

**ESTUDIO DE LA BIOLOGIA FLORAL DE LA UCHUVA
(*Physalis peruviana* L.)**

Tulio Lagos B.¹
Hernando Criollo E.²
Oscar Paredes M.³
Alexander Mora P.⁴
Franco Vallejo⁴

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el fin de describir el crecimiento anatómico y morfológico de la flor de uchuva (*Physalis peruviana* L.) desde inicio de botón floral hasta la formación del fruto. El trabajo de campo se realizó en una plantación de *P. peruviana* ubicada en el Centro Experimental Botana de la Universidad de Nariño, ubicado a 2796 m.s.n.m., con temperatura promedio anual de 13°C, precipitación pluvial de 803 mm/año y humedad relativa de 82%. La apertura floral ocurrió a los 37 días entre las 7:00 y 10:30 a.m. En el 85% de las flores la primera antera está dehiscente al día siguiente de la apertura floral y finaliza tres días después de la apertura. Los granos de polen mostraron un arreglo tetraedral y tricolpado, la placentación es de tipo axial, biloculada y bilobulada.

Palabras claves: *Physalis*, biología floral, polen, placentación.

ABSTRACT

The present study was carried out with the main objective of describing the anatomical and morphological growth of the flower of golden berry (*Physalis peruviana*) from floral until the formation of the fruit. The field work was made in a plantation of golden berry located in the Experimental Botana Center of the Universidad de Nariño situated at 2796 m.s.n.m., with annual average temperature of 13°C, a pluvial precipitation of 803 mm/year and a relative humidity of 82%. The floral opening occurred to the 37 days between 7:00 to 10:30 a.m. In 85% of the flowers when first onther is dehiscent one day after the floral opening and it finishes three days after the opening. The grains of the pollen showed a tetrahedral and tricopate formation, the placentation is the axial type, bilocule and bidissected.

Keywords: *Physalis*, floral biology, pollen, placentation.

¹ Profesor Asistente, M.Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto.

² Profesor Asociado, M.Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto.
E-mail: hcriollo@udenar.edu.co

³ Ingenieros Agrónomos. Universidad de Nariño, Pasto.

⁴ Ph.D Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

INTRODUCCION

La uchuva (*Physalis peruviana* L.) es una especie frutícola andina destacada como un producto de exportación por excelencia. Sin duda es una de las frutas más promisorias para el desarrollo del altiplano colombiano; sin embargo, la escasa investigación sobre la genética de esta especie dificulta su mejoramiento; tampoco existe información exacta de su comportamiento, manejo del cultivo y su postcosecha, todo esto va en perjuicio de la productividad, la calidad de la fruta y la expansión del cultivo.

En la zona Andina del departamento de Nariño se distribuye entre los 2160 hasta los 3200 m.s.n.m. (Hejeile e Ibarra, 2001), siendo un recurso valioso para los agricultores del departamento que pueden utilizarla para establecer cultivos comerciales como lo hacen Cundinamarca, Antioquia, Caldas, Boyacá y Tolima que la producen con fines de exportación, aprovechando su potencial como especie exótica en mercados extranjeros.

En Colombia para el año 2004 se registró un total de 800 hectáreas sembradas, distribuido un 80% en Cundinamarca y el 20% restante entre Antioquia, Caldas, Boyacá y Tolima. La producción de este año fue de 12.000 toneladas que generaron 14 millones de dólares por su venta al exterior (Ledesma, 2005).

Teniendo en cuenta la importancia que representa la uchuva a nivel nacional como un fruto que se explota bajo sistemas de cultivo orientado a la exportación, los estudios encaminados a conocer su fenología, fisiología, biología floral, calidad físico-química de la fruta y el potencial de rendimiento, son relevantes para mejorar el cultivo. En este caso, los estudios básicos de la biología floral y el sistema reproductivo de la especie, son importantes en los estudios de evolución, las estrategias de conservación y los métodos de mejoramiento genético. Por esta razón se plantea este trabajo con el objeto de realizar una descripción del crecimiento anatómico de la flor de uchuva y su morfología floral.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se llevó a cabo en un cultivo en floración del Centro Experimental de Botana de la Universidad de Nariño, municipio de Pasto, departamento de Nariño, ubicada a una altura de 2796 m.s.n.m., con temperatura promedio anual de 13°C, 970 horas sol/año, precipitación pluvial promedio de 803 mm/año y humedad relativa del 82% (IDEAM, 2005)

Distribución de las flores. Se seleccionaron diez plantas, en las cuales se tomaron tres ramas secundarias para hacer las siguientes mediciones y observaciones:

Con una cinta métrica se midió en metros la longitud de cada una de las tres ramas de cada planta desde su base al ápice; además, se contaron los nudos de cada una de ellas, la longitud de entrenudos, el número de flores abiertas, botones florales y la disposición y ubicación de estas en las ramas.

Morfología floral. En las plantas seleccionadas se recolectaron 20 flores después de la apertura floral, separando cada verticilo floral para su observación al esteroscopio y mediciones respectivas del cáliz, corola, androceo y gineceo, el número de piezas de cada verticilo y su posición con relación a las estructuras vecinas; su forma y color (Prost, 1970).

Anatomía floral. Se seleccionaron 120 yemas florales con una longitud promedio del cáliz de 3,3 mm (estado cero o punto de partida), a partir del cual se marcaron con etiquetas con la fecha del día; con intervalos de diez días, hasta el día 40, se recolectaron diez botones florales que fueron fijados

en solución Farmer (3 partes de etanol por una parte de ácido acético glacial) por 24 horas a 5°C y en oscuridad (Singh Ram, 1993). Las muestras se enviaron al laboratorio de microscopía de la unidad de virología del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en donde se procesaron a través de cortes con micrótopo y tinciones especiales. Las placas fueron evaluadas bajo un microscopio de luz, registrando fotográficamente los cambios anatómicos que sucedieron durante el desarrollo del ovario como en las anteras.

Apertura de la flor. 24 horas antes de la apertura de la flor, se marcaron 20 primordios florales, anotando la fecha y número de cada flor. Al día siguiente se hicieron observaciones cada media hora a partir de las 7:00 a.m. hasta las 6:00 p.m., para detallar los cambios presentados desde su apertura hasta la caída de los pétalos. Se registró la hora de inicio de la apertura floral, su duración hasta su máxima apertura y la hora del cierre parcial de la corola en el primer día de apertura. Después de la apertura de la flor se evaluaron los días al cierre total de los pétalos y la caída de los mismos.

Se tuvo en cuenta la hora de dehiscencia de las anteras durante el día, su hora de inicio con respecto a la apertura floral, los días que transcurrieron hasta finalizar la dehiscencia de las cinco anteras y el tiempo que transcurre de la primera a la última antera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución de las flores. Las flores de uchuva se ubican a partir de las ramas secundarias, encontrándose una flor por cada nudo en la parte de la axila. Su orientación se da en toda dirección pero poco frecuente hacia arriba, lo cual coincide con lo encontrado por Mosquera (2002), quien encontró que la orientación de las flores hacia arriba no se presenta muy a menudo.

El promedio de estructuras reproductivas por rama (botones y flores abiertas) fue de $13,37 \pm 4,69$, lo cual coincide con lo observado por Hejeile e Ibarra (2001), quienes reportan un número de botones florales/rama de 4,16 a 16,66 para la colección de uchuva de la Universidad de Nariño.

Las ramas de las plantas de uchuva miden en promedio $1,39 \pm 0,24$ m, con $10,73 \pm 4,04$ nudos por rama primaria seguido de la segunda ramificación con $6,67 \pm 3,51$ y por último la tercera ramificación con $6,40 \pm 2,04$; la mayor longitud de los entrenudos se encontró en la rama secundaria con un promedio de $8,00 \pm 2,48$ cm, seguido de la rama primaria con $7,10 \pm 2,58$ cm y la rama terciaria con $4,78 \pm 1,02$ cm.

Las diferencias que se presentan durante el crecimiento de las ramas se deben posiblemente al continuo cambio en las condiciones climáticas, lo que da como resultado la mayor o menor formación y translocación de asimilados al ápice produciéndose un mayor o menor alargamiento de los entrenudos; igualmente incide en la mayor o menor diferenciación de yemas florales. Según Hoogenboom (1980)

citado por Vegetti *et al.*, (1995), las plantas pueden producir un mayor o menor número de yemas florales dependiendo de la intensidad lumínica y la temperatura.

Morfología de la uchuva. La flor típica de *P. peruviana* es pentámera, hermafrodita, su corola es rotácea con simetría radiada, regular o actinomorfa. En la apertura, el cáliz muestra un color verde oscuro con pubescencias en su envés, sus venas se tornan moradas y sus sépalos son unidos; tienen un largo de $12,3 \pm 1,19$ mm y un diámetro de $15,6 \pm 2,02$ mm. La corola es de color amarillo, el diámetro superior es de $20,3 \pm 1,78$ mm, el diámetro inferior es de $4,1 \pm 0,49$ mm y la longitud de $14 \pm 1,42$ mm. En cada pétalo se observa una mancha morada, que puede estar en el centro o desplazarse hacia la parte terminal con un largo de $4,2 \pm 0,54$ mm y un ancho de $4,7 \pm 0,60$ mm.

La antera es de color morada y forma oblonga con una longitud de $4,1 \pm 0,32$ mm. Cada antera se divide en dos tecas de $1,5 \pm 0,21$ mm de ancho. Cada estambre consta de un filamento de color morado claro, cilíndrico, el cual se encuentra en la base de los pétalos y posee un diámetro de $0,6 \pm 0,08$ mm y una longitud de $5,6 \pm 0,74$ mm.

El pistilo de la flor de uchuva está formado por un ovario súpero, de color crema y con una longitud y diámetro de $2,5 \pm 0,38$ mm y $2,6 \pm 0,38$ mm, respectivamente. También se compone de un estilo de color morado que tiene un diámetro de $0,7 \pm 0,13$ mm y una longitud de $7,9 \pm 0,48$ mm. Este se une al ovario por su base y termina en un ensanchamiento que corresponde al estigma el cual es de color amarillo verdoso y tiene un diámetro de $1,1 \pm 0,14$ mm; cuando la flor ha sido fecundada, este toma un color café.

En muy baja frecuencia se encontraron flores atípicas que presentaron más de un pistilo y flores con seis estambres. Esta variación puede ser por fallas en la división celular y en la fusión de los carpelos como lo mencionan Stevenson y Mertens (1986). Una sola flor presenta varios carpelos. Cada carpelo puede convertirse en un pistilo simple, de modo que la flor posee varios pistilos. Sin embargo, casi siempre los carpelos se funden en diversos grados para formar un solo pistilo compuesto.

Anatomía de la uchuva. En la Figura 1 se observan diferencias anatómicas en el desarrollo de los primordios florales de la uchuva; el proceso de diferenciación se inicia en el meristemo apical (Figura 1a₁), donde hay una producción continua de nuevas células que darán origen a los diferentes órganos de la planta y en el meristema axilar (Figura 1b) las yemas generativas que dan origen a la flor.

En el meristema axilar las células se diferencian y forman una flor perfecta con cuatro verticilos: sépalos y pétalos (Figura 1b₁ y 1b₂) en la parte externa de la flor, en la parte interior los estambres (Figura 1c₁) y el gineceo en la parte central con un ovario tipo súpero (Figura 1c₂).

Los sépalos cubren y protegen a las demás partes durante su diferenciación. Así mismo, los pétalos encierran al androceo y al gineceo hasta el momento de la apertura cuando los órganos reproductivos se vuelven funcionales para procesos reproductivos (Figura 1d).

Estructura de la antera joven. Los cortes transversales de las anteras de uchuva a los 10 días (Figura 2a y 2b) y a los 30 días (Figura 2c), permiten diferenciar que la

antera joven está constituida por un tejido meristemático homogéneo. En la figura 2a, el tejido señalado como a_1 corresponde a las células precursoras de las microsporas y el a_3 , más oscuro, a las células del endotecio, rodeado por la protodermis (a_4). El procambium (a_2) corresponde al filamento, el cual termina en la antera.

Durante el desarrollo de la antera, se da la especialización de las células que dan lugar a los cuatro futuros microsporangios o sacos polínicos (dos por antera, Figura 2bb₃). Este proceso de diferenciación de tejidos tiene lugar durante el primer estado de desarrollo del botón floral (diez días), donde se forman los sacos polínicos tetralobulados con una masa de células que darán

origen a los granos de polen, rodeado por una capa de tejido nutritivo llamado tapete o tapetum (b_1). En este estado ya se hace notorio el opérculo (b_4), por el cual sucede la dehiscencia de la antera.

A los 30 días de desarrollo, la antera ya está completamente desarrollada, observándose granos de polen (Figura 4c₁), rodeados por el estrato mecánico (c_3) el cual en el momento de la dehiscencia según Azcon – Bieto y Talon (1993) se contrae y se arquea hacia fuera permitiendo la salida del polen por el punto de unión de los sacos polínicos; en la parte externa los protege la epidermis (c_2).

Formación del grano de polen. En la Figura 3 se detalla la génesis y el desarrollo de los granos de polen. Durante los primeros diez días de desarrollo se llevan a cabo la mitosis postmeiótica (Figura 3a₂) y la formación de las microsporas; posteriormente, a los 20 días ya se observan granos de polen en proceso de maduración (Figura 3b) y a los 30 días los granos de polen completamente formados (Figura 3c).

En el interior del saco polínico primero se forma el tejido esporógeno, cuyas células, por sucesivas divisiones mitóticas (Figura 3a₁ y 3a₁) constituyen las células madres de las microsporas o microsporangios. Cada célula madre de las microsporas es diploide. Las dos divisiones meióticas dan lugar a una tétrada de microsporas (Figura 3a₄). Cada una de estas células es haploide y representan la primera etapa de la generación del gametofito masculino. Posteriormente, en una segunda etapa, las microsporas de las tétradas terminan conformando los granos de polen (Figura 3b y 3c). La pared del grano tiene algunas características en su estructura como el estar provista de tres hendiduras llamadas colpos (Figura 3c₂) propias de un polen tricolpado.

Ovario. En las figuras 4a y 4b se representan en su orden el estado de desarrollo de las células madres del ovario y la diferenciación de la placenta, a los diez días de desarrollo, sobre la cual se desarrollan las macrosporas o rudimentos seminales redondeados y dispuestos alrededor de la placenta (Figura 4b₂). A los 30 días de desarrollo (Figura 4c), se distingue la placenta bicarpelada y biloculada, con óvulos unidos por el funículo en dos filas, una fila por cada placenta. A los 40 días (Figura 4d), se observa en crecimiento la placentación de tipo axial y 15 días después de realizada la polinización artificial (Figura 4e), se observa el crecimiento del fruto y la semilla.

El crecimiento del ovario es sin lugar a duda un factor que determina el crecimiento y el tamaño de los frutos, porque en el se forman las células que formarán cada una de las partes de fruto. El tamaño del ovario según Azcon – Bieto y Talón (1993) está

influenciado por factores genéticos y por condiciones medioambientales que ocurren durante la formación de la flor y del ovario. Así mismo, por los cambios sucedidos en el ovario se puede determinar que a los 30 días este órgano ya cuenta con todas sus partes para llevar a cabo procesos reproductivos, una vez alcancen la madurez suficiente para ser funcional.

Formación del óvulo. En la Figura 5 se presenta el óvulo en sus diferentes estados de desarrollo. La megaspora de diez días de desarrollo a partir del estado cero cuenta con una epidermis, con células parietales y células madres de la megaspora, las cuales por meiosis forma las macroporas (Figura 5a y 5b₁) y como resultado de las divisiones de la megaspora se forman dos núcleos, cada uno de los cuales emigra a los polos opuestos del saco embrionario, en donde, por sucesivas divisiones mitóticas se forman: dos núcleos de las sinérgidas, el óvulo, dos núcleos polares que a veces se funden dando origen al núcleo secundario del albumen o del endospermo y tres núcleos antipodales (Figuras 5c₁, 5c₂ y 5c₃) sin función aparente (Cronquist, 1984). Este proceso se presenta a los diez días de desarrollo de la flor.

En la Figura 5c en el óvulo se diferencia la nucela (Figura 5b₂) que es el cuerpo central de tejido con células vegetativas y esporógenas, un tegumento (Figura 5b₁) que envuelve la nucela y el funículo (Figura 5d₄) que une el óvulo con la placenta. A los 40 días de desarrollo en el óvulo se constituye cada una de las partes de la semilla (Figura 5d) ya que en el interior del óvulo se empieza a desarrollar el embrión, producto de la fecundación.

Crecimiento del saco embrionario. El tubo polínico llega al ovario en un tiempo aproximado de 45 minutos, tiempo en el cual sucede la fecundación del óvulo, que por la unión de los gametos se forma del suspensor y el embrión (Figura 6a) dentro del ovario; Paniagua *et al.*, (1997) menciona que uno de los núcleos generativos se une a la oosfera formando el cigoto y el otro se une a los dos núcleos polares para formar el endosperma (Figura 6b₁).

Apertura floral. Durante las observaciones de apertura floral y la dehiscencia de las anteras, se presentaron los siguientes registros climáticos: temperatura mínima de 9,9°C y máxima de 16°C, humedad relativa de 84,22% y precipitación pluvial 2,4 mm.

El 98% de las flores evaluadas presentaron apertura floral desde las 7:00 a.m. hasta las 10:30 a.m., registrando el mayor número de flores abiertas (45%) entre las 7:00 a 7:30 a.m. Entre las 7:30 a 8:00 a.m., no se observaron flores en apertura. El 15% abrieron entre las 8:00 a 8:30 a.m., el 20% entre las 8:30 a 9:30 a.m. y el 20% entre las 9:30 a 10:30 a.m.

El proceso de apertura duró entre 2,5h y 5h mientras que el cierre se da el mismo día entre las 4:00 y 6:00 p.m. Durante los cuatro a seis días siguientes, los pétalos se abren en la mañana y se cierran en la tarde. La caída de los pétalos se dio entre los 5 y los 7 días después de la apertura floral.

Dehiscencia de las anteras. La línea de ruptura para la liberación de los granos de polen se localizó a lo largo de la antera entre los dos lóculos de cada teca, apertura de que según Afah (1974) es de tipo longitudinal. De las flores evaluadas, el 56,87% presentaron dehiscencia de anteras entre las 10:00 a.m. y la 1:00 p.m.; en las primeras horas de la mañana entre las 8:00 a 9:00 a.m., se registro un 23,53% de flores en dehiscencia; después de las 2:00 p.m. se presentó una dehiscencia en el 11,76% de las flores.

Al presentarse mayor dehiscencia después de las diez de la mañana hay mayor abundancia de polen y una mayor facilidad para su recolección. Lo anterior coincide con lo reportado por Ordoñez y Ruano (2002) quienes encontraron que durante las 12 m y 4:00 p.m, las flores sueltan el polen con mayor facilidad, periodo donde se registró la mayor temperatura del día.

Se observó que el mayor porcentaje para el inicio de la dehiscencia después de la apertura se presentó en el segundo día con un 60%, con una temperatura diaria mínima y máxima de 10,4 y 17,4°C, con ausencia de lluvias. Para los otros días de evaluación se registraron lloviznas con cambios en la temperatura, retardando la dehiscencia en la primera antera en 72 horas después de la apertura floral.

Mosquera (2002) encontró que la antesis efectiva se presenta en el primer día de la apertura floral y cuando la temperatura está cerca a los 16°C; por debajo de los 15°C ésta se limita. El inicio y la duración de la antesis está influenciada por las condiciones climáticas del ambiente, en especial por la temperatura. El 25% de las flores terminó la dehiscencia al segundo día después de la apertura floral, el 55% al tercer día y el 20% al cuarto día, cuando los tejidos que permiten la dehiscencia de la antera llegan a la parte basal.

Desde el inicio de la dehiscencia de la primera y la última antera, transcurrió un tiempo de uno a tres días. El 75% de las anteras tomó un tiempo de 46 – 51 horas, el 10% tardó de 12 – 17 horas, el 10% 25 – 30 horas y el 5 %, 75 horas.

CONCLUSIONES

Las flores de uchuva *P. peruviana* mostraron una ubicación axilar a partir de la segunda ramificación, encontrando una flor por nudo; en ramas de 1,39 m el número de nudos por rama primaria fue de 10,73, en ramas secundarias de 6,67 y en ramas terciarias de 6,4, con un promedio de estructuras reproductivas (botones y flores) de 13,37; la distancia en los entrenudos en ramas primarias fue de $7,10 \pm 2,58$ cm, en ramas secundarias de $8,00 \pm 2,48$ cm y en ramas terciarias de $4,78 \pm 1,02$ cm.

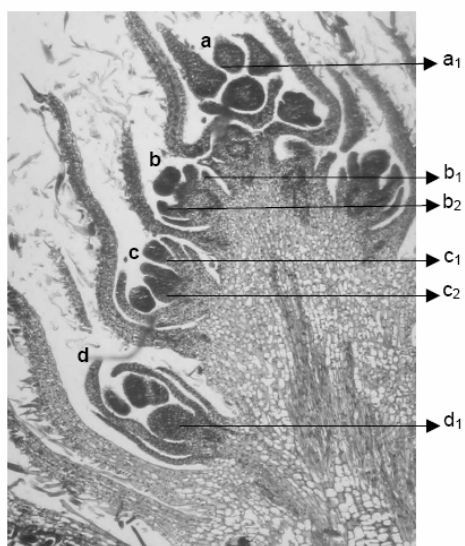
La diferenciación anatómica de las estructuras reproductivas se da durante los primeros diez días de desarrollo, partiendo de un largo promedio del cáliz de 3,3 mm. Los granos de polen mostraron un arreglo tetraedal y tricolpado, la placentación es tipo axial, biloculada y bilobulada.

Bajo las condiciones de Botana a 13°C y HR de 82%, la apertura de las flores de uchuva se llevó a cabo entre las 7:00 a.m. y las 10:30 a.m. a los 37 días de desarrollo, cerrándose en las horas de la tarde. Las flores se abren y cierran entre 4 y 6 días para terminar cayendo entre los 5 y 7 días después de la apertura.

La dehiscencia de las anteras se presentó en un 85% al día siguiente de la apertura floral, con una duración de tres días a la dehiscencia de la última antera.

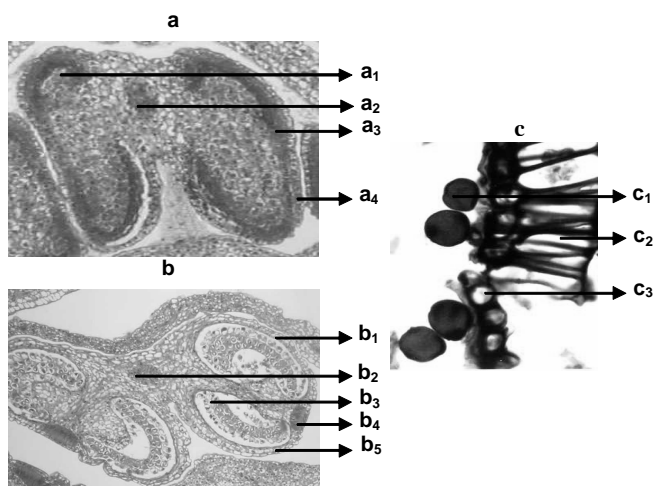
Figura 1. Corte longitudinal de la parte terminal de una rama de *P. peruviana*, con primordios en diferentes estados

de diferenciación hasta los cero días, 10X.



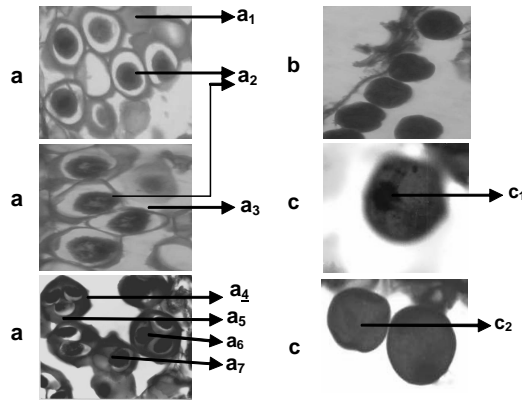
a₁: Meristemo apical; **b₁**: Sépalos; **b₂**: Pétalos; **c₁**: Estambres; **c₂**: Gineceo; **d₁**: Primordio floral a los cero días.

Figura 2. Anteras de *P. peruviana* en diferentes estados de desarrollo.



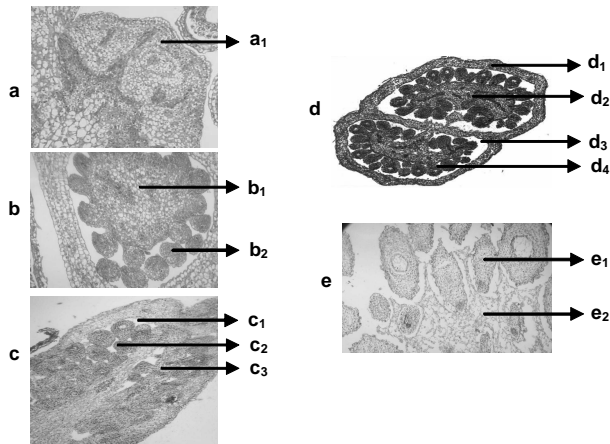
a: Inicio de la formación de los sacos polínicos, 10X, **a₁**: Células precursoras de microsporas, **a₂**: Procambium, **a₃**: Células precursoras del endotecio, **a₄**: Protodermis; **b**: Antera joven con un saco polínico formado que contiene microsporas, 10X, **b₁**: Tapete, **b₂**: Haces vasculares, **b₃**: microsporas, **b₄**: Opérculo, **b₅**: Exotecio; **c**: Antera con granos de polen a los 30 días, 20X. **c₁**: Grano de polen, **c₂**: Epidermis, **c₃**: Estrato mecánico.

Figura 3. Génesis y estados de maduración de los granos de polen de *P. peruviana*.



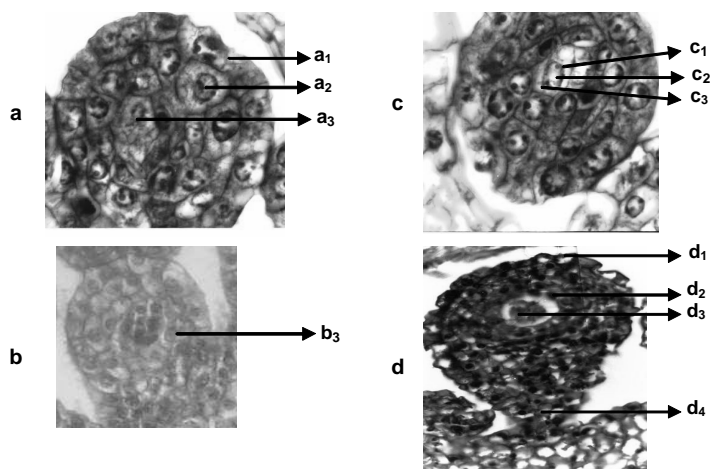
a: Polen de 10 días, 100X; **a₁:** Célula madre del polen, **a₂:** Diferentes fases de la mitosis postmeiótica, **a₃:** Membrana plasmática, **a₄:** Arreglo tetraedral, **a₅:** Calosa, **a₆:** Microsporas con células haploides **a₇:** Granos de polen estéril. **b:** Polen de 20 días inmaduro, 20X. **c:** Polen de 30 días, 40X: **c₁:** Grano de polen completamente formado, **c₂:** Polen tricolpado.

Figura 4. Diferentes estados de desarrollo del ovario de *P. peruviana*.



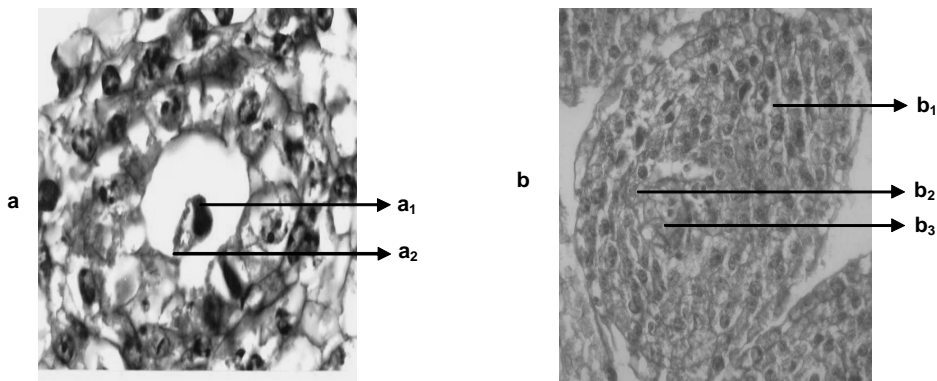
a: Ovario de cero días de desarrollo, 40X; **a₁:** células madres del ovario. **b:** Ovario de diez días de desarrollo, 20X; **b₁:** placenta, **b₂:** macrosporas o rudimentos seminales. **c:** Ovario de 30 días de desarrollo, 20X; **c₁:** lóculo, **c₂:** óvulo, **c₃:** carpelo. **d:** El ovario pasa a ser fruto a los 40 días de desarrollo, 10X; **d₁:** placentación axial, **d₂:** placenta, **d₃:** lóculo, **d₄:** futura semilla. **e:** Fruto a los 15 días después la polinización, 10X; **e₁:** semilla, **e₂:** endocarpio.

Figura 5. Desarrollo del óvulo en el rudimento seminal.



a: Macrospora de 10 días de desarrollo; **a₁** epidermis, **a₂** células parietales, **a₃** células madres de la megaspora, 100X. **b:** Óvulo en un estado más avanzado a los diez días; **b₁**: tegumento, **b₂**: nucela, **b₃**: saco embrionario formado por meiosis. **c:** Óvulo de diez días, 100X; **c₁**: sinérgidas, **c₂**: núcleos polares, **c₃**: antípodas. **d:** Desarrollo de la semilla, 40X. **d₁**: testa, **d₂**: endosperma, **d₃**: embrión, **d₄**: funículo.

Figura 6. Fecundación de *P. peruviana*.



a: Estado del embrión 45 minutos después de la polinización artificial, 100X; **a₁**: embrión, **a₂**: suspensor. **b:** Desarrollo del embrión a los ocho días de la polinización artificial, 40X; **b₁**: Células del endosperma, **b₂**: suspensor, **b₃**: embrión.

BIBLIOGRAFIA

- AFAH, N. Plant anatomy. 2 ed. Nueva York: Pergamon Press, 1974. p 425 – 500.
- AZCON-BIETO, J. y TALON, M. Fisiología y bioquímica vegetal. Nueva York: Interamericana, 1993. 581 p.
- CRONQUIST, A. Introducción a la Botánica. Trad. por Antonio Marino Ambrocio. 2 ed. México: Continental, 1984. 848 p.
- HEJEILE, H. e IBARRA, A. Colección y caracterización de recursos genéticos de uvilla (*Physalis peruviana* L.) en algunos municipios del Departamento de Nariño. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 2001. 159 p
- IDEAM. INSTITUTO DE HIGROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Datos meteorológicos. Estación meteorológica Botana, Pasto, 2005.
- LEDESMA, J. Uchuva colombiana con un amplio horizonte ante sí. El Labriego No 35. Bogotá, Julio – Agosto, 2005. p. 6.
- MOSQUERA, C. Polinización entomófila de la uvilla (*Physalis peruviana* L.). En: Revista de Ciencias Agrícolas, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 19(1-2): 140 – 156. 2002.
- ORDOÑEZ, M. y RUANO, L. Evaluación de diferentes horarios de polinización artificial en uvilla (*Physalis peruviana* L.) bajo condiciones de campo de la granja de Botana, Municipio de Pasto. Pasto, Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 2002. 85 p.
- PANIAGUA, R., DE SERRANO, M., SESMA, M., ALVAREZ M., ANADON, R. FRAILE, B., SAEZ, F. y PAZ, M. Citología e histología vegetal y animal; Biología de las células y tejidos animales y vegetales. 2 ed. Madrid: Mc Graw – Hill, 1997. p. 891 – 922.
- PROST, Jean. La botánica y sus aplicaciones agrícolas. Madrid: Mundi-Prensa, 1970. 534 p.
- SINGH RAM, J. Plant cytogenetics. Boca Raton, CRC, 1993. 391p.
- STEVENSON, F. Y MERTENS, T. Anatomía vegetal. México: Limusa, 1986. p. 169-182.
- VEGETTI, A., PILATTI, R., ESCHER, J. y MARCONETTI, U. Influencia de la temperatura nocturna sobre el desarrollo de las inflorescencias de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). En: Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional del Litoral. 9 (1): 25 – 32. 1995.