

**ESTUDIO MORFOLOGICO
DE LA CANDELILLA
Euphorbia spp.**

**Por
MARCO TULIO CHAPA ROMO**

TESIS PROFESIONAL

**UNIVERSIDAD DE COAHUILA
Escuela Superior de Agricultura
"ANTONIO NARRO"**

**Buenvista, Saltillo, Coah.,
Noviembre de 1959,**

ESTUDIO MORFOLOGICO DE LA CANDELILLA

Euphorbia spp.

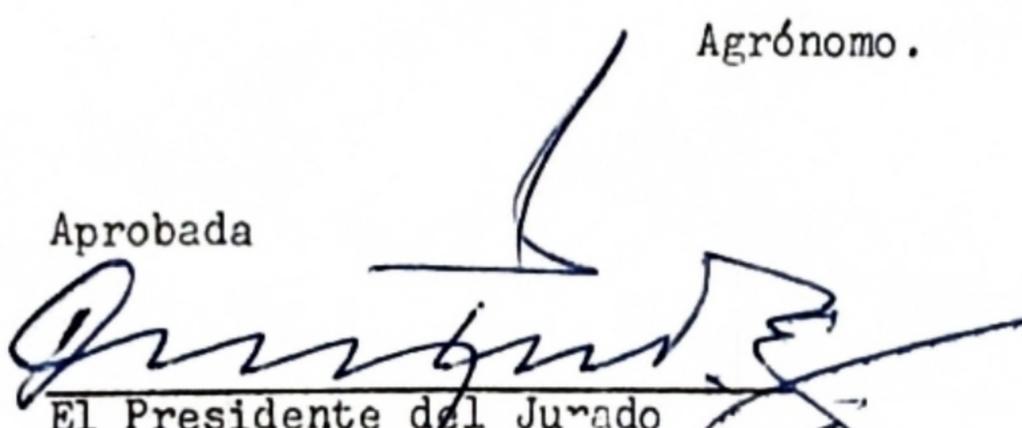
Por

MARCO TULIO CHAPA ROMO

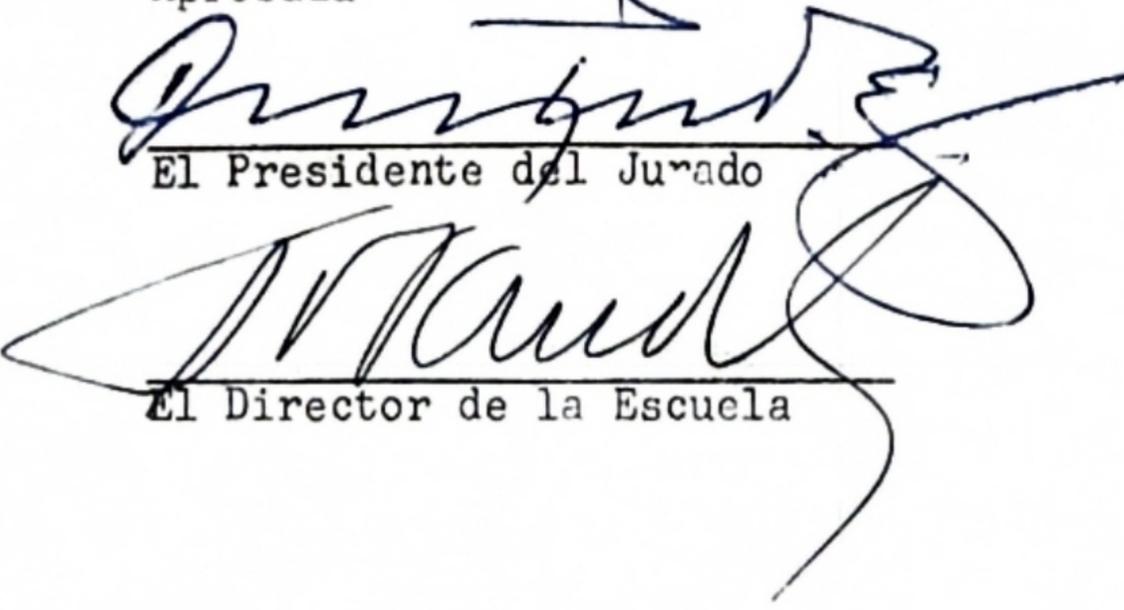
Tesis

que somete a la consideración del H. Jurado Examinador,
como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero
Agrónomo.

Aprobada



El Presidente del Jurado



El Director de la Escuela

UNIVERSIDAD DE COAHUILA

ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA "ANTONIO NARRO"

Buenvista, Coah., Noviembre de 1959.

BIOGRAFIA

El autor nació en Ciudad Melchor Múzquiz, Coahuila, el día 10 de mayo de 1926, siendo sus padres el señor Ventura Chapa Cadená y la señora Celia Romo de Chapa.

Sus estudios de instrucción primaria en los años de 1931 a 1938 y los de secundaria en los de 1938 a 1944, respectivamente en las Escuelas "Benito Juárez" y Escuela Secundaria Federal "Lucio Blanco", ambas en Ciudad Melchor Múzquiz.

Ingresó a la Escuela Normal del Estado, en Saltillo, Coah., en 1941 y en 1945 obtuvo el título de Maestro de Educación Primaria, y en 1945 realizó el Bachillerato de Ciencias Biológicas en el Ateneo "Fuente", en la misma ciudad de Saltillo.

En 1949 ingresó a la Escuela Normal Superior del Estado de Coahuila en la que realizó los estudios correspondientes a la especialidad de Ciencias Biológicas, los cuales terminó en 1953 con el título de Maestro de Segunda Enseñanza; y en 1954 ingresó a la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro", obteniendo en diciembre de 1958 el certificado de Pasante de Ingeniero Agrónomo.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece profundamente su valiosa cooperación a los señores Ing. Rubén Castro Estrada e Ing. Juan Banda Sifuentes.

Agradece, asimismo, su ayuda, al Dr. Roberto Rodríguez D., y al Ing. Luis Horacio Salinas

DEDICATORIA

A mis padres

A mi esposa e hijos

A mis Maestros y a mi Escuela

Al Sr. Ing. Gustavo Aguirre Benavides

Al Sr. Enrique Beltrán, Subsecretario de Recursos Forestales y de Caza. Padrino de la Generación XXXIII de Ingenieros Agrónomos egresados de la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro", de la Universidad de Coahuila.

INDICE

	Pág.
BIOGRAFIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
Los Meristemos de las Plantas Vasculares	3
MATERIALES Y METODOS	13
Materiales	13
Métodos	14
OBSERVACION Y ESTUDIO	17
Clasificación Taxonómica de la Candelilla	17
Descripción Botánica	17
Descripción Histológica	336
BIBLIOGRAFIA	44
APENDICE DE FOTOGRAFIAS	45

INTRODUCCION

La candelilla (Euphorbia spp.) es una planta propia del semi desierto; en nuestro país se encuentra principalmente en los esta dos de Coahuila, Durango, Chihuahua, Nuevo León y San Luis Potosí. Florece desde mediados del mes de marzo hasta los meses de octu-- bre y noviembre y comienza a fructificar en los meses de abril y mayo. En el semidesierto del Norte de nuestro país representa - una fuente de trabajo y riqueza, pues de ella se extrae la cera de candelilla.

Hasta la fecha esta planta no ha sido sujeta a cultivo, sino que se encuentra en estado silvestre; sin embargo, ha sido el so stén de las gentes que habitan el semidesierto. Actualmente se ha despertado un gran interés por el estudio de esta euforbiácea, so bre todo en la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro" de la Universidad de Coahuila, como lo prueba el hecho de que tres - pasantes de ingeniero agrónomo han presentado como tesis estudios sobre la candelilla y su explotación; me refiero a los señores in genieros Armando Ramos, José Angel de la Cruz y Gilberto Padilla, estudios titulados, respectivamente "Estudio de la Candelilla", - "Contribución al Estudio de la Candelilla" y "Determinación del Contenido de Cera en Plantas de Candelilla Euphorbia spp., de las Seis Zonas Productoras del Norte de México".

Estos trabajos y el presente, no son sino contribuciones pre- liminares al estudio de esta planta. Es de desearse que nuestro Gobierno auspiciase un estudio completo que incluya tanto la petá

botánica como la explotación de la candelilla, y hacer lo posible por sujetarla a cultivo, dados los grandes beneficios que de ella obtienen las gentes del campo.

REVISION DE LITERATURA

Los Meristemos de las Plantas Vasculares

La planta vascular se origina en un óvulo que después de fecundado se desarrolla por sucesivas divisiones. Estas divisiones inicialmente se suceden en todo el órgano, pero a medida que avanza en su desarrollo, las células van diferenciándose y la facultad antes mencionada se circunscribe a ciertas regiones, pudiendo persistir tejidos embrionarios durante toda la vida de la planta, la cual -- consecuentemente queda constituida por tejidos adultos y tejidos jóvenes. De la perpetuación de estos tejidos jóvenes depende el crecimiento de la planta y son los llamados meristemos.

El término meristemo viene del griego "meristos", divisible. Todos los tejidos pueden producir células pero los meristemos conservan algunas de ellas con características embrionarias; es en -- esta forma como las perpetúan.

Los meristemos se localizan principalmente en los ápices de -- todas las ramas, brotes y raíces; además, las plantas que tienen -- estructura secundaria, es decir, que presentan crecimiento en grosor, poseen meristemos adicionales conocidos con los nombres de -- cambium y corcho. Las actividades combinadas de los meristemos -- primarios y secundarios dan por resultado la formación de un organismo bastante completo.

La intensidad de la actividad de los meristemos no es siempre la misma, más aún, en algunos casos es inhibidora, debido a la correlación entre el tallo principal y las yemas florales; tal es el caso de los apicales. Lo mismo sucede con los meristemos secunda-

rios que suspenden su división celular, en las zonas templadas, durante el invierno.

Los meristemos pueden presentarse en otras regiones del vegetal, como en los entrenudos, en las vainas de las hojas de algunas monocotiledóneas, y en este caso reciben el nombre de meristemos -- "intercalares".

Las células que en los meristemos perduran en su condición meristemática reciben el nombre de "células iniciadoras"; las que evolucionan y se convierten en diferentes elementos de los tejidos son llamadas "células derivadas".

El término "célula inicial" se refiere a que la célula ocupa un determinado lugar en el meristemo y no a cualidades inherentes de la misma, pues mediante experimentos se ha desplazado una célula inicial y ha cesado su actividad como tal. Se ha pensado que las células iniciales más que intervenir en el crecimiento apical están correlacionadas en su actividad con otras células del meristemo.

El número de células iniciales en los ápices de la raíz y del tallo es muy variable, en las criptógamas es una, en algunas vasculares inferiores son varias. Este concepto de la teoría de la célula apical fué reemplazado por la teoría histógena emitida en 1868, -- según la cual el cuerpo principal de la planta procede no de células superficiales sino de un cuerpo meristemático que consta de tres zonas denominadas de la siguiente manera: el dermatógeno, que es la epidermis, el periblema, que origina la corteza y el pleroma que origina el cilindro medular.

Origen de las Hojas. La hoja se inicia por divisiones periclinales de un pequeño grupo de células, a un lado del meristemo apical. Según Foster (1936) en las dicotiledóneas estas divisiones periclinales no ocurren en las capas superficiales sino en las internas. Si la túnica consta de una sola capa ocurren en el corpus; si consta de varias pueden ocurrir tanto en la túnica como en el corpus o sólo en la túnica.

Al iniciarse la hoja se forma primero una prominencia a un lado del ápice del tallo que recibe el nombre de "estribo de la hoja". El estudio de las divisiones antes mencionadas revela el modo de iniciación de las hojas pero no las causas de su emergencia.

Origen de las Ramas. Las ramas se originan en las yemas axilares, las cuales no nacen precisamente en la axila de la hoja sino sobre el tallo, y posteriormente son desplazadas hacia la base de la hoja. No siempre parece clara la iniciación de la yema, pues no se distingue si su meristemo se deriva del apical del tallo o del tejido parcialmente diferenciado del entrenudo, ya que dichas yemas se inician un poco más tarde que las hojas adyacentes.

El Eje Floral. Para algunos autores el ápice floral no es más que el ápice vegetativo que ha sufrido una reorganización. Otros opinan que el ápice floral es diferente del vegetativo tanto citológicamente como histológicamente, así como por sus diferentes grados de crecimiento. El cambio del ápice, de la forma vegetativa, a la floral, se aprecia por los cambios en el grado de crecimiento, la forma del ápice y la morfología de los órganos laterales. En la soya, por ejemplo, las inflorescencias nacen sobre ramas axilares,

por lo que el primer signo de que se aproxima la floración es la acelerada producción de yemas en las axilas de los primordios foliares sobre los tallos laterales. En algunos zacates, antes de la diferenciación de la inflorescencia, el ápice se alarga rápidamente, observándose, además, células con grandes vacuolas en el meristemo.

El paso del estado vegetativo al de floración no sólo afecta la floración, sino también la fisiología y morfología de otras partes de la planta. Usualmente implica el fin del crecimiento del meristemo apical, si se trata de plantas perenes; en las anuales, indica la cesación del crecimiento y la aproximación de la muerte.

Apice de la raíz. El meristemo apical de la raíz, mas propiamente llamado subterminal, pues está debajo de la cofia, recibe tambien el nombre de "promeristemo" y difiere del meristemo del tallo en que no forma ápices laterales que sean comparables con las hojas o ramas y por lo tanto no presenta cambios periódicos en su estructura, no presenta nudos ni entrenudos, por lo que su crecimiento es más uniforme. El meristemo apical de la raíz produce células tanto en el sentido del eje de la planta, como en el sentido opuesto para formar la cofia. En el centro del futuro cilindro central y la corteza se encuentra el eje de la raíz joven. En su estado meristemático el cilindro central viene a ser el procambium y la corteza el meristemo basal. El término procambium se aplica a todo el cilindro central de la raíz cuando éste se diferencia en un corazón vascular.

La organización del meristemo radical, en las dicotiledoneas se basa sobre los tercios de iniciales; el primero origina el cilindro central, el segundo la corteza y el tercero la epidermis y la cofia.

Cambium vascular. A diferencia de como sucede en los meristemas primarios, entre las células del cambium y sus derivadas hay mucha semejanza. En el cambium vascular existen dos clases de células: Las iniciales fusiformes, a las cuales pertenecen las traqueidas, las fibras y el parénquima del xilema: dan origen a todas las células del xilema y del floema y se encuentran colocadas con su diámetro orientado en el sentido del eje mayor del organo en que se encuentra, constituye lo que se llama los sistemas verticales del xilema y floema. La otra clase de células son las iniciales radiales, que originan las células radiales constituyendo el sistema transversal u horizontal del xilema y floema.

En la tabla 1 se indican las características comparativas entre dos clases de células iniciales en *Pinus strobus*.

Tabla 1. Dimensiones de iniciales de cambium de *Pinus strobus* (bailey, 1920b)

Edad eje años	Clase de inicial	Diámetro en micras			Volumen en micras	Proporción entre volúmens de núcleo y cél.
		Vertical	Radial	Tangen cial		
1	Radial	22.9	17.8	13.8	5,000	1 : 14
1	Fusiforme	870.0	4.3	16.0	60,000	1 : 60
60	Radial	24.8	26.6	17.0	10,000	1 : 12
60	Fusiforme	4,000.0	6.2	42.4	1,000,000	1 : 286

Tanto el floema como el xilema se originan por divisiones tangenciales de las células iniciales del cambium, situándose así los tejidos vasculares en direcciones opuestas, el xilema hacia adentro

y el floema hacia a fuera del eje. El crecimiento, en circunferencia, del cilindro del cambium se debe a divisiones tangenciales de sus células y además a crecimiento posterior de éstas también en sentido tangencial.

Epidermis. En general se aplica este nombre a la capa de células que cubre exteriormente el cuerpo primario del vegetal y todas sus partes, considerándose que no existe diferenciada como tal en la coifa y en los meristemas apicales. Por lo que respecta a su origen, según Hanstein proviene de la capa más externa de la túnica, la cual él denominó dermatógeno. La forma y tamaño de las células que constituyen la epidermis es muy variable, lo mismo sucede con su contenido y su función.

Por lo que se refiere a la membrana de las células epidérmicas su grosor es muy variable, siendo frecuente que sean más gruesas en su parte externa. Una de las características de dicha membrana es su impregnación de cutina, formándose además una capa separada de dicha substancia que recibe el nombre de cutícula y que recubre exteriormente toda las células epidérmicas incluyendo los brotes y su meristemo apical (Priestley 1943).

En algunos vegetales se presenta la lignificación de la membrana de las células epidérmicas, esto ocurre en algunas vasculares inferiores, en algunas cicadaceas, en las agujas de las coníferas, en los rizomas de las gramíneas y en algunas dicotiledoneas como el roble y el laurel. En algunos casos las citadas membranas se impregnan de sílice, en otros casos viene una modificación mucilaginosa de dicha membrana, como ocurre en las malvaceas, gencianaceas y euforbiaceas.

Laticíferos. Los vasos laticíferos pueden estar formados de una célula o por masas de células. En su interior se encuentra un líquido llamado látex, de ahí el nombre de dichos vasos. Su constitución morfológica es muy variada, por lo que su delimitación ha sido interpretada de diferentes maneras.

Clasificación. Los laticíferos se clasifican en dos grandes grupos, los articulados y los no articulados, a su vez, debido a modificaciones que ocurren en la estructura de ambos tipos se subdividen.

Los laticíferos articulados son aquellos que originalmente están formados por una cadena de células cuyas paredes se separan y las membranas de sus extremos se reabsorben, formándose así una estructura tubular. Este tipo de laticíferos se subdivide a su vez en; articulados no anastomosados, cuando no están conectados entre sí y articulados anastomosados cuando presentan anastomosis, formando en conjunto una estructura reticular.

Ocurren laticíferos articulados anastomosados en las compuestas (Lactuca), en algunas Caricaceas (Carica papaya), en las Papaveraceas (Papaver), en algunas Euforbiaceas (Hevea). Laticíferos articulados no anastomosados se encuentran en algunos miembros de la familia Convolvulaceae (Ipomoea, convolvulus), en Liliaceae (Allium), en Musaceae (Musa).

Los laticíferos no articulados proceden de células aisladas y que se desarrollan en forma tubular. Se subdividen a su vez en: No articulados ramificados y no articulados no ramificados. Ejemplos de los primeros se encuentran en Euphorbiaceae (Euphorbia), en Asclepiadaceae, en Apocynaceae. Ejemplos de los segundos ocurren en Moraceae,

Urticaceae y Apocynaceae. El tipo de laticífero no es constante en una misma familia, tal es el caso de Hevea y Euphorbia.

Distribución. Los laticíferos se encuentran más o menos uniformemente repartidos en toda la planta, aunque a veces se limitan a -- ciertos tejidos. En Euphorbia los principales laticíferos se encuentran inmediatamente fuera del cilindro vascular, enviando ramificaciones a la corteza y a la médula a través de las áreas interfasciculares.

Según Sperlich (1939) los laticíferos se presentan en el mesófilo y a menudo llegan hasta la epidermis y aún a la cutícula.

Función. A este respecto hay muchas opiniones. Los primeros investigadores, atendiendo a su forma y al látex que contienen, compararon a los laticíferos con el sistema circulatorio de los animales, atribuyéndoles funciones similares. Más tarde se les relacionó con los tubos cribosos, pero luego se les describió como elementos morfológicamente diferentes de dichos tubos. Falta aún información concluyente sobre su papel en la vida de las plantas (Bonner y Galston, 1947). También se les ha relacionado con el movimiento de nutrientes, pero no se ha observado en ellos un verdadero movimiento de transportación, sino en forma local y esporádica. Otros autores consideran a los laticíferos como depósitos de reservas nutrientes, aunque no está plenamente comprobada esta hipótesis. La interpretación más aceptada es la de que constituyen un sistema de excreción, ya que en ellos abundan más las sustancias de excreción que las nutrientes. Tal es el caso de los terpenos (caucho y resina) que comúnmente se encuentran en el látex de varias plantas y que al parecer

son subproductos no funcionales del metabolismo celular, los cuales una vez depositados en los tubos no parecen ser utilizados nuevamente por la planta (Bonner y Galston, 1947).

Androceo. El tipo de estambres que está constituido por un filamento uninervado y con una antera bilobada de cuatro sacos polínicos en el ápice, es considerado filogenéticamente como una estructura avanzada.

El tejido basal del filamento es un parénquima vacuolado, sin espacios intercelulares. En la antera el tejido fundamental también es parenquimatoso pero altamente diferenciado en la proximidad de las células esporógenas, formando las capas parietales del microsporangio. La más externa de estas capas, el endotecium, está inmediatamente debajo de la epidermis; la segunda de las capas es el "tapetum", cuya función, según algunos autores, está relacionada con la nutrición de las células madres del polen.

La salida del polen ocurre por una abertura de la antera llamada "stomium", la cual puede ser longitudinal, transversal, un simple poro en el ápice de la antera o por valvas.

La microspora presenta dos capas: la más externa, exina, que puede presentar diversos apéndices en su superficie como espinas, tubérculos, depresiones, etc., que se usan en fitotaxonomía (Wodehouse). La capa interna, intina, está inmediatamente adentro de la exina.

Gineceo. Está constituido por dos carpelos, pudiendo ser apocárpico si éstos son libres y sincárpico si están unidos. De acuerdo con la diferente forma de coalescencia de los carpelos los ova-

son subproductos no funcionales del metabolismo celular, los cuales una vez depositados en los tubos no parecen ser utilizados nuevamente por la planta (Bonner y Galston, 1947).

Androceo. El tipo de estambres que está constituido por un filamento uninervado y con una antera bilobada de cuatro sacos polínicos en el ápice, es considerado filogenéticamente como una estructura avanzada.

El tejido basal del filamento es un parénquima vacuolado, sin espacios intercelulares. En la antera el tejido fundamental también es parenquimatoso pero altamente diferenciado en la proximidad de las células esporógenas, formando las capas parietales del microsporangio. La más externa de estas capas, el endotecium, está inmediatamente debajo de la epidermis; la segunda de las capas es el "tapetum", cuya función, según algunos autores, está relacionada con la nutrición de las células madres del polen.

La salida del polen ocurre por una abertura de la antera llamada "stomium", la cual puede ser longitudinal, transversal, un simple poro en el ápice de la antera o por valvas.

La microspora presenta dos capas: la más externa, exina, que puede presentar diversos apéndices en su superficie como espinas, tubérculos, depresiones, etc., que se usan en fitotaxonomía (Wodehouse). La capa interna, intina, está inmediatamente adentro de la exina.

Gineceo. Está constituido por dos carpelos, pudiendo ser apocárpico si éstos son libres y sincárpico si están unidos. De acuerdo con la diferente forma de coalescencia de los carpelos los ova-

rios presentan diferente estructura interna. La fusión de los carpelos en su condición abierta puede resultar en un ovario unilocular; cuando se combina el doblamiento de los carpelos y la unión entre sí, o con el tejido del receptáculo, puede resultar un ovario con tantos lóculos como carpelos. Pueden ocurrir diferentes variaciones de las estructuras básicas del ovario antes descritas.

Ovulo. Al desarrollarse el óvulo es asiento de la formación de las megasporas (macrosporas) y del desarrollo del saco embrionario (gametofito femenino), a partir de la megaspora. Comúnmente se distinguen las siguientes partes morfológicas en un óvulo: la nucela, un cuerpo central de tejidos conteniendo algunas células vegetativas y esporógenas, uno o dos integumentos que rodean a la nucela, y el funículo.

Si el ápice nucelar se aleja del funículo el óvulo recibe el nombre de ortótropo; si está completamente invertido se denomina anátropo. Entre estas dos formas extremas hay varias intermedias con diferentes grados de curvatura (Maheshwari, 1950). La composición histológica del óvulo es simple, en relación con la de la semilla que produce.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Plantas de candelilla

1. Raíz
2. Tallo
3. Hojas
4. Estambres
5. Pistilos
6. Semillas

Substancias

Parafina p. f. 48o
Acido acético glacial
Acetona
Alcohol
Xilol
Carbol-xilol
Aldehido fórmico 42%
Agua
Dioxano
Colorantes: (a) safranina, (b) verde rápido
Aceite de cedro

Cristalería

Probetas
Vasos de precipitado
Cubreobjetos
Portaobjetos
Vasos de Coplin
Matraces
Aparato para destilación
Tubos de vidrio

Aparatos

Estufa de temperatura constante
Microscopio estereoscópico
Microscopio para observación por transparencia
Microtomo
Plancha de desecación
Reloj de laboratorio

Otros materiales

Algodón
Agujas de microdissección
Detergente

Métodos

Recolección de material

Raíz. La extracción de la raíz se hizo excavando el suelo al rededor de la planta hasta que ésta pueda ser desarraigada sin estirarla, con el objeto de evitar el desprendimiento o dañar la corteza externa. Se lavaron las muestras cuidadosamente y después -- con una brochita de pelo fino se quitó toda la tierra que quedaba adherida.

Tallo. Se tomaron tallos de distintas edades, teniendo precaución de no doblarlos ni golpearlos; no hubo necesidad de ponerlos en agua o entre papeles húmedos ya que dichos tallos se tomaron de las plantas que se encuentran en el costado poniente del edificio de plantas desérticas de la Escuela, por lo que inmediatamente se pusieron en el líquido fijador.

Hoja. Se procuró cortar las hojas ejerciendo la menor presión posible sobre ellas y sin doblarlas para evitar desgarramientos de la epidermis o la dislocación de los haces vasculares, lo que frecuentemente si no se toman las precauciones arriba citadas.

Método para recolección y observación del material que fué observado en estado fresco.

Raíz. Se recolectó en la forma citada y una vez limpias las muestras se colocaron sobre el disco de contraste de un microscopio estereoscópico, haciéndose las observaciones debidas.

Tallo. Se recolectó en la forma indicada y se observó sobre un disco de contraste de un microscopio estereoscópico. Se hicieron cortes con hojas de rasurar.

Hojas. Se recolectaron en la forma indicada y se observaron sobre el disco de contraste del microscopio estereoscópico.

Flor. Se observó sobre un disco de contraste de un microscopio estereoscópico. Para observar el estambre se tomó éste de un ciato y se observó al microscopio estereoscópico. Para la observación del polen puede hacerse en la propia antera de un estambre en dehiscencia o bien se sacude sobre el disco de contraste un ciato, observando solamente los granos de polen con diferentes aumentos.- Para observar el polen en un microscopio por transparencia se sacude un ciato sobre un portaobjetos, se coloca éste sobre la platina del microscopio y se hace la observación. El estudio del pistilo se hizo con un microscopio estereoscópico colocando el ciato sobre el disco de contraste y haciendo la observación con auxilio de las agujas de microdissección y una hoja de rasurar para hacer los cortes necesarios.

Método para el material que fué previamente tratado para hacer cortes microtómicos.

1. Se tomó el material: raíz, tallo, hojas y flores con las precauciones ya enunciadas. Las raíces y los tallos se dividieron en trocitos de 5 a 7 mm de longitud; las hojas y las flores no se seccionaron.

2. Se colocó el material en un líquido que sirve para matar y fijar los tejidos y cuya fórmula es la siguiente:

Alcohol etílico de 95%	50 cc
Acido acético glacial	5 cc
Formaldehido 37-40%	10 cc
Agua	35 cc

Esta solución se conoce con el nombre de FAA; cuando se usa ácido propiónico en vez de ácido acético se le denomina FPA.

El tiempo que dura el material en esta solución depende de la naturaleza del mismo; en este caso el tiempo fué de 48 horas.

3. Deshidratación para montaje. Para la deshidratación del material se usó el método del dioxano, como sigue:

- 1). Un tercio dioxano y dos tercios agua
- 2). Dos tercios dioxano y un tercio agua
- 3). Dioxano puro
- 4). Dos cambios de dioxano puro, cambiando el tapón de cercho por uno nuevo y seco.

En cada una de las soluciones anteriores permaneció el material por espacio de 8 horas, excepto en los dos últimos cambios de dioxano puro en los cuales permaneció por espacio de 4 horas.-

Para hacer el traspaso del material de los frascos con la solución fijadora a los frascos con dioxano se procede en la siguiente forma: se coloca sobre la boca del frasco que contiene el material una tela de tejido abierto (en este caso se usó manta de cielo), se fija con una liga, se invierte el frasco lentamente dejando salir toda la solución fijadora, se coloca después el frasco en la llave y se deja pasar agua a través de la tela durante 4 o 5 minutos, de manera que circule libremente dentro del frasco; se invierte el frasco procurando que el material caiga sobre la tela suavemente, se quitan la liga y la tela, y de ésta se pasa el material cuidadosa y rápidamente evitando la desecación del mismo, al primer frasco de la serie dioxano; por el mismo procedimiento se pasa a través de los demás frascos de la mencionada serie.

4. Infiltración en parafina. La parafina usada para esta operación es una parafina especial para esta clase de trabajos cu

El tiempo que dura el material en esta solución depende de la naturaleza del mismo; en este caso el tiempo fué de 48 horas.

3. Deshidratación para montaje. Para la deshidratación del material se usó el método del dioxano, como sigue:

- 1). Un tercio dioxano y dos tercios agua
- 2). Dos tercios dioxano y un tercio agua
- 3). Dioxano puro
- 4). Dos cambios de dioxano puro, cambiando el tapón de corcho por uno nuevo y seco.

En cada una de las soluciones anteriores permaneció el material por espacio de 8 horas, excepto en los dos últimos cambios de dioxano puro en los cuales permaneció por espacio de 4 horas.-

Para hacer el traspaso del material de los frascos con la solución fijadora a los frascos con dioxano se procede en la siguiente forma: se coloca sobre la boca del frasco que contiene el material una tela de tejido abierto (en este caso se usó manta de cielo), se fija con una liga, se invierte el frasco lentamente dejando salir toda la solución fijadora, se coloca después el frasco en la llave y se deja pasar agua a través de la tela durante 4 o 5 minutos, de manera que circule libremente dentro del frasco; se invierte el frasco procurando que el material caiga sobre la tela suavemente, se quitan la liga y la tela, y de ésta se pasa el material cuidadosa y rápidamente evitando la desecación del mismo, al primer frasco de la serie dioxano; por el mismo procedimiento se pasa a través de los demás frascos de la mencionada serie.

4. Infiltración en parafina. La parafina usada para esta operación es una parafina especial para esta clase de trabajos cu

El tiempo que dura el material en esta solución depende de la naturaleza del mismo; en este caso el tiempo fué de 48 horas.

3. Deshidratación para montaje. Para la deshidratación del material se usó el método del dioxano, como sigue:

- 1). Un tercio dioxano y dos tercios agua
- 2). Dos tercios dioxano y un tercio agua
- 3). Dioxano puro
- 4). Dos cambios de dioxano puro, cambiando el tapón de corcho por uno nuevo y seco.

En cada una de las soluciones anteriores permaneció el material por espacio de 8 horas, excepto en los dos últimos cambios de dioxano puro en los cuales permaneció por espacio de 4 horas.-

Para hacer el traspaso del material de los frascos con la solución fijadora a los frascos con dioxano se procede en la siguiente forma: se coloca sobre la boca del frasco que contiene el material una tela de tejido abierto (en este caso se usó manta de cielo), se fija con una liga, se invierte el frasco lentamente - dejando salir toda la solución fijadora, se coloca después el frasco en la llave y se deja pasar agua a través de la tela durante 4 o 5 minutos, de manera que circule libremente dentro del frasco; se invierte el frasco procurando que el material caiga sobre la tela suavemente, se quitan la liga y la tela, y de ésta se pasa el material cuidadosa y rápidamente evitando la desecación del mismo, al primer frasco de la serie dioxano; por el mismo procedimiento se pasa a través de los demás frascos de la mencionada serie.

4. Infiltración en parafina. La parafina usada para esta operación es una parafina especial para esta clase de trabajos cu

yo punto de fusión es de 48o a 52o C. Se puso a fundir en estufa de temperatura constante una cantidad regular de parafina, 200 a 300 gramos. En un frasco de boca ancha o vaso de precipitado de 50 a 100 cc de capacidad se puso xilol hasta una tercera parte, aunque puede usarse cualesquiera de los disolventes de la parafina recomendados para esta clase de trabajos, y en este frasco conteniendo xilol se puso el material y se vertió parafina fundida casi hasta llenar el frasco, el cual se colocó en estufa de temperatura constante a 35o C. La parafina no se funde a esta temperatura sino que forma una capa que posteriormente se va disolviendo y se difunde poco a poco penetrando en los tejidos del material. En los casos en que el disolvente resultó ser demasiado se tiró una poca de la mezcla xilol-parafina y se agregó una poca de parafina fundida. Esta operación se repite las veces que sea necesario hasta lograr que se establezca, en forma permanente, una capa de parafina sobre la superficie del solvente, lo que indica que éste se ha saturado de parafina a 35o C. El material puede permanecer en esta mezcla hasta dos o tres días. En nuestro caso se le dejó durante 24 horas.

Se transfirió el frasco a estufa de temperatura constante a 53o C. La parafina solidificada se funde y sobreviene una infiltración gradual de la misma en los tejidos del material. En este paso debe evitarse el manejo brusco de los frascos, a menos que se trate de material no delicado, en cuyo caso puede agitarse suavemente para homogenizar la mezcla. A intervalos de 4 horas se desecha la mitad de la mezcla xilol-parafina y se repone con

parafina fundida. Esto debe hacerse lo más rápidamente que sea posible para que el frasco permanezca fuera de la estufa el tiempo mínimo, y después de repetir esta operación cuatro o cinco veces se desecha totalmente la mezcla xilol-parafina, reemplazándola con parafina fundida. A las 4 horas se hace un nuevo cambio con parafina pura y 4 horas después se hace la "prueba del botón" vertiendo una poca de parafina, del frasco que contiene el material, en un recipiente con agua; se deja que se enfríe y si la parafina no contiene xilol no debe presentar aspecto grasoso, y para mayor seguridad se mastica un pedazo del "botón" y cualquier huella de xilol será denunciada por el gusto. Si la prueba resulta satisfactoria se hacen todavía dos cambios más de parafina pura, después de los cuales el material queda listo para su moldeado.

5. Moldeado. Se preparan cajitas de material impermeable -- que resistan, sin deformarse, temperaturas mayores que la de fusión de la parafina. El autor usó para esto la envoltura interior de las cajetillas de cigarros, teniendo la precaución de que quedara el "oropel" hacia adentro. La medida de las cajitas depende del tamaño de las piezas del material y del número de éstas que se desee colocar en cada bloque. En este caso las medidas aproximadas fueron 4 cm de largo, 2.5 cm de ancho y 1.5 cm de alto, para colocar seis piezas de material en cada una. Para el vaciado se usó una platina eléctrica cuya superficie se calienta a diferentes temperaturas. Se coloca la caja sobre la parte más caliente de la platina, se vierte una poca de parafina fundida, la cual se tiene preparada en estufa de temperatura constante a 530 C y se colocan

los trocitos de material vertiendo encima la parafina fundida hasta llenar la cajita. Se le da al material la posición deseada, y se corre la cajita hacia la parte media de la platina; si alguno de los trocitos de material pierde su posición se le sitúa en la adecuada mediante agujas de microdissección, las cuales deben estar calientes para evitar que se solidifique la cera sobre su superficie. Se corre la cajita a la parte más fría de la platina, cuya temperatura es menor que la de fusión de la parafina, y se le pasa rápidamente la flama de un mechero sobre la superficie para evitar la formación de burbujas, lo que ocasionaría una defectuosa inclusión del material e impediría la obtención de buenos cortes. Una vez solidificada la parafina se retira la cajita de la platina y poco después se coloca en agua y por medio de cualquier artificio se le sumerge completamente en este líquido. Cuando la parafina está completamente fría se desecha el papel de la cajita y se secciona el bloque de parafina en tantas partes como trozos de material contiene, o bien se van trozando los bloquecitos a medida -- que se vaya necesitando. El material está listo para hacer cortes en el microtomo.

6. Cortes microtómicos. El primer paso para hacer estos -- cortes es colocar el bloque de parafina conteniendo el material -- sobre el disco de montaje, haciendo previamente sobre el bloque -- con una hoja de rasurar los cortes necesarios para lograr, hasta donde sea posible, que sus lados sean paralelos, y en los casos -- en que el material incluido lo permita, se hacen estos cortes de tal manera que quede el material en el centro.

Se calienta el disco mencionado y se coloca sobre él suavemente el bloque de parafina, se deja enfriar un poco, si la temperatura del disco lo permite, y se pasa al agua hasta que se enfríe completamente. El autor colocó el disco entre trozos de hielo, y dejó pasar unos 5 a 10 minutos, después de sacar el bloque del hielo, antes de colocarlo en el microtomo. Una vez puesto en el microtomo se le da la posición deseada mediante unos tornillos que tiene para este fin el brazo del microtomo, lo cual se hace así con objeto de dar a los cortes el sentido que se quiera. La navaja del microtomo debe observarse previamente en el microscopio -- para asegurarse de que su filo está en perfectas condiciones pues de no ser así sería difícil obtener buenos cortes. Se coloca la navaja y se le da la inclinación deseada, generalmente de modo que forme ángulo recto con el bloque de parafina. Si el material no quedó en el centro del bloque se procura que la parte más gruesa de éste, a partir del material, quede hacia arriba para que ofrezca mayor resistencia al impacto de la navaja.

Se gradúa el microtomo según el grosor que quiera darse a los cortes, en micras, y se hace girar la manivela. Al principio los cortes salen muy irregulares y sólo de parafina; al llegar al material los cortes deben ser de forma regular (la del bloque) y formar un listón al adherirse unos a otros. Para que el listón se forme correctamente debe existir paralelismo entre los lados del bloque, pues de lo contrario el listón se encorva hacia uno u otro lado. Si no se forma el listón, debido a que los cortes no se adhieren entre sí, probablemente se debe a una gran diferencia

entre la temperatura de la navaja y la del bloque, o bien a que la temperatura de éste sea muy fría. En algunos casos los cortes se enrollan, lo que comúnmente se debe a que son demasiado gruesos debiendo tenerse también la precaución de poner una poca de agua en la parte de la navaja que está cortando, con el objeto de que el listón resbale suavemente sobre la cara de ésta.

Para asegurarse de que los cortes son correctos se toman secciones del listón y se colocan sobre un portaobjetos para examinarlas al microscopio; esto es sólo para ver si la parafina está firmemente adherida a los bordes del material y si la inclusión se hizo correctamente; luego se le pone al corte un poco de xilol y se observa al microscopio, pudiéndose ver ya las estructuras. Si la inclusión se ha hecho correctamente y el filo de la navaja es satisfactorio pero el corte está desgarrado o arrugado, habrá que hacer los cortes un poco más gruesos, ya que el grosor del corte depende del material de que se trate. Así se siguen haciendo pruebas hasta lograr cortes satisfactorios.

7. Fijación de los listones en los portaobjetos. El portaobjetos en que se va a fijar el listón debe estar perfectamente limpio, para lo cual se coloca dentro de una solución de 99 cc de alcohol etílico 70% y 1 cc de ácido clorhídrico. Al extraer los portaobjetos de esta solución se secan con una tela completamente tersa o con el papel especial para limpiar lentes. Debe tenerse suma precaución de que no quede grasoso el portaobjetos pues esto entorpece grandemente la fijación del listón. Para asegurarse de que el portaobjetos está libre de grasa se coloca sobre él una --

gota de agua que se extiende con un bisturí o con otro portaobje--
tos; el agua debe formar una película delgada si no hay grasa pero
si aún está presente ésta se enrolla la película de agua en sus --
bordes y por lo tanto no se usará el portaobjetos hasta que la ci
tada prueba resulte satisfactoria.

Una vez limpio el portaobjetos se coloca sobre él el listón,
cuya longitud depende del número de cortes que quieran colocarse -
en cada portaobjetos. Se vierten sobre el portaobjetos unas gotas
del líquido fijador, las necesarias para que flote el listón, pre
parando este líquido con 90 cc de agua, 10 cc de formaldehído 40%
y 1 gramo de gelatina; ésta se disuelve en agua a 30o C y se fil
tra la solución. Esta fórmula se usa sin diluir para materiales
que no son difíciles de fijar; para materiales suaves se le puede
diluir en dos a cinco volúmenes de agua. En nuestro caso se dilu
yó a dos volúmenes de agua. La solución se conserva sólo por 30
días, después de los cuales debe desecharse.

Una vez que el listón flota en el líquido fijador se coloca
el portaobjetos, sosteniéndolo entre los dedos, sobre la flama cu
bierta de una lámpara de alcohol o cualquier otra fuente de calor
que permita manipular sobre ella el portaobjetos. El listón co--
mienza a extenderse poco a poco y cuando ha quedado completamente
extendido se retira del calor y si se ha encorvado el listón se -
endereza con dos agujas de microdisección mientras que esté ca -
liente. Debe tenerse mucho cuidado para evitar que el listón se
funda pues esto estropearía los cortes. Se quita, en la forma --
que se crea conveniente, el exceso de líquido fijador; el autor -

usó papel filtro, sin tocar el listón. Se deja pasar un lapso de 5 a 10 minutos y se coloca sobre el listón un papel filtro terso ejerciendo a través de él una leve presión, con los dedos, sobre el listón. Se retira el papel y se coloca el portaobjetos en el horno a 53o C por espacio de 3 a 4 horas después de las cuales el adhesivo se habrá endurecido y los cortes estarán listos para el proceso de teñido.

8. Teñido de los cortes. Para este proceso se usaron en este trabajo solamente dos colorantes, safranina y verde rápido, preparándolos como sigue: 0.750 gr. de safranina en 100 cc de agua, se agita hasta disolución y se filtra; 0.750 gr. de verde rápido, ("fast green") en 100 cc de alcohol de 75% o 95%, se agita hasta disolución y se filtra. Se vierte el colorante en vasos de Coplin (el autor usó los vasos verticales). Todas las demás soluciones o sustancias que se usan en el proceso se vierten también en sus respectivos vasos de Coplin, previamente etiquetados especificando la clase de solución que contienen y su concentración.

Se sacan los portaobjetos del horno a 53o C y se colocan en el vaso de Coplin que contiene xilol para quitarles la parafina y dejándolos en el disolvente por espacio de 5 minutos. Previamente se habrán preparado soluciones de alcohol de 30, 50, 70, 80 y 90 por ciento. De esta última se preparan tres vasos de Coplin.

Se sacan los portaobjetos del xilol y se colocan en la solución de safranina, dejándolos en ella por un tiempo que puede ser de unos minutos hasta 24 o 48 horas, según el material de que se trate y la intensidad que se desee dar al teñido; en nuestro caso

se dejó por espacio de 24 horas. Este colorante impregna los cortes pero es retenido con más tenacidad por las estructuras lignificadas. Transcurrido el tiempo que ha de permanecer en la safranina, se saca el portaobjetos y se enjuaga bien en agua cambiando ésta varias veces hasta que quede completamente limpia. Esto se puede hacer dentro de los vasos de Coplin o bien en agua corriente siempre que ésta no tenga mucha presión. Se pasa el portaobjetos por la serie de alcoholes, comenzando por el de 30 por ciento hasta llegar al primer vaso con alcohol de 95 por ciento; el tiempo de permanencia en cada uno de ellos es de 1 a 2 minutos; a veces 15 segundos, según el material de que se trate y la intensidad de coloración que se desee dar.

Después de los tratamientos con alcohol se pasa el portaobjetos al vaso que contiene la solución de "verde rápido" en la que se deja durante 15 a 20 segundos. Este colorante retira la safranina de las estructuras no lignificadas y el exceso de ella de las lignificadas. Después, vuelve a pasarse el portaobjetos a través del segundo y tercer vaso de alcohol de 95 por ciento permaneciendo en cada uno de ellos por 30 a 60 segundos, según la intensidad deseada de la coloración con verde rápido pues el alcohol retira a este colorante de las estructuras, y después de ese tiempo se le pasa a una solución de carbol-xilol para efectuar aclarado. Esta solución se prepara mezclando un volumen de ácido carbónico (fenol) puro y fundido con tres o cuatro volúmenes de xilol y en ella se deja el portaobjeto por 5 a 10 minutos. El autor -- observó que esta solución retira la safranina de los tejidos, por

lo que el tiempo que aquí permanece la preparación debe calcularse por observación al microscopio. La observación debe hacerse en un microscopio viejo pues esta solución ataca la pintura de la platina, y no se usa condensador para evitar la rápida desecación de los cortes; si el color verde es muy intenso y enmascara al rojo se regresa la preparación a las soluciones de alcohol de 95 por ciento y luego a la de carbol-xilol, repitiendo la operación hasta obtener la intensidad y contraste de coloración deseados. No debe observarse al microscopio durante los pasos por los alcoholes, pues ocurre una desecación rápida. Se sacan los portaobjetos del carbol-xilol y se pasan por una serie de tres vasos de xilol puro, los que, para facilidad de manejo, se denominan xilol 1, xilol 2 y xilol 3, permaneciendo el portaobjeto en cada vaso por espacio de 10 minutos. En cualquiera de estos tres pasos por el xilol puede hacerse observación al microscopio, teniendo la precaución ya indicada de evitar la desecación de los cortes.

Después del xilol 3 se saca el portaobjetos y se le quita el exceso de xilol con papel filtro, sin tocar los cortes. Esto debe hacerse rápidamente para evitar la desecación, pero no debe pasarse por alto, pues si la preparación lleva xilol se diluirá mucho el aceite de cedro. Se coloca luego una gota de aceite de cedro. Si los cortes son varios serán varias gotas, y sobre ésta se coloca el cubreobjetos, limpiado previamente en la misma forma recomendada para los portaobjetos. El aceite de cedro se extenderá lentamente hasta salir por los bordes del cubreobjetos, y si esto no sucede se ejerce una ligera presión con las agujas de microdisecación.

Esta operación se hace también para expulsar al exterior las pequeñas burbujas de aire que frecuentemente quedan debajo del cubreobjetos.

Se colocan los portaobjetos en el horno a 53o C donde permaneces por espacio de 24 horas, transcurridas las cuales el aceite de cedro habrá tomado suficiente dureza para permitir el manejo de los portaobjetos y hacer las observaciones al microscopio. Se sacan los portaobjetos del horno y se limpia el exceso de aceite de cedro con un algodoncito empapado en xilol, haciendo esto con movimientos rápidos pues si penetra el xilol bajo el cubreobjetos éste se deslizará por dilución del aceite de cedro. Se etiqueta la preparación poniéndole el nombre del material ahí montado, la fecha, el nombre de quien la hizo y si se desea puede numerarse o formarse series que faciliten su localización.

OBSERVACION Y ESTUDIO

Clasificación Taxonómica de la Candelilla

División	Spermatophyta
Clase	Angiospermae
Sub-clase	Dicotyledoneae
Orden	Euphorbiales
Género	Euphorbia
Especie	spp.

Descripción Botánica

Raíz. Presenta gran cantidad de raicillas adventicias, dando el aspecto de cabellera. Esto en una planta adulta. Las raicillas son muy delgadas, bastante largas y nacen por grupos en diferentes partes del rizoma; ocasionalmente nacen aisladas y se ramifican -- poco después de su nacimiento. Las raicillas están cubiertas por una capa de substancia de color ámbar, más clara mientras más joven es la raicilla, formándole a ésta una como funda muy frágil, -- sobre todo poco después de desarraigada la planta.

Tallo. La planta tiene tallos aéreos y subterráneos. El tallo aéreo presenta a simple vista el aspecto de una vara de color verde glauco debido a que está cubierto de una capa de cera, y de tramo en tramo se aprecian nudosidades. Su ramificación es simpódica. -- Los renuevos son de color verde pálido aunque en algunos tramos -- presentan tintes rojizos.

Visto el tallo al microscopio estereoscópico, con un aumento de 15 diámetros, presenta un aspecto simplemente rugoso con una -- gran cantidad de puntitos blancos (cera), siendo las crestas de -- las rugosidades más altas que los puntos cubiertos de cera y de --

OBSERVACION Y ESTUDIO

Clasificación Taxonómica de la Candelilla

División	Spermatophyta
Clase	Angiospermae
Sub-clase	Dicotyledoneae
Orden	Euphorbiales
Género	Euphorbia
Especie	spp.

Descripción Botánica

Raíz. Presenta gran cantidad de raicillas adventicias, dando el aspecto de cabellera. Esto en una planta adulta. Las raicillas son muy delgadas, bastante largas y nacen por grupos en diferentes partes del rizoma; ocasionalmente nacen aisladas y se ramifican -- poco después de su nacimiento. Las raicillas están cubiertas por una capa de substancia de color ámbar, más clara mientras más joven es la raicilla, formándole a ésta una como funda muy frágil, -- sobre todo poco después de desarraigada la planta.

Tallo. La planta tiene tallos aéreos y subterráneos. El tallo aéreo presenta a simple vista el aspecto de una vara de color verde glauco debido a que está cubierto de una capa de cera, y de tramo en tramo se aprecian nudosidades. Su ramificación es simpódica. -- Los renuevos son de color verde pálido aunque en algunos tramos -- presentan tintes rojizos.

Visto el tallo al microscopio estereoscópico, con un aumento de 15 diámetros, presenta un aspecto simplemente rugoso con una -- gran cantidad de puntitos blancos (cera), siendo las crestas de -- las rugosidades más altas que los puntos cubiertos de cera y de --

color verde obscuro. De trecho en trecho se observan las yemas -- florales y debajo de ellas las hojas o la cicatriz que dejaron éstas al desprenderse. A los lados de cada yema hay dos pequeñas -- eminencias que por su coloración y aspecto general parecen ser yemas florales abortivas.

Visto con mayor aumento, 90 diámetros, se observa en un tallo joven, que su coloración es verde pero cubierta esta región por -- una capa de substancia muy transparente de aspecto semejante a la clara de huevo. Se ven numerosos puntos blancos, cera, con un orificio en el centro el cual se prolonga hasta las capas de la epidermis y probablemente hasta la primera capa de la corteza; en el fondo de estos orificios se encuentran dos células grandes, arriñonadas, con la concavidad viendo hacia el centro y unidas en sus extremos. En concepto del autor se trata de verdaderos estomas.-

El tallo adulto es de color verde más obscuro y no se observa la capa de substancia semejante a clara de huevo mencionada en el tallo joven. Los puntos de cera aparecen como escamas circulares y se ve claramente que las crestas sobresalen de ellos y presentan estrías y gran cantidad de pequeños puntos refringentes, probablemente partículas de cera. La cera, que en un tallo joven parece salir exclusivamente por los "poros ceríferos", aquí cubre totalmente al tallo dando la impresión de que se trata de una secreción de toda la epidermis; en estos tallos la cera se desprende en forma de laminillas las cuales muestran gravadas, en su cara posterior, las impresiones de las estrías de la epidermis.

Hoja. Filotaxia. Las hojas son esparcidas, con un ciclo de

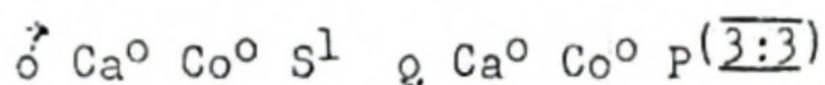
dos quintos y un ángulo de divergencia de 144 grados. Son sésiles y pequeñas, sobrepasando escasamente, en su mayoría 1 cm de longitud y 1 a 2 mm de ancho. Son de color totalmente verde en las hojas que se encuentran en el extremo distal del tallo, que por lo general son dos o tres; el resto de ellas, considerándolas desde la parte superior del tallo a la inferior, presentan un tinte rojizo que comienza en el ápice y se continúa por los bordes, avanzando hacia el centro del limbo a medida que se trata de hojas más viejas hasta que finalmente se desprende la hoja. En los casos en que el renuevo presenta coloración rojiza, todas sus hojas, inclusive las más jóvenes, son totalmente rojas. En su punto de inserción presentan las hojas jóvenes un ensanchamiento en forma de media esfera y en las adultas un simple ensanchamiento. Por su consistencia son carnosas; por la forma del limbo están entre las lanceoladas y las lineales; el limbo es ligeramente cóncavo por el haz y presenta en el envés una especie de cordón que lo recorre desde la base hasta el ápice. Presenta una posición inclinada, formando con el tallo un ángulo que varía de 45 a 80 grados; las nervaduras no son visibles. Por lo que respecta a las vegetaciones, tanto el haz como el envés y los bordes presentan tricomas tortuosos, blanquecinos o translúcidos, aún en las regiones del limbo de coloración rojiza; y no son muy numerosos. Vistos al microscopio, por transparencia y con aumento de 150 diámetros, presentan en su interior numerosos plastos.

Las modificaciones se reducen a las piezas del ciato y a las de los verticilos florales.

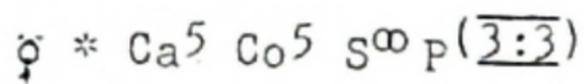
En la axila de la hoja se encuentra una prominencia roja, colocada en una pequeña depresión del tallo que viene a ser la yema floral y en cuyas cercanías no existen poros ceríferos pero sí bas tante tricomas, más largos que los del limbo, que, naciendo a su alrededor, se acuestan sobre ella como si trataran de protegerla.

Flor. La fórmula floral de la familia Euphorbiaceae es, según Swingle (1952), la siguiente: $Ca^{x-0} Co^{x-0} S^{x-\infty} P(\overline{1:3})$

En el género Euphorbia, considerando al ciato como inflorescencia, la fórmula floral, según el autor, sería:



y considerando al ciato, no como inflorescencia sino como flor sería:



La inflorescencia de la candelilla es comúnmente una espiga de cabezuelas. Las flores de ambos sexos se encuentran dentro de una estructura de forma de copa, llamada ciato, conteniendo cada uno aproximadamente 45 a 47 flores masculinas y una femenina en el centro, la cual no siempre se desarrolla. La disposición de las piezas del ciato varía según la especie y probablemente según la variedad. El autor encontró dos formas diferentes: una con sus piezas en forma de concha y los ápices vueltos hacia el centro de la inflorescencia; y otra con las piezas extendidas, con el aspecto de verdaderos pétalos. Generalmente cada espiga consta de tres ca bezuelas, una de las cuales frecuentemente no alcanza su total desarrollo. En la base del ciato se observan de una a tres estructu ras pequeñas, rojizas, iguales en forma y aspecto externo a las

hojas. En algunos casos la inflorescencia no adopta la disposición de espiga sino que sobre un mismo punto nacen dos o tres ciatos.

El ciato de una inflorescencia joven es generalmente de color blanco, con el borde de sus piezas ondulado y el ápice de diferente forma; en un ciato adulto la coloración es roja en el ápice y blanco jaspeado de rosa en la base. Los ciatos viejos son totalmente rojos. Las piezas del ciato están unidas en su mitad inferior y generalmente son cinco. Además de las piezas descritas posee el ciato otras que nacen en forma alternada con las anteriores y se colocan por dentro de ellas; son membranosas y bastante grandes, afectando ligeramente la forma de concha; poseen numerosos tricomas en su cara externa y en sus bordes y esporádicamente en la cara interna. Los tricomas son de color verde claro en la base y de color rosa débil en su parte media, subiendo hasta el tono obscuro en el ápice el cual es desgarrado.

Visto el ciato detenidamente presenta en conjunto el aspecto de un perianto con las piezas unidas en la base, siendo los sépalos petaloides y más grandes y carnosos que los pétalos, los que son membranosos y más pequeños. En la base de la porción enconchada de cada pieza carnosa del ciato se encuentra la formación glandulosa, arriñonada, con la concavidad hacia adentro y abajo: son los nectarios, de color rojo pálido en el ciato joven y rojo obscuro en el adulto.

El androceo está constituido por un sólo estambre con el filamento articulado y una antera de dos tecas y cuatro sacos polínicos. Inicialmente el filamento está articulado hacia la parte media pero por un crecimiento mayor de su mitad inferior dicha arti-

culación viene a quedar después en la unión del tercio medio con el superior; la parte inferior del filamento viene a ser lo que se llama el andróforo y la parte superior el filamento propiamente dicho. Precisamente de esta articulación se desprende el estambre una vez que ha efectuado su dehiscencia. Tanto el andróforo como el filamento son translúcidos y blanquecinos pero en algunos casos presentan tintes rojizos. Algunos andróforos son más gruesos que el resto pero son muy raros, y en algunos casos, más raros aún, se unen completamente dos andróforos y sus respectivos filamentos presentando dos anteras, correspondiendo una a cada estambre.

La antera es mesofija, extrorsa durante la dehiscencia, y de forma cercana a la esférica antes de la dehiscencia y discoidea al terminar ésta, la cual es transversal. Presenta dos sacos polínicos en cada teca y su color es inicialmente amarillo pálido, luego de tono más intenso con tinte rojizo y finalmente rojo oscuro. Los granos de polen tienen la forma de un grano de trigo con tres surcos que lo recorren longitudinalmente y que son más profundos en la parte más gruesa, de modo que viendo un grano de polen en corte transversal, efectuado en su parte media, afecta la forma de un trébol. En el ciato los estambres nacen en cinco grupos de 8 a 9 estambres cada uno; algunas veces en seis grupos, colocados alternamente respecto de las piezas carnosas del ciato y opuestos a las piezas membranosas del mismo. Los grupos de estambres están separados por unas estructuras membranosas de color blanco y de aspecto plumoso, colocadas radialmente. Los estambres van emergiendo en grupos de dos a tres desprendiéndose de su andróforo una vez efec-

tuada la dehiscencia, quedando éste dentro del ciato.

En el centro de cada ciato existe únicamente una flor femenina que no siempre se desarrolla y que consta de un largo pedúnculo el ginóforo, en cuyo extremo distal está el ovario; el ginóforo se ensancha en su parte superior tomando una forma trilobada, correspondiéndose cada lóbulo con los del ovario. A medida que va madurando el ovario se va alargando el ginóforo hasta alcanzar una longitud de dos o más veces la del ciato, por lo que al final se hace colgante. El ovario tiene forma cercana a la esférica y presenta tres gajos que corresponden a sus tres lóculos, en cada uno de los cuales se aloja un óvulo anátropo. Con mucha frecuencia uno o dos óvulos no alcanzan su completo desarrollo. El estilo es grueso y corto y a poca distancia de su nacimiento se trifurca y cada una de sus ramas se bifurca a su vez por lo que la flor presenta, vista de frente, el aspecto de una estrella de seis brazos. Tanto el ovario como el estilo son inicialmente de color verde claro tomando luego tinte rojizo. Como se dijo antes, la flor femenina no siempre se desarrolla, por lo que frecuentemente se encuentran ciatos que aparentemente sólo contienen flores masculinas; sin embargo, mediante una disección cuidadosa del ciato se encontrará el ovario abortivo rodeado por las bases de los andróforos.

Fruto. Es una cápsula trilocular que pende de un largo pedúnculo, el ginóforo. Cuando llega a su madurez toma una coloración café de tonalidad variable. Cuando los óvulos han completado su desarrollo y se transforman en semillas, la cápsula estalla arrojando a éstas en torno de la planta, siendo ésta la forma en que

la planta disemina las semillas. El estallido es perfectamente audible. La cápsula se parte en tres gajos que se desprenden quedando el ginóforo en la planta, así como la parte central del ovario sobre la cual se sostenían los tabiques del mismo. Aún puestas -- las cápsulas dentro de un vaso de precipitado, de una altura aproximada de 8 centímetros, la mayoría de las semillas son arrojadas -- fuera de él al estallar aquéllas. Los lóculos del fruto son monospermos.

Semilla. Está colocada dentro de su lóculo, con la carúncula hacia abajo. A simple vista es de color café claro y presenta en su extremo más delgado una estructura de color blanquecino, la carúncula, la que tiene forma de umbela, presentando en su cara interna profundos surcos que dejan entre sí laminillas de una substancia blanquecina; en su borde y coincidiendo con el rafe, presenta una escotadura bastante profunda. Se observa un rafe que recorre a la semilla desde el extremo de la carúncula hasta el centro de una fosita que se encuentra en el extremo opuesto, el cual es truncado.

Vista la semilla en el microscopio estereoscópico, con un aumento de 15 diámetros, se observa que su superficie está recorrida por numerosos surcos y crestas muy sinuosas; tanto las crestas como los surcos están cubiertos de unos puntitos de color ámbar o café más obscuro que el resto de la superficie. Vista con un aumento de 90 diámetros se observa que la semilla está cubierta de una materia de aspecto de cera, con incrustaciones de otra substancia de color ámbar, las cuales se desprenden dejando una fosita que gene-

ralmente es de forma hexagonal. Al quitar la capa de la mencionada substancia que cubre a la semilla, se siguen observando los surcos y las crestas pero de un color café bastante obscuro; en realidad aquí se está observando la testa. Al hacer un corte de la semilla y quitando el embrión y el albumen se observa el tegmen o endotesta, adosado a la cara interna de la testa. Haciendo un corte longitudinal de la semilla en un plano adecuado, se pueden observar las partes del embrión. Quitando cuidadosamente la testa en la región o extremo achatado de la semilla se observa, adosada al albumen, una estructura circular de color ámbar claro; en este mismo extremo y por la cara interna de la testa se encuentra el micrópilo. Hay 272,000 semillas en un kilogramo, entre buenas y vanas; considerando sólo las buenas hay aproximadamente 260,000 por kilogramo.

Tallos Subterráneos. La planta posee un tallo subterráneo -- principal grueso y de color café más obscuro que el resto, del que nacen tallos más delgados que se dirigen hacia arriba y emergen a la superficie de la tierra; algunos de éstos, antes de su emergencia, forman espirales y se ramifican. El tallo principal es un rizoma, sólo que no toma necesariamente la posición horizontal característica de estos tallos, sino que puede ser vertical, inclinado u horizontal.

De los tallos subterráneos, sobre todo del principal, nacen en grupos y en todas sus caras gran cantidad de raicillas adventicias. En algunas ocasiones el tallo principal toma el aspecto de un bulbo. Visto el tallo principal con un microscopio estereoscópico, con un aumento de 15 diámetros, presenta el aspecto de un --

tronco cuya "corteza" muestra hendiduras longitudinales. Esta capa, que tiene el aspecto de corteza de árbol, es muy frágil, pues con una leve presión se quiebra en sentido transversal. Sobre estos tallos se observan las yemas que formarán los nuevos tallos -- aéreos los cuales emergen de una hendidura en cuyas cercanías sí presenta fracturas transversales la mencionada corteza. En la -- unión de la parte aérea y la subterránea del tallo existe un tramo de color café más claro que la parte francamente subterránea; en algunos casos esta región forma un verdadero anillo café claro con bordes de color ámbar.

DESCRIPCIÓN HISTOLOGICA

Raíz. Exteriormente se observa una capa de una substancia de color ámbar y en seguida está la epidermis, formada por una hilera de células irregulares pero con tendencia a ser alargadas y colocadas con su diámetro mayor en sentido tangencial. Las capas de la corteza, ectodermis, mesodermis y endodermis, no se encuentran del todo diferenciadas y ocupan poco espacio mientras que el cilindro central ocupa la mayor parte. El periciclo está constituido por una hilera de células que forman un círculo, la mayor parte de las cuales son más pequeñas que las de la corteza.

Los vasos liberianos se encuentran formando haces dispuestos en círculo, y los vasos leñosos están situados en forma radial desde el centro de la médula hasta el periciclo. Entre los vasos leñosos existe un parénquima que va del centro al periciclo formando los radios medulares.

Tallo joven. Presenta una epidermis formada por dos hileras

de células, compuesta la más externa de células poligonales con los lados más o menos de igual longitud; la parte de estas células que ve hacia el exterior afecta generalmente la forma de curva o de vértice agudo u obtuso. Dicha capa posee pelos y depresiones en el fondo de algunas de las cuales se ve la cámara subestomática. La cara externa de dicha hilera de células está cubierta por una cutícula no muy gruesa que se insinúa un poco por entre ellas afectando la forma de la cara externa de cada célula que va cubriendo, por lo que forma en conjunto una serie de ondas. Esta cutícula, con la coloración usada, se tiñe de rojo pálido.

La segunda capa está formada por células de tamaño aproximadamente la mitad del de las anteriores; son alargadas y están colocadas con su diámetro mayor en sentido tangencial. No se observa la estructura celular.

En la corteza del tallo joven no están bien diferenciadas sus tres capas, viéndose sólo un tejido parenquimatoso que se extiende desde la epidermis hasta el periciclo. Este, en el cilindro central, está formado al parecer por dos hileras de células cuya forma tiende a la circular. Estas células son más pequeñas que sus vecinas endodérmicas. Los vasos liberianos forman haces con su mayor longitud en sentido tangencial, y el espacio que hay entre un haz y otro es siempre menor que el diámetro de éstos. La forma de los vasos liberianos, aunque poligonal, frecuentemente no presenta vértices bien definidos. Se observan las células compañeras.

El cambium forma un círculo que separa a los vasos liberianos de los leñosos; sus células son pequeñas y de forma muy irregular,

apareciendo en algunas partes como una simple malla o red. Los -- vasos leñosos se encuentran formando círculo, pero sólo unos cuantos, frente a los haces liberianos y están lignificados. Son de forma comúnmente hexagonal, a veces cuadrangular. El número de vasos lignificados frente a cada haz liberiano es de dos o tres, cuando más seis, colocados en una o dos hileras en sentido radial. Las paredes de estos vasos son de color rojo brillante y sus vértices de color rojo obscuro. La médula está formada de tejido parenquimatoso, compuesto de células muy irregulares y de muy diferentes tamaños, dando la impresión de no estar estrechamente unidas, con excepción de las que están inmediatamente adentro del cilindro vascular.

Tallo adulto. La epidermis consta de dos hileras de células; las externas son piriformes, con su extremo agudo hacia la periferia; esta hilera está cubierta por una capa de cutina cuyo grosor es como la mitad del diámetro mayor de las citadas células, y se tiñe de color rosa pálido que se hace más obscuro cerca de las paredes celulares. La pared externa de estas células parece estar fuertemente cutinizada ya que toma una coloración roja brillante. Esta capa de cutina se insinúa por entre estas células formando una serie de pequeñas ondas, observándose además ondas grandes con hundimientos profundos en cuyo fondo se encuentra la cámara subestomática; también existen tricomas. Estas células están colocadas con su diámetro mayor en sentido radial. Las células de la segunda hilera son aproximadamente del mismo tamaño que las anteriores pero dispuestas con su diámetro mayor en sentido tangencial.

La corteza está formada por un parénquima cuyas células, en su mayoría, son de forma alargada y son más pequeñas que las exteriores pero siempre mayores que las epidérmicas. Las de la mitad interna presentan numerosos plastos que se tiñen de amarillo o -- rojo.

Cilindro central. El periciclo consta de varias hileras de células cuya forma varía de alargada a casi circular y cuya membrana parece ser celulósica ya que toma una coloración verde. Los haces liberianos tienen la misma disposición que en el tallo joven sólo que son más grandes, por lo que se les ve más cerca uno de -- otro que en el tallo joven. Los vasos leñosos forman un círculo -- completo y están dispuestos en hileras radiales, cada una de ocho a diez vasos; su forma, aunque poligonal, no lo es tan marcada -- como en el tallo joven. En un corte longitudinal se observa que estos vasos, por su lignificación, son anillados y espiralados. -- Tanto en el floema como en el xilema, pero sobre todo en éste, se observan filas que forman parte del sistema de resistencia, y las cuales, vistas en el xilema en corte longitudinal, son bastante -- largas y con sus dos lados mayores más o menos paralelos, habiendo regiones donde todas las células de estas fibras son aproximada-- mente de la misma longitud. El parénquima medular está formado -- de gran cantidad de células irregulares, no poligonales y que no parecen estar dispuestas en orden alguno. Las que están colocadas colindando con la cara interna del cilindro vascular presentan una membrana lignificada, y tanto estas células como las demás presen-- tan numerosas granulaciones que se tiñen en rojo de diferentes --

tonalidades, tratándose probablemente de plastos. El cambium forma un círculo que separa al xilema del floema; sus células son relativamente pequeñas y su núcleo, bastante grande, se tiñe de color rojo obscuro.

Laticíferos. Los laticíferos se encuentran en la región del periciclo, en la endodermis y en la corteza media, así como entre los haces liberianos, siendo más abundantes en la región del periciclo y en los espacios que hay entre dichos haces. Los vasos que se encuentran en las regiones antes dichas son de menor diámetro y de paredes más gruesas, tiñéndose de un verde más intenso, y son numerosos los que se encuentran en el endodermo y la corteza media. En un corte longitudinal aparecen como canales anastomosados. Estos laticíferos son pues de los llamados "articulados anastomosados" y ramificados. Por su interior circula un latex de color blanco y pegajoso que se coagula al contacto del aire. En el interior de tales vasos se observan unas estructuras de forma de bastones que se tiñen de rojo; la longitud de estos bastones es muy variable pero su anchura es más o menos igual.

Hoja. Presenta una delgada cutícula que se insinúa entre las uniones de las células de la primera capa epidérmica. La epidermis consta de dos hileras de células, estando formada la más externa por células de mayor tamaño y de forma irregular, colocadas con su diámetro mayor en sentido radial. La segunda capa de células, más pequeñas que las anteriores, están colocadas con su diámetro mayor en sentido tangencial. En el centro se encuentra el haz libero-leñoso y los liberianos hacia el envés.

Los haces líbero-leñosos forman en el centro una especie de media luna con la concavidad hacia el haz. No presenta diferenciación en su parénquima. Lo anterior se observa en las hojas -- cuyo limbo es más o menos cilíndrico, mientras que en las hojas planas sí se encuentra inmediatamente abajo de la epidermis del haz un parénquima en empalizada, e inmediatamente arriba de la misma por el envés un parénquima que no presenta el aspecto de lagunoso sino más bien formado por células irregulares, sin lagunas entre sí. En la epidermis se presentan pelos.

De los hacecillos que forman el haz central parten ramas hacia los lados para formar otros haces, generalmente dos o tres a cada lado del central. Las células de empalizada contienen gran número de cloroplastos, en hileras, sobre la cara interna de su membrana. En el envés se observan estomas.

Flor. Piezas del ciato (hipsófilos). La cutícula es muy -- delgada y la epidermis consta de una hilera de células de forma irregular, mientras que el resto es un parénquima con pequeñas lagunas y haces líbero-leñosos; por término medio se encuentran 13 a 14 de estos haces en una pieza bien desarrollada. De acuerdo con su lignificación los vasos leñosos son espiralados

Androceo. Los estambres forman cinco o seis grupos de seis a siete estambres cada uno. El filamento está formado por una -- hilera de células más pequeñas que el resto, algunas veces iguales y un parénquima formado de tres o cuatro filas de células que forman otros tantos círculos; están estrechamente unidas y poseen un núcleo bastante grande. En el centro se halla el hacecillo vascular.

Los cortes efectuados en anteras se hicieron en las que el polen ya estaba formado y se observó lo siguiente: La epidermis, formada de una hilera de células pequeñas y ovaladas, dispuestas con su diámetro mayor en sentido tangencial, y la capa mecánica formada por una hilera de células más grandes que las anteriores y cuadrangulares, colocadas con su diámetro mayor en sentido radial y con núcleos bastante grandes; esta capa mecánica se observó solamente en la parte exterior de cada teca. En algunos casos se encontraron células aisladas en el interior de las tecas, tratándose probablemente de restos de la capa de células nutricias.-

El grano de polen presenta: (a) la membrana exterior, exina, gruesa y lisa; con la coloración usada tomó color amarillo pálido; (ba) la capa interna, intina, mucho más fina y que se tiñe de color rojo obscuro; (c) en el centro una célula grande, con su núcleo, y (d) dentro de esta célula otra más pequeña; vienen a ser, respectivamente, la célula vegetativa y la generatriz. En algunos casos se apreció la membrana o estructura que separa a las dos células citadas.

Gineceo. En el gineceo se observó una epidermis formada por una sola hilera de células, más pequeñas que el resto, cuadrangulares y con su mayor diámetro en sentido radial, y un núcleo bastante grande. El resto es un parénquima formado por células de forma irregular, observándose en el centro cuatro o cinco haces vasculares formando un círculo.

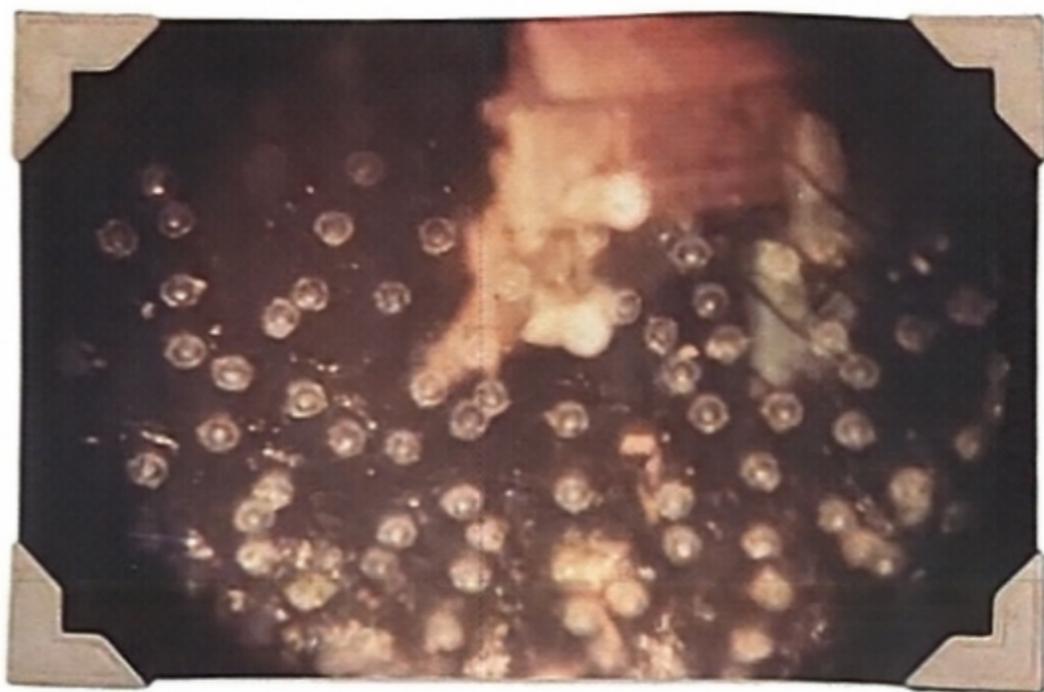
Ovario. La pared ovárica presenta dos epidermis: la externa, dotada de dos hileras de células cuadrangulares, orientadas con -

su diámetro mayor en sentido radial y con núcleos bastante grandes y la interna, con dos capas de células íntimamente unidas. La primera capa se compone de dos hileras de células pequeñas y alargadas, dispuestas en sentido tangencial, y la segunda capa con una sola hilera de células muy grandes, cuadrangulares, con núcleo bastante grande y dispuestas en sentido radial. Por dentro de esta última capa se encuentra otra hilera de células, también cuadrangulares pero más grandes que todas las demás y dispuestas con su mayor diámetro en sentido tangencial. Entre las dos epidermis citadas se encuentra un parénquima de células de forma muy irregular.

Ovulo. El óvulo es anátropo y de placentación axilar. El funículo, ensanchado en su base, se adelgaza a medida que asciende paralelo a la primina, y presenta dos epidermis formadas cada una por una hilera de células cuadrangulares con núcleos bastante grandes, habiendo un parénquima entre estas dos epidermis. La primina y la secundina presentan igual estructura que el funículo. La chalaza está formada por un parénquima de células irregulares que en este caso se tiñeron de un verde muy intenso. La base de la nucela presenta el mismo aspecto que la chalaza pero la parte que rodea al saco embrionario está formado por células alargadas que no se tiñeron intensamente. En el centro de la nucela se observa el saco embrionario y en el centro de éste dos células grandes, una de ellas con un núcleo bastante grande que se tiñe de color rojo fuerte y brillante. Probablemente estas células pertenezcan al grupo de las sinérgidas o al de las antípodas, o bien representen alguna de ellas al núcleo secundario.

BIBLIOGRAFIA

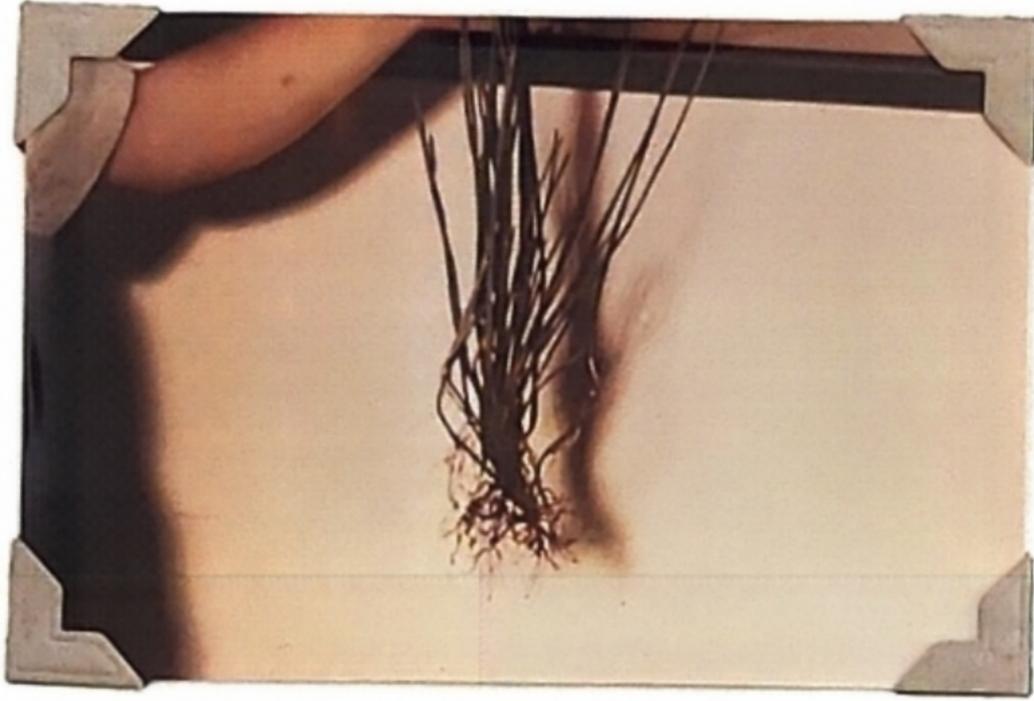
- Benson, L. Plant Classification.
D. C. Heath and Company, Boston.
- Conzatti, X. 1947. Flora Taxonómica Mexicana (Plantas Vasculares). Edición de la Sociedad Mexicana de Historia Natural bajo la dirección del Prof. E. Beltrán.
- Fernald, M. L. 1950. Manual of Botany.
American Book Company.
- Fuller, H. J., and O. Tippo. College Botany.
Henry Holt and Co., New York.
- Gilg, E., y P. N. Schürhoff. 1950. Curso General de Botánica Aplicada. Traducción de la 7a. edición alemana por el Dr. P. Font Quer. Tercera edición revisada. Ed. Labor, S. A.
- Haupt, A. W. 1953. Plant Morphology.
McGraw-Hill Book Co., New York.
- Johnston, I. M. 1943. Plantas de Coahuila, Este de Chihuahua y Regiones Adyacentes de Zacatecas y Durango. Journal of the Arnold Arboretum. Traducción por Dr. R. Rodríguez D., e Ing. R. Castro Estrada.
- Kearney, T. H. Arizona Flora. 1951.
University of California Press, Berkeley.
- Mas-Guindal, J. 1942. Vademecum de Botánica.
Espasa Calpe, S. A. Madrid.
- Pool, R. J. 1941. Flowers and Flowering Plants. Sec. ed.
Mc-Graw-Hill Book Co., New York.
- Reeves, R. G., and D. C. Bain. 1947. Flora of South Central Texas. Traducción por R. Castro Estrada y R. Rodríguez D. Escuela Sup. de Agricultura "A. Narro", Saltillo.
- Ruiz Oronoz, M., D. Nieto Roaro, I. Larios R. 1950.
Tratado Elemental de Botánica. Ed. Porrúa S. A., México.
- Schmeil, O. 1933. Curso de Botánica. Versión de la 92a edición alemana por el Dr. A. Caballero.
Gustavo Gill, Barcelona.
- Swingle, D. B. 1946. A Textbook of Systemic Botany.
Third ed. Mc-Graw-Hill Book Co., New York.



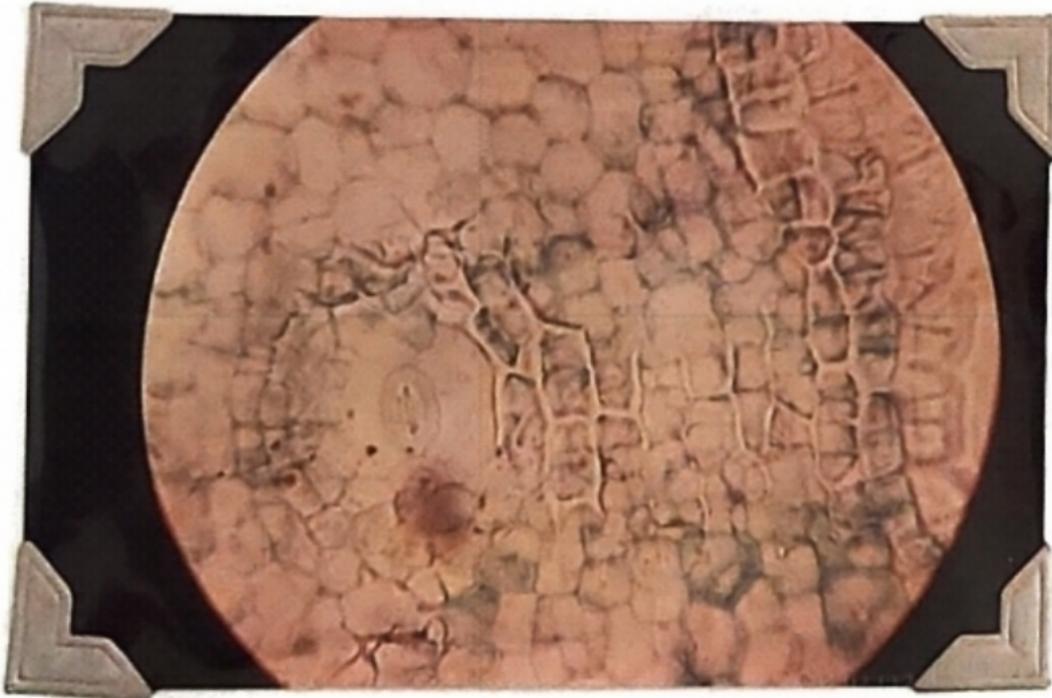
Tallo de Candelilla, joven mostrando los "poros ceríferos".



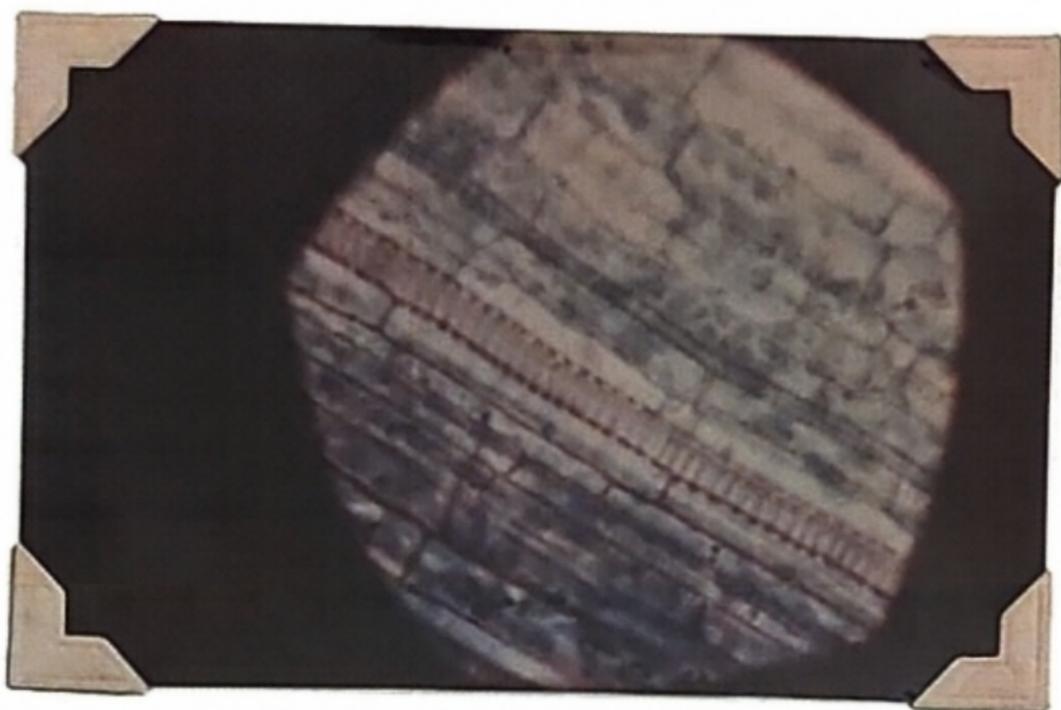
Tallo de Candelilla, adulto mostrando los "poros ceríferos"



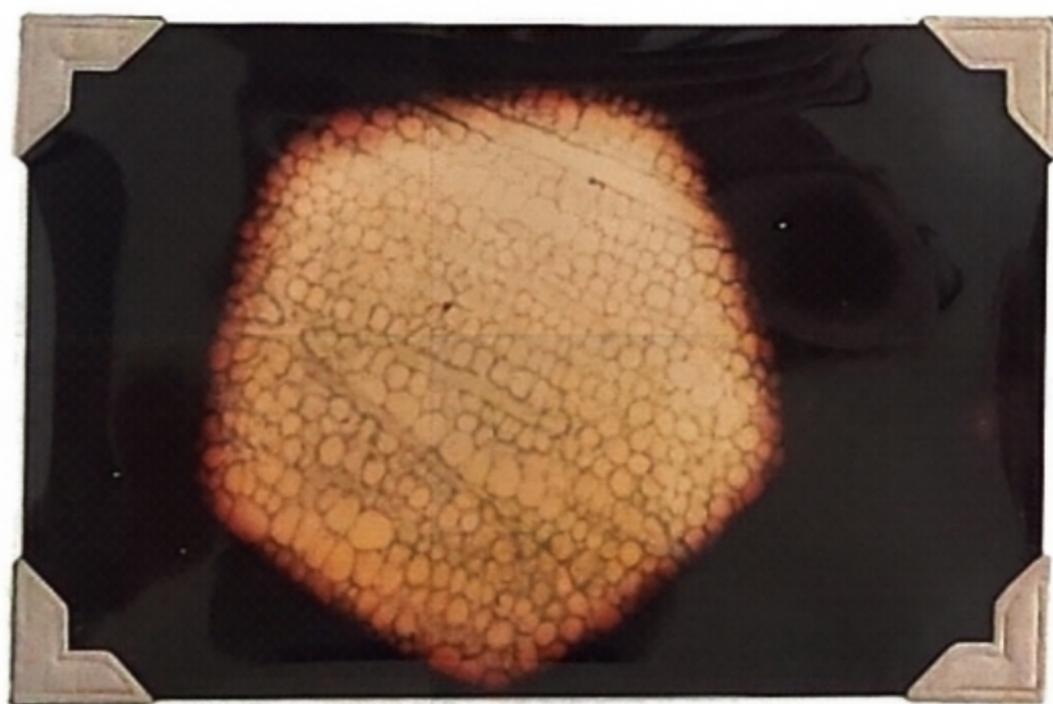
Planta de Candelilla, mostrando sus raicillas adventicias.



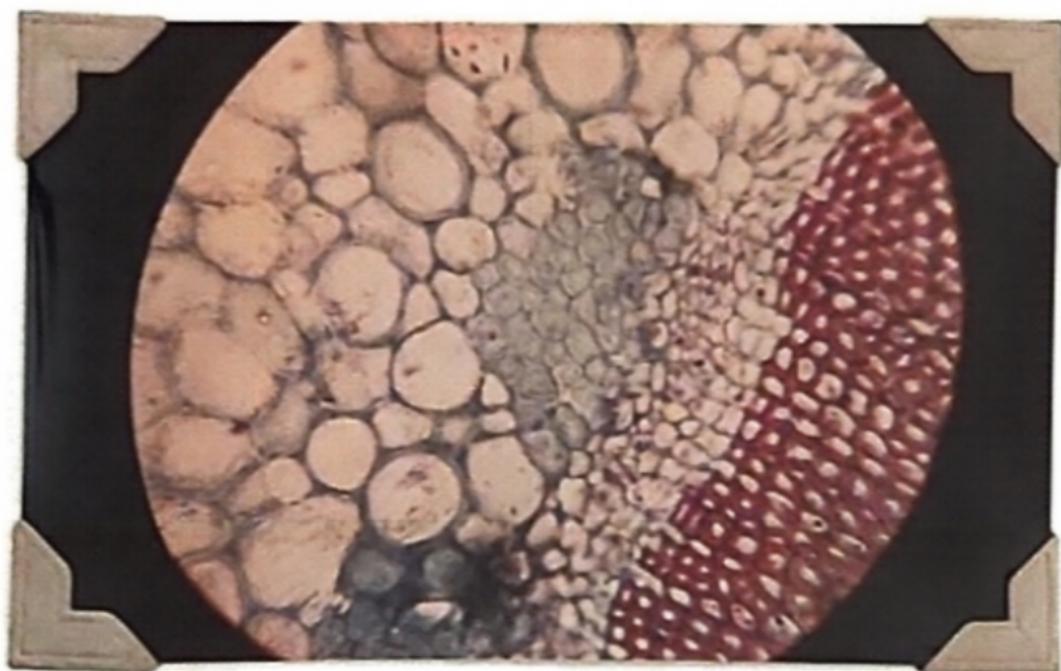
Corte longitudinal de tallo, mostrando un "poro cerífero", estoma.



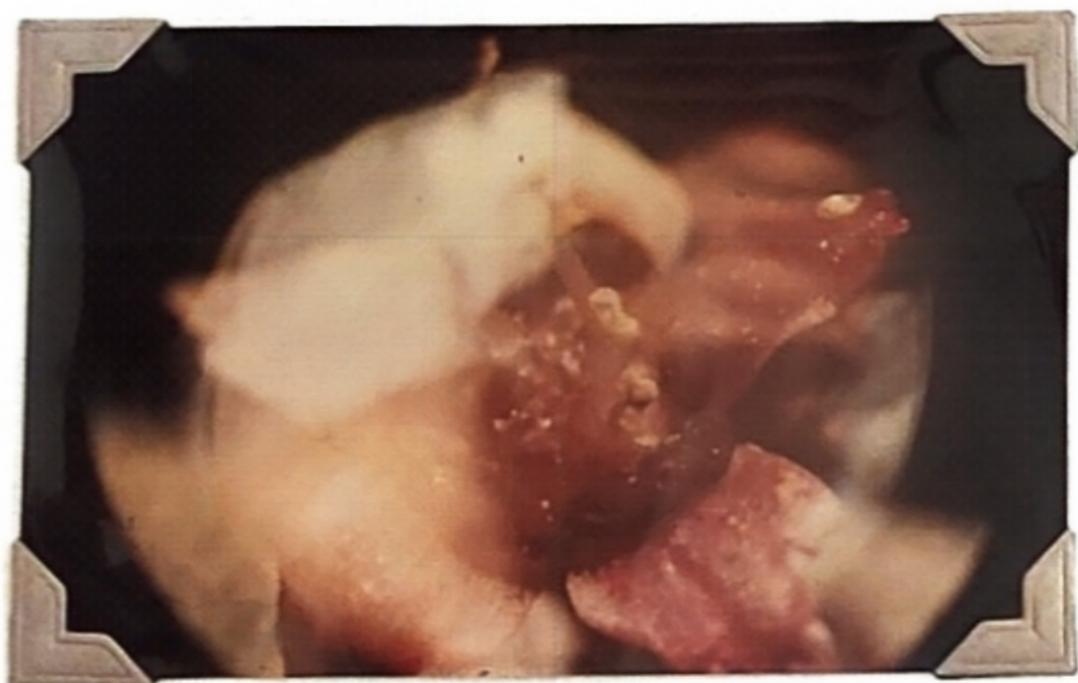
Corte longitudinal de tallo, en la región vascular, mostrando un vaso leñoso.



Corte longitudinal de tallo, en la región de la corteza, mostrando laticíferos en anastomosis.



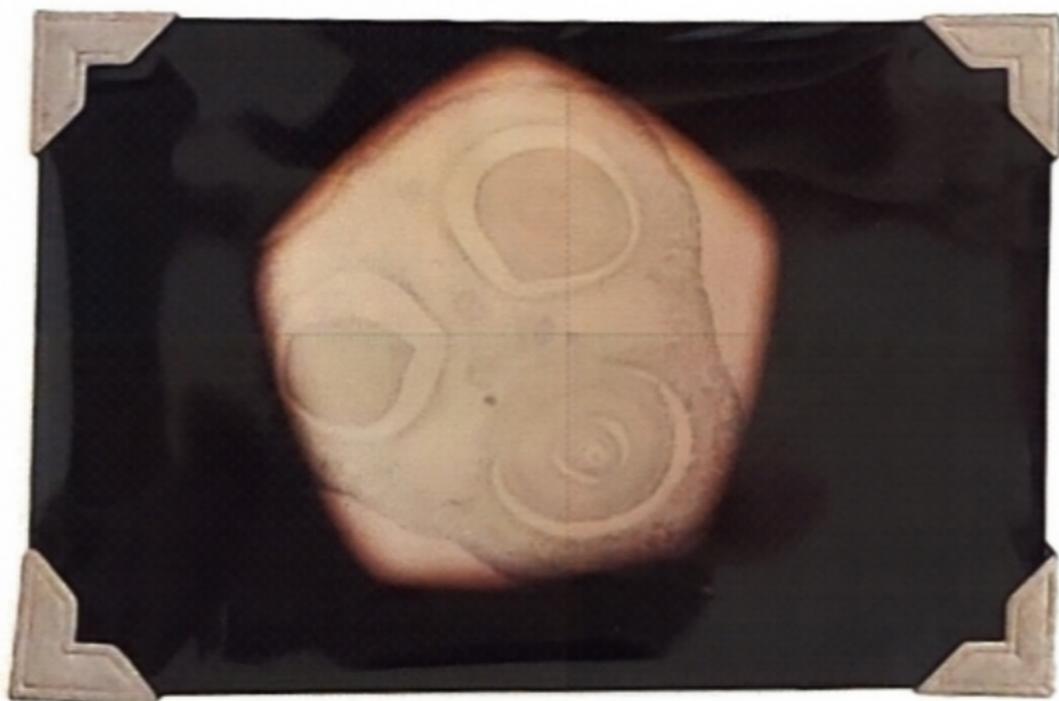
Corte transversal de tallo, en la región vascular, mostrando los vasos leñosos. los liberianos, el cambium y los laticíferos.



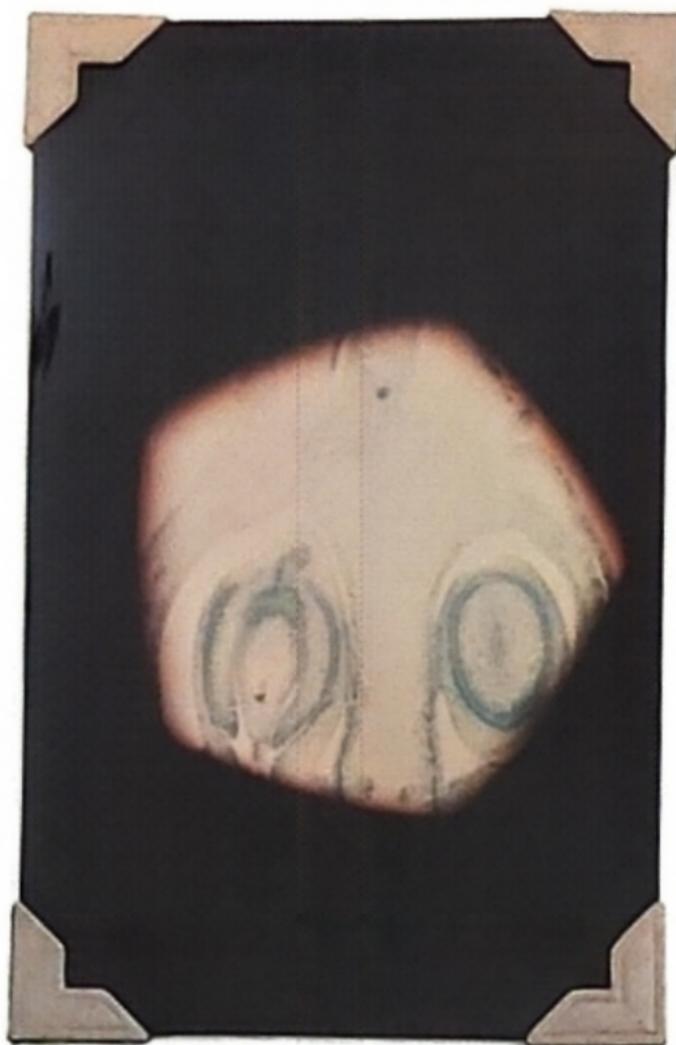
Ciata, mostrando sus estambres.



Semilla de Candellilla, mostrando sus rugosidades, el rafe y la carúncula.

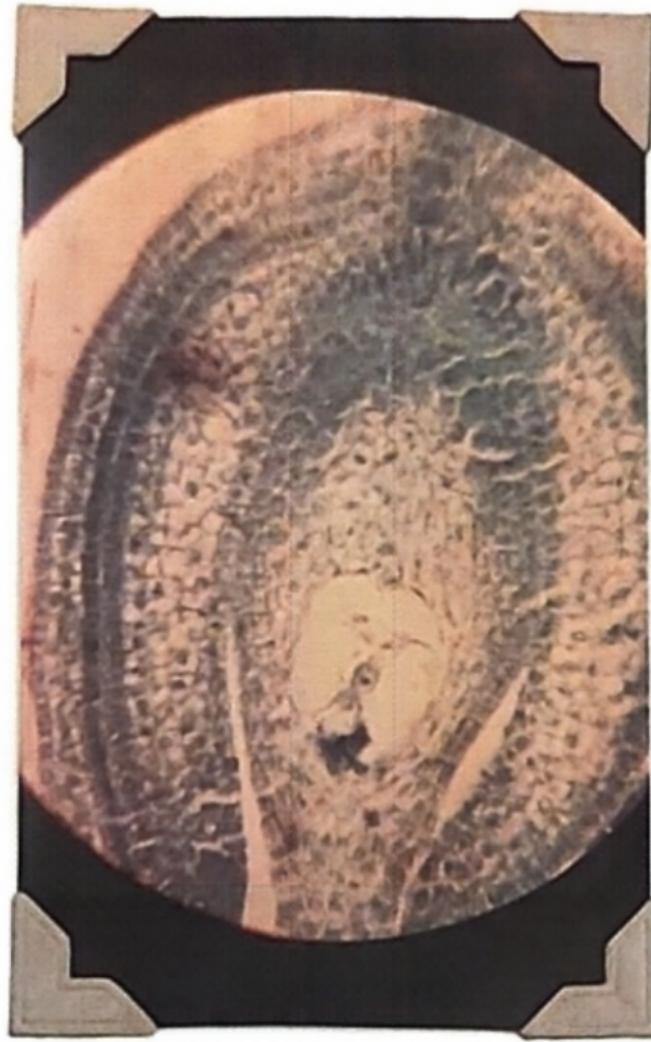


Corte transversal de un ovario, mostrando sus tres lóculos y sus respectivos óvulos.



Corte longitudinal de un ovario
mostrando dos de sus óvulos,
también en corte longitudinal.

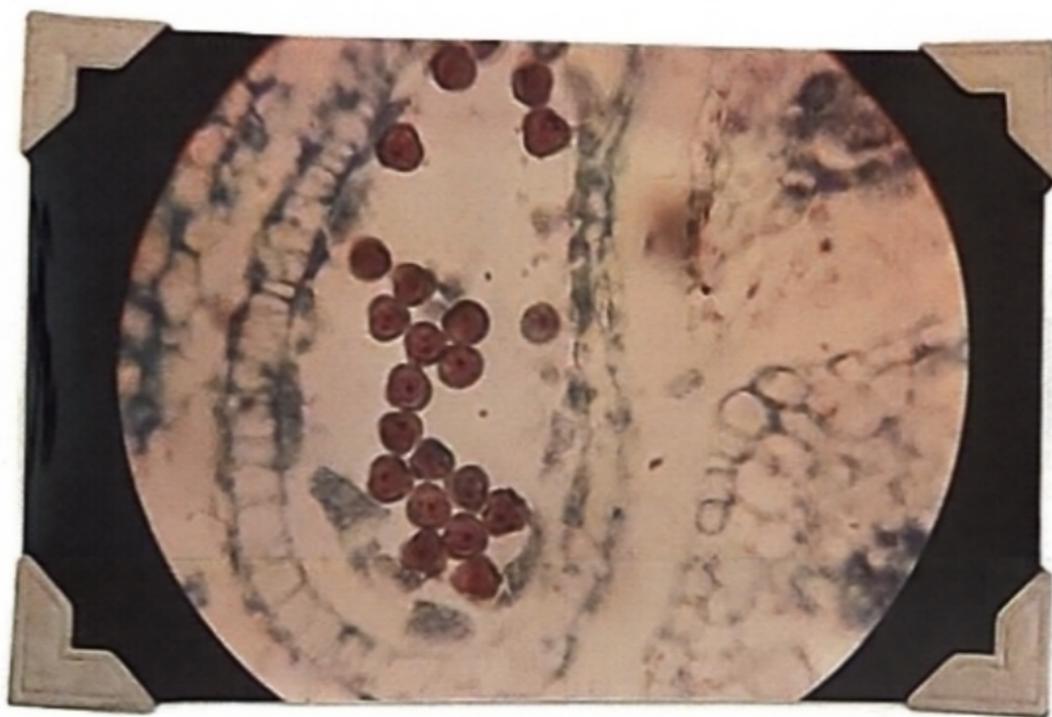
Corte transversal de un ovario,
mostrando sus tres lóculos con
sus respectivos óvulos.



Corte longitudinal de un óvulo,
mostrando células en el interior
del saco embrionario.



Corte transversal de un óvulo,
mostrando células en el interior
del saco embrionario.



Corte transversal de una antera, mostrando los granos de polen.



Corte transversal de granos de polen, mostrando sus capas y las células vegetativa y generatriz, con sus respectivos núcleos.



Corte transversal de tallo, mostrando una yema.



Raicilla adventicia, mostrando la gruesa y frágil capa que la cubre totalmente.