

## EXPRESIÓN DEL SEXO Y ANATOMÍA FLORAL DEL LITCHI (*Litchi chinensis* Sonn.)

### SEX EXPRESSION AND FLOWER ANATOMY OF LITCHI (*Litchi chinensis* Sonn.)

Tomás Osuna Enciso<sup>1\*</sup>, Gregorio Valenzuela Reyes<sup>2</sup>, Ma. Dolores Muy Rangel<sup>1</sup>, Alfonso A. Gardea Béjar<sup>3</sup>  
y Manuel Villarreal Romero<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. A. C. Unidad Culiacán. Km. 5.5 Carr. Culiacán-Eldorado. Apdo. Postal 32-A. 80129, Culiacán, Sinaloa, México. Tel. y Fax 01 (667) 760-5536 Ext. 27. <sup>2</sup>Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria, Culiacán, Sinaloa, México. <sup>3</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. A. C. Carr. a la Victoria Km. 0.6. 83000, Hermosillo, Sonora, México. <sup>4</sup>Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa. Km. 17.5 Carr. Culiacán-Eldorado. 80129, Culiacán, Sinaloa, México.

\*Autor para correspondencia (tosuna@ciad.edu.mx)

#### RESUMEN

Las flores de litchi difieren en su grado de desarrollo y se clasifican en Tipos I, II y III según el sexo y orden en que aparecen en la inflorescencia. Los Tipos I y III funcionan como masculinas, mientras que el Tipo II actúan como femeninas. En el Valle de Culiacán, Sinaloa, México, el periodo de floración de litchi 'Brewster' es de 52 d. La orientación de las flores en el árbol, norte o sur, afectó su expresión sexual. Los Tipo I fueron más abundantes en las inflorescencias de la parte sur que en la norte (85 vs. 54 %) y fue el único tipo de flor que se observó en los primeros 8 d de floración. Las flores Tipo II iniciaron antesis 12 d después del inicio de floración y su presencia fue dominante en las inflorescencias de la sección norte (27 %); mientras que las de Tipo III presentaron antesis 20 d después del inicio de floración y fueron más abundantes en la sección norte que en la sur (19 vs. 4 %). La distribución general de las flores Tipos I, II y III en las inflorescencias de litchi 'Brewster' fue de 70, 19 y 11 %, respectivamente, siendo las Tipo I más tempranas y las Tipo III más tardías. Las flores Tipo I, con ovario apenas visible (1 mm de longitud) presentaron óvulo rudimentario caracterizado por tejido reducido; las flores Tipo II mostraron óvulos completos sin irregularidades; mientras que los óvulos de las flores Tipo III también fueron completos, pero de menor tamaño, con deformaciones en la nucela y tegumentos. El estilo de las flores de litchi es bifurcado y sólo las Tipo II presentan estigma. De acuerdo con las características morfológicas y anatómicas del pistilo, las flores Tipo II son las únicas que tienen capacidad para polinizarse y formar fruto.

**Palabras claves:** *Litchi chinensis*, antesis, morfología y anatomía de la flor, pistilo, tipos de flores.

#### SUMMARY

Litchi flowers differ in their degree of development and they are classified in Types I, II and III, according to their sex expression and order of appearance along the inflorescence. Flowers Types I and III function only as males, whereas Type II act like females. In Culiacán Valley, Sinaloa, México, 'Brewster' litchi bloom period last for 52 d. Flower orientation (north or south) on the tree affected their sexual expression. Type I flowers were more abundant in the south (85 %), that in the north (54 %), and it was the only type observed during the

first 8 d of bloom. Type II flowers initiated anthesis 12 d after the beginning of flowering; they also outnumber (27 %) the other types in north-oriented inflorescences. Type III flowers started anthesis 20 d after the beginning of bloom, mostly in the north sections (19 %), as compared to southern ones (4 %). In 'Brewster' litchis the general distribution of flower Types I, II and III was of 70, 19 and 11 %, respectively, with Type I as the earliest and III as the latest. Type I flowers have a hardly visible ovary (1 mm in length) and presented a rudimentary ovule. Type II showed complete ovules without irregularities, whereas Type III ovaries, were also complete, although smaller than in Type II, however their nucellus and integuments have deformities. Styles are dichotomous and only Type II have stigma. According to pistil morphological and anatomical characteristics, the Type II flowers are the only ones capable of being pollinated and set fruit.

**Index words:** *Litchi chinensis*, anthesis, flower morphology and anatomy, pistil, flower types.

#### INTRODUCCIÓN

El litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) es un frutal subtropical nativo de China, introducido a México a través del Estado de Sinaloa a principios del siglo XX (Schwentenius y Gómez, 1997). En el país se cultivan 2500 ha distribuidas en 11 entidades, de las que sobresalen Veracruz, Oaxaca, San Luis Potosí y Sinaloa (SIAP, 2005). En los últimos años este frutal exótico ha adquirido interés entre los productores agrícolas mexicanos debido a la demanda de fruto en EE. UU., Canadá y la Comunidad Económica Europea, así como al creciente mercado nacional; sin embargo, la baja producción en los huertos comerciales (3.0 t ha<sup>-1</sup> en Sinaloa) crea incertidumbre en los productores. Ello se debe, en parte, al escaso conocimiento de su comportamiento floral, lo que dificulta desarrollar estrategias que mejoren la polinización y el cuajado de frutos.

En el hemisferio norte, según la variedad y las condiciones ambientales, el litchi inicia floración en noviembre y concluye en abril (Nakasone y Paull, 1998). Desarrolla panículas de 5 a 30 cm de longitud y cada una forma entre 900 (var. 'Groff') y 1000 (var. 'Hei ye') flores (Tindall, 1994). Las flores son apétalas, miden de 3 a 6 mm de longitud, y el tamaño y funcionalidad de los estambres y del pistilo es variable (Nakasone y Paull, 1998).

Con base en sus características y el orden cronológico en que emergen, las flores se clasifican en Tipos I, II y III. Las de Tipo I generalmente aparecen primero y funcionan como masculinas porque carecen de ovario o éste está atrofiado con estilo reducido, y presentan entre 4 y 12 estambres funcionales (Galán, 1987; 1990). Las flores Tipo II se forman enseguida de las Tipo I; poseen estilo bien desarrollado de dos lóculos que se bifurca en su ápice para formar el estigma, y tienen de 4 a 12 estambres rudimentarios con anteras que no liberan polen; morfológicamente son bisexuales, pero funcionalmente se consideran femeninas (Galán, 1987; Ray, 2002). Las flores Tipo III son las últimas que se forman; poseen estambres desarrollados con anteras que liberan polen, pero con pistilo rudimentario cuyo estilo es más largo que en las flores Tipo I, y no desarrollan estigma (Galán, 1987, 1990; Oosthuizen y Joubert, 1992). En Florida y Hawai en EE. UU., la inflorescencia de litchi llega a anthesis conforme al siguiente ciclo: a) 10 d con flores Tipo I; b) 2 a 3 d con flores de Tipos I y II; c) 2 d con flores sólo del Tipo II; d) 2 a 3 d con flores de los Tipos II y III; e) 10 d con flores sólo del Tipo III (Galán, 1990; Tindall, 1994; Nakasone y Paull, 1998). Stern y Gazit (1996) afirman que el conocimiento del desarrollo sexual de las flores del litchi es útil para el manejo de agentes polinizadores, y que las abejas melíferas (*Apis mellifera*) son los agentes más eficientes.

Según Nakasone y Paull (1998), la expresión del sexo en litchi puede ser influenciada por la temperatura, ya que cuando ésta disminuye se incrementa el porcentaje de flores Tipo II. La variedad 'Tai So' crecida en un régimen térmico día/noche de 15/10 °C, produjo 74 % de flores femeninas contra 11.4 % cuando crecieron en temperaturas más cálidas de 30/25 °C (Menzel y Simpson, 1991). La temperatura durante el desarrollo floral también afecta otros frutales; por ejemplo, Nakasone y Paull (1998) observaron que todas las flores de variedades hermafroditas de papayo (*Carica papaya* L.) del Tipo 'Solo' crecidas en temperaturas menores a 17 °C fueron carpeladas, mientras que las expuestas a más de 35 °C presentaron una tendencia a desarrollar flores masculinas con estructuras femeninas no funcionales. Hopkins y Hüner (2004) consideran que la temperatura del follaje

depende de diversos factores, como la posición y orientación en la copa.

En los estudios de la biología floral de litchi se ha hecho énfasis en su morfología externa (Galán, 1987; Oosthuizen y Joubert, 1992; Tindall, 1994; Nakasone y Paull, 1998; Ray, 2002). Acerca de la morfología interna, Mustard (1960) mostró que el ovario es bicarpelado, pero comúnmente sólo uno de ellos madura; que en cada carpelo se forma un óvulo anátropo que difiere en grado de desarrollo entre tipos de flor, y que tegumentos y nucela son estructuras visibles en los óvulos de todos los tipos de flores. En las de Tipo I éstos son rudimentarios y consisten en una hilera de células con arreglo irregular, mientras que en los Tipos II y III los tegumentos se extienden más allá del ápice de la nucela, para formar un largo canal micropilar. En un estudio similar, Nacif *et al.* (2001) indican que el óvulo de las flores Tipo III es de menor tamaño que el de las flores Tipo II, con tegumentos reducidos, separados de la nucela y con escaso desarrollo del saco embrionario, y las evidencias de fecundación sólo se detectaron en las flores Tipo II; estos autores concluyeron que las flores Tipo II son funcionalmente femeninas y las flores Tipos I y III masculinas. Óvulos con deformaciones similares a las descritas por Nacif *et al.* (2001) en flores del Tipo III de litchi se observaron en almendro 'Nonpareil' (*Prunus dulcis* [Mill.] D. A. Webb) por Pimienta y Polito (1982).

El objetivo de este estudio fue determinar el tipo de flores que se desarrollan en plantas de litchi en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México, tomando en cuenta la orientación en el árbol, así como caracterizar anatómica y morfológicamente el ovario de los tres tipos de flores para determinar la viabilidad del óvulo y su capacidad para formar fruto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la var. 'Brewster', en un huerto de ocho años ubicado en San Pedro, municipio de Navolato, Sinaloa, México (Valle de Culiacán), que se localiza a 107° 33' 35" LO y 24° 52' 22" LN, donde predomina el clima BSo (h') hw (e), que es desértico cálido, extremoso, con lluvias en verano (García, 1988). Las mediciones se hicieron en el periodo de floración de marzo y abril de 2002, cuyas temperaturas medias fueron 21 y 23 °C, respectivamente, y la radiación solar máxima promedio fue 996 W m<sup>-2</sup> (Estación Climatológica Culiacán de la Comisión Nacional del Agua, Zona Pacífico Norte). En la Figura 1 se presentan las temperaturas máximas y mínimas durante el periodo de floración.

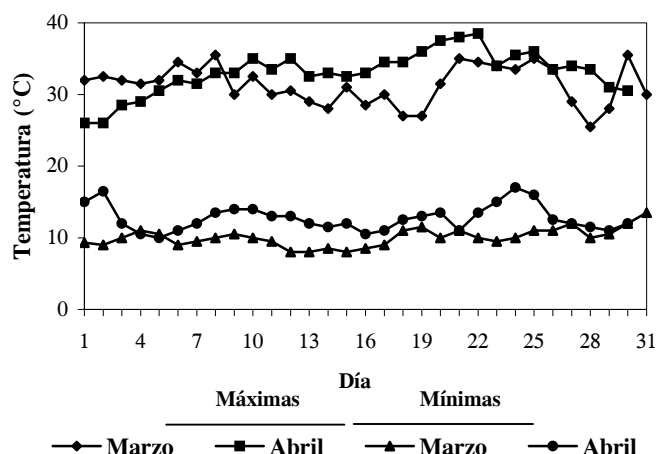


Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas de marzo y abril de 2002 en el Valle de Culiacán, Sin., México.

Para caracterizar el tipo de sexo en las flores del litchi se seleccionaron cuatro árboles con floración uniforme. En las secciones norte y sur de la copa de cada árbol, a 2 m de altura se cortó una inflorescencia al azar cada 4 d, entre el 8 de marzo y el 29 de abril. De cada inflorescencia se extrajo una muestra de 30 flores recién abiertas y se clasificaron en los Tipos I, II y III, de acuerdo con la descripción de Galán (1987; 1990). En cada inflorescencia se contó el número de flores de cada tipo y se calculó el porcentaje de los tipos de flores para cada orientación del árbol. El comportamiento general del árbol se estimó mediante el porcentaje de los tipos de flores en las ocho inflorescencias de cada muestreo, en promedio de las dos orientaciones. El análisis estadístico consistió de medias y errores estándar, calculados con el programa Microsoft® Excel versión 2000.

Para estudiar la morfología del pistilo y la anatomía del ovario se tomaron 15 flores de cada tipo en los muestreos del 12 de marzo y del 13 y 29 de abril, con las cuales se hicieron preparaciones permanentes de acuerdo con el método descrito por Osuna *et al.* (2000). Las flores se fijaron por 48 h en fijador FAA (10 % de formaldehído a 37 %, 50 % de alcohol a 96°, 5 % de ácido acético glacial y 35 % de agua). Posteriormente, las muestras se lavaron con agua corriente y, en un procesador de tejidos American Optical® T/P 8000, se sometieron a deshidratación en alcoholes graduados y xileno y se infiltraron en parafina. Luego las flores se incluyeron en parafina, se seccionaron bloques que contenían una flor y se hicieron cortes longitudinalmente de 10  $\mu\text{m}$  de grosor en un micrótopo rotatorio Erma® 422 (Tokio, Japón). Los cortes se montaron en portaobjetos y se tiñeron con safranina y verde rápido, y después se les agregó bálsamo de Canadá y se les protegió con un cubreobjeto. Los cortes

de las flores se observaron y analizaron, con énfasis en el ovario, en un microscopio óptico Zeiss® Axiostar, equipado con una cámara Motic® 480. En los tres tipos de flores se describió y comparó la morfología y anatomía de la pared del ovario (grosor), y del óvulo; tegumentos, calaza, nucela, saco embrionario, micrópilo y primordio de arilo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Expresión del sexo

En el Valle de Culiacán, Sinaloa, México, el litchi 'Brewster' florece del 8 de marzo al 29 de abril. Las flores Tipo I (Figura 2A), consideradas masculinas, fueron las primeras en presentar antesis, al igual que en EE. UU. (Tindall, 1994), Israel (Degani *et al.*, 1995) y Sudáfrica (Hannes *et al.*, 1995), y fueron las únicas que aparecieron durante los primeros 8 d de floración. Este tipo de flor fue más abundante en las inflorescencias de la sección sur de los árboles, durante el mes de marzo (99%) y los primeros 17 d del mes de abril (97%), dos semanas antes de concluir la floración. En la sección norte del árbol también se encontró predominio de las flores Tipo I (84%), pero en menor proporción que en la sección sur (Figura 3A).

Las flores Tipo II (Figura 2B) clasificadas como femeninas (Galán, 1987; 1990; Nakasone y Paull, 1998), iniciaron antesis simultáneamente en ambas orientaciones de los árboles, el 20 de marzo, a 12 d de iniciada la floración. A partir de esta fecha, la presencia de este tipo de flores en la sección norte fue continua durante el periodo de floración y creció de 2 hasta 48 %. En la sección sur estas flores fueron escasas (11 %); el 20 de marzo hubo 8 %, y entre el 24 de marzo y 9 de abril no se desarrollaron, sino que reiniciaron hasta el 13 de abril con 5.3 % y en la última semana (21 al 29 de abril) llegaron a valores de 30 y 60 % (Figura 3B).

Las flores Tipo III tienen pistilo menos crecido que las del Tipo II, en las que se distingue el estilo, pero sin estigma (Figura 2C). Estas flores iniciaron antesis 20 d después del comienzo de la floración, primero en inflorescencias de la sección norte de los árboles donde apareció la mayor proporción de este tipo de flores, con valores de 24 y 54 % al 9 y 29 de abril. En la orientación sur sólo se presentaron en las últimas semanas de floración, con valores entre 19 y 37 % (Figura 3C).

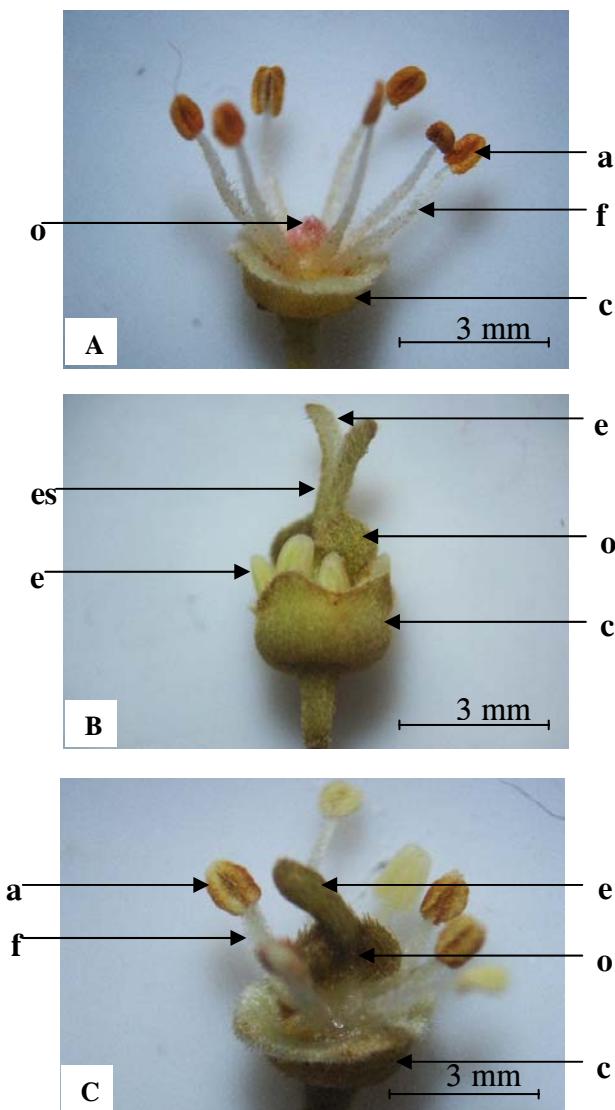


Figura 2. Flores de litchi var. 'Brewster' durante la antesis en el Valle de Culiacán, Sin., México, en la floración 2002. A) Tipo I; B) Tipo II; y C) Tipo III. a = antera; f = filamento; e = estigma; es = estilo; o = ovario; c = cáliz.

A partir del 28 de marzo y hasta que concluyó la floración (29 de abril), emergieron flores de los tres tipos; predominó el Tipo I (56 %), excepto en los últimos 8 d cuando predominaron los Tipos II y III, con 45 y 33 %, respectivamente. Las flores Tipo II, que son las que forman fruto, tuvieron su máxima expresión (34 %) entre el 9 y 29 de abril, mientras que las de Tipo III fueron las de menor porcentaje y las más tardías (Figura 4). Durante el periodo de evaluación, la distribución de los Tipos I, II y III fue 70, 19 y 11 %, respectivamente.

Estos resultados muestran que la var. 'Brewster' tuvo el comportamiento característico de las flores de esta

especie, cuyos tipos florales I, II y III abren en orden cronológico, como lo han expuesto otros autores (Galán, 1987, 1990; Oosthuizen y Joubert, 1992; Tindall, 1994; Nakasone y Paull, 1998; Ray, 2002). Es decir, en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México la floración del litchi tuvo una secuencia semejante a la establecida por Galán (1990) en Hawai y Tindall (1994) en Florida. En las inflorescencias de la sección norte, que fue la más sombreada, predominaron las flores Tipos II y III, mientras que al sur con alta radiación solar ( $996 \text{ W m}^{-2}$ ) prevalecieron las flores Tipo I. Esta diferencia en distribución podría deberse a que las temperaturas cálidas promueven el desarrollo de flores masculinas (Tipos I y III) mientras que las temperaturas frescas estimulan el desarrollo de flores femeninas (Tipo II), como indicaron Menzel y Simpson (1991). Las temperaturas máximas fluctuaron de 25 a 38 °C y las mínimas de 8 a 17 °C (Figura 1), y corresponden a condiciones que favorecen a las flores del Tipo I, como ocurrió en la sección sur de los árboles donde incide más radiación solar.

#### Características morfológicas y anatómicas de las flores

En litchi, las flores masculinas Tipo I tienen pistilo pequeño (1 mm de longitud), apenas visible a simple vista (Figura 2A). El ovario, de paredes delgadas (50  $\mu\text{m}$ ) y sin protuberancias en la superficie, está constituido por dos lóculos (Figura 5A). En cada lóculo se distingue el rudimento de óvulo formado por el conjunto de células con alto grado de degeneración, que adquiere la forma de un "aguijón de alacrán" (Figura 5A). Mustard (1960) señala que en este tipo de flores los tegumentos y la nucela son estructuras visibles; sin embargo, en el presente estudio no se observó diferenciación de células que integren alguna estructura típica del óvulo. En los cortes anatómicos de estas flores se identificó el estilo poco desarrollado (100  $\mu\text{m}$  de longitud) y el óvulo rudimentario (Figura 5A); algunos estudios señalan que estas flores carecen de estilo (Galán, 1987).

El pistilo de las flores Tipo II es el más grande y desarrollado (4 mm de longitud) de los tres tipos de flores (Figura 2B). El ovario posee dos lóculos y en cada uno se desarrolló un óvulo completo de tipo anátropo. Sus estructuras, como calaza, tegumentos (externo e interno), saco embrionario, nucela y primordio de arilo, se apreciaron íntegras (Figura 5B). Cuando los dos óvulos fértiles se fecundan se desarrolla un fruto con forma de corazón, pero según Mustard (1960) lo más frecuente es que sólo un óvulo sobreviva y origine un fruto de forma ovoide. En estas flores el estilo logró su completo desarrollo (2.5 mm de longitud) y se bifurcó en su ápice para dar lugar al estigma (Figura 2B). La condición normal en la estructura del pistilo de este tipo de flores

favorece la polinización y fecundación, como lo indicaron Nacif *et al.* (2001).

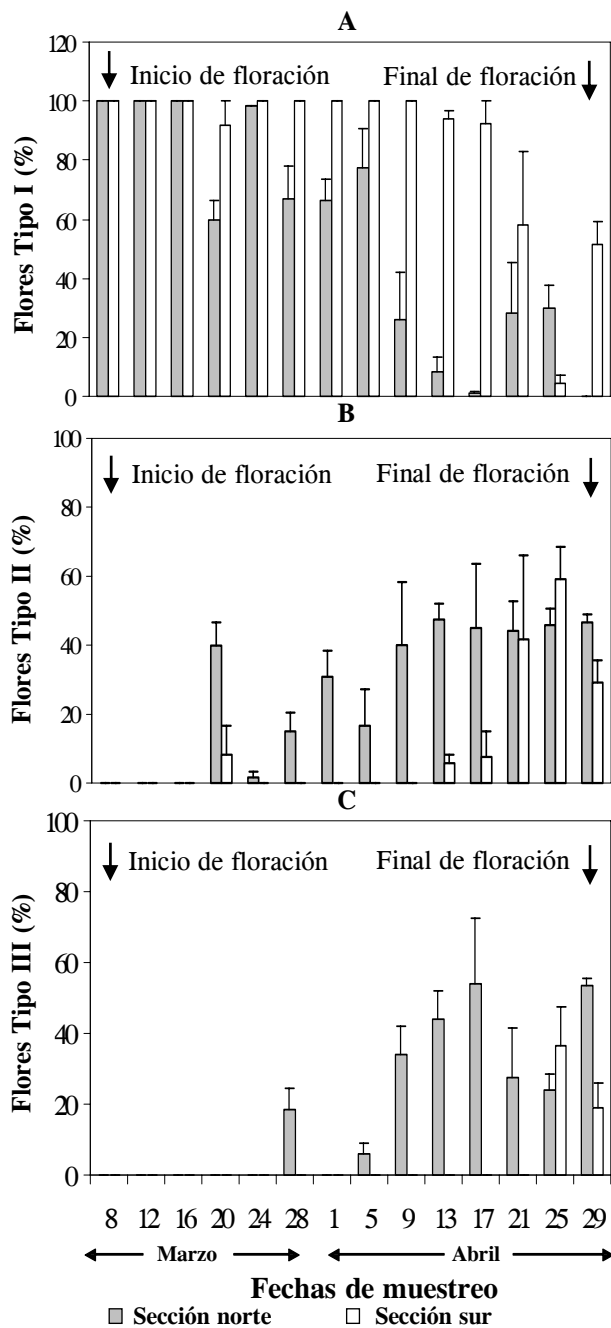


Figura 3. Porcentaje de flores Tipos I (A), II (B) y III (C) en árboles de litchi var. 'Brewster' en la floración 2002, en el Valle de Culiacán, Sin., México. Las barras corresponden al error estándar (n = 4).

En las flores Tipo III (Figura 2C) el pistilo fue de mayor tamaño (3 mm de longitud) y más desarrollado que en las flores Tipo I (Figura 2A); la pared del ovario también fue más gruesa, entre 100 y 125  $\mu\text{m}$  (Figura 5C). Los óvulos de estas flores crecieron más que los del Tipo I, pero no alcanzaron el grado de los del Tipo II. En los óvulos de las flores Tipo III fue característico el crecimiento irregular de los tegumentos y su separación de la nucela (Figura 5C). Mustard (1960) define a los óvulos de las flores de este tipo como rudimentarios, y según Ray (2002) no tienen posibilidades de ser fecundados. Características similares a los óvulos de las flores de litchi Tipo III se reportan en óvulos abortivos de almendro var. 'Nonpareil' (Pimienta y Polito, 1982). Otras barreras para la fecundación de las flores Tipo III fueron que el estilo no se bifurcó en su ápice y el estigma no fue expuesto (Figura 2C).

Las irregularidades morfológicas y anatómicas en el estilo y óvulos en flores de los Tipos I y III confirman que en ellas la formación de fruto no es posible (Nacif *et al.*, 2001), ya que los óvulos no presentaron evidencias de haber sido fecundados, y porque ese tipo de flores sólo producen polen para fecundar a las flores Tipo II, como fue indicado también por otros autores (Galán, 1987, 1990; Oosthuizen y Joubert, 1992; Tindall, 1994; Nakasone y Paull, 1998; Ray, 2002).

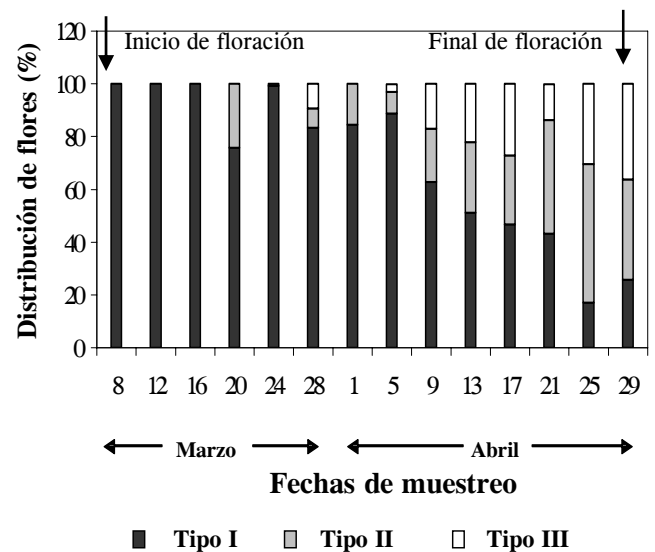


Figura 4. Porcentaje de flores Tipos I, II y III en inflorescencias (n = 8) de litchi var. 'Brewster' en la floración 2002, en el Valle de Culiacán, Sin., México.



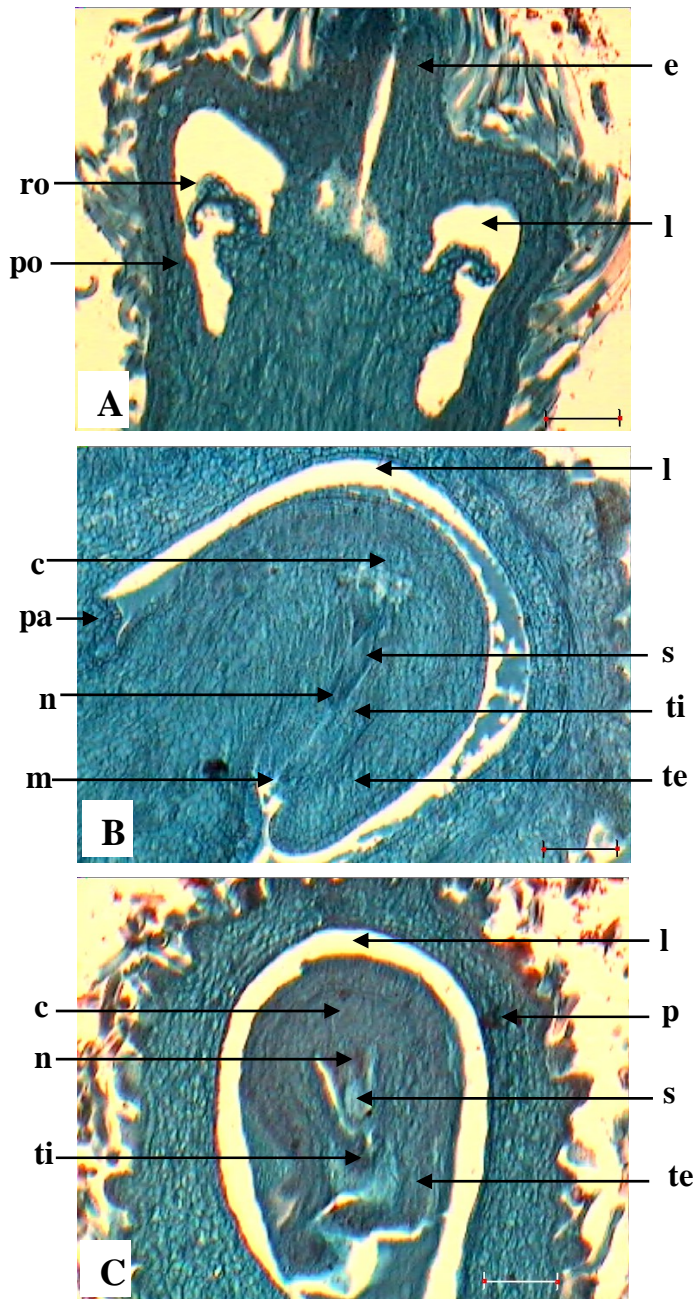


Figura 5. Microfotografías del ovario y óvulo en flores de litchi var. ‘Brewster’. A) Flor Tipo I; B) Flor Tipo II; y C) Flor Tipo III. l = lóculo; n = nucela; c = calaza; e = estilo; m = micrópilo; ti = tegumento interno; te = tegumento externo; pa = primordio de arilo; po = pared del ovario; se = saco embrionario; ro = rudimento de óvulo. La barra horizontal representa 100 µm.

CONCLUSIONES

En el Valle de Culiacán, Sinaloa, México, el periodo de floración de litchi var. ‘Brewster’ fue de 52 d y ocurrió entre el 8 de marzo y 29 de abril. La ubicación de las inflorescencias, al norte o al sur, afectó la expresión del

sexo de las flores; las flores Tipo I se encontraron en mayor proporción en la sección sur y las Tipos II y III en la norte. La distribución de flores durante el periodo de evaluación fue de 70, 19 y 11 % entre los Tipos I, II y III, respectivamente. En el ovario de las flores Tipo I se formó un óvulo rudimentario, mientras que en las flores de los Tipos II y III se formaron todas sus partes, pero en el Tipo III hubo deformaciones en nucela y tegumentos. Las anomalías en el pistilo de las flores Tipos I y III determinan que sólo proporcionen polen y que las Tipo II sean las únicas con posibilidades de ser polinizadas y fecundadas, y de formar fruto.

BIBLIOGRAFÍA

Degani C, R A Stern, R El-Batsri, S Gazit (1995) Pollen parent effect on the selective abscission of ‘Mauritius’ and ‘Floridian’ lychee fruitlets. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120:523-526.

Galán S V (1987) El Litchi y su Cultivo. Producción y Protección Vegetal. FAO. Roma. 205 p.

Galán S V (1990) Los Frutales Tropicales en los Subtrópicos. I. Aguacate, Mango, Litchi y Longan. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 133 p.

García de M E (1988) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4a ed. Offset Larios. México, D. F. 219 p.

Hannes R, J Fivaz, C Menzel (1995) A reevaluation of tree model, inflorescence morphology, and sex ratio in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120:914-920.

Hopkins W G, N P A Hüner (2004) Introduction to Plant Physiology. 3rd. ed. John Wiley and Sons, Inc. NJ, USA. 560 p.

Menzel C M, D R Simpson (1991) Effects of temperature and leaf water stress on panicle and flower development of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). J. Hort. Sci. 66:335-344.

Mustard M J (1960) Megagametophytes of the lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 75:292-304.

Nacif S R, A A S Paoli, L C C Salomão (2001) Morphological and anatomical development of the litchi fruit (*Litchi chinensis* Sonn. cv. Brewster). Fruits 56:225-233.

Nakasone H Y, R E Paull (1998) Tropical fruits. In: Crop Production Science in Horticulture Series. J. Atherton (ed). CAB International. New York, NY, USA. pp:173-207.

Oosthuizen J H, A J Joubert (1992) Botanical characteristics. In: The Cultivation of Litchi. J H Oosthuizen (ed). Institute for Tropical and Subtropical Crops. Pretoria, South Africa. Bull. 425. pp:1-7.

Osuna E T, E M Engleman, A E Becerril R, R Mosqueda V, M Soto H, A Castillo M (2000) Iniciación y diferenciación floral en mango ‘Manila’. Agrociencia 34:573-581.

Pimienta E, V S Polito (1982) Ovule abortion in ‘Nonpareil’ almond (*Prunus dulcis* [Mill.] D, A. Webb). Amer. J. Bot. 69:913-920.

Ray P K (2002) Breeding Tropical and Subtropical Fruits. Narosa Pub. House, New Delhi. 338 p.

Schwentesisius R R, A Gómez C (1997) El Litchi. La Fruta más Fina del Mundo. Ed. Mundi-Prensa México, S. A. de C. V. México. 144 p.

SIAP (2005) Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. México. www.sagarpa.org.mx. (Febrero de 2007).

Stern R A, S Gazit (1996) Litchi pollination by the honeybee. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120:152-157.

Tindall H D (1994) Sapindaceous fruits: botany and horticulture. Hort. Rev. 16:143-196.