UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

DESCRIPCION ANATOMICA Y MORFOLOGICA DE LOS RUDIMENTOS SEMINALES DE

Cereus aragonii Weber
(Cactaceae)

TESIS DE GRADO

MARTA EUGENIA RIVAS ROSSI

CIUDAD UNIVERSITARIA
"Rodrigo Facio"

1979

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Facultad de Ciencias
Escuela de Biología

DESCRIPCION ANATOMICA Y MORFOLOGICA DE LOS RUDIMENTOS SEMINALES DE

Cereus aragonii Weber
(Cactaceae)

TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA
CON ESPECIALIDAD EN BOTANICA

MARTA EUGENIA RIVAS ROSSI

CIUDAD UNIVERSITARIA
"Rodrigo Facio"

1979

Descripción anatómica y morfológica de los rudimentos seminales de Cereus aragonii Weber (Cactaceae)

APROBADA

Eugenia Ma. Flores Vindas, Ph.D. — Directora de Tesis

Lic. María E. Barahona Carvajal — Miembro del Tribunal

Lic. Dora E. Mora Monge — Miembro del Tribunal

María I. Morales Zürcher, M.Sc. — Miembro del Tribunal

Lic. Maryssia Nassar Carballo — Miembro del Tribunal

Marta E. Rivas Rossi
Sustentante

DEDICATORIA

A mis padres,

A mi esposo,

A mi hijo.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Eugenia Ma. Flores, Directora de mi tesis, mis más sincero agradecimiento por haber hecho posible la realización de este trabajo, con su valiosa ayuda en la revisión, corrección y elaboración de la misma.

A los miembros del Tribunal Examinador, Profesores: María E. Barahona Carvajal, Dora Em. Mora Monge, María Isabel Morales Zürcher y Maryssia Massar Carballo, por sus valiosas sugerencias, revisión y crítica del manuscrito.

A Walter Marín Méndez por su desinteresada y valiosa ayuda en la preparación del material.

A Anabelle Muñoz por su ayuda en el revelado y ampliación de las fotografías.

A mi madre, a mi esposo, a mi hermana Ligia y a todas las personas que, de alguna u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo.

Muchas gracias.

CONTENIDO

		Página
MIEMBROS DEL TRIBUNAL		ii
DEDICATORIA		iii
AGRADECIMIENTOS		iv
CONTENIDO		v
RESUMEN		vi
I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISION DE LITERATURA	4
III.	MATERIALES Y METODOS	10
IV.	RESULTADOS	11
	A. Posición de rudimentos seminales	11
	B. Estructura y desarrollo de los tegumentos	11
	C. Nucela	13
	D. Megasporogénesis	13
	E. Estructura y desarrollo del micropilo	15
	F. Estructura y desarrollo del funículo	15
	G. Protuberancia funicular	16
V.	DISCUSION	17
VI.	BIBLIOGRAFIA	28

RESUMEN.

Los rudimentos seminales de Cereus aragonii son inicialmente ortótropos y se van curvando poco a poco durante las sucesivas etapas de desarrollo hasta adoptar una posición anfítropa.

El rudimento seminal es crasinucelado y el saco embrional monospórico del tipo Poligonum.

Existen dos tegumentos, ambos formados por dos capas de células en las primeras etapas de desarrollo; más tarde, se presenta esta condición solamente en la región calazal, ya que el extremo distal de los mismos aumenta el número de células convirtiéndose en multicelular.

El micropilo está formado únicamente por la prolongación del tegumento interno, que sobresale de la nucela.

El funículo es bastante largo, gira en forma opuesta a la curvatura del rudimento seminal y el haz vascular que recorre el funículo llega hasta la cálaza.

I. INTRODUCCION.

La familia Cactaceae comprende de 1500 a 2000 especies cuyo origen posiblemente se remonta al Eoceno, 50 o 60 millones de años atrás (Castellanos, 1943).

Los cactos son originarios de América, en donde se encuentran distribuídos desde la provincia de Alberta en Canadá hasta la Patagonia en Argentina. El límite septentrional de la familia es de 59°latitud norte y 39°latitud sur.

De los 125 géneros conocidos que comprende esta familia, 61 están representados en México, 31 en el sur de los Estados Unidos y 51 entre Centro América y América del Sur (Bravo, 1937).

Los ambientes en que viven son muy variados, aunque la mayoría son nativos de regiones áridas y semiáridas. En especial se desarrollan en las regiones desérticas más cálidas de las Américas (Fuller, 1962); algunas especies son epífitas en las selvas tropicales saturadas de humedad y otras son saxícolas (Bravo, 1937).

Se encuentran desde el nivel del mar, hasta las montañas de 3641 m en Norte América y 4000 m en Suramérica y en todas las elevaciones entre ellas (Hopf, 1974).

Su múltiple capacidad de adaptación, extraordinaria vitalidad, variados medios de propagación y peculiar fisiología mediante la cual pueden tomar de la atmósfera sustancias nutritivas, constituyen factores importantes que intervienen en la conquista de los desiertos (Flores, 1973).

Desde tiempos precolombinos se consideraron como un recurso alimenticio de primer orden, intervinieron en el desarrollo de centros de población permanente, se usaron como plantas decorativas y se les encontraron propiedades medicinales (Hopf, 1974).

En nuestro país se usan mucho con fines ornamentales en las ventanas de las casas y en los jardines, así como para hacer infusiones y cataplasmas para afecciones del hígado, inflamaciones, caída de pelo, etc. (Kreig, 1970).

Cereus aragonii se usa para hacer cercas en las regiones del oeste de Costa Rica (Standley, 1920) y en cafetales en la Meseta Central (Alfaro, 1945).

Existe una considerable divergencia de opiniones en cuanto a las relaciones de la familia Cactaceae. Wettstein las asigna a Centrospermae, Engler y Diels las separan del Orden Opuntiales cerca de Passifloraceae, Warming en el orden Cactales siguiendo a Centrospermales y Hutchinson, tambien las incluye en Cactales pero cerca de Cucurbitales (Maheshwari, 1950).

La apreciación y arreglo de los grupos taxonómicos que deben de integra Cactaceae varían de acuerdo al criterio de cada taxónomo, lo que ha originado numerosos sistemas de clasificación. Tal divergencia se debe a causas como: diversidad de parámetros morfológicos, gran cantidad de formas de transición, formación de híbridos, anarquía de la sinonimia, material de herbario fragmentario y carencia de registro fósil (Flores, 1973).

Aunque los sistemas de clasificación están basados principalmente en las características externas de las flores, frutos y semillas, es ahora aceptado que la citología, anatomía, genética y embriología pueden contribuir con resultados de considerable significación en un número de casos dudosos donde la morfología floral no es adecuada (Maheshwari, 1950).

El objetivo de la presente investigación es conocer algunas características morfológicas de los rudimentos seminales de Cereus aragonii Weber.

II. REVISION DE LITERATURA.

Por primera vez se hace referencia a las cactáceas en una obra titulada "Historia General y Natural de las Indias" escrita por Fernández de Oviedo y Valadez, primer cronista del Nuevo Mundo, en 1535 (Bravo, 1937).

En 1851 se publica otro libro llamado "De los cardones en que nace la fruta llamada pitahaya" en el cual se dedican algunos de sus capítulos al género Cereus refiriéndose a ellos como cirios por su parecido (Bravo, 1937).

En el siglo XVII, las cactáceas comenzaron a figurar dentro del domi - nio de la ciencia, pues en las obras de los botánicos Clasius, Bauhin, Hernández, Tournefort, Plumier ya se mencionaban (Bravo, 1937).

La confusión que existía en esa época acerca de la clasificación de las cactáceas obligó a los botánicos a formar grupos mejor definidos, así por ejemplo, Tournefort en 1700 instituyó los grupos Opuntia y Melocactus, Plumier en 1707 estableció el género Perescia, Hermann formó el género Epiphyllum y desde 1698 comenzó a agrupar especies de Cereus las cuales en 1753, fueron reunidas por Felipe Miller en un sólo género (Bravo, 1937).

Todos los géneros que entonces no se consideraban relacionados entre sí, fueron reunidos por Linneo en un sólo grupo que denominó "Cactus" (de Kactos),nombre derivado de una planta espinosa, carnosa y comestible del género Cynara (Alderete, 1958). A este grupo Linneo lo incluyó en el orden Succulentae cerca de las Mesembriantemiáceas (Bravo, 1937).

Otros botánicos las intercalaron en diversas familias; por ejemplo, Adamson las incluyó entre las Portulacáceas. Más tarde, Ventenaut las incluyó

en una sola familia: Cactoides y De Candolle admitió esta familia con el nombre Cacteae (Bravo, 1937).

El número de especies se ha ido enriqueciendo con las contribuciones de Weber, Hilman, Schumann, Ochoterena, González Ortega (quien se dedicó a estudiar el género Cereus Britton y Rose (Bravo, 1937; Kiesling, 1971, 1975a, 1975b, 1976; Robinson, 1973, 1974; Dawson, 1963).

Los principales sistemas de clasificación propuestos han sido los de: De Candolle, Pfeiffer, Forster, Labouret, Lemaire, Weber, Schumann, Bri - tton y Rose, Schelle, Berger, Backeberg y Buxbaum (Flores, 1973).

Estos sistemas se separan en tres grupos:

1) Aquellos que comprenden un corto número de géneros (Forster, Schu - mann).

2) Aquellos que multiplican el número de taxa (Pfeiffer, Britton y Ro- se).

Los del primer grupo son de gran importancia práctica, pero tienen el defecto de incluir en un mismo género, plantas que por sus caracteres po- drían considerarse en grupos diferentes, y los del segundo grupo son de u na minuciosidad extrema, pues con especies casi semejantes se han incluí- do en géneros diferentes.

3) Un sistema intermedio entre ambos grupos es el de Berger, que sin multiplicar los géneros considera a varios de ellos como subgéneros (Bravo, 1937).

Comparando los sistemas de Schumann, Britton y Rose, Berger, Backeberg y Buxbaum se puede observar lo siguiente:
Schumann, Berger y Buxbaum consideran tres subfamilias denominadas: Pereskioideae, Opuntioideae y Cereoideae, que corresponden a Pereskieae, Opunticae y Cereeae de Backeberg, y a las tribus Pereskieae, Opuntieae y Cereeae de Britton y Rose (Flores, 1973).

En general hay tres subfamilias bien establecidas y no hay división en tribus en las dos primeras subfamilias; los géneros y especies comprendidas en éstas son casi los mismos.

Por el contrario, la subfamilia Cereoideae, se subdivide de manera diferente en cada sistema de clasificación: Schumann y Berger (1929) consideran dos tribus con dos y cuatro subtribus respectivamente, Backeberg considera tres tribus con dieciséis subtribus, Buxbaum, ocho tribus con diecisiete subtribus y Britton y Rose ocho subtribus que corresponden a las tribus en los otros sistemas (Flores, 1973).

Existe una considerable divergencia de opiniones en cuanto a las relaciones de esta familia; por ejemplo, Eichler, Vaupel, Engler y Diels, Lawrence, Friedrich, Benson y Tiagi colocan al grupo cerca de Cistales, Arber sugiere relaciones con Nymphaceae en base a algunas semejanzas de germinación y de caracteres florales, lo cual confirma Mitra, Rendle los agrupa cerca de Myrtifloraceae y Benson indica la semejanza morfológica con la flor de Myrtaceae (Flores, 1976).

Engler y Diels las separa en el Orden Opuntiales considerando que se originan de las Parietales (Maheshwari, 1964).

Hutchinson crea el orden Cactales con una familia única, Cactaceae. Basándose en su placentación parietal señala su proximidad a Cucurbitales y Passiflorales a pesar de la diferencia de hábito que presenta en relación a esos grupos. Por semejanzas ontogenéticas de las flores, Moeliono, Bentham, Hooker, Huber y Straka, señalan una estrecha relación entre Aizoaceae, y Cactaceae; Emberger, Narayana y Maheshwari la incluyen dentro de Centrospermae (Flores, 1973).

Maheshwari enumera una serie de características para incluir Cactaceae en las Centrospermae, entre ellas: 1) rudimentos seminales campilótropos con curvatura fuerte y nucela masiva.

2) Micropilo formado por el ápice del tegumento interno, el cual sobresale y se aproxima al funículo.

3) Formación de una capa nucelar que nace de divisiones periclinales de las células de la epidermis nucelar.

4) Funcionamiento de la megáspora calazal de la tétrada.

5) Formación de un saco embrional octanucleado.

6) Presencia de un espacio aéreo entre los dos tegumentos en la región calazal en los rudimentos seminales de Pereskieae y Opuntiae (Maheshwari, 1950).

Las características morfológicas de rudimentos seminales y semillas son usadas hoy en día para determinar relaciones taxonómicas (Engleman, 1960; Bouman, 1971; Bocquet, 1960; Meeuse, 1974; Flores, 1976).

Como las más importantes características en la interpretación del rudimento seminal y la aplicación de su posible afinidad filogenética se mencionan las siguientes: número de tegumentos y la alteración en estructura que se lleva a cabo durante la formación de la semilla; suplemento vascular (si penetra a uno de los tegumentos y a la nucela); presencia de un arilo o carúncula y su origen; forma del micropilo, y si se forma por los tegumentos internos, los externos, o ambos (Boer y Bouman, 1974).

Diferentes autores han descrito la posición de los rudimentos seminales y las semillas de Cactaceae como anátropa, anficampilótropa, campilótropa, anfítropa y circinótropa (Archibald, 1939; Engleman, 1960; Ganong, 1898; Mauritzon, 1934; Newman, 1935; Tiagi, 1970). Existe concordancia en que el rudimento seminal es crasinucelado y bitégmico, ambos tegumentos están formados por dos capas de células, excepto en el extremo micropilar del tegumento interno donde hay muchas capas de células. Existe un incremento de tamaño celular en las células externas del tegumento externo, y el saco embrional es monospórico del tipo Poligonum (Engleman, 1960; Maheshwari, 1950; 1964; Maheshwari y Chopra, 1955; Mauritzon, 1934; Newman, 1935; Tiagi, 1954, 1970).

Los funículos son largos, simples o ramificados pero no fusionados según Buxbaum y Huber. El funículo posee numerosas papilas glandulares en el lado ventral (Flores y Engleman, 1976).

Ciertos géneros como Astrophytum, Thelocactus y Toumeya (Engleman, 1960), Pereskia, Rhipsalis y Zigocactus (Tiagi, 1967, 1970) muestran una protuberancia en el lado dorsal del funículo cerca de la cálaza llamada protuberancia micropilar y el haz vascular que recorre el funículo termina en la zona calazal.

Usualmente el canal micropilar está rodeado por el tegumento interno, el cual aumenta en grosor en el extremo distal. Algunas veces aparece una cámara aéroa, adyacente a la nucela (Engleman, 1960; Flores, 1976; Flores y Engleman, 1976).

III. MATERIALES Y METODOS.

Se colectó el material entre mayo de 1978 y junio de 1979 en diversas localidades de la Ciudad de Cartago, de la Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio" y de Moravia. Se identificó la especie empleando las Claves de Britton y Rose (1919).

Las flores colectadas representaron varias etapas de desarrollo y longitudes desde 0,5 cm hasta 8 cm de largo. Los rudimentos seminales de las flores más grandes se extrajeron de los ovarios evitando la separación de los funículos de la pared ovárica (placenta) antes de fijarlos; a las flores restantes se les separó el ovario del resto de las piezas florales y se cortaron en varios puntos para fijarlas con formalina, alcohol y ácido acético. Se deshidrató empleando series ascendentes de alcohol butílico terciario, se infiltró en parafina y se orientó las piezas de tejido en los bloques que luego fueron cortados en secciones seriadas de 8 a 12 m. Las secciones se montaron y se tiñeron empleando safranina, ácido tánico y Orange G (Sharmann, 1943). Concluída la tinción se montó las secciones en Permount y se procedió a la observación al microscopio.

Se tomaron fotografías en blanco y negro y transparencias que ayudaron al análisis y estudio de las estructuras.

IV. RESULTADOS.

A. Posición del rudimento seminal.

Al referirse a los rudimentos se seguirá el método de Flores (1973) y se llamará lado dorsal en rudimento seminal y en funículo aquel que se desarrolla más al curvarse el rudimento. El lado ventral será el próximo al lado ventral del tegumento externo y al micrópilo.

El megasporangio o rudimento seminal consiste de la nucela y dos tegumentos que van cambiando de forma durante el desarrollo.

Los rudimentos, inicialmente ortótropos se curvan poco a poco por crecimiento diferencial de una región del lado dorsal de la nucela y los tegumentos, hasta adoptar posición anfítropa, de tal modo que el cuerpo del rudimento y el hilo quedan muy juntos.

La curvatura del rudimento afecta los tegumentos, la nucela, el saco embrional y el micropilo, y este último se desplaza cerca del lado ventral del funículo (Fig. 1).

B. Estructura y desarrollo de los tegumentos.

El rudimento seminal, se inicia como una pequeña protuberancia de la cual en los primeras etapas de desarrollo se originan dos primordios anulares; estos al crecer circundan la masa central (nucela o protuberancia original) y dan origen a los tegumentos (Fig. 2).

Primero se forma el tegumento interno resultante de las divisiones periclinales y anticlinales de las células epidérmicas involucradas; estas célu

las también sufren divisiones oblícuas. El resultado final es un tegumento bicelular (Fig. 3).

El tegumento interno empieza a crecer más rápidamente del lado dorsal. Este crecimiento se debe a las repetidas divisiones anticlinales de las células de ambas capas.

El tegumento externo tiene también un origen dérmico y se inicia cuando el interno ya ha comenzado su desarrollo; tiene dos capas de células en grosor y crece por repetidas divisiones anticlinales de las dos capas de células que lo forman (Fig. 4).

El tegumento interno sigue alargándose y recubre la nucela, hasta formar el micropilo en el extremo distal del rudimento. Conforme el rudimento seminal se desarrolla adquiere mayor curvatura, lo cual afecta el desarrollo de los tegumentos; en la madurez el tegumento del lado dorsal es mucho más largo que el ventral debido al tipo de curvatura que sufre el rudimento. El tegumento interno se extiende más que el externo formando un micropilo protuberante (Fig. 5).

El tegumento dorsal externo presenta en su inicio sólo dos capas de células de grosor; conforme avanza su crecimiento longitudinal solamente exhibe esta condición en la región calazal. En las restantes partes del tegumento el arreglo original de células es oscurecido por divisiones periclinales de la capa interna de células que aumentan el grosor; la capa externa de células sólo se divide anticlinalmente.

Hacia la madurez sigue siendo bicelular en la región calazal, aumenta en grosor hacia el micropilo, en donde es multicelular, casi masivo. El engrosamiento del tegumento se efectúa mediante divisiones periclinales de la capa interna y sus derivadas.

El tegumento ventral externo tiene una paulatina disminución de crecimiento, y se observa en el rudimento seminal maduro como una simple protuberancia (Fig. 6).

Entre el tegumento dorsal externo y el interno así como entre el tegumento interno y la nucela, existen pequeños espacios aéreos cerca de su origen en la región calazal (Fig. 7).

C. Nucela.

El rudimento seminal es crasinucelado ya que existe un buen desarrollo del tejido parietal alrededor de la célula hipodérmica inicial. Generalmente, por divisiones celulares, periclinales en su mayoría, el tejido parietal se hace masivo (Fig. 8). Más tarde, la célula hipodérmica se divide, originando el megasporocito y una célula parietal.

D. Megasporogénesis.

La célula hipodérmica es más conspícua que las otras; es más larga, más ancha, de citoplasma más denso, núcleo prominente y en general tiene forma de cuña con su ápice dirigido hacia la región calazal. Aparece como miembro terminal de una serie de células nucelares que están en hilera (Fig. 9).

Por división del megasporocito (originado de la célula hipodérmica) se obtiene una tétrada de megásporas de las cuales tres degeneran,

sobrevive la megáspora vecina al extremo calazal del rudimento, la cual produce, mediante tres divisiones mitóticas sucesivas, un saco embrional con ocho núcleos y siete células, tipo Poligonum.

El megasporocito o célula madre de esporas sufre una división meyótica para formar una tétrada de megásporas. La primera división (reduccional) es anticlinal y da como resultado dos células una al lado de la otra (Fig. 10). Luego estas dos células se dividen periclinalmente y forman la tétrada.

Esta segunda división no es necesariamente simultánea, sino que puede dividirse primero una de las dos células.

E. Estructura y desarrollo del micropilo.

El micropilo se forma por la prolongación del tegumento interno únicamente. Este se alarga por divisiones anticlinales de las dos capas de células que los forman al inicio, y empieza a sobresalir del ápice de la nucela. Cuando esto ocurre empieza a ensancharse en el extremo distal por divisiones periclinales de la capa interna y sus derivadas. Conforme se van engrosando y alargando va cubriendo el ápice de la nucela y formando el canal del micropilo (Fig. 5).

F. Estructura y desarrollo del funículo.

El funículo del rudimento seminal de Cereus aragonii desde su inicio es multicelular, masivo, bastante largo, y gira casi circundando por completo el rudimento seminal y luego se curva hacia el extremo micropilar acortando la distancia funículo-micropilo (Fig. 1).

En los lóculos del ovario empiezan a formarse primordios masivos que van a dar origen a los funículos y a los rudimentos. En sus primeras etapas de desarrollo estos primordios se ramifican cerca del ápice (extremo distal) y forman varios centros de crecimiento, cada uno de los cuales dará origen a un rudimento seminal y a su respectivo funículo. Del primordio original pueden formarse hasta 10 distintos centros de crecimiento.

Los funículos individuales van creciendo y a la vez curvándose hacia un lado debido al mayor crecimiento que presenta el lado dorsal.

Cada funículo tiene un haz vascular único y central que se origina del funículo central. El haz vascular llega hasta la cálaza de cada rudimento (Fig. 11).

El funículo posee tricomas unicelulares alargados, que cubren toda la cara ventral del funículo y llegan hasta el micropilo (Figs. 12, 13 y 14). Se supone que estos tricomas ayudan a las penetración del tubo polínico hasta el micropilo.

G. Protuberancia funicular.

Los rudimentos seminales maduros presentan un ensanchamiento del funículo, más o menos vecino a la cálaza, el cual constituye una masa saliente de tejido denominada protuberancia funicular por Engleman (1960) (Fig. 15). La protuberancia es pequeña y se encuentra situada por debajo del origen del tegumento externo.

V. DISCUSION.

Se han empleado diferentes posiciones embrionales para describir los rudimentos seminales de Cactaceae con excepción de átropo y ortótropo (Archibald, 1939; Engleman, 1960; Ganong, 1898; Mauritzon, 1934; Newman, 1935; Tiagi, 1970), debido a la falta de claridad en la definición de las posiciones que la embriología adjudica a los rudimentos seminales, el grado de desarrollo de los rudimentos seminales observados y a la dificultad de obtener buenas secciones en plano medio (Flores y Engleman, 1976).

Cereus aragonii corresponde al tipo anfítropo, tipo único o dominante en Cactaceae (Flores, 1976); ontogenéticamente el primer tipo es ortótropo y luego por crecimiento diferencial se va curvando el rudimento.

El rudimento anfítropo deriva del átropo por crecimiento diferencial y las familias con este tipo de rudimento no pueden considerarse primitivas (Cronquist, 1968).

El rudimento seminal es crasinucelado y el saco embrional monospórico del tipo Poligonum, como sucede en todos los miembros de la familia (Englemann, 1960; Maheshwari, 1950; 1964; Maheshwari y Chopra, 1955; Mauritzon, 1934; Newman, 1935; Tiagi, 1954, 1970).

Con respecto al número de tegumentos, el rudimento seminal de C. aragonii es bitégmico (Englemann, 1960), pero no coincide con lo que dice Englemann, en que ambos tegumentos están formados por dos capas de células en grosor pues esta condición se presenta solamente en etapas tempranas de desarrollo, más tarde, se puede observar que los tegumentos presentan dos y tres capas de células en grosor con un aumento de tamaño celular en las células exter-

nas, excepto en el extremo micropilar que es multicelular (Engleman, 1960).

Ambos tegumentos son de origen dérmico, como lo presentan la mayoría de las Angiospermas (Bor y Bouman, 1975).

Una de las características de C. aragonii, común también a todos los miembros de la familia, es poseer un micropilo formado únicamente por los tegumentos internos, engrosados y estrechados entre sí, haciendo casi imposible diferenciar el canal micropilar (Engleman, 1960).

La condición bitégmica, la nucela crasinucelada y el saco embrional tipo "Polygonum" son primitivos (Cronquist, 1968).

C. aragonii presenta un funículo bastante largo y que gira, en forma opuesta a la curvatura del rudimento seminal. Este funículo es ramificado pues generalmente se encuentran varios rudimentos seminales unidos a funículos que se separan de uno central que se dirige a la placenta, condición común a las especies pertenecientes a la tribu Cereae B y R (Flores, 1976).

Según Vaupel, (Flores, 1976) estos funículos corresponden al tipo Symphytoneurae (funículo fusionado), mientras que según Huber y Buxbaum (Flores, 1976) los funículos son ramificados pero no fusionados.

Los funículos poseen tricomas unicelulares, ventrales, que se supone ayudan a la penetración del tubo polínico (Maheshwari, 1950), y presentan la protuberancia funicular cerca de la cálaza, en esta región, termina también el haz vascular como lo mencionan Engleman y Tiagi (Flores, 1976).

Fig. 1. Corte longitudinal de un rudimento seminal maduro 30 X.

Fig. 2. Corte transversal de un rudimento seminal. 30X.

p. Primordios anulares.

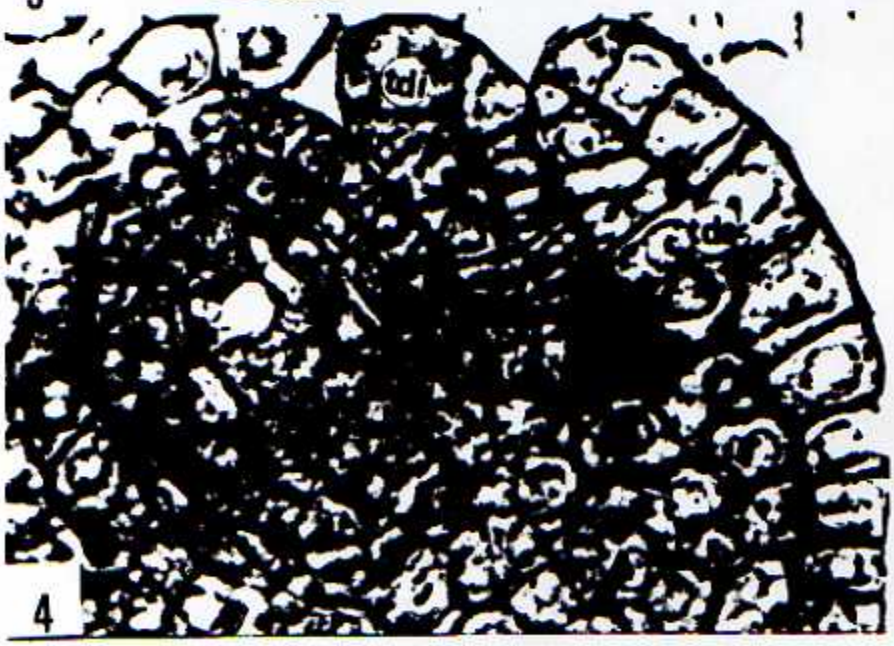
h. Nucela.

1
n
p
p
2

Fig. 3. Corte longitudinal de un rudimento seminal. 150X.
tde. Tegumento dorsal externo.
tdi. Tegumento dorsal interno.
tvi. Tegumento ventral interno.

Fig. 4. Corte longitudinal de un rudimento seminal. 300X.
tde. Tegumento dorsal externo.
tdi. Tegumento dorsal interno.

3



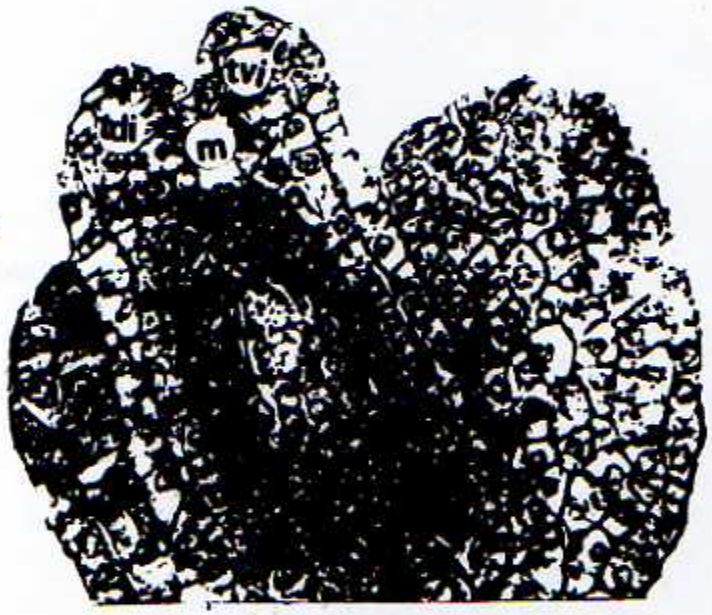
4

Figura 5. Corte longitudinal de un rudimento seminal jove. 300X.

tdi. Tegumento dorsal interno.

tvi. Tegumento ventral interno.

m. Micropilo.



5

Fig. 6. Corte longitudinal de un rudimento seminal maduro 75X.

tdi. Tegumento dorsal interno.

tde. Tegumento dorsal externo.

tvi. Tegumento ventral interno.

tve. Tegumento ventral externo.

m. Micropilo.

rc. Región calazal.

f. Funículo.

6

Fig. 7. Corte longitudinal de un rudimento seminal, cerca de la región calazal 150X.

rc. Región calazal.

tde. Tegumento dorsal externo.

tdi. Tegumento dorsal interno.

ea. Espacio aéreo.

7

Fig. 8. Corte transversal de un rudimento seminal, 300X.
chi. Célula hipodérmica inicial.
cn. Capas nucelares.

Fig. 9. Corte longitudinal de un rudimento seminal. 300X.
chi. Célula hipodérmica inicial.
cn. Células nucelares.

cn
chi
cn
cn
cn
8
cn
cn
chi
9

Fig. 10. Corte longitudinal de un rudimento seminal mostrando el saco embriónico en estado de dos células. 300X.

Fig. 11. Corte longitudinal de un rudimento seminal. 30X.
hv. Haz vascular.

10
hv
11

Fig. 12. Corte longitudinal de un rudimento seminal 150X.

f. Funículo.

tu. Tricomas unicelulares.

m. Micropilo.

Fig. 13. Corte longitudinal de la parte ventral de un funículo 300X.

f. Funículo.

tu. Tricomas unicelulares.

12

13

Fig. 14. Corte longitudinal de la parte ventral de un funículo 600X.

tu. Tricomas unicelulares.

cf. Células funiculares.

Fig. 15. Corte longitudinal de un rudimento seminal maduro 30X.

pf. Protuberancia funicular.

14

15

VI. BIBLIOGRAFIA.

Alderete, A. 1958. Estudio de la propiedad de adsorción de la pulpa carnosa de algunas especies de Opuntia y de Cereus. Valoración biológica Nº 2. Argentina. 89 p.

Alfaro, A. 1945. Las cactáceas de los cafetales. Rev. Inst. Def. Café. C.R., 15(128-129): 366-369.

Archibald, E.E.A. 1939. The development of the ovule and seed of jointed cactus (Opuntia aurantiaca, Lindley). S. Afr. Jour. Sci., 36:195-211.

Bocquet, G. 1960. La valeur systematique de l'ovule: developpment teratology. Arch. des Sci., 13(4): 33:476-495.

Boer, R. de and F. Bouman. 1974. Integumentary studies in the Polycarpicae III. Drymys winteri (Winteraceae). Acta. Bot. Neerl., 23(1): 19-27.

Bor and F. Bouman. 1975. Development of ovule and integuments in Euphorbia mili and Codiaeum variegatum. Phytomorphology., 24(3-4): 280-296.

Bouman, F. 1971. The application of tegumentary studies to taxonomic and Phylogenetic Problems. Ber. Dtsch. Ges. Band., 84(3-4): 169-177.

Bravo, H.H. 1937. Las cactáceas de México. Universidad Nacional de México, México. 755 p.

Britton, N.L. and J.N. Rose. 1919. The Cactaceae. Descriptions and illustrations of plants of the cactus family. Volume I. The Carnegie Institution of Washington. 238 p.

Castellanos, A. y A.V. Lelong. 1943. Opuntiales y Cactales. En: H.R. Descole ed, General et species plantarum argentinarum. Tomo I. Instituto Michaelis Lillo. Argentina. 400 p.

Cronquist, A. 1968. The evolution and classification of flowering plants. New York, Houghton Mifflin Co., 230 p.

Dawson, Y. 1974. How to know the cacti. W.M.C. Brown Company Publisher Dubuque. Iowa, 158 p.

Engleman, E.M. 1960. Ovule and seed development in certain cacti. Amer. Jour. Bot. 47(6): 460-467.

Flores, Eugenia M. 1973. Algo sobre morfología y anatomía de semillas de cactaceae. Tesis de Grado. Colegio de Post-graduados. Escuela Nacional de Agricultura. México, 166 p.

_____. 1976. Apuntes sobre anatomía y morfología de cactaceae II. Caracteres de valor taxonómico. Rev. Biol. Trop., 24(2): 299-321.

Flores, Eugenia M. y E.M. Engleman. 1976. Apuntes sobre anatomía y morfología de las semillas de cactaceae I. Desarrollo y estructura. Rev. Biol. Trop., 24(2): 199-227.

Fuller, H.J. 1962. Gran Enciclopedia del Mundo: Cacto. Bilbao, V. 4. 420 p.

Ganong, W.F. 1898. Upon polyembryony and its morphology in Opuntia vulgaris. Bot. Gaz., 25:221-228.

Hopf, A.L. 1974. From the new world: cacti, native to the Americas, have spread around the world. Gard. Jour., 25(5): 174-179.

Kiesling, R. 1971. Dos nuevas especies de Pterocactus (Cactaceae). Bol. Soc. Arg. Bot., 14(1-2): 111-116.

_____.1975a. Los géneros de Cactaceae de Argentina. Bol. Soc. Arg. Bot., 16(3): 197-227.

Kiesling, R. 1975b. Una nueva especie de Lobivia (Cactaceae). Hick. Bol. Daw. 1(7): 35-38.

_____.1976. Novedades de Trichocereus (Cactaceae) Hick. Bol. Daw. 1(6): 29-34.

Kreig, M.B. 1970. Medicina verde. Compañía editorial continental, México, 150 p.

Mahdshwari, P. 1950. An introduction to the embryology of angiosperms. McGraw-Hill Book Company. I.N.C. New York, 453 p.

_____.1964. Embryology in relation to taxonomy. Vistas in Botany. W.B. Tuwll. New York. McMillan Co., 220 p.

Maheshwari, P. and R.N. Chopra. 1955. The structure and development of the ovule and seed of Opuntia dillenii Haw. Phytomorphology., 5:112-122.

Mauritzon, J. 1934. Ein Beitrag zUr Embriologie der Phytolaccaceen und Cactaceen. Bot. Notiser III. 32 p.

Meeuse, A.D.J. 1974. The inner integument. Its probable origen and homology. Acta. Bot. Neerl., 23(3): 237-249.

Newman, M. 1935. Die Entwicklung des Pollens der Samenanlage und des Embryosackes von Pereskia amapola var argentina. Oster. Bot. Zeitschr., 84: 1-30.

Robinson, H. 1973. New combinations in the Cactaceae subfamily Opuntioideae. Phytologia., 26: 175-176.

_____.1974. Scanning electron microscope studies of spines and glochids of the Opuntioideae (Cactaceae) Amer. J. Bot., 61(3): 278-283.

Sharman, B.C. 1943. Tannic acid and iron alum with safranin and orange G. in studies of the shoot apex. Stain. Tech., 18: 105-111.

Standley, 1920. Cereus aragonii Weber. Bull. Mus. Hist. Nat. Paris., 8:456.

Tiagi, Y.D. 1954. Studies in the floral morphology of Opuntia dilienni Havorth I. Development of the ovule and gametophytes. Bot. Notisec., 4: 343-356.

_____.1967. Contribution to the embryology of the genus Pereskia Proc. 54th. Ind. Sci. Congr., 324:325.

_____.1970. Cactaceae. Symposium on comparative embryology of Angiosperms. Ind. Nat. Sci. Acad. New Delhi., pp. 30-35.