

Floración y fructificación de litchi en diferentes condiciones agroecológicas en Veracruz, México*

Flowering and fruiting of litchi under different agroecological conditions in Veracruz, Mexico

Aristarco Aguas Atlahua¹, Eliseo García Pérez^{2§} y Octavio Ruiz Rosado^{2†}

¹Instituto Tecnológico Superior de Zongolica. Carretera a la Compañía S/N, Tepetitlanapa, km 4. Zongolica, Veracruz. CP. 95005. (elaguas2@hotmail.com). ²Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. Carretera Federal Xalapa-Veracruz, km 88.5. Predio Tepetates, Mpio. de Manlio F. Altamirano, Veracruz. CP. 91674. (geliseo@colpos.mx; octavior@colpos.mx). [§]Autor para correspondencia: geliseo@colpos.mx.

Resumen

El litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) en México, ha tenido un incremento significativo en plantaciones en las últimas dos décadas, en varios casos se estableció en regiones cálidas, donde presenta marcada alternancia de producción. El objetivo fue evaluar la floración y fructificación de litchi, en huertas con diferentes condiciones agroecológicas y manejo, en las regiones centro y norte del estado de Veracruz en el año 2010. Se seleccionaron seis huertas contrastantes, cinco con el cv Mauritius y una con 'Brewster', y en cada una se colocaron termómetros de máximas y mínimas para el registro de temperaturas. Para dar seguimiento a la longitud de brotes, inflorescencias, amarre de frutos y frutos cosechados, se marcaron cuatro brotes por punto cardinal, en 10 árboles por huerta. Se contabilizaron los brotes florales y vegetativos por m² de copa, en la parte media del árbol. Se realizó un análisis físico-químico del suelo, en cada huerta. Para conocer el manejo, se aplicó un cuestionario a los productores. La altitud de las huertas estuvo entre 7 y 732 m, las temperaturas mínimas variaron de 13.5 a 18.1 °C, lo que influyó en el respuesta en floración, donde destacaron las huertas de Tuxpan 71.63% y Yecuatla con 66.28%. La fructificación y rendimiento presentó variación acorde al cultivar, temperaturas y prácticas

Abstract

The litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) in Mexico, has had a significant increase in plantations in the last two decades, settled in warm regions in several cases, where there is a very marked alternation of production. The objective was to evaluate the flowering and fruiting of litchi, in orchards with different agroecological conditions and management, in the central and northern regions of the state of Veracruz in the 2010 year. Six contrasting orchards were selected, five with cv. Mauritius and one with 'Brewster', and in each one maximum and minimum temperature thermometers were placed. In order to follow the sprout length, inflorescences, berthing of fruits and harvested fruits, four sprout were marked per cardinal point, in 10 trees per orchard. The floral and vegetative sprouts were counted per m² of tree top, in the middle part of the tree. A physical-chemical analysis of the soil was carried out in each orchard. In order to know the management, a questionnaire was applied to the producers. The altitude of the orchards was between 7 and 732 m, minimum temperatures ranged from 13.5 to 18.1 °C, which influenced the flowering response, where the Tuxpan 71.63% and Yecuatla orchards stood out with 66.28%. The fruiting and yield presented variation

* Recibido: enero de 2017
Aceptado: marzo de 2017

de manejo; para ‘Mauritius’, las huertas sobresalientes fueron Tuxpan con 7.4 t ha⁻¹ y Yecuatla con 3.6 t ha⁻¹. Para ‘Brewster’ el rendimiento fue de 4.1 t ha⁻¹, en la huerta Tolome.

Palabras claves: *Litchi chinensis*, floración, manejo de huertas, producción, temperatura mínima.

Introducción

El litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) es un frutal de la familia Sapindaceae, un árbol subtropical de hoja perenne que se cultiva en todo el sudeste de Asia, particularmente en China (Zhou *et al.*, 2008; Sung *et al.*, 2012). Se caracteriza por la producción de frutos de color rojo intenso y sabor agradable (Galán, 1987). Esta especie es popular en el continente asiático, pero es menos conocida en África, Europa y América Latina (Menzel y Wait, 2005). El cultivo de litchi se introdujo en México a principios del siglo XX, en el estado de Sinaloa; pero es hasta las décadas de los 70 y 80's que se establecen las primeras plantaciones comerciales. A nivel nacional, en los últimos 15 años se ha presentado un aumento significativo en la superficie sembrada de litchi, pasando de 748 ha en 2000 a 3 738 ha en 2013 (SIAP, 2015). Los estados que sobresalen en la producción del cultivo de litchi son Veracruz, Oaxaca, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla (De la Garza, 2003).

Lo anterior debido al interés por algunos productores mexicanos, por la demanda de este fruto en Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea. Así como el creciente mercado nacional (Osuna *et al.*, 2008). El problema que presenta este cultivo, es la alternancia de producción; existen cultivares con diferente nivel de alternancia y otros con fuerte interacción con los elementos del clima que acentúan el problema; por otro lado, hay evidencias que prácticas de manejo como anillado de ramas y poda de raíces, favorecen la floración (Smit *et al.*, 2005; García-Pérez y Martins, 2006). El estado de Veracruz tiene una superficie de 1 659 hectáreas y una producción de 8 491.99 toneladas, con un rendimiento en los últimos seis años de 3.15 a 5.64 t ha⁻¹ (SIAP, 2015). Existen plantaciones en 24 municipios, principalmente en Tihuatlán, Coatzintla, Tlapacoyan, Papantla, Córdoba y Paso de Ovejas; donde los dos cultivares predominantes son Mauritius y Brewster.

Las plantaciones de litchi en Veracruz, están en zonas con climas del grupo cálidos húmedos y subhúmedos, donde con frecuencia se presentan temperaturas altas en otoño-invierno,

according to the cultivar, temperatures and management practices; for ‘Mauritius’, the outstanding orchards were Tuxpan with 7.4 t ha⁻¹ and Yecuatla with 3.6 t ha⁻¹. For ‘Brewster’ the yield was 4.1 t ha⁻¹, in the Tolome orchard.

Keywords: *Litchi chinensis*, flowering, minimum temperature, orchard management, production.

Introduction

The litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) is a fruit tree of the Sapindaceae family, a subtropical evergreen tree that is cultivated throughout Southeast Asia, particularly in China (Zhou *et al.*, 2008; Sung *et al.*, 2012). It is characterized by the production of intense red fruits of pleasant taste (Galán, 1987). This species is popular in Asia, but is less well known in Africa, Europe and Latin America (Menzel and Wait, 2005). Litchi cultivation was introduced in Mexico at the beginning of the 20th century, in the state of Sinaloa; but it was not until the decades of the 70 and 80's that the first commercial plantations were established. At national level in the last 15 years there has been a significant increase in litchi litter, from 748 ha in 2000 to 3 738 ha in 2013 (SIAP, 2015). The states that excel in the production of the litchi crop are Veracruz, Oaxaca, San Luis Potosí, Hidalgo and Puebla (De la Garza, 2003).

This is due to the interest of some Mexican producers on the demand for this fruit in the United States, Canada and the European Union. As well as the growing national market (Osuna *et al.*, 2008). The problem presented by this crop is the alternation of production; there are cultivars with different levels of alternation and others with strong interaction with the elements of the climate that accentuate the problem; on the other hand, there is evidence that management practices such as ring-banding and root pruning favor flowering in litchi trees (Smit *et al.*, 2005; García-Pérez and Martins, 2006). The state of Veracruz has an area of 1 659 hectares and a production of 8 491.99 tons, with a yield in the last six years of 3.15 to 5.64 t ha⁻¹ (SIAP, 2015). There are plantations in 24 municipalities, mainly in Tihuatlán, Coatzintla, Tlapacoyan, Papantla, Córdoba and Paso de Ovejas; where the two predominant cultivars are Mauritius and Brewster.

The litchi plantations in Veracruz are in areas with hot humid and subhumid climates, where high temperatures occur frequently in autumn and winter, which in several

lo que en varios años ha limitado la floración, acentuando el problema de alternancia de producción. Por la heterogeneidad orográfica que posee el estado de Veracruz, existe una amplia gama de climas, en algunos de estos se ha establecido el cultivo de litchi; algunos sitios son adecuados y favorecen la floración y el rendimiento del cultivo.

No existen estudios de zonificación agroecológica para el cultivo de litchi en México, por lo que los productores establecen sus plantaciones sin tener la información suficiente de los requerimientos del cultivo, como son inviernos secos, con temperaturas frescas, libres de heladas y humedad relativa alrededor de 75 % (Zhou *et al.*, 2008). Por tanto, el objetivo fue evaluar la floración y fructificación de litchi ‘Mauritius y Brewster’, en huertas con diferentes condiciones agroecológicas y manejo, en las regiones centro y norte del estado de Veracruz, México.

Materiales y métodos

Descripción de la zona de estudio

La investigación se realizó en cinco municipios de las regiones centro y norte del estado de Veracruz. Los municipios se ubican entre las coordenadas 20° 54' 58.4" latitud norte, 97° 25' 29.2" longitud oeste y 18° 50' 47.7" latitud norte, 96° 23' 08.9" longitud oeste, y se encuentran en el grupo de climas: Aw (tropical con lluvias en verano, subtipos Aw0 y Aw2), Af (tropical con lluvias todo el año) y Am (tropical monzónico) (Soto, 1986). Las huertas de estudio se encuentran ubicadas a diferente altitud entre el intervalo de 7 a 732 m.

Tamaño de muestra

Para la selección de las huertas, se hizo un recorrido en las regiones centro y norte del estado de Veracruz y se seleccionaron seis huertas de litchi con condiciones agroecológicas contrastantes. Se consideraron ciertas características específicas como la edad de los árboles, entre 8 y 12 años, tipos de cultivares (Mauritius y Brewster) y ubicación geográfica. Se utilizó un método probabilístico aleatorio sistemático (MASIS), en forma de zigzag, para seleccionar 10 árboles en las huertas, sumando un total de 53 árboles (43 fueron de ‘Mauritius’ y 10 de ‘Brewster’) donde se realizó el registro de variables sobre floración y producción.

years has limited flowering, accentuating the problem of alternation of production. Due to the orographic heterogeneity of the state of Veracruz, there is a wide range of climates; in some of these, litchi cultivation has been established; some sites are adequate and favor flowering and crop yield.

There are no studies of agroecological zoning for litchi cultivation in Mexico, so that farmers establish their plantations without having sufficient information of crop requirements, such as dry winters, with cool temperatures, free of frost and relative humidity around 75% (Zhou *et al.*, 2008). Therefore, the objective was to evaluate the flowering and fruiting of litchi ‘Mauritius and Brewster’, in orchards with different agroecological conditions and management in the central and northern regions of the state of Veracruz, Mexico.

Materials and methods

Description of the studied area

The research was carried out in five municipalities in the central and northern regions of the state of Veracruz. The municipalities are located between the coordinates 20° 54' 58.4" north latitude, 97° 25' 29.2" west longitude and 18° 50' 47.7" north latitude, 96° 23' 08.9" west longitude, and are in the climates group of: Aw (tropical with summer rains, Aw0 and Aw2 subtypes), Af (tropical with year-round rainfall) and Am (tropical monsoon) (Soto, 1986). The study gardens are located at different altitude between the range of 7 to 732 m.

Sample size

For the orchards selection, a tour was made in the central and northern regions of the state of Veracruz and six litchi orchards with contrasting agroecological conditions were selected. Specific characteristics such as age of trees, between 8 and 12 years, types of cultivars (Mauritius and Brewster) and geographic location were considered. A systematic randomized probabilistic method (MASIS), in the form of a zigzag, was used to select 10 trees in the orchards, adding a total of 53 trees (43 were from ‘Mauritius’ and 10 from ‘Brewster’) where variables of flowering and yield were recorded.

Medición de temperaturas

Para el registro de temperaturas ($^{\circ}\text{C}$), se colocaron cuatro termómetros TFA[®] de máximas y mínimas, en cada orientación cardinal, en la parte media externa de la copa de un árbol por huerta, durante tres meses (noviembre a enero). Considerando 1.5 meses previos a la floración hasta el término de la misma. Los datos de temperatura máxima y mínima fueron registrados a las nueve horas de cada día.

Características de brotes

Un mes previo al inicio de floración, se marcaron cuatro brotes de forma aleatoria en cada orientación cardinal, sumando un total de 16 brotes por árbol. A estos se les midió la longitud (cm), el diámetro basal (mm) y el número de hojas. Se dio seguimiento para conocer si el nuevo brote era vegetativo o floral.

Floración

Se registró el número de brotes florales y vegetativos por m^2 de copa, en 10 árboles por huerta, durante la etapa de floración. Para esto, se utilizó un marco de madera de 1 m^2 de área, que se colocó en la parte media de la copa del árbol en cada orientación cardinal. La información obtenida se capturó en el programa Microsoft Excel[®] v.7 y se calculó el porcentaje de brotes florales y vegetativos por árbol.

Fructificación

Para medir la fructificación por árbol y estimar el rendimiento en t ha^{-1} de litchi, se dio seguimiento a los 16 brotes por árbol. Se realizó un conteo de frutos por racimo 30 días después del amarre y 15 días antes de la cosecha.

Análisis de suelo

Se realizó un muestreo de suelo por huerta, este se hizo en zig-zag con cinco puntos de muestreo a dos profundidades: muestra uno (M1) de 0-20 cm y muestra dos (M2) de 20-40 cm, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de Nutrición Vegetal del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, y se determinaron características físicas y químicas del suelo.

Manejo del cultivo

Para conocer el manejo de las huertas; se realizó una entrevista a cada productor, con el apoyo de un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas. Considerando diferentes

Temperature measurement

For temperature recording ($^{\circ}\text{C}$), four TFA[®] thermometers of maximum and minimum were placed in each cardinal orientation, in the outer middle part of the tree top by orchard, during three months (November to January). Considering 1.5 months prior to flowering to the end of it. The maximum and minimum temperature data were recorded at nine o'clock each day.

Characteristics of sprouts

One month before the beginning of flowering, four sprouts were randomly marked in each cardinal orientation, adding a total of 16 sprouts per tree. These were measured in length (cm), basal diameter (mm) and number of leaves. Follow-up was made to see if the new sprouts were vegetative or floral.

Flowering

The number of floral and vegetative sprouts per square meter was recorded in 10 trees per orchard during the flowering stage. For this, a wooden frame of 1 m^2 of area was used, which was placed in the middle part of the tree cup in each cardinal orientation. The information obtained was registered in Microsoft Excel[®] v.7 program and the percentage of floral and vegetative sprouts per tree was calculated.

Fructification

In order to measure tree fruit yield and estimate the yield of litchi t ha^{-1} , 16 sprouts per tree were monitored. The fruits per cluster were counted 30 days after the banding and 15 days before harvest.

Soil analysis

Soil sampling by orchard was done in a zig-zag with five sampling points at two depths: one sample (M1) of 0-20 cm and sample two (M2) of 20-40 cm, which were analyzed in the Laboratory of Plant Nutrition of the College of Postgraduates, Campillo Montecillo, and physical and chemical characteristics of the soil were determined.

Cultivation management

In order to know the management of the orchards; an interview was conducted with each producer, with the support of a questionnaire with open and closed questions.

aspectos: cultivares, prácticas de manejo, fenología del cultivo, factores y elementos del clima, indicadores de cosecha, manejo poscosecha, rendimiento, comercialización y asesoría técnica.

Análisis de datos

Los datos se integraron en una hoja de cálculo Excel Versión 2010®, posteriormente en el programa Statistica®v.7, se realizaron gráficos descriptivos correspondientes a brotes florales y vegetativos, así como también de temperatura y número de frutos por racimo. Se realizó un análisis de varianza, con el procedimiento proc Anova, y prueba de medias (Tukey, $\alpha \leq 0.05$), con el programa SAS v. 9.3 para Windows (Statistical System Inc., 2004).

Resultados y discusión

En el Cuadro 1, se muestra la latitud, longitud, y altitud de las huertas evaluadas. La latitud y altitud extremas variaron de 18° 50' 47.7" latitud norte y 732 m (huerta Amatlán) a 20° 54' 58.4" longitud oeste y 7 m (huerta Tuxpan), estas diferencias se reflejan en la época de floración, diciembre para Amatlán y enero para Tuxpan e intensidad de floración, ambas huertas con el cultivar Mauritius. Las otras huertas, con valores medios presentaron respuestas diferentes, lo que evidencia la influencia de la ubicación geográfica y altitud, sobre las temperaturas y en la respuesta de floración. Las plantaciones más cercanas a la franja subtropical, donde las temperaturas son más extremas (e) o con altitud intermedia (en este caso 309 m), tendrán mejor respuesta en floración (Mitra y Pathak, 2010).

Considering different aspects: cultivars, management practices, crop phenology, factors and elements of the climate, harvest indicators, postharvest management, yield, marketing and technical advice.

Data analysis

The data were integrated in an Excel spreadsheet Version 2010® and then in the Statistica®v.7 program, descriptive graphs were made corresponding to floral and vegetative sprouts, as well as temperature and number of fruits per cluster. An analysis of variance was performed with the proc Anova procedure and test of means (Tukey, $\alpha \leq 0.05$), with the SAS v. 9.3 for Windows (Statistical System Inc., 2004).

Results and discussion

Table 1 shows the latitude, longitude, and altitude of the evaluated orchards. The extreme latitude and altitude varied from 18° 50' 47.7" north latitude and 732 m (Amatlán orchard) to 20° 54' 58.4" west longitude and 7 m (Tuxpan orchard), these differences are reflected in the flowering season, December For Amatlán and January for Tuxpan and intensity of flowering, both orchards with the cultivar Mauritius. The other orchards, with average values presented different responses, which evidences the influence of the geographic location and altitude, on the temperatures and the flowering response. Plantations closer to the subtropical fringe, where temperatures are more extreme (e) or intermediate altitude (in this case 309 m), will have a better flowering response (Mitra and Pathak, 2010).

Cuadro 1. Ubicación geográfica y altitud, en seis huertas de litchi en el estado de Veracruz.

Table 1. Geographic location and altitude in six litchi orchards in the state of Veracruz.

Huerta	Cultivar	Latitud norte*	Longitud oeste*	Altura (msnm)
Tuxpan	'Mauritius'	20°54'58.4"	97°25'29.2"	7
Yecuatla	'Mauritius'	19°53'23"	96°45'17.6"	309
Lechuguillas	'Mauritius'	19°59'40.6"	96°35'12.9"	15
Amatlán	'Mauritius'	18°50'47.7"	96°23'08.9"	732
El Plan de Manantial	'Mauritius'	19°12'57.8"	96°22'36.7"	28
Tolome	'Brewster'	19°16'18.9"	96°24'14.2"	29

*= Datos obtenidos GPS Garmin map76csx®.

Análisis de suelo

En el Cuadro 2 se presentan los resultados del análisis de suelo, el pH se encontró cercano a neutro en cinco de las seis huertas, este se encuentra dentro del requerimiento para el litchi, de acuerdo con Galán (2003). La huerta Amatlán fue la que presentó menor pH (5.2), un suelo ácido se caracteriza por presentar problemas de disponibilidad de algunos nutrimentos (Marschner, 2002). Esta huerta con el cultivar Mauritius, fue la de menor porcentaje de floración (39.44%) y menor número de frutos por racimo 2.1.

El contenido de MO varió de 0.225% (Tolome) a 5.44% (Amatlán), esto tiene relación con las diferencias en el manejo del suelo y sin duda repercute en la respuesta de los árboles. El nitrógeno (N), estuvo entre 0.07% (Lechuguillas) y 0.22% (Amatlán), esta diferencia se expresa en la longitud de brotes vegetativos y en el porcentaje de brotación vegetativa, que fue de $60.56 \pm 25.4\%$ para la huerta de Amatlán, se señala que un exceso en la concentración de nitrógeno, provoca un incremento de brotes vegetativos y disminución de la floración Li *et al.* (2001). El potasio (K) un nutrimento importante para el desarrollo del fruto, presentó un amplio intervalo, la huerta Amatlán con $0.14 \text{ Meq } 100 \text{ g}^{-1}$ tuvo el menor valor, lo que puede asociarse al bajo amarre inicial y final de frutos por racimo. Lo anterior coincide con la literatura, respecto a que la falta de potasio (K) y agua limitan el desarrollo del fruto, lo que se ve reflejado en el rendimiento final (Menzel *et al.*, 1992; Mitra y Pathak, 2010).

Soil analysis

Table 2 shows the results of soil analysis, pH was found close to neutral in five of the six orchards, this is within the requirement for litchi, according to Galán (2003). The Amatlán orchard presented the lowest pH (5.2), an acidic soil characterized by availability problems of some nutrients (Marschner, 2002). This orchard with the cultivar Mauritius was the one with the lowest flowering percentage (39.44%) and the lowest number of fruits per cluster 2.1.

The MO content ranged from 0.225% (Tolome) to 5.44% (Amatlán), this is related to the differences in soil management and undoubtedly has an effect on tree response. Nitrogen (N) was between 0.07% (Lechuguillas) and 0.22% (Amatlán), this difference is expressed in the length of vegetative sprouts and in the percentage of vegetative sprouts, which was $60.56 \pm 25.4\%$ for the Amatlán orchard, it is pointed out that an excess in nitrogen concentration causes an increase of vegetative sprouts and decrease of flowering Li *et al.* (2001). Potassium (K) an important nutrient for fruit development, presented a wide range, the Amatlán orchard with $0.14 \text{ Meq } 100 \text{ g}^{-1}$ had the lowest value, which can be associated to the initial and final lower berthing of fruits per cluster. This is consistent with the literature saying that the lack of potassium (K) and water limit fruit development, which is reflected in the final yield (Menzel *et al.*, 1992; Mitra and Pathak, 2010).

Cuadro 2. Principales características físicas y químicas del suelo, en seis huertas de litchi en el estado de Veracruz.
Table 2. Principal physical and chemical characteristics of the soil, in six litchi orchards in the state of Veracruz.

Huertas	pH	CE (dS m^{-1})	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K ($\text{Meq } 100 \text{ g}^{-1}$)	Textura	Zn (ppm)
Tuxpan	7.4	0.4	2.51	0.12	6.64	0.561	Franco arcilloso	0.699
Yecuatla	6	0.18	1.95	0.09	30	0.726	Arcilla	9.515
Lechuguillas	7.2	0.39	1.53	0.07	11.39	0.66	Franco	0.61
Amatlán	5.2	0.06	5.44	0.22	14	0.444	Arcilla	1.562
El Plan de Manantial	7	0.21	2.23	0.09	30.5	1.87	Franco	1.299
Tolome	7	0.26	0.251	0.12	22.5	1.87	Franco arcilloso	1.558

La conductividad eléctrica varió entre 0.06 a 0.4 dS m^{-1} . Esto significa que son suelos bajos en sales, y que de acuerdo con Vázquez (1996), los suelos con conductividad eléctrica menor a 2 dSm^{-1} se consideran no salinos y aptos para el cultivo de frutales. En relación a textura, se determinaron

The electrical conductivity ranged from 0.06 to 0.4 dS m^{-1} . This means that they are soils low in salts, and that according to Vázquez (1996), soils with electrical conductivity less than 2 dSm^{-1} are considered non-saline and suitable for the cultivation of fruit trees. In relation to

suelos arcillosos, francos y arenosos. Lo anterior coincide con lo reportado en la literatura, que los suelos más adecuados para el litchi son limos, ácidos o limos de vega de río (Baker, 2002).

Prácticas de manejo en el cultivo

Existen importantes diferencias en el manejo de las huertas (Cuadro 3), entre las que tienen el cultivar Mauritius, destaca Lechuguillas con manejo orgánico completo, después Tuxpan y Plan de Manantial con un manejo intermedio y finalmente Yecuatla y Amatlán solo con control de malezas; esta condición aunado a la ubicación geográfica y características del suelo, se reflejó en la respuesta en floración y rendimiento de fruto por unidad de superficie, donde destacó la huerta Tuxpan (71.63% y 7.4 t ha⁻¹), seguida de la huerta Yecuatla (66.28% y 3.6 t ha⁻¹).

En contraste la huerta Tolome con el cultivar Brewster y ubicada en una condición agroecológica poco favorable para el cultivo, pero con manejo convencional completo, presento una muy aceptable respuesta en floración y producción (73.8% y 4.1 t ha⁻¹), esto coincide con la literatura, donde se indica que una aplicación adecuada de nutrimentos y otras prácticas de manejo en los árboles, favorecen los brotes florales (Mitra y Pathak, 2010).

texture, loamy and sandy soils were determined. The above agrees with what is reported in the literature, that the most suitable soils for the litchi are silts, acids or silts of vega river (Baker, 2002).

Management practices in the crop

There are important differences in the management of the orchards (Table 3), among which the cultivar Mauritius, Lechuguillas stands out with complete organic management, after Tuxpan and Plan de Manantial with an intermediate management and finally Yecuatla and Amatlán only with weed control; this condition, coupled with the geographical location and soil characteristics, was reflected in the flowering and fruit yield per unit area, where the Tuxpan orchard (71.63% and 7.4 t ha⁻¹) stood out, followed by the Yecuatla orchard (66.28% and 3.6 t ha⁻¹).

In contrast, the Tolome orchard with the Brewster cultivar, located in an agroecological condition that was not favorable to the crop, but with complete conventional management, presented a very acceptable response in flowering and yield (73.8% and 4.1 t ha⁻¹), this coincides with what is reported in the literature, which indicates that an adequate application of nutrients and other management practices in trees, favor the flower buds (Mitra and Pathak, 2010).

Cuadro 3. Principales prácticas de manejo, floración y rendimiento de huertas de litchi, en el estado de Veracruz en el año 2010.

Table 3. Main management practices, flowering and yield of litchi orchards, in the state of Veracruz in the 2010 year.

Prácticas de manejo	Tuxpan	Yecuatla	Lechuguillas	Amatlán	El Plan de Manantial	Tolome
Cultivar	Mauritius	Mauritius	Mauritius	Mauritius	Mauritius	Brewster
Superficie (ha)	48	2	4	2	2.5	44
Control de maleza	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Poda	Si	No	Si	No	Si	Si
Fertilización	Si	No	Si	No	No	Si
Riego	No	No	Si	No	Si	Si
Control de plagas y enfermedades	Si	No	Si	No	No	Si
Anillado	No	No	Si	No	No	Si
Floración (%)	71.6	66.2	56.6	39.4	54.5	73.8
Rendimiento (t ha ⁻¹)	7.4	3.6	2.8	2.5	2.1	4.1

Temperaturas y floración

Las temperaturas registradas de noviembre 2009 a enero 2010, que fueron los meses del proceso de floración, en las huertas evaluadas, se presentan en el Cuadro 2. Las temperaturas mínimas variaron de 13.5 a 18.1 °C y las máximas de 24.2 a 29.1 °C. Para ‘Mauritius’ la huerta que tuvo mayor floración fue Tuxpan con 71.63%. En contraste, la huerta con menor floración fue Amatlán con 39.44%, esta última registro una temperatura mínima de 13.5 °C, y está ubicada a 732 msnm. De las seis huertas, Tolome registró la temperatura máxima más alta con 29.15 °C, se ubica a 29 msnm, en esta huerta predomina el cultivar Brewster y presentó 73.8% de floración, cabe señalar que en esta se hace anillado de ramas principales, como practica para promover la floración. Las mejores respuestas en floración, son similares a las reportadas para el litchi, cultivado en regiones tropicales y subtropicales del mundo Zhou *et al.* (2008); la ubicación geográfica de estas se encuentran entre los 19° y 24° latitud norte, (Mitra y Pathak 2010). Por tanto, la mayor floración presentada por la huerta de Tuxpan, se puede asociar a su ubicación a 20° 53’ longitud oeste.

Temperatures and flowering

The temperatures recorded from November 2009 to January 2010, which were the months of the flowering process in the orchards evaluated, are presented in Table 2. The minimum temperatures ranged from 13.5 to 18.1 °C and the maximum temperatures from 24.2 to 29.1 °C. For ‘Mauritius’ the orchard that had the greatest flowering was Tuxpan with 71.63%. In contrast, the orchard with lower flowering was Amatlán with 39.44%, this last recorded a minimum temperature of 13.5 °C, and is located at 732 msnm. Of the six orchards, Tolome registered the highest maximum temperature with 29.15 °C, it is located at 29 msnm, in this orchard predominates Brewster cultivar and presented 73.8% of flowering, it should be noted that in this one ringing of main branches is performed, as a practice to promote flowering. The best responses in flowering are similar to those reported for litchi, cultivated in tropical and subtropical regions of the world Zhou *et al.* (2008); the geographical location of these are between 19° and 24° north latitude (Mitra and Pathak 2010). Therefore, the greater flowering presented by the orchard of Tuxpan, can be associated to its location at 20° 53’ west longitude.

Cuadro 4. Temperaturas y porcentaje de floración en seis huertas de litchi en el ciclo 2009 y 2010 en el estado de Veracruz.
Table 4. Temperatures and flowering percentage in six litchi orchards in the 2009 and 2010 cycle in the state of Veracruz.

Huertas	Cultivar	Clima*	Temperaturas °C**			Floración (%)
			Máxima	Media	Mínima	
Tuxpan	‘Mauritius’	Aw ₂ ”(e)	24.24	19.66	15.08	71.63
Yecuatla	‘Mauritius’	Af(m)(e)	24.99	21.09	17.19	66.28
Lechuguillas	‘Mauritius’	Aw ₂ ”(w)(i’)	25.15	20.33	15.51	56.68
Amatlán	‘Mauritius’	Am(i’)g	28.44	20.86	13.56	39.44
El Plan de Manantial	‘Mauritius’	Aw ₀ ”(w)(i’)	27.4	22.77	18.1	54.58
Tolome	‘Brewster’	Aw ₀ ”(w)(i)g	29.15	22.96	16.76	73.81

*=Localidades y climas del estado de Veracruz (Soto, 1986). **=temperaturas obtenidas de termómetros de máximas y mínimas TFA®.

Al comparar la respuesta de la huerta El Plan de Manantial con el cultivar Mauritius y la huerta de Tolome con ‘Brewster’, que se encuentran solo a 7 km de distancia y por lo que tienen características muy similares en latitud y altitud, pero la floración fue de 54.58% para ‘Mauritius’ y de 73.81% para ‘Brewster’. Además del factor cultivar, existen diferencias de manejo entre estas huertas; en la huerta Tolome se realiza anillado de ramas principales para promover la floración, se tiene un programa de fertilización anual y cuenta con un sistema de riego por microaspersión, que para la edad de los

When comparing the response of the El Plan de Manantial orchard with the Mauritius cultivar and the Tolome orchard with ‘Brewster’, that are only 7 km of distance away so they have very similar characteristics in latitude and altitude, but the flowering was 54.58% for ‘Mauritius’ and 73.81% for ‘Brewster’. In addition to the cultivar factor, there are management differences between these orchards; in the Tolome orchard main branches ringing is performed to promote flowering, it has an annual fertilization program and has a micro sprinkler irrigation system, which due to the

árboles resulta más eficiente, que el sistema de goteo usado en El Plan de Manantial; lo que sin duda, ayuda a explicar la diferente respuesta en floración (Figura 1).

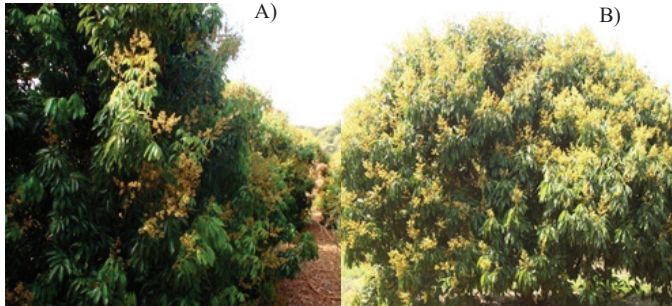


Figura 1. Árboles de litchi en floración de los cultivares Mauritius (A) y Brewster (B) en el ciclo 2009-2010.
Figure 1. Flowering litchi trees of the cultivars Mauritius (A) and Brewster (B) in the 2009-2010 cycle.

En la Figura 2, se presenta una relación entre el porcentaje de floración y las medias de temperaturas mínimas (°C). El mayor porcentaje de floración fue en la huerta Tolome con el cultivar Brewster y entre huertas del cultivar Mauritius, Tuxpan presentó la mayor floración, y tuvo una temperatura mínima de 15.08 °C, seguida de la huerta Yecuatla, a pesar de que esta última tiene un manejo mínimo, pero con condiciones agroecológicas aceptables para el cultivo. Lo anterior coincide con lo reportado en la literatura, sobre el efecto favorable a la floración, cuando existen temperaturas mínimas en torno de 15 °C (Menzel y Simpson, 1993; Chen y Huang, 2001).

Características de brotes vegetativos, inflorescencias y porcentaje de floración

En las huertas con el cultivar Mauritius, se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en todas las variables evaluadas (Cuadro 5). Para el cultivar Brewster, solo se presenta la media y la desviación estándar de cada variable, con valores menores a los del cultivar Mauritius, excepto en la variable de brotes florales que tuvo el mayor porcentaje con 73.8 ± 11.9 . De acuerdo con la prueba de medias (Tukey, $\alpha \leq 0.05$); para el cultivar Mauritius, la huerta de Tuxpan es superior en diámetro (mm), longitud de brote (cm), número de hojas y floración (%), como ya se indicó líneas arriba, esta huerta tiene a favor su ubicación a mayor latitud norte, suelo profundo con textura franco arcillosa y manejo intermedio. En contraste, la huerta Lechuguillas que tuvo los menores valores en diámetro,

age of the trees is more efficient than the drip system used in El Plan de Manantial; which undoubtedly helps explaining the different flowering response (Figure 1).

In Figure 2, a relationship between the flowering percentage and the minimum temperature means (°C) is presented. The highest percentage of flowering was in the Tolome orchard with the Brewster cultivar and among orchards of the cultivar Mauritius, Tuxpan presented the highest flowering, and had a minimum temperature of 15.08 °C, followed by the Yecuatla orchard, although the latter one has a minimum management, but with acceptable agroecological conditions for the crop. This is in agreement with the literature on the favorable effect of flowering when there are minimum temperatures around 15 °C (Menzel and Simpson, 1993; Chen and Huang, 2001).

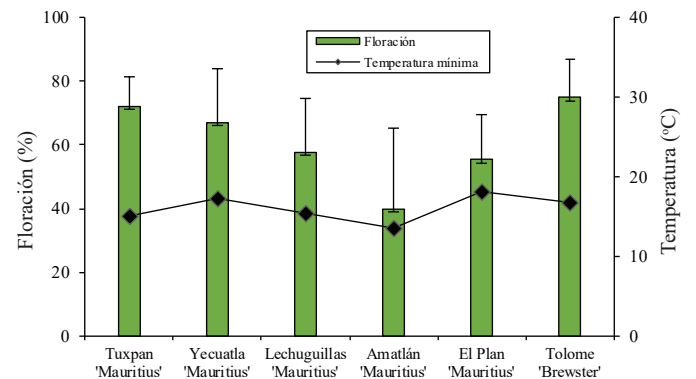


Figura 2. Relación de porcentaje de floración y medias de temperaturas mínimas (°C), en seis huertas de litchi.
Figure 2. Relationship of flowering percentage and minimum temperature averages (°C), in six litchi orchards.

Characteristics of vegetative sprouts, inflorescences and flowering percentage

In the orchards with the cultivar Mauritius, significant differences ($p \leq 0.05$) were found in all evaluated variables (Table 5). For the Brewster cultivar, only the mean and standard deviation of each variable are presented, with values lower than those of the cultivar Mauritius, except for the variable of floral sprouts that had the highest percentage with 73.8 ± 11.9 . According to the test of means (Tukey, $\alpha \leq 0.05$); for the cultivar Mauritius, the Tuxpan orchard is superior in diameter (mm), length of bud (cm), number of leaves and flowering (%), as indicated above, this orchard favors its location at a higher North latitude, deep soil with clay loam texture and intermediate handling. In contrast, the Lechuguillas orchard,

longitud y número de hojas por brote, presentó una floración intermedia (56.67%), esta huerta se encuentra bajo un sistema de manejo orgánico, y es la única que en la cosecha de los frutos, se corta el racimo con una porción del brote vegetativo, para protección de los frutos y control de la altura de los árboles.

which had the lowest values in diameter, length and number of leaves per shoot, presented an intermediate flowering (56.67%), this orchard is under an organic management system, and is the only one that when harvesting the fruits, the bunch is cut with a portion of the vegetative sprout, for protection of the fruits and control of the trees height.

Cuadro 5. Temperaturas y porcentaje de floración en seis huertas de litchi en el ciclo 2009 y 2010 en el estado de Veracruz.
Table 5. Temperatures and flowering percentage in six litchi orchards in the 2009 and 2010 cycle in the state of Veracruz.

Huertas	Variables evaluadas de brotes			Brotes florales (%)
	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Hojas	
‘Mauritius’				
Tuxpan	5.44 ±0.9 a [†]	17.5 ±5.3 a	7.6 ±1.9 a	71.63 ±9.2 a
Yecuatla	5.2 ±0.8 ab	15.57 ±4.3 ab	7.4 ±2 ab	66.28 ±17.1 ab
Lechuguillas	4.67 ±0.7 c	10.6 ±4.1 c	5.7 ±1.5 c	56.67 ±16.6 b
Amatlán	5.24 ±1 a	17.79 ±6.9 a	6.7 ±2 b	39.43 ±25.4 c
El Plan de Manantial	4.81 ±1.2 bc	14.82 ±4.5 b	6.7 ±1.4 b	54.58 ±13.9 b
‘Brewster’				
Tolome	4.35 ±0.8	13.9 ±4.5	6.2 ±1.4	73.80 ±11.9
DMS	0.29	1.61	0.55	10.7

†= Medias con letras iguales en una misma columna no son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$). DMS= diferencia mínima significativa.

En la Figura 3, se muestra un brote floral y un brote vegetativo del cultivar Mauritius en la huerta Lechuguillas, donde se aprecia que el brote nuevo es relativamente pequeño, por influencia de la poda de brotes durante la cosecha de frutos.

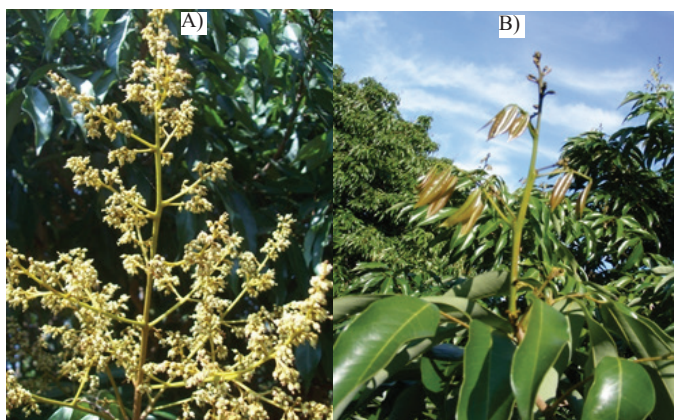


Figura 3. Características de un brote floral (A) y uno vegetativo (B) en la huerta Lechuguillas, Veracruz 2010.

Figure 3. Characteristics of a floral sprout (A) and a vegetative sprout (B) in the Lechuguillas orchard, Veracruz 2010.

Figure 3 shows a floral sprout and a vegetative sprout of the Mauritius cultivar in the Lechuguillas orchard, where it can be seen that the new bud is relatively small, due to the influence of the sprout pruning during the fruit harvest.

Figure 4 shows the percentage of floral and vegetative buds in each of the orchards for both cultivars, in general it is observed that a higher percentage of floral sprouts has a lower percentage of vegetative sprouts, which is in agreement with reported studies by O'Hare, (2004). For ‘Mauritius’, significant differences were found between orchards, the orchards of Tuxpan and Yecuatla stand out, which are characterized by the location of the northern latitude and the second by being at a medium altitude and minimum handling, this is indicative of the response in flowering, is closely related to the present agroecological conditions.

The orchards Lechuguillas and the Plan de Manantial that are in similar latitudes and altitudes presented a medium flowering, both have handling although in different level, reason why its answer is more associated to the handling. The

En la Figura 4, se presenta el porcentaje de brotes florales y vegetativos en cada una de las huertas, para los dos cultivares, en general se observa que a mayor porcentaje de brotes florales hay menor porcentaje de brotes vegetativos, lo que coincide con estudios reportados por O’Hare, (2004). Para ‘Mauritius’ se encontraron diferencias significativas entre huertas, sobresalen las huertas de Tuxpan y Yecuatla, que se caracterizan la primera por su ubicación a mayor latitud norte y la segunda por estar en una altitud media y manejo mínimo, esto es indicativo de que la respuesta en floración, está estrechamente relacionada con las condiciones agroecológicas presentes.

Las huertas Lechuguillas y El Plan de Manantial que se encuentran en latitudes y altitudes similares presentaron una floración media, ambas tienen manejo aunque en diferente nivel, por lo que su respuesta está más asociada al manejo. La huerta Amatlán que se encuentra a menor latitud y a una altura fuera del intervalo recomendado por Sotto (2002), y con un manejo mínimo, presentó la menor floración, lo que evidencia que condiciones no aptas y poco manejo, va a afectar la respuesta en floración. En contraste, la huerta Tolome con ‘Brewster’, en condiciones agroecológicas no muy favorables, pero con un manejo convencional completo, fue la que presentó el mayor porcentaje de brotes florales (Figura 4).

Número de frutos

En la Figura 5, se muestran las medias de frutos de litchi por racimo, a 30 días después del amarre y 15 días antes de la cosecha. Existe una pérdida de frutos de litchi que varía del 50 al 70%, entre los 30 y 70 días de desarrollo del fruto. No hay diferencias estadísticas entre huertas; las huertas Tuxpan, Yecuatla y Lechuguillas con ‘Mauritius’ presentaron más número de frutos por racimo en las dos fechas de evaluación, y las huertas El Plan y Amatlán tuvieron los menores valores. La huerta Tolome con ‘Brewster’, presentó el menor número de frutos por racimo (1.9), aunque tuvo el mayor porcentaje de brotes florales, pero esto es una característica del cultivar, lo que se acerca a lo reportado por Crane *et al.* (1998) en huertas de litchi con ‘Brewster’ en Florida, Estados Unidos.

La fructificación en ‘Mauritius’ se da por racimo y tienen un color rosa-rojizo Figura 6A y ‘Brewster’ se caracteriza por fructificar en menor número de frutos por racimo, pero el color es rojo brillante Figura 6B (Sivakumar y Korsten, 2006).

Amatlán orchard, which is at a lower latitude and at a height outside the range recommended by Sotto (2002), and with a minimum handling, showed the lowest flowering, which shows that unfit conditions and poor management will affect the flowering response. In contrast, the Tolome orchard with ‘Brewster’, under non-favorable agroecological conditions, but with a complete conventional management, was the one that presented the highest percentage of floral sprouts (Figure 4).

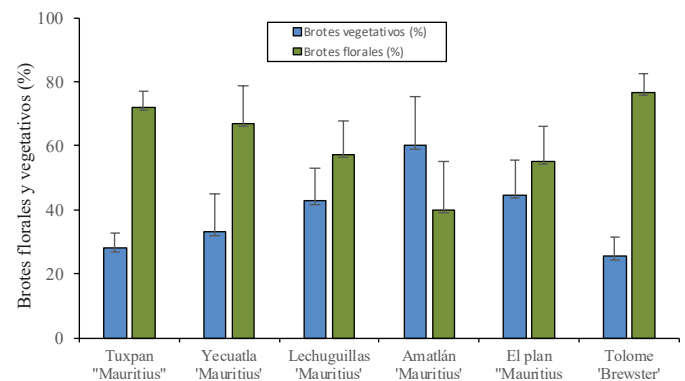


Figura 4. Porcentaje de brotes florales y vegetativos en seis huertas de litchi en el estado de Veracruz, durante el ciclo 2009-2010.

Figure 4. Percentage of floral and vegetative sprouts in six litchi orchards in the state of Veracruz, during the 2009-2010 cycle.

Number of fruits

In Figure 5, litchi fruit stockings per cluster are shown at 30 days post mooring and 15 days before harvest. There is a loss of litchi fruit that varies from 50 to 70%, between 30 and 70 days of fruit development. There is no statistical difference between orchards; the Tuxpan, Yecuatla and Lechuguillas orchards with ‘Mauritius’ presented more number of fruits per cluster in the two evaluation dates, and El Plan and Amatlán orchard had the lowest values. Tolome orchard with ‘Brewster’, presented the lowest number of fruits per cluster (1.9), although it had the highest percentage of floral shoots, but this is a characteristic of the cultivar, which is close to that reported by Crane *et al.* (1998) in litchi orchards with ‘Brewster’ in Florida, United States.

The fruiting in ‘Mauritius’ is by bunch and has a reddish-pink color Figure 6A and ‘Brewster’ is characterized by lower fruit number per cluster, but the color is bright red Figure 6B (Sivakumar and Korsten, 2006).

El rendimiento de frutos por huerta osciló entre 2.1 y 7.4 t ha⁻¹. Destaca la huerta Tuxpan con 7.4 t ha⁻¹, esta huerta no tiene riego, pero está ubicada en un suelo franco en el margen del río Tuxpan, y aunque el manejo es medio, las condiciones son favorables para la producción; le sigue la huerta Yecuatla con 3.6 t ha⁻¹, con manejo mínimo, pero en condiciones agroecológicas aptas para el cultivo, las otras tres huertas presentaron rendimientos menores, Lechuguillas 2.8 t ha⁻¹, Amatlán 2.5 t ha⁻¹ y El Plan 2.1 t ha⁻¹. Estos resultados refuerzan, la importancia de que conocer los requerimientos agroecológicos del cultivo, es vital para el éxito del mismo. De no ser así, se tienen que hacer grandes inversiones en prácticas de manejo, para poder tener producciones aceptables, como lo refleja la huerta Tolome con 'Brewster' con un rendimiento de 4.1 t ha⁻¹.

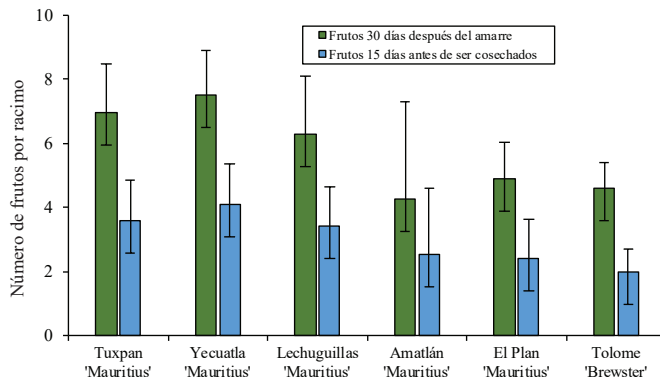


Figura 5. Valor medio de frutos de litchi por racimo, después del amarre y previos a la cosecha en los cultivares Mauritius y Brewster.

Figure 5. Mean value of litchi fruits per cluster, after mooring and pre-harvest in the cultivars Mauritius and Brewster.

Conclusiones

Las condiciones contrastantes en latitud, altitud, temperatura, suelo y prácticas de manejo que tienen las huertas, influyeron en la respuesta en floración y fructificación de los árboles de litchi, de los cultivares Mauritius y Brewster. En floración las huertas de Tuxpan y Yecuatla tuvieron los mayores porcentajes, la primera ubicada a mayor latitud norte (LN) y la segunda en latitud y altitud intermedia (309 m), estas condiciones son favorables para el desarrollo de

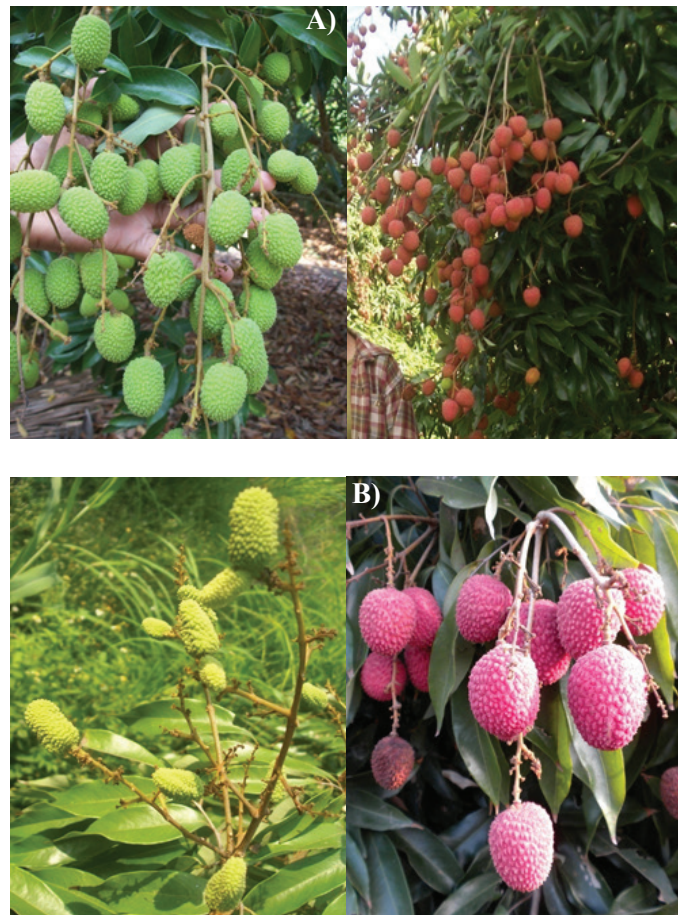


Figura 6. Fructificación de litchi, en los cultivares Mauritius (A) y Brewster (B), en el ciclo 2010.

Figure 6. Fruiting of litchi, in cultivars Mauritius (A) and Brewster (B), in the 2010 cycle.

Fruit yield per orchard ranged from 2.1 to 7.4 t ha⁻¹. The Tuxpan orchard with 7.4 t ha⁻¹ stands out, this orchard does not have irrigation, but it is located in a free soil in the margin of the river Tuxpan, and although it has an average handling, the conditions are favorable for the production; followed by the Yecuatla orchard with 3.6 t ha⁻¹, with minimum management, but in agroecological conditions suitable for cultivation, the other three orchards presented lower yields, Lechuguillas 2.8 t ha⁻¹, Amatlán 2.5 t ha⁻¹ and El Plan 2.1 T ha⁻¹. These results reinforce the importance of knowing the agroecological requirements of the crop since it is vital for its success. Otherwise, large investments in management practices have to be made in order to have acceptable yields, as reflected by the Tolome orchard with 'Brewster' yielding 4.1 t ha⁻¹.

los árboles de litchi. La fructificación presentó variación importante entre huertas, destaca la pérdida de 50 a 70% de los frutos amarrados a cosechados, aun así, las huertas sobresalientes fueron Tuxpan con 7.4 t ha⁻¹ y Yecuatla con 5.6 t ha⁻¹ con el cultivar Mauritius. La huerta Tolome con el cultivar Brewster tuvo un rendimiento de 4.1 t ha⁻¹.

Agradecimientos

A la LPI-2 Agroecosistemas Sustentables del Colegio de Postgraduados, por las facilidades otorgadas en la investigación.

Literatura citada

- Baker, S. A. 2002. Lychee production in Bangladesh. The lychee crop in Asia and the Pacific. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand. 15-28 pp.
- Chen, H. and Huang, H. 2001. China litchi industry: development, achievements and problems. *Acta Horticulturae*. 558: 31-39.
- Crane, J. H.; Balerdi, C. F and Maguire, I. 1998. El litchi en Florida. Departamento de agricultura en la Universidad de Florida. <http://hammock.ifas.ufl.edu>.
- De la Garza, A. 2003. El cultivo de litchi. Campo Experimental Huichihuayan. INIFAP. Huichihuayan, SLP. Folleto Técnico Núm. 1. 20 p.
- Galán, S. V. 2003. Fruit: tropical and subtropical. *In*: Katz, S. H. and Weaver, W. W. (Eds). The encyclopedia of food and culture. Charles Scribners and Sons. New York, USA. 2:70-78.
- Galán, S. V. y Menini, U. G. 1987. El litchi y su cultivo. Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal 83. Roma Italia. 205 p.
- García, P. E. e Martins, A. B. G. 2006. Florescimento e frutificação de licheiras em função do anelamento de ramos. *Rev. Bras. Frutic.* 28(1):14-17.
- Li, Y.; Davenport, T. L.; Rao, R. and Zheng, Q. 2001. Nitrogen, flowering and production of lychee in Florida. *Acta Hort.* 558:221-224.
- Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. 2^{da}. (Ed.). Academic Press, London K. 389 p.
- Menzel, C. M.; Carseldine, M. L.; Haydon, G. F. and Simpson, D. R. 1992. A review of existing and proposed new leaf nutrient standards for lychee. *Scientia Hort.* 49:3-53.
- Menzel C. M. and Simpson, D. R. 1993. Fruits of tropical climate-fruits of sapindaceae. *In*: Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition. (Eds.). Macrae, R.; Robinson, R. K. and Sadler, M. J. Academic Press. Londres. 108 p.
- Menzel, C. M. and Wait, G. K. 2005. Litchi and Longan botany, production and uses. CABI Publishing. British Library. London, UK. 297 p.
- Mitra, S. K. and Pathak, P. K. 2010. Litchi production in the Asia-Pacific region. *Acta Hort.* 863:29-36.

Conclusions

The contrasting conditions in latitude, altitude, temperatures, soil and management practices, between orchards, influenced the flowering and fruiting response of the litchi trees of Mauritius and Brewster cultivars. In flowering, the Tuxpan and Yecuatla orchards presented the highest percentages, the first one located at the highest northern latitude (LN) and the second in latitude and intermediate altitude (309 m), these conditions are favorable for the development of litchi trees. Fruiting showed significant variation among orchards, with the loss of 50 to 70% of the fruits harvested. However, the outstanding orchards were Tuxpan with 7.4 t ha⁻¹ and Yecuatla with 5.6 t ha⁻¹ with the cultivar Mauritius. The Tolome orchard with the Brewster cultivar had a yield of 4.1 t ha⁻¹.

End of the English version



- O'hare, T. J. 2004. Impact of root and shoot temperature on bud dormancy and floral induction in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). *Sci. Hortic.* 99(1):21-28.
- Osuna, E. T.; Valenzuela, R. G.; Muy R. M. D.; Gardea, B. A. A. y Villareal, R. M. 2008. Expresión del sexo y anatomía floral del litchi (*Litchi chinensis* Sonn). *Rev. Fitotec. Mex.* 31(1):51-56.
- Sivakumar, D. and Korsten, L. 2006. Influence of modified atmosphere packaging and postharvest treatments on quality retention of litchi cv. Mauritius. *Postharvest Biol. Technol.* 41(2):135-142.
- Smit M.; Meintjes J. J.; Jacobs G.; Stassen, P. J. C. and Theron K. I. 2005. Shoot growth control of pear trees (*Pyrus communis* L.) with prohexadione calcium. *Sci. Hortic.* 106(4):515-529.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Cierre de la producción agrícola por cultivo. www.siap.gob.mx.
- Sotto, R. C. 2002. Lychee production in the Philippines. Lychee production in the Asia-Pacific Region. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand. 94-105 pp.
- Soto, E. M. 1986. Localidades y climas del estado de Veracruz. Editorial Herb. Instituto nacional de investigaciones sobre recursos bióticos. Xalapa, Veracruz, México. 137 p.
- Vázquez, A. 1996. Guía para interpretar el análisis químico del agua y suelo. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Departamento de suelos. Segunda edición. México. 185 p.
- Sung, Y. Y.; Yang, W. K. and Kin, H. K. 2012. Antiplatelet, anticoagulant and fibrinolytic effects of *Litchi chinensis* Sonn. *Extract. Rep. Mol. Med.* 5(3):721-724.
- Zhou, B.; Chen, H.; Huang, X.; Li, N.; Hu, Z.; Gao, Z. and Lu, Y. 2008. Rudimentary leaf abortion with the development of panicle in litchi: changes in ultrastructure, antioxidant enzymes and phytohormones. *Sci. Hortic.* 117:288-292.