espeletia grandiflora*, en el acápite segundo, debe añadirse: sinonimia: *Espeletia Hartwegiana* Schultz Bip. mscr.—Cuatrecasas.—«Observaciones geobotánicas en Colombia».

OBSERVACIÓN 2. En 5 usos y aplicaciones, añádase al último; «según Smith y Kock, la resina producida por la *Espeletia*, se emplea a veces como sustitutivo del incienso en las iglesias y aún en ciertas regiones se la utiliza en la fabricación de tinta de imprenta.»



## III

## PARTE QUIMICA

## PROLOGO

Al presentar la tesis para la obtención del título de Doctor en Farmacia, he querido que mi estudio vaya dirigido sobre algo Nacional, para así dar a conocer lo que en nuestro suelo poseemos; por eso he elegido el estudio Químico-Botánico del Espeletia Grandiflora, llamado comunmente «Frailejón»; planta que se encuentra en la Provincia del Carchi, ocupando grandes extensiones de terreno.

Hasta hoy no se ha efectuado ningún estudio químico ni botánico de esta planta y he querido aplicar mis conocimientos, estudiándola, siquiera someramente; ya que su estudio está hecho solamente del pelo, parte principal de la planta en su aplicación industrial. No quiero decir con esto que encontraréis descubrimientos, invenciones de fórmulas químicas, no. Es tan sólo el fruto de mis años de estudio, la demostración de los conocimientos adquiridos en la Casona e inculcados por las sabias enseñanzas de mis PROFESORES, a quienes debo todo cuanto poseo.

Mi anhelo, con este trabajo, es: que sea el primer peldaño, y quizá sirva de base para que, luego, entren de lleno en el estudio de la planta y, entonces, vean claramente que allá, en las soledades del Carchi, donde sólo se siente el viento y se ve el hielo y la escarcha, hay algo que deben preocuparse para el provecho individual y colectivo: individual, porque al implantar una industria para la producción de celulosa, tendría óptimos frutos el que lo hace, ya que la celulosa se emplea para la obtención de diferentes productos muy usados en todas partes; colectiva, porque en una industria se necesita el «manus operandi» y así encontrarían trabajo aquellos que no lo tienen.

EL AUTOR.



## ESTUDIO QUIMICO

El estudio químico del pelo lo he hecho de todas las sustancias dosificables, según lo que sigue:

### DOSIFICACIÓN DEL AGUA DE LA HOJA

La cantidad de agua existente en la hoja del frailejón obtuve por diferencia de un peso determinado de la hoja cuando fresca y joven del peso al ser desecada en la estufa.

En una cápsula de porcelana, desecada y pesada, tomé una cantidad determinada de hojas de frailejón fresco y joven; coloqué en la estufa y elevé la temperatura hasta 105°; desequé y pesé. Estas operaciones las hice hasta que dos pesadas me dieran resultados constantes; obteniendo así las siguientes cantidades:



Peso cápsula vacía .....	26,7635
« « con sustancia .....	30,7735
Frailejón empleado .....	4,0100

Peso cápsula con sustancia desecada .....	28.4000
» » » » no desecada .....	30,7735
Cantidad de agua en 4,01 .....	2,3735

Agua en 100:

$$\frac{2,37,35 \times 100}{4,01} = 59,189$$

El por ciento de agua en el frailejón (hoja) 59,189 %.

### DOSIFICACIÓN DE LAS CENIZAS DE LA HOJA

Cenizas son la sustancia de una planta que queda después de destruir la materia orgánica por calcinación; estas cenizas



están constituidas sólo por cuerpos minerales, ya que los cuerpos orgánicos desaparecen al calcinarlos.

La dosificación lo hice según el método siguiente:

Tomé una cantidad, pesada exactamente, de hojas de frailejón en crisol previamente calcinado y pesado, y calciné hasta que el producto de la calcinación quede completamente blanco; entonces lo puse en el desecador para su enfriamiento; y, de la diferencia del peso del crisol vacío y del peso del mismo crisol con la substancia, me da la cantidad de cenizas existente en la planta empleada.

El resultado obtenido, después de las operaciones, es el siguiente:

Peso crisol vacío calcinado .....	15,2806
» de la cápsula vacía .....	25,4854
» » » » con frailejón .....	28,2872
Frailejón empleado .....	2,8018
Peso crisol con cenizas .....	15,4599
» » vacío .....	15,2806
Cenizas en 2,8018 de frailejón .....	0,1793
El por ciento:	

$$\frac{0,1793 \times 100}{2,8018} = 6,363\%$$

El por ciento de cenizas en la hoja es: 6,363.

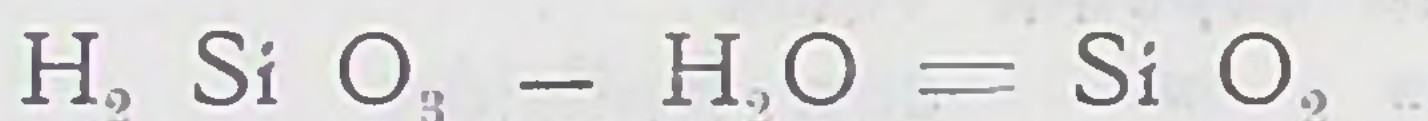
#### DOSIFICACIÓN DE LA SÍLICE EN LA HOJA DEL FRAILEJÓN

La sílice es una substancia insoluble en los ácidos, aún siendo concentrados; de esta propiedad nos servimos para su dosificación, la que hice según el método que sigue:

De las cenizas de la hoja tomé una cantidad, pesada en balanza de precisión, la coloqué en una cápsula de porcelana y añadí ácido clorhídrico (HCl) concentrado, gota a gota por las paredes de la cápsula; porque el ácido en contacto con las cenizas efervesce y al poner en mayor cantidad el ácido,



saltaría substancia, lo que alteraría la exactitud del análisis; luego, coloqué la cápsula en un B.M. (baño maría) y evaporé casi a sequedad; añadí otra cantidad de ácido clorhídrico concentrado y también lo evaporé a sequedad; además, traté con ácido clorhídrico (HCl) diluido y en un filtro cuantitativo puesto en un embudo, filtré, haciendo pasar toda la substancia al filtro; coloqué el filtro junto con el embudo en la estufa, para desecarlo; hecho esto, en un crisol calcinado y pesado previamente, coloqué el filtro con la substancia para calcinarle fuertemente llevándole al rojo, para así transformarle en anhídrido silícico, que es insoluble; pues, según la siguiente reacción, el ácido silícico ( $\text{H}_2 \text{SiO}_3$ ) pierde una molécula de agua y queda el anhídrido silícico insoluble.



Después de la calcinación lo desequé en el crisol y lo pesé, obteniendo el resultado siguiente:

Peso cápsula vacía.....	25,487
» » con cenizas.....	25,675
Cenizas empleadas.....	0,188
Peso crisol con sílice.....	15,300
» » vacío.....	15,263
	0,037
Menos las cenizas del papel filtro.....	0,0014
Sílice en 0,188 de cenizas.....	0,0356
El %:	

$$\frac{0,0356 \times 100}{0,188} = 18,936$$

Sílice en 100 gramos de cenizas: 18,936.

Esto en las cenizas; veremos en la hoja del frailejón:

Tenemos que 6 gr. 363 de cenizas hay en 100 gr. de frailejón. Busquemos a cuanto de frailejón corresponde el 0,188 de cenizas empleadas para la dosificación de la sílice;



Será:

$$\frac{100 \times 0,188}{6,363} = 2,954$$

Los 2,954 de frailejón tienen 0,188 de cenizas y estas cenizas contienen 0,0356 de sílice, sacados en la dosificación; luego, los 0,037 de sílice existen en 2,954 de frailejón, y en 100, será:

$$\frac{0,0356 \times 100}{2,954} = 1,205.$$

En 100 de frailejón, existen de sílice: 1,205.

#### SEPARACIÓN DEL PELO DE LA HOJA

La separación del pelo de la hoja presenta dificultad; para mi trabajo he tenido que sacarlo con tino, con la mano, para que no salgan partes de la hoja, que vendría a alterar el análisis. Un método que viene a facilitar en algo la extracción es el humedecer la hoja con sosa (Na OH) diluida y con una cuchilla ir raspandola; entonces sale el pelo solo, pero no se le extrae completamente. El cálculo que yo he hecho al extraer es que queda un 15% de pelo en la hoja.

Para la industrialización de esta planta tendrían necesidad de máquinas especiales para la separación total del pelo; de lo contrario resultaría costoso, ya que se emplearía mucha obra de mano y el resultado sería de muy poco rendimiento, además de la pérdida del 15% de materia prima, que es una cantidad apreciable.

#### DOSIFICACIÓN DE LAS CENIZAS EN EL PELO DEL FRAILEJÓN

Para la dosificación de las cenizas del pelo del frailejón, no hice sino seguir el mismo procedimiento empleado para la



dosificación en la hoja; y, como queda ya indicado, no haré sino dar a conocer los resultados obtenidos:

Peso crisol vacío .....	15,26
» » con substancia pelo .....	16,3953
Cantidad de pelo empleado ..	<u>1,1353</u>
Crisol con cenizas .....	15,28
» vacío .....	<u>15,26</u>
Cenizas en 1,1353 de pelo.....	0,02

En 100:

$$\frac{100 \times 0,02}{1,1353} = 1,761$$

El por ciento de cenizas en el pelo: 1,761.

#### DOSIFICACIÓN DE LA SÍLICE DEL PELO DEL FRAILEJÓN

Para la dosificación de la sílice, también queda indicado el modo operatorio y, lo mismo que las cenizas, no haré sino indicar los resultados obtenidos:

Peso cápsula vacía.....	26,145
» » con cenizas .....	<u>26,165</u>
Cenizas empleadas .....	0,02
Crisol con sílice .....	15,2685
» vacío .....	<u>15,26</u>
Sílice en 0,02 de cenizas .....	0,0085
Menos cenizas del filtro.....	<u>0,0014</u>
Sílice en: 0,02 de cenizas.....	0,0071

En 100 de cenizas, será:

$$\frac{0,0001 \times 100}{0,02} = 35,5\%$$



Veamos el % de sílice en el pelo:

Tenemos que el 0,02 de cenizas existe en 1,1353 de pelo, y 0,007 de sílice existe en 0,02 de cenizas; luego, 0,0085 existe en 1,1353 de pelo de frailejón, y, en 100 de pelo, será:

$$\frac{0,007 \times 100}{1,1353} = 0,6253.$$

El % de sílice en el pelo es de: 0,7453%.

#### INVESTIGACIÓN DEL NITRÓGENO (N) EN EL PELO DEL FRAILEJÓN

Para la investigación del Nitrógeno (N) en el pelo del frailejón, seguí el siguiente procedimiento:

Tomé una pequeña cantidad de pelo y una mezcla de Carbonato de sodio ( $\text{Co}_3 \text{Na}_2$ ) y Magnesio (Mg) metálico y en un tubo cerrado, por una extremidad, a la que inflé en forma de ampolla; introduje la mezcla anterior juntamente con el pelo, y, luego, añadí un poco más del reactivo, Carbonato de sodio y Magnesio metálico; calenté en un soplete, fuertemente, y, por efecto del calor, se inicia la reacción, observando que toda la masa se pone incandescente; una vez que cesó la incandescencia introduje el tubo, en que efectué la reacción, en una copa cónica, en la que coloqué, previamente, 10 c. c. de agua destilada; al contacto con el agua el tubo se rompió y las sustancias contenidas en él, se disolvieron en el agua; filtré y una parte del líquido filtrado puse en un tubo de ensayo y añadí un pequeño cristal de Sulfato ferroso ( $\text{SO}_4 \text{Fe}$ ) y tres gotas de percloruro de hierro ( $\text{Cl}_3 \text{Fe}$ ); al precipitado que se formó, que es debido a la formación de un hidrato ferroso y férrico, producido por las sales de hierro que puse en medio alcalino, lo agité y luego añadí ácido clorhídrico (HCl) diluido; con esto desapareció el precipitado. En lugar del precipitado, cuando hay N (Nitrógeno) aparece otro precipitado de color azul intenso; este precipitado en algunas ocasiones no se forma inmediatamente y hay que dejar unas cinco o seis horas; también, a veces,



es imperceptible, entonces, se filtra la solución en un filtro plano y se observa que las paredes quedan manchadas con unos puntos azules intensos; esta substancia no es sino el Azul de Prusia, o sea el Ferrocianuro Férrico  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ . En mi análisis, la coloración azul fué negativa, lo que prueba que el pelo del frailejón no tiene Nitrógeno (N).

### DOSIFICACIÓN DE LA GRASA DEL PELO

Las grasas no son volátiles: son untuosas al tacto e insolubles en el agua y el alcohol frío; pero son solubles en el alcohol caliente, en el éter, cloroformo y la bencina. De la solubilidad en el éter nos servimos para su dosificación en el aparato de Soxler, del modo que sigue:

Tomé un baloncito de boca ancha y perfectamente lavado, desecado y pesado con precisión; coloqué en un B. M. y conecté el balón al aparato de Soxler. En la parte superior de éste, se conecta un refrigerante ascendente. En esta forma preparé el aparato para el análisis.

Tomé 1,3595 de pelo, coloqué en un cucurucho de papel filtro con mucho cuidado y acondicioné en el extractor, propiamente dicho, introduciendo en él, el cucurucho que contiene el pelo del frailejón. En el baloncito, tarado, coloqué 75 c. c. de éter. Instalado así el aparato, hice funcionar calentando al B. M. (baño maría) con una llama tenue de soplete, y haciendo circular el agua en el refrigerante. Por efecto del calentamiento el éter contenido en el matraz se volatiliza hasta el refrigerante, en donde se condensaba, cayendo gota a gota sobre el cucurucho. Una vez que el éter llegó a la parte superior del sifón, éste descendió al matraz, arrastrando con él, parte de la grasa. Esta operación continué por el lapso de tres horas, después de las cuales, el éter que volvía a descender al matraz era incoloro y transparente, lo que me indicó que la extracción de la grasa del pelo estaba terminada.

Conseguido esto, retiré el soplete, dejé enfriar el aparato, sin dejar de hacer correr el agua en el refrigerante; cuando frío, separé el baloncito del aparato, evaporé el disolvente y



mantuve un tiempo el baloncito en la estufa, luego, en el desecador y, por último, pesé, obteniendo el siguiente resultado:

Peso cápsula vacía .....	28,9645
» » con pelo frailejón.....	30,324
Pelo empleado.....	1,3605
Peso del baloncito vacío.....	42,4325
» » » con grasa.....	42,4669
Grasa en: 1,3605 de pelo .....	0,0344

En 100:

$$\frac{0,0344 \times 100}{1,3605} = 2,528$$

Cantidad de grasa en 100: 2,528%.

#### OBTENCIÓN DE LA CELULOSA DEL PELO DEL FRAILEJÓN

Una cantidad suficiente de pelo, separado cuidadosamente, lo coloqué en una cápsula de porcelana para empezar el lavado; añadí agua de la ordinaria, pues, si se emplearía agua destilada, no nos resultaría económico al tratarse de la instalación de una industria. Hice hervir el agua, removiendo constantemente el pelo del frailejón; luego, dejé enfriar y, tomando mucha precaución para no perder nada del pelo, separé el agua; añadí de nuevo otra cantidad de agua, hice hervir y seguí, como anteriormente indiqué, los lavados hasta que las aguas del lavado estén completamente claras; porque, al tratar el pelo con el agua y haciéndolo hervir, ésta se enturbia, adquiriendo una coloración amarillo-parduzca. El pelo del frailejón, según hemos visto anteriormente, contiene grasa y hay que deshacerse de ella para que no moleste en los tratamientos que siguen.

Concluido el lavado con el agua, desengrasé el pelo con la siguiente solución:

H <sub>2</sub> O (agua) destilada .....	1.000 c. c.
NaOH (sosa) cáustica .....	14,5 gr.
Colofonia .....	4,5 «



En esta solución, tengo que la NaOH (Sosa) se encuentra al 1,45 por ciento, suficientemente diluída, para que no disuelva a la celulosa; porque, como veremos más adelante, en la dosificación de las celulosas  $\alpha$  (alfa),  $\beta$  (beta) y  $\gamma$  (gama), la sosa (NaOH), cuando es concentrada, disuelve a las celulosas ( $\beta$ ) y ( $\gamma$ ) y, al emplear, en la solución anterior, mayor cantidad de sosa, perderíamos celulosa y alterarían las cantidades en una dosificación. La sosa es una sustancia que saponifica las grasas; la saponificación es el desdoblamiento de éllas; es así como la sosa, juntamente con la colofonia, substancia también desengrasante, arrastra la grasa, separándola del pelo. Los lavados hechos con la solución indicada anteriormente, se los hace por seis veces; haciéndoles hervir conforme a los lavados con el agua. Luego, lavé con agua hasta que desaparezca la sosa que se pega al pelo, mejor dicho, hasta obtener la desaparición de la reacción básica comprobada con un papel reactivo tornasol que no dé coloración azul.

Después de este tratamiento, el pelo queda coloreado de amarillo-parduzco, y hay que blanquearlo; lo que conseguí según el siguiente método: —Preparé una solución de Hipoclorito de Calcio  $(\text{ClO})_2\text{Ca}$  al 15<sup>0</sup>%, de la que preparé 500 c. c.; tomé 75 gr. de Hipoclorito de Calcio y los coloqué en 500 c. c. de  $\text{H}_2\text{O}$ , agua destilada fría, luego agité fuertemente durante un cuarto de hora y filtré; del líquido filtrado tomé 200 c. c. y puse en una cápsula de porcelana, junto con el pelo; hice hervir, luego cambié el líquido con otra cantidad, lo hice hervir, dejé enfriar y, luego separé el pelo del líquido y lo traté con una solución de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  (ácido sulfúrico) bien diluído, en la siguiente proporción:

$\text{SO}_4\text{H}_2$ (ácido sulfúrico) .....	1 c. c.
$\text{H}_2\text{O}$ (agua) destilada .....	250 c. c.

Con esta solución hice hervir corto tiempo porque, al alargar el tratamiento, la celulosa se disolvería en el ácido y se perdería sustancia.

Los lavados de sosa que se hacen, además de desengrasar, disuelven todas las substancias que no son celulosa; luego, el tratamiento con el Hipoclorito de Calcio ataca, así mismo, a todas las substancias que son ajenas a la celulosa y, por fin, el ácido sulfúrico, además de ayudar al blanqueo, disuelve el resto de substancias que podían haber quedado.



Después del tratamiento ácido, hice otro lavado con agua destilada, hasta obtener la completa desaparición del ácido, lo que comprobé mediante un papel reactivo azul que no enrojeció en contacto con el líquido lavador.

Para no perder substancia, hice los lavados en un embudo, separando primero una cantidad del líquido lavador y, luego, pasando toda la substancia al embudo, arrastrando lo que queda en la cápsula con un chorro de Piseta; el mismo pelo se contiene en el embudo y no pasa absolutamente nada. Hecho el lavado con el agua seguí otro con alcohol puro y, luego, con éter. Estos lavados sirven para disolver el resto de substancias orgánicas que contenga la celulosa y que no se hayan disuelto con los tratamientos anteriores. Después de esto, desequé en la estufa hasta  $70^{\circ}$  y así obtuve una celulosa blanca.

#### DOSIFICACIÓN DE LA CELULOSA CONTENIDA EN EL PELO

Para la dosificación de la celulosa seguí el mismo tratamiento que para su obtención, teniendo sumo cuidado de no perder substancia, lo mismo que tomando una cantidad determinada, exacta de pelo, que en este caso fué: 3,9963. Seguí el mismo procedimiento hasta cuando estaba lavado con éter; entonces, del embudo que contenía la celulosa coloqué ésta en un cristalizador, pesado, y la desequé a  $70^{\circ}$ ; cuando estuvo completamente seca la celulosa, coloqué el cristalizador en un desecador, para que se enfríe; luego pesé el cristalizador y, de la diferencia de pesos obtenida entre el cristalizador vacío y con la substancia, obtuve la cantidad de celulosa en los 3,9663, y, luego, por una operación, el tanto por ciento. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Peso cápsula vacía.....	25,9712
» » con frailejón (pelo) .....	29,8675
Pelo de Frailejón empleado .....	3,9963
Peso cristalizador vacío.....	36,2582
» » con celulosa .....	38,9165
Cantidad de celulosa en 3,9963 (de pelo) .....	2,6583



El tanto por ciento, será:

$$\frac{2,6583 \times 100}{6,363} = 66,519$$

El tanto por ciento de celulosa en el pelo es: 66,519.

### CELULOSA:

Siendo la celulosa la parte principal que contiene el frailejón, la estudiaremos algo detenidamente.

Según su etimología la palabra celulosa proviene de célula.

Con el nombre de celulosa se conocen diversos hidratos de carbono correspondientes al grupo de los polisacáridos. Es una poliosa de peso molecular muy elevado y se encuentra extraordinariamente difundida en el reino vegetal; hállase formando la parte leñosa y las membranas de las células vegetales. Su estructura química, es menos conocida que la del almidón y se lo considera como un polisacárido compuesto de C. (carbono) O. (oxígeno) H. (hidrógeno). La parte de la planta que contiene celulosa se caracteriza, de las otras partes del vegetal, por una resistencia relativamente grande a los agentes hidrolizantes; como son: los ácidos y las bases.

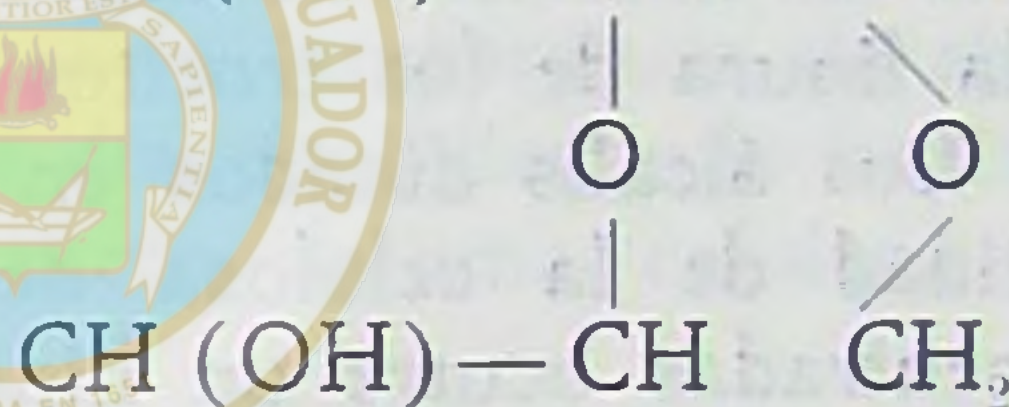
En el reino vegetal encontramos que la mayor parte de las plantas contienen celulosa, pero aún no están estudiadas con exactitud, por eso, con el nombre de celulosa en sentido científico, se entiende la celulosa del algodón que es, como ya he dicho, la única que se ha estudiado con exactitud. Así que, las propiedades de las otras celulosas, incluyendo la del «Espeletia grandiflora» (frailejón), se expresarán por comparación con la celulosa del algodón. Ullman nos dice: «En la industria del papel se designa frecuentemente con el nombre de celulosa, las diferentes especies de celulosas separadas de la madera en oposición al algodón, lino, etc.». Por esta razón, sería conveniente circunscribir el concepto de CELULOSA a la celulosa de algodón y designar todas las demás especies (que son numerosas) con la expresión de: «SUSTANCIA CELULAR» (Zellstoffe). Se está, sin embargo, muy lejos de



esta limitación del concepto de celulosa y muchas veces se aplica la palabra Zellstoffe en Alemania, cuando se quiere designar la celulosa de algodón misma.

En la planta de mi estudio, no he querido obtener una celulosa bien determinada y estudiada completamente como la del algodón; sería necesario de tiempo demasiado largo y el vencimiento de graves dificultades; no he hecho sino procurar obtener una celulosa que, comparada con la del algodón, en sus propiedades físicas y químicas, sea igual, para así convencerme de su pureza. Creo, con el método anterior para la obtención de la celulosa, satisfacer aún una exigencia extremada, ya que lo juzgo práctico y capaz de industrializar, siendo el Gobierno llamado para ello, ya que hoy tiene instalado el Servicio Químico Militar, donde trabajan también por la obtención de la celulosa del frailejón, sin duda, para la preparación de nitrocelulosa.

La celulosa está representada por la fórmula  $C_6 H_{10} O_5$ ; su fórmula desarrollada será:  $CH(OH) - CH - CHOH$ .



Según esto, tenemos que la Celulosa contiene: 44,45% de C (Carbono), 6,17% de H (Hidrógeno) y 49,38% de O (Oxígeno).

A la celulosa se le representa por  $(C_6 H_{10} O_5) H_2O$  cuando se desea tener en cuenta en la fórmula que muy probablemente está formada por moléculas de exosa (Kiliani).

Según los trabajos modernos de Willstater und Zechmeister, admiten que la celulosa está formada por moléculas de azúcar, porque se ha reconocido al azúcar de uva como producto final de la hidrólisis ácido.

Green y Perkin han hecho investigaciones sobre la constitución de la celulosa y dicen que debe considerarse como un alcohol con tres grupos hidróxilos, como demuestra la siguiente fórmula:  $[C_6 H_7 O_2 (OH)_3] (H_2O)_n$ . Se reconoce también las tres funciones alcohólicas porque la celulosa tratada con anhídrido acético forma un triacetato, cuya fórmula será:  $(C_6 H_7 O_2 (C_2 H_3 O_2)_3)$ .



## PROPIEDADES FÍSICAS DE LA CELULOSA

Su peso específico es: 7,58. La celulosa en estado seco es un excelente material aislador eléctrico, pero esta capacidad aisladora depende extraordinariamente de la humedad del aire. Los fascículos de la celulosa en estado húmedo o suspendidos en agua conducen muy bien la corriente eléctrica; las partículas suspendidas en agua se dirigen al ánodo.

## PROPIEDADES QUÍMICAS

La celulosa seca posee para la luz y el aire una gran resistencia. Su humedad higroscópica oscila entre 5 y 8%, según la humedad del aire; cuando se muele finamente se acusa un aumento de higroscopicidad creciente con el grado de la finura de los trocitos de las fibras.

Los álcalis diluidos en frío disuelven sólo una pequeña cantidad de la celulosa de algodón; empleando soluciones concentradas ocurre un hinchamiento. Se admite la formación de una o dos combinaciones alcalinas de la celulosa, obteniendo con la solución de Na OH (Sosa) al 24%, una fórmula: que es la siguiente:  $(C_6 H_{10} O_5) Na OH$ .

Los agentes oxidantes debilitan la celulosa considerablemente en su solidez, formándose las oxixelulosas caracterizadas por su elevado poder reductor.

El  $(SO_4 H_2)$  ácido sulfúrico concentrado, añadido de igual volumen de agua, mantiene en suspensión a la celulosa, en forma coloidal, y añadido una solución de yodo da una coloración violeta que no es permanente. Hecha esta reacción en la celulosa del frailejón, fue positiva.

## DERIVADOS DE LA CELULOSA

*Celulosa hidratada* (Celulosa hinchada).—Con el nombre de celulosa hidratada no se considera a la celulosa como una formación de hidrato, es decir, una combinación de agua con



la celulosa; las celulosas hidratadas no llevan agua unida químicamente; sería conveniente sustituir ese nombre con el de celulosa hinchada sino hubiera el temor de confusión de celulosa hidratada con hidrocelulosa. Por celulosas hinchadas se consideran todas las que se caracterizan por una elevada higroscopicidad y, sobre todo, por la mucha facilidad en hidrolizarse.

### HIDROCELULOSAS

No se sabe con seguridad si las hidrocelulosas que se forman por los ácidos, existen en la naturaleza. Su poder reductor característico puede ser debido a la oxícelulosa o el azúcar.

Las hidrocelulosas puras son fácilmente triturables y soportan calentamiento hasta 125°, cuando están impuras se ennegrecen.

Las hidrocelulosas se disuelven fácilmente en óxido de cobre amoniacal y las soluciones presentan una viscosidad pequeña. Los álcalis los atacan a la temperatura de ebullición, violentamente, gran parte se disuelve, llegando hasta un 30 %; el residuo presenta el aspecto de una celulosa hinchada.

También existen las OXICELULOSAS, formadas por agentes oxidantes; se caracterizan por su gran poder reductor; y las ACIDO-CELULOSAS.

### CLASES DE CELULOSAS

Según Cross y Bevan, se pueden dividir las celulosas brutas de los vegetales en: LIGNOCELULOSAS, PECTOCELULOSAS, HEMICELULOSAS, MUCOCELULOSAS, ADIPOCELULOSAS Y CUTOCELULOSAS; las últimas forman las superficies externas, grasas o ceras de los órganos vegetales. Las más importantes son las lignocelulosas y pectocelulosas fasciculadas.

### NITROCELULOSA

La nitrocelulosa se obtiene por la acción del ácido nítrico ( $\text{NO}_3\text{H}$ ) sobre las sustancias que contengan celulosa, como la del algodón, lino, y, en mi estudio, sobre la celulosa



del frailejón, según la ecuación siguiente:  $C_{24}H_{40}O_{20} + nHNO_3 \rightleftharpoons C_{24}H_{40}NO_n(O_2NO_2)_n + nH_2O$ . Aquí hay una reacción reversible en la cual las partes reaccionantes tratan de buscar el equilibrio respectivamente. El producto de la nitración no es una combinación químicamente única sino que se trata de una serie escalonada de ésteres nítricos de la celulosa, cuyas características no están bien determinadas.

Se pueden obtener diferentes nitrocelulosas, según la concentración y composición de la mezcla ácida, según la elevación de la temperatura de nitración, la duración de la reacción; así, tenemos:

$(C_6H_7O_2(OH)(O.NO_2))$  CELULOSA MONONITRADA

$(C_6H_7O_2(OH)(O.NO_2)_2)$  CELULOSA DINITRADA

$(C_6H_7O_2(OH)(O.NO_2)_3)$  CELULOSA TRINITRADA;

y así según el grado de nitración se obtienen: el algodón pólvora que es el trinitrato, la paroxilina o colodión que es el dinitrato. Se caracterizan por la solubilidad: el algodón pólvora se disuelve en acetona y el colodión en una mezcla de alcohol y éter.

La nitrocelulosa se puede obtener empleando sólo el ácido nítrico ( $NO_3H$ ), pero es ventajosa la adición de  $SO_4H_2$  y por eso es de uso general.

Las cantidades centecimales de ácidos sulfúrico y nítrico que deben agregarse, se acomoda a la clase de nitrocelulosa que se desea obtener y al objeto para que ha de servir, lo mismo que a la constitución de la celulosa y a las demás condiciones de nitración. Las proporciones de ácidos que se emplean para la obtención del llamado algodón pólvora son:

$SO_4H_2$ (Acido Sulfúrico) .....	67,5 %
$NO_3H$ ( » Nítrico) ... ..	22,5 %
$H_2O$ (Agua) .....	9 %

En las preparaciones de la nitrocelulosa desempeñan un papel importante y esencial las proporciones de mezcla ácida y celulosa; por el volumen de la celulosa es necesario emplear mucha mezcla ácida. La proporción media recomendable es de 1 de celulosa por 50 de ácido.



La temperatura del baño ácido también es debida a la nitrocelulosa que se va a obtener. Se toma la temperatura del baño ácido de modo que durante la nitración no suba de 5 a 7°, porque al aumentar la temperatura no sólo aumenta la viveza de la reacción sino que se efectúa reacciones secundarias, a consecuencia de la descomposición progresiva de la celulosa y de sus nitratos, disminuyendo el rendimiento y modifican las propiedades del producto.

La nitrocelulosa que presento es una celulosa de elevada nitración, es decir, una TRINITROCELULOSA.

El procedimiento seguido es el siguiente:

Tomé 33,75 c. c. de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  (Acido sulfúrico) y 11,25 c. c. de  $\text{NO}_3\text{H}$  (Acido nítrico) y los mezclé en una cápsula de porcelana; pesé 1 gr. de celulosa de frailejón e incorporé en la mezcla ácida por pequeñas porciones; empujé con una varilla de vidrio al interior del líquido y dejé nitrar durante media hora; después separé el líquido ácido y lavé con agua destilada la porción de celulosa hasta que desaparezca la reacción ácida; luego dejé que se seque al aire libre.

Así obtuve una nitrocelulosa llamada ALGODON POLVORA; comprobada por su solubilidad en la acetona.

PREPARACIÓN DE LA DINITROCELULOSA (ALGODÓN COLODIÓN)

La nitrocelulosa, llamada algodón-colodión, es una dinitrocelulosa, es decir, que la celulosa es de baja nitración. Esta nitrocelulosa se caracteriza por ser soluble en una mezcla alcohólica - ctérea.

Su preparación hice según el método siguiente:

Preparé la mezcla ácida en las siguientes proporciones:

$\text{NO}_3\text{H}$ (Acido nítrico) ....	28%
$\text{SO}_4\text{H}_2$ (Acido sulfúrico)....	57% y
$\text{H}_2\text{O}$ (Agua) .....	15%

Tomé: 28,5 c. c. de ácido sulfúrico ( $\text{SO}_4\text{H}_2$ ), 14 c. c. de ácido nítrico ( $\text{NO}_3\text{H}$ ) y 7,5 c. c. de agua destilada ( $\text{H}_2\text{O}$ ); en esta mezcla coloqué un gramo de la celulosa preparada y con una varilla de vidrio la introduje al fondo del baño ácido; la temperatura de la mezcla ácida llegó a 50°; dejé en contacto un cuarto de hora; después separé la Celulosa nitrada del baño nitrador y la lavé con agua destilada hasta que desaparezca la reacción ácida de las aguas del lavado; dejé secar al ambien-



te en un cristalizador y, luego, comprobé si la celulosa nitrada tenía el grado de nitración para que se llame Algodón-colodión, por su característica de solubilidad en la mezcla de alcohol y éter. Hecho esto, la nitrocelulosa se disolvió perfectamente.

### APLICACIÓN DE LA CELULOSA

La celulosa tiene gran importancia técnica, ya que se aplica en diferentes industrias, en la fabricación de diferentes fibras textiles, de papel, y de éste, variadas clases.

Las celulosas nitradas se emplean como explosivos enérgicos, entran en la composición de la pólvora sin humo, preparada por disgregación de la nitrocelulosa en la mezcla alcohólico-etérea.

Se prepara también el celuloide o marfil artificial; lo constituye una mezcla de algodón para colodión con alcanfor y otras materias que a 90° se convierten en una masa plástica moldeable sometida a gran presión.

De la celulosa se fabrica seda artificial y se utiliza como primera materia la celulosa nitrada; se le disuelve en la mezcla alcohólico-etérea para tener colodión de gran consistencia; se hace pasar por tubos de 0,008 milímetros de diámetro, sometiéndolo a la presión de 40 a 50 atmósferas y recogiendo los hilos en agua fría.

La industria de la seda artificial ha tomado extraordinario desarrollo, alcanzando su producción a varios millones de kilogramos al año.

### DOSIFICACIÓN DE LAS CELULOSAS $\alpha$ , $\beta$ y $\gamma$

Esta dosificación se funda en la solubilidad de las celulosas  $\beta$  (beta) y  $\gamma$  (gama) en los álcalis; quedando la celulosa  $\alpha$  (alfa) insoluble.

El procedimiento es el siguiente: Tomé 1 gr. de celulosa preparada y la coloqué junto con 35 c. c. de NaOH (Sosa) al 17,5% en un Erlenmeyer de 500 c. c. La NaOH (Sosa) preparé, tomando 17,5 grs. de NaOH cáustica y lo disolví en 100 c. c. de agua destilada; dejé reposar por doce



horas para que precipite los carbonatos y bicarbonatos, pues éstos disolverían más o menos la celulosa y fallarían los resultados; filtré, y, de la sosa filtrada, tomé los 35 c. c.; el Erlenmeyer coloqué en un baño de María durante cinco minutos, (por reloj), a la temperatura de 20°; entonces añadí 10 c. c. de la misma NaOH (Sosa) preparada, por cuatro veces, después de dos y medio minutos cada vez. Tenemos en el Erlenmeyer 75 c. c. de NaOH (Sosa), a éstos añadí 250 c. c. de agua destilada y en un crisol de Goch limpio, desecado y pesado, filtré rápidamente a presión; luego lavé la celulosa que queda en el filtro con una solución al 1% de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (ácido acético), hasta que desaparezca la reacción básica de las aguas del lavado; luego, lavé con agua destilada hasta la desaparición de la reacción ácida. Todas las aguas del lavado recogí en un recipiente, las que llegaron a 2.000 c. c., o sea dos litros.

Después del lavado, desequé el crisol de Goch, que contiene la celulosa, la que constituye la celulosa  $\alpha$  (alfa), a 90°; luego enfrié en un desecador y pesé obteniendo el siguiente resultado:

Sustancia empleada .....	1 gr.
Peso crisol con celulosa $\alpha$ (alfa) .....	16,0926
» » vacío .....	15,3267
Celulosa $\alpha$ (alfa) en 1 gr. ....	<u>0,7659.</u>

En 100, será:  $0,7659 \times 100 = 76,59\%$ .

De los dos litros de las aguas del filtrado, tomé un litro para la dosificación de la celulosa  $\beta$  (beta), al que añadí  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acético) concentrado, y, en ligero exceso, el ácido precipitó la celulosa  $\beta$  (beta); filtré en un filtro cuantitativo, desecado y pesado, y lavé hasta la desaparición de la reacción ácida; luego desequé en la estufa, enfrié en el desecador y pesé, dándome los resultados siguientes:

Peso filtro vacío .....	0,8619
» » con celulosa $\beta$ (beta) .....	<u>0,8983</u>
Celulosa $\beta$ (beta) en 1.000 c. c. del líquido .....	0,0364.

Como la solución está recogida en 2.000 c. c, se multiplicará por 2, para obtener así la celulosa en 1 gr.:  $0,0364 \times 2 = 0,0728$ . — En 100, será:  $0,0728 \times 100 = 7,28\%$ .



En el líquido filtrado que queda, precipité la celulosa  $\gamma$  (gama) con  $\text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$  (Sulfato de amonio); filtré en un filtro, desecado y pesado, y lavé el precipitado en agua destilada hasta la desaparición de la reacción básica; luego, desequé en la estufa, enfrié en el desecador y pesé, siendo sus resultados:

Peso filtro vacío .....	0,6641
» » con celulosa $\gamma$ (gama) .....	0,6949
Celulosa $\gamma$ (gama) en 1.000 c. c. ....	0,0308.

Como la dilución del 1 gr. está hecha en 2.000 c. c., luego:  $0,0308 \times 2 = 0,0616$ ; esto en 1 gr., en 100, será:  $0,0616 \times 100 = 6,16\%$  de celulosa  $\gamma$  (gama).

Hechas las dosificaciones de las celulosas  $\alpha$  (alfa),  $\beta$  (beta) y  $\gamma$  (gama), y sumando sus cantidades, nos da: 90,03 de celulosas; restando de 100 nos da: 9,97; esta cantidad es de sustancias ajenas a las celulosas  $\alpha$  (alfa),  $\beta$  (beta) y  $\gamma$  (gama).

DIFERENCIACIÓN DE LAS CELULOSAS  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ .

Como ya hemos visto, tenemos que una diferenciación está en la SOLUBILIDAD en la  $\text{NaOH}$  (Sosa); además se supone que se diferencian por la colocación de los oxidrilos, en su fórmula desarrollada; pero esto no está determinado, ya que la misma fórmula de la celulosa no se la conoce con precisión, por eso se representa con «n» el número de carbonos, hidrógenos y oxígenos, representándola así:  $(\text{C}_6 \text{H}_{10} \text{O}_5)_n$ .

TRATAMIENTO DE LA CELULOSA CON EL LICOR DE SWEITZER

La celulosa se disuelve en el licor de Sweitzer, pero no completamente.

Digamos primero la manera de preparar este reactivo: Se toma un embudo en el que se ha colocado cobre (Cu) metálico, y desde un embudo de decantación se hace caer, gota a gota, amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) concentrado. El amoniaco actúa sobre el cobre y pasa un líquido azul, que es el líquido cuproamónico o reactivo de Sweitzer. Todas estas operaciones se hacen en contacto del aire.

Tomé 0,4469 de la celulosa preparada del frailejón y le añadí al licor de Sweitzer preparado; dejé en contacto doce horas, después de las cuales, como no se disolviera toda la celulosa, quise ver la cantidad insoluble en el reactivo, para lo que, en un crisol de Goch, pesado, filtré cuidadosamente para



no perder sustancia; después lavé la celulosa que quedó, la desequé en la estufa y la pesé, dándome los siguientes resultados:

Celulosa empleada .....	0,4469
Peso crisol con celulosa, después de la operación .....	15,4985
Peso crisol vacío.....	15,4102
Cantidad de celulosa no disuelta .....	0,0883
El por 100, será:	

$$X = \frac{100 \times 0,0883}{0,4469} = 19,758$$

Tenemos pues que el 19,758 de la celulosa preparada no se disuelve en el licor de Sweitzer.

La celulosa que se disolvió en el reactivo la precipité por medio de un ácido (HCl) (Acido clorhídrico), separé por decantación el precipitado del líquido y luego desequé en la estufa la celulosa precipitada; obtuve así una celulosa medio verdosa, sin duda, por el licor que aún contenía; Vista al microscopio la celulosa primitiva y la precipitada, noté claramente que la celulosa precipitada era hinchada.

ÁREA HISTÓRICA  
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

### CONCLUSIÓN

Al terminar la tesis, sacamos como conclusión que lo importante del Espeletia grandiflora (frailejón) es el pelo que contiene, ya que está constituido por un porcentaje elevado de celulosa. Esta planta aún no se ha empleado en ninguna aplicación. Se puede emplearla en la extracción de la celulosa, ya que ésta se la usa en muchas aplicaciones. Con la celulosa extraída, se puede preparar: colodión, pólvora, es decir, explosivos en general; lo mismo que seda artificial, esto viene a ser más importante aún, ya que hoy se proponen establecer una fábrica para la producción de este artículo, extrayendo la celulosa del «Cabuyo». Se puede, pues, usar también la celulosa de esta planta «frailejón» que existe en gran cantidad y sin ninguna explotación en los páramos «El Angel», Provincia del Carchí.



Otro ensayo de dosificación realizado como complemento ilustrativo, en el llamado frailejón del Pichincha, (*Culcition rufescens*), por el señor Clemente Montenegro, estudiante de farmacia:

DOSIFICACIÓN DE LAS CENIZAS Y SILICE DEL FRAILEJON DEL PARAMO DEL PICHINCHA

Quito, Marzo 8 de 1937.

PELO DEL FRAILEJON.—CENIZAS

Lavé las hojas del frailejón y desequé en la estufa a la temperatura de 40°. Separé cuidadosamente el pelo de las hojas y pesé 0.5901 grs. cantidad que se calcinó en un crisol a fuego lento y luego fuertemente.

Cuando las cenizas presentaron un aspecto blanco suspendí el fuego, dejé enfriar y pesé:

Crisol vacío	35.0133
« Cenizas	34.9925
	<u>0.0208</u>

El porcentaje se obtendría así:

$$\frac{0.5901}{100} \times \frac{0.0208}{X} ; X = \frac{100 \times 0.0208}{0.5901} = 3.5248\%$$

DOSIFICACIÓN DE LA SILICE

La cantidad de ceniza obtenida o sea 0.0208 grs. la traté con HCl conc. por tres veces y evaporé a seco al B. M. Después de la tercera evaporación dejé enfriar y traté el residuo por agua. Filtré en cuantitativo de cenizas



0.0014 grs. y después de lavar varias veces el filtro desequé y calciné. Ya frío pesé:

Crisol vacío.....	35.0133
« sílice.....	35.0070
	<u>0.0063</u>

Cenizas filtro.....	0.0014
	<u>0.0049</u>

Cálculo en las cenizas:

$$\frac{0.0208}{100} \quad \frac{0.0049}{X} ; X = \frac{100 \times 0.0049 - 23.5576\%}{0.0208}$$

Calculo de la sílice en sustancia seca:

$$\frac{0.5901}{100} \quad \frac{0.0049}{X} ; X = \frac{100 \times 0.0049 - 0.8320\%}{0.5901}$$

### DOSIFICACIÓN DE LAS HOJAS.—CENIZAS

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Tomé 0.4313 grs. de hojas libres de los pelos. Calciné y cuando estuvieron blancas las cenizas dejé enfriar el crisol y pesé:

Crisol vacío.....	35.0133
« cenizas.....	34.9850
	<u>0.0283</u>

Cálculo:

$$\frac{0.4313}{100} \quad \frac{0.0283}{X} ; X = \frac{100 \times 0.0283 - 6.5615\%}{0.4313}$$

SILICE:

La cantidad de 0.0283 grs. traté sucesivamente con HCl conc. evaporando luego a seco al B. M. Deje enfriar



y al residuo agregué agua. Filtré en filtro cuantitativo. Lavé repetidas veces. Desequé y calciné:

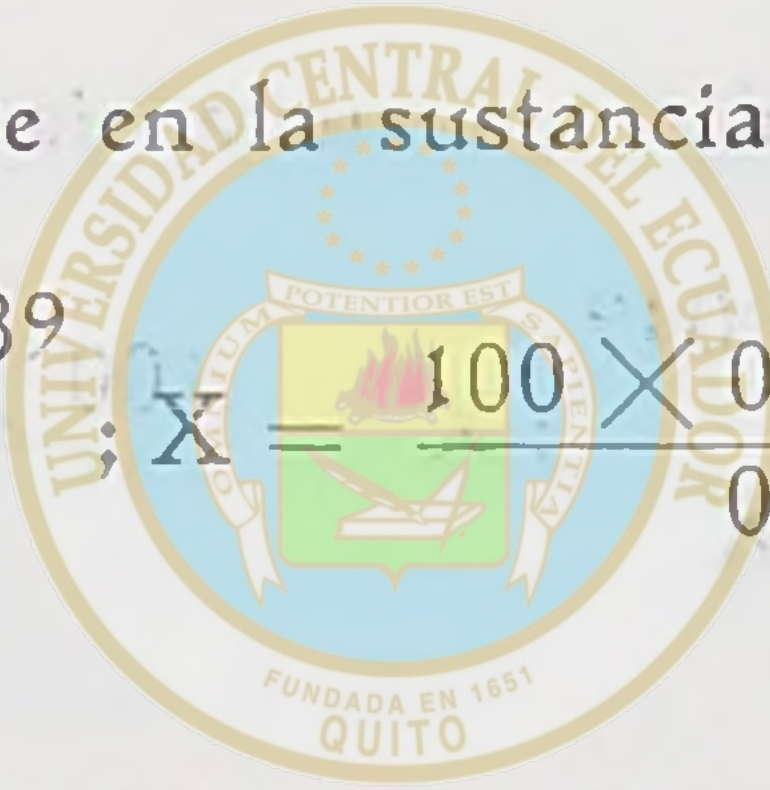
Crisol vacío.....	35.0133
« sílice.....	35.0080
	<hr/> 00.0053
Cenizas filtro.....	0.0014
sílice .....	<hr/> 0.0039

Cálculo de la sílice en las cenizas:

$$\frac{0.0283}{100} \times \frac{0.0039}{X} ; X = \frac{100 \times 0.0039}{0.0283} = 13.7809\%$$

Cálculo de la sílice en la sustancia seca:

$$\frac{0.4313}{100} \times \frac{0.0039}{X} ; X = \frac{100 \times 0.0037}{0.4313} = 0.9042\%$$



RESUMEN

PELO	HOJAS
Cenizas 3.5248%	Cenizas 6.5615%
SiO <sub>2</sub> cenizas 23.5576%	SiO <sub>2</sub> cenizas 13.7809%
« sust. seca 0.8320%	« sust. seca 0.9042%

BIBLIOGRAFIA

ULLMANN. Enciclopedia de Química Industrial.  
HOLLMAN. Tratado de Química Orgánica.  
MUSPRATT. Gran Enciclopedia de Química Industrial.  
ESPASSA. Enciclopedia.