

## Polinización de *Apis mellifera* L. en calidad y cantidad de limón mexicano

Elvira Silva-Jiménez<sup>1,§</sup>

José Octavio Macías-Macías<sup>2</sup>

Celine Acosta-Núñez<sup>1</sup>

1 Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-Universidad de Colima. Autopista Colima-Manzanillo km 40, Colonia La Estación, Tecomán, Colima, México. CP. 28930.

2 Centro de Investigaciones en Abejas-Centro Universitario del Sur-Universidad de Guadalajara. Avenida Enrique Arreola Silva Núm. 883, Colonia Centro, Ciudad Guzmán, Jalisco, México. CP. 49000.

Autor para correspondencia: [esilva5@uacol.mx](mailto:esilva5@uacol.mx).

### Resumen

Las abejas de la miel (*Apis mellifera* L.) son los polinizadores más eficientes en las plantas cultivadas y silvestres, teniendo un papel importante en la producción agrícola y la conservación de los ecosistemas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la distancia de colmenas de *Apis mellifera* L. sobre polinización con abejas melíferas sobre cantidad y calidad de los frutos del limón mexicano (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle) de marzo a julio de 2022, en el rancho Villa Chica de la empresa Sicar Farms, ubicado en el municipio de Tecomán, Colima, México, con una extensión de 3.75 ha en donde se instalaron ocho colonias de abejas melíferas, se seleccionaron 36 árboles divididos en cuatro tratamientos que fueron distintos rangos de distancia a la ubicación de las colonias de abejas y un grupo control que estuvo aislado: T1 (0-100 m), T2 (101-200 m), T3 (201-300 m), T4 (árboles elegidos al azar con exclusión de polinizadores). Los tratamientos T1 y T2 presentaron un efecto positivo en las variables de porcentaje de cuajado, peso del fruto, diámetro polar, peso del jugo y número de semillas, en comparación con los otros tratamientos, por lo que se recomienda colocar colmenas de manera uniforme en el cultivo de limón mexicano a distancias no mayores de 200 m entre ellas, para mejorar la actividad de polinización y tener frutos en mayor cantidad y mejor calidad.

### Palabras clave:

*Apis mellifera*, *Citrus aurantifolia*, cuajado de frutos.



## Introducción

El limón mexicano es originario de las regiones tropicales y subtropicales de Asia y Sudeste asiático, incluyendo India y China. Este cultivo se introdujo en el norte de África, Europa y en todo el mundo (Narang *et al.*, 2016). Actualmente, México tiene el segundo lugar en importancia en cuanto a volumen de producción. Después de Michoacán, Colima ocupa el segundo lugar de la producción nacional con 298 808.73 t con un valor 4 274 390.60 miles de pesos (SIAP, 2024).

La polinización por insectos beneficia los rendimientos del 75% de las especies vegetales en todo el mundo y son responsables del 35% de la cosecha total de producción. Por su parte, las abejas melíferas son las que proporcionan mayormente el servicio de la polinización en la agricultura (Siopa *et al.*, 2024). Estas abejas se usan comúnmente en la polinización de cultivos, ya que el proceso continuo de provisión de alimento a la cría demanda una recolección constante de recursos florales, como néctar y polen (Dos-Santos *et al.*, 2009; Fonseca *et al.*, 2019).

Autores como (Klein *et al.*, 2007; Petersen *et al.*, 2013) mencionan que las abejas melíferas juegan un papel importante en la polinización. Sin embargo, falta más conocimiento de esta actividad en condiciones particulares (Khan *et al.*, 2012; Baena-Díaz *et al.*, 2022). Específicamente, en la región del occidente de México se desconoce el efecto de *Apis mellifera* L. en la polinización del limón mexicano, por lo que en esta investigación se evaluó el efecto de la distancia de colmenas de *Apis mellifera* L. en variables relacionadas con la cantidad y la calidad de los frutos de limón mexicano (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle).

## Materiales y métodos

### Sitio experimental

La presente investigación se llevó a cabo en los meses marzo-julio de 2022 en el rancho 'Villa Chica', propiedad de la empresa SiCar Farms, ubicado en el municipio de Tecomán, Colima, México, en las coordenadas 18° 50' 31" latitud norte 103° 49' 31" longitud oeste (Google Earth, 2024) con dimensiones de 125 m de ancho por 300 m de largo (3.75 ha) con una población aproximada de 416 árboles de limón por hectárea, temperatura promedio anual de 26 °C y una precipitación anual de 750 mm. Los análisis de las características físicoquímicas de los frutos de limón mexicano se realizaron en el Laboratorio de la empresa Citrojugo, SA de CV, ubicado en Pípila 545, La Palmita, del mismo municipio.

### Diseño, unidades experimentales y abejas utilizadas

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos que fueron observados semanalmente durante el ciclo fenológico desde la floración hasta la formación de los frutos. Como unidades experimentales se utilizaron 36 árboles de limón mexicano de aproximadamente 4.5 años, con características similares en cuanto a tamaño y apariencia, los cuales tuvieron el mismo manejo agronómico (nutrición, control sanitario y riego). En este predio, una semana antes de la antesis de las flores de limón mexicano, se colocaron ocho colonias de *A. mellifera* L. las cuales contenían seis bastidores de cría y cuatro de alimento (tres de miel y uno de polen) con una población aproximada de 40 000 abejas obreras cada una, se ubicaron en el extremo norte del área de cultivo, en línea recta y a una distancia de 15 m entre ellas.

### Tratamientos

Los tratamientos fueron diferentes rangos de distancias entre las colmenas y los árboles elegidos para hacer las observaciones y registro de variables. Para los tratamientos T1, T2 y T3 se usaron 10 árboles (n= 10), a diferencia del grupo control (T4) cuyo número fue de 6 (n= 6). Estos árboles se identificaron mediante un listón sujetado al tallo de diferente color para cada uno de los tratamientos tal como se describe en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Tratamientos, colores de identificación y distancias de ubicación de las colonias de *A. mellifera* a los árboles de limón mexicano.**

Tratamiento	Color	Distancias
T1	Naranja	0 a 100 m
T2	Rosa	101 a 200 m
T3	Azul	201 a 300 m
Grupo control (T4)	Verde	Árboles con exclusión (jaulas)

## Grupo control

Se aislaron los árboles de limón mexicano, colocando jaulas elaboradas con una estructura de metal cubierta con malla de polipropileno (2.5 x 2.5 m) lo que excluyó la visita de polinizadores, quedando las flores expuestas a la autopolinización.

## Etiquetado de racimos

De cada árbol seleccionado, se eligieron cuatro racimos de botones florales en dirección a los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste), con características similares cada uno (de 4 a 6 botones por racimo y a una altura promedio de un 1 m del suelo) y se identificaron con etiquetas (número de tratamiento, número de árbol y punto cardinal).

## VARIABLES REGISTRADAS

### Número de flores iniciales (NFi)

El NFi fue cuantificado de manera manual tres semanas después de la colocación de las colmenas de abejas.

### Número y porcentaje de frutos cuajados (PFc)

El PFc se registró dos meses después del conteo de flores iniciales. Para determinar este porcentaje se utilizó la fórmula  $PFc * 100 / PFi$ , donde se multiplicó el porcentaje de frutos cuajados por 100 entre el porcentaje de flores iniciales.

### Días de floración a cosecha del fruto

Para determinar esta variable, se monitorearon los frutos de manera semanal, en un horario de 8:00 a 12:00 h y se contabilizaron los días desde que las flores abrieron (antesis) hasta que el fruto logró las características físicas para cosecha (32 mm de diámetro ecuatorial) midiendo con un vernier digital (UNIT Electronics, BEF-YB001, China) de acuerdo con especificaciones del Cuadro 2.

**Cuadro 2. Calibres de limón mexicano de acuerdo con el diámetro ecuatorial.**

Calibre/tamaño	Rangos diámetro ecuatorial (mm)
Núm. 2/600	32-35
Núm. 3/500	35.1-37
Núm. 4/400	37.1-39
Núm. 5/300	39 o más

Empresa Citrojugo, SA de CV.

**Porcentaje de amarre de frutos (PFc)**

El PFc, se obtuvo con la fórmula: número de frutos cosechados/número de flores iniciales\*100, en donde el número de frutos cuajados se divide entre el número de flores iniciales multiplicado por 100. Posteriormente los frutos se colocaron en bolsas debidamente etiquetadas para la evaluación de variables de laboratorio.

**Peso y tamaño del fruto**

El peso (g) se determinó en una balanza analítica (A&D company LTD, modelo GX-124A, Japón) y el tamaño (mm) se obtuvo midiendo los diámetros polar y ecuatorial con un vernier digital (UNIT Electronics, BEF-YB001, China) (Citrojuco, 2022).

**Número de semillas**

Se cortaron los limones con un cuchillo de acero inoxidable en sentido del diámetro ecuatorial para después extraer y contar las semillas de manera manual.

**Grosor de la cáscara del fruto**

El grosor se determinó en milímetros (mm), con un vernier digital (UNIT Electronics, BEF-YB001, China).

**Peso del jugo**

Se extrajo el jugo con un exprimidor y se utilizó un vaso de precipitado, en una balanza analítica (A&D company LTD, modelo GX-124A, Japón) y posteriormente se registró el peso del jugo en gramos.

**Grados brix del jugo**

Se determinó con un refractómetro digital (Atago, modelo RX-7000#, Japón), el cual fue calibrado con agua destilada previo a iniciar cada una de las pruebas. Con una jeringa estéril se tomó una muestra del jugo de limón (5 ml), después de unos segundos el resultado de porcentaje de °Brix se observó en la pantalla.

**Acidez del jugo**

Se tomaron 3 g del jugo de cada muestra, los cuales fueron pesados en una balanza analítica (A&D Company LTD, modelo GX-124A, Japón) y se colocaron en vaso de precipitado etiquetado por cada tratamiento. Se agregaron 25 ml de agua tridestilada y se agitaron en plancha magnética (D Lab, modelo M57-H550-5, China), se añadió cinco gotas de fenolftaleína a la muestra mientras se agitaba. Después, por método de titulación se fue adicionando NaOH 2 N con una bureta automática (Marienfeld, modelo Schilling, Alemania) hasta que se tornó por completo un color magenta (Citrojuco, 2022).

La acidez se determinó con la siguiente fórmula:  $(a) (N)(\text{meq}) \times 100/m$  donde: a= volumen de NaOH 2 N gastado (ml); N= normalidad de NaOH; m= masa de muestra (g); meq= miliequivalentes de ácido cítrico anhidro (g meq).

**Análisis estadístico**

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y a una comparación de medias con la prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ) usando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 2002).

## Resultados y discusión

Los resultados de las flores iniciales, los frutos cuajados, el porcentaje de cuajado y de los frutos de cosecha, se pueden observar en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Promedios  $\pm$ EE de las variables: flores iniciales, frutos cuajados, el porcentaje de frutos cuajados y de cosecha ( $p < 0.05$ ).**

Tratamiento (Tx)	Núm. de flores iniciales (NFi) (media $\pm$ EE)	Núm. de frutos cuajados (media $\pm$ EE)	Porcentaje de cuajado (PFc)	Porcentaje de frutos de cosecha (PFcc)
T1 (0-100 m)	22.2 $\pm$ 1.83 a	8.8 $\pm$ 1.051 a	41.8	24.7
T2 (101-200 m)	19.1 $\pm$ 0.585 a	9.2 $\pm$ 0.963 a	48.9	32.9
T3 (201-300 m)	21 $\pm$ 1.591 a	6 $\pm$ 0.93 ab	28.2	13.8
T4 (control)	17.71 $\pm$ 0.749 a	2.5 $\pm$ 0.428 b	14.5	7.7

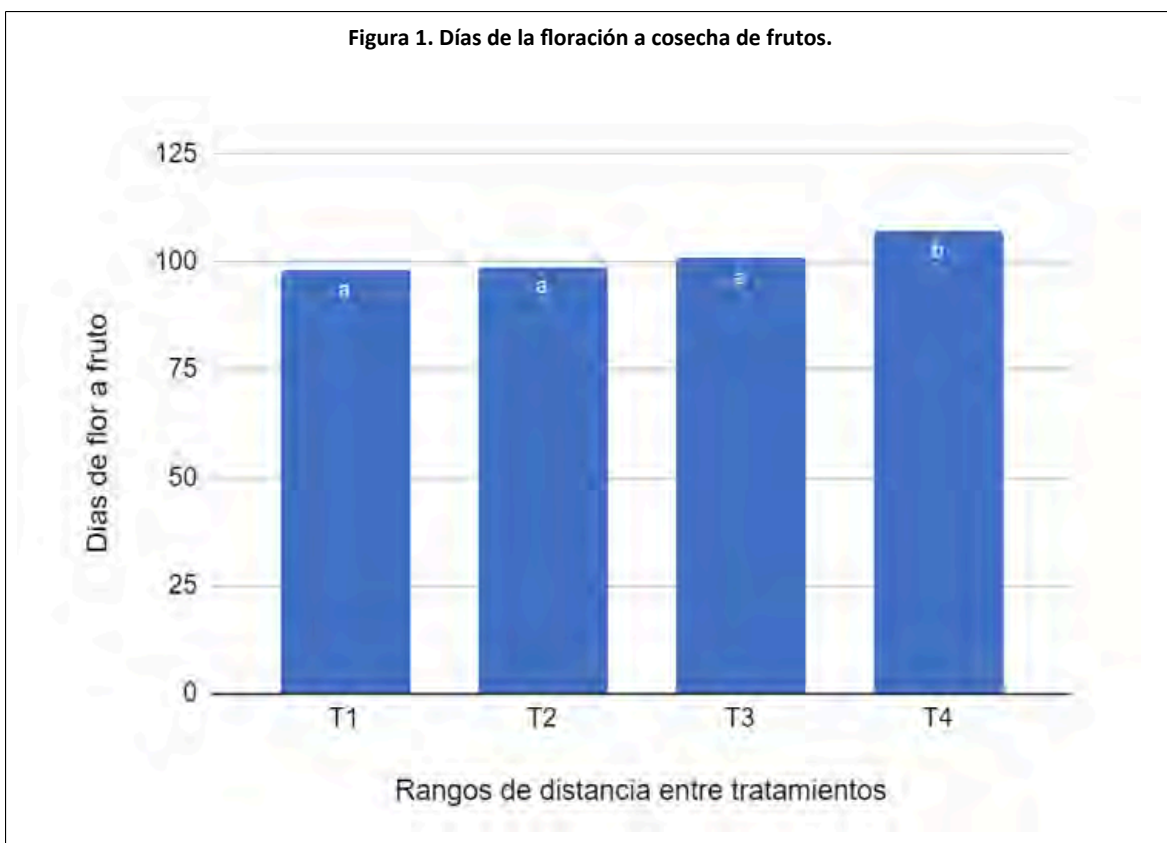
Letras diferentes indican diferencias estadísticas  $p < 0.05$ , de acuerdo con la prueba de Tukey.

No hubo diferencias estadísticas en los valores del NFi de los tratamientos evaluados. Sin embargo, para el número de frutos cuajados el T1 (8.8) y T2 (9.2) fueron mayores y estadísticamente diferentes del T4 (2.5). En el Cuadro 3, se observa que en el PFc y el PFcc el T2 fue el que tuvo los mejores resultados.

Los frutos de limón mexicano tuvieron un mejor efecto en las variables estudiadas cuando los árboles fueron polinizados por las abejas melíferas en las distancias más cercanas a las colonias, mostrando comportamiento de eficiencia en el forrajeo (Vásquez *et al.*, 2006; Carrera *et al.*, 2008; Castañeda *et al.*, 2012). Respecto al número de flores que llegaron a formarse en fruto (porcentaje de cuajado) y fueron cosechados, el T2 tuvo los valores numéricos más altos, lo que indica que este rango de distancia (101-200 m) puede ser el óptimo en donde las abejas expresan su mayor efectividad, estos resultados coinciden con los de Malerbo-Souza *et al.* (2004), reportados en un estudio de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, donde la producción de frutos fue 35.3% mayor en flores visitadas por abejas.

En estudio realizado por Vásquez *et al.* (2021), en el cultivo de naranja establecieron 1.6 colmenas  $ha^{-1}$  como resultado obtuvieron un incremento en el número de naranjas por árbol del 26% contra el 17% con una densidad de 0.5 colmenas  $ha^{-1}$ . En cuanto a los días que tardan las flores en convertirse en frutos de cosecha, los resultados fueron similares para los tres tratamientos (T1, T2, T3) con un promedio de 98, 99, y 101 días respectivamente. En este sentido, el grupo control (T4) tuvo una diferencia estadística al durar 107 días de flor a fruto (Figura 1).





Los resultados promedio de las variables de diámetros, peso de los frutos, grosor de cáscara, número de semillas y peso del jugo, se detallan en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Valores descriptivos de calidad en frutos de limón mexicano.**

Tratamientos	Diámetro polar (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)	Peso del fruto (g)	Grosor de cáscara (mm)	Núm. de semillas	Peso del jugo (g)
T1 (0-100 m)	43.61 b	38.1 b	32.89 b	2.42 b	10.33 b	11.12 c
T2 (101-200 m)	41.29 b	33.53 a	31.98 b	1.96 a	9.22 b	9.08 b
T3 (201-300 m)	38 a	35.36 ab	25.09 a	1.96 a	6.22 a	6.48 a
T4 (exclusión total)	40.57 ab	33.63 a	23.51 a	19.6 a	3.56 a	5.98 a

Los resultados del diámetro polar mostraron similitud en T1 y T2 indicando que las flores del cultivo de limón mexicano al ser polinizadas por abejas producen frutos que representan una morfología cercana a una esfera. En el diámetro ecuatorial el T1 tuvo un resultado de 38.1 mm con diferencia estadística del T2 y T4. En cuanto a los diámetros de los frutos, se observó que los árboles que estuvieron más cercanos a las colonias obtuvieron los mejores resultados, demostrando la influencia de la actividad polinizadora de *A. mellifera* L.

En una investigación por parte de Sagwe *et al.* (2023) donde realizaron un experimento en 36 huertas de aguacate, de las cuales 18 eran suplementadas con colmenas de abejas melíferas y los 18 restantes fueron de control, evaluaron el peso de fruto, de semilla, contenido de aceites y carbohidratos de los frutos obteniendo que la suplementación con abejas en las granjas mejoró el peso del fruto y semilla del aguacate en un 18% y aumentó el contenido de aceite en un 3.6%. En relación con el peso, el T1 y T2 fueron los que tuvieron los mejores resultados mostrando diferencias estadísticas significativas con los otros tratamientos.

El número de semillas fue superior en los frutos más cercanos a la colonia (T1 y T2). En el peso del jugo y grosor de cáscara se encontró que los frutos del T1 tuvieron los datos más significativos, demostrando que los frutos en este tratamiento resultaron ser más gruesos y jugosos. Los resultados de las variables químicas de °Brix y acidez se pueden observar en la Figura 2 y 3 respectivamente.

Figura 2. Comparación de °Brix de cada tratamiento.

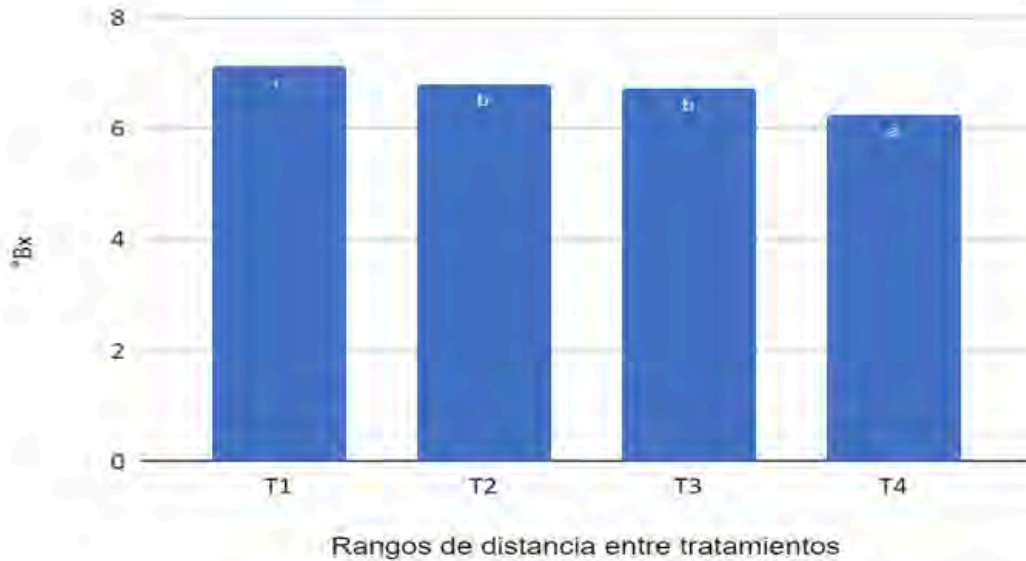
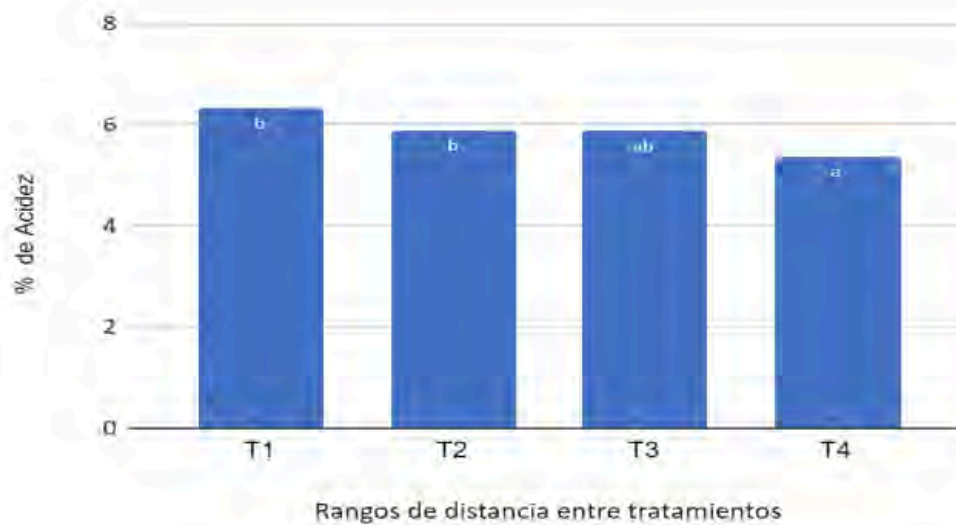


Figura 3. Comparación de acidez de los frutos de limón mexicano de cada tratamiento.



Referente a los °Brix los tratamientos 2 y 3 son similares. Sin embargo, el T1 y T2 resultaron beneficiados por la actividad polinizadora ya que presentan 7.14 y 6.81 °Brix en comparación con el T3 y T4 que fueron menores. En la variable de la acidez, los valores entre los tratamientos T1,

T2 y T3 fueron similares (6.32, 5.9 y 5.87 respectivamente) mientras que hubo diferencias con el T4 cuyo valor fue 5.37.

En las variables del peso del fruto y jugo, el grosor de la cáscara, el número de semillas, los °Brix y el porcentaje de acidez, los T1 y T2 obtuvieron los mejores resultados en comparación con los demás tratamientos, lo cual permite inferir dos afirmaciones; primero, corroborar el beneficio en la polinización de las abejas melíferas en las flores del limón y segundo, la importancia de las colonias de abejas sean colocadas en un rango de 0-200 m de distancia, situaciones que han demostrado en diversos trabajos de polinización la eficiencia de las abejas melíferas en la polinización de cultivos cítricos (Ballesteros *et al.*, 2011; Castañeda *et al.*, 2012).

En el estudio de Castañeda *et al.* (2012), evaluaron la polinización dirigida con *A. mellifera* L. sobre la cantidad y calidad del fruto de naranja (*Citrus sinensis*) a diferentes distancias. Como resultado obtuvieron que el peso y el volumen del fruto fue mayor a menos de 200 m (7.2%) y (13.2) respectivamente, mientras que el peso de la cáscara fue menor, además los frutos fueron anchos y largos y con mayor porcentaje °Brix.

Los hallazgos de Vásquez *et al.* (2006) evaluaron el efecto polinizador de las abejas melíferas en los comerciales de fresa con tres tratamientos (sin exclusión, exclusión total y parcial de abejas) se obtuvo que el número de frutos fue mayor 60% en el tratamiento de libre acceso se abejas a la flor. Estos resultados son similares a los obtenidos en esta investigación respecto PFcc en los tratamientos de libre polinización (T1, T2 y T3).

Interiano *et al.* (2014), evaluaron el efecto de la polinización de *A. mellifera* y *Chrysoperla carnea* en el cultivo de fresa. Los tratamientos utilizados fueron autofertilización y polinización abierta. Los resultados obtenidos de los valores de calidad de los frutos por abejas melíferas fueron más pesados, más largos y homogéneos en comparación con los otros tratamientos de *C. carnea*, los frutos polinizados por las abejas tuvieron un efecto positivo en la producción coincidiendo con los resultados de la presente investigación.

Por otra parte, las flores de limón mexicano son hermafroditas (autopolinizables), los resultados de este trabajo demuestran que la presencia de abejas en el cultivo favorece a una mayor producción y mejora calidad de los frutos. Esta afirmación se sustenta haciendo la comparación de los árboles que estuvieron excluidos de las visitas de abejas y de otros polinizadores, en donde los resultados indican que la autopolinización no es suficiente. La importancia polinizadora de las abejas en cultivos autopolinizables ha sido demostrada de manera fehaciente en muchos trabajos de investigación (Sanford *et al.*, 1992; Santos *et al.*, 2013; Interiano *et al.*, 2015; Sajjad *et al.*, 2023). Pesante (2010) menciona que una polinización más efectiva en arbustos y árboles a través de la visita de abejas puede favorecer un aumento en frutas y semillas.

## Conclusiones

La polinización de las flores de *Citrus aurantifolia* (Christm). Swingle con el uso de *A. mellifera* L. ubicadas en un rango entre 0 y 200 m de distancia de los árboles muestran un aumento del 25.2% en el cuajado de frutos cosechados de limón mexicano en comparación con el grupo control.

Se recomienda colocar y distribuir las colmenas de abejas melíferas de manera uniforme en las huertas a distancias no mayores de 200 m en este cultivo, ya que genera efectos positivos en el rendimiento en la producción y en la calidad (peso del fruto, diámetro polar, peso del jugo y número de semillas) de los frutos.



## Bibliografía

- 1 Baena-Díaz, F. Chévez, M. E.; Ruiz-Merced, F. y Porter-Bolland, L. 2022. *Apis mellifera* en México: producción de miel, floral melífera y aspectos de polinización. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 13(2):525-548.
- 2 Ballesteros, H. H.; Tello, J. E.; Castañeda, S. J.; Calvo, N. E.; Ortega, N. C.; Riveros, L. E. y Vásquez, R. E. 2011. Polinización dirigida con abejas *Apis mellifera*: tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos con potencial exportador. Agrosavia. Bogotá, Colombia. 88 p.
- 3 Carrera, A. A.; Mark, D. y Gil, R. 2008. Algunas características físicas y químicas de frutos de cinco variedades de mango en condiciones de sabana del estado Monagas. *Agronomía Tropical*. 58(1):27-30.
- 4 Castañeda, C. S.; Vásquez, R. R. y Ballesteros, CH. H. 2012. Efecto de la polinización dirigida con abejas *Apis mellifera* sobre la cantidad y calidad del fruto en cultivo de naranja *Citrus sinensis*. *Vitae*. 19(1):S66-S68.
- 5 Citrojugo. 2022. Ing. Miguel Ángel Alfaro. Sicar Farms. Com. Pers.
- 6 Dos-Santos, S. A.; Roselino, A. C.; Hrcir, M. and Bego, L. R. 2009. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrfasciata* and the honeybee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Genética e Investigación Molecular*. 8(2):751-757.
- 7 Fonseca, M. R.; Chiriví, J. S.; Guzmán, A. R.; Prada, Y. M.; Morales, J. B. y Barrera, S. E. 2019. Capítulo 10. Polinización. *Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. 188-200 pp.
- 8 Interiano, I. Z.; Bucio, C. M. Salas, M. D. Salazar, E. S.; Martínez, J. O. and Wallace, R. 2015. Effect of pollination of strawberries by *Apis mellifera* L. and *Chrysoperla carnea* S. on quality of the fruits. *Nova Scientia*. 7(13):85-100.
- 9 Khan, K. A.; Ahmad, K. J.; Razzaq, A.; Shafiq, M.; Abbasi, K. H.; Saleem, M. and Arshad-Ullah, M. 2012. Pollination effect of honeybees, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) on apple fruit development and its weight. *Persian Gulf Crop Protection*. 1(2):1-5.
- 10 Klein, A. M.; Vaissiere, B. E.; Cane, J. H.; Steffan-Dewenter, I.; Cunningham, S. A.; Kremen, C. and Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Biological Sciences*. 274(1608):303-313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>.
- 11 Malerbo-Souza, D. T.; Nogueira-Couto, R. H. and Couto, L. A. 2004. Honeybee attractants and pollination in sweet orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, var. Pera-Rio. Brasil. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*. 10(2):144-153.
- 12 Narang, N. and Jiraungkoorskul, W. 2016. Anticancer activity of key lime, *Citrus aurantifolia*. *Pharmacogn*. 10(20):118-122. Doi: 10.4103/0973-7847.194043.
- 13 Pesante, G. D. 2010. Información sobre polinización de algunos arbustos y árboles de importancia agrícola y apícola. Universidad de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico. <https://www.herbogeminis.com/revista/IMG/pdf/informacion-sobre-polinizacion.pdf>.
- 14 Petersen, J. D.; Reiners, S. and Nault, B. A. 2013. Pollination services provided by bees in pumpkin fields supplemented with either *Apis mellifera* or *Bombus impatiens* or not supplemented. Reino Unido. *PLoS On*. 8(7):e69819. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069819>.
- 15 Sagwe, R. N.; Peters, M. K.; Dubois, T.; Steffa-Dewenter, I. and Lattorf, M. G. 2023. Insect pollination and pollinator supplementation enhances fruit weight, quality, and marketability of avocado (*Persea americana*). USA. *Arthropod-Plant Interactions*. 17(1):1-11.
- 16 Sajjad, A.; Maqsood, S.; Abbasi, A.; Awais, M.; Rafiq, S.; Rafique, M. K.; Riaz, I. and Haq, I. U. 2023. Comparison of wild honeybees in the pollination of strawberries in Bahawalpur, Pakistan. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 82(3):1-8.

- 17 Sanford, M. T. 1992. Pollination of citrus by honeybees. University of Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agriculture Sciences. USA. 6 p.
- 18 Santos, E.; Mendoza, Y.; Vera, M.; Carrasco-Letelier, L. Díaz, S. y Invernizzi, C. 2013. Aumento en la producción de semillas de soja (*Glycine max*) empleando abejas melíferas (*Apis mellifera*). *Agrociencia*. 17(1):81-90.
- 19 SAS. 2002. Statistical Analysis System. Software académico SAS.
- 20 SIAP. 2024. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Panorama Agroalimentario 2024. <http://www.siap.gob.mx>.
- 21 Siopa, C.; Carvalheiro, L. G.; Castro, H.; Loureiro, J. y Castro, S. 2024. Animal-pollinated crops and cultivars a quantitative assessment of pollinator dependence values and evaluation of methodological approaches. *Journal of Applied Ecology*. 61(6):1279-1288. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14634>.
- 22 Vásquez, R. E.; Ballesteros, H. H.; Muñoz, C. A. y Cuellar, M. E. 2006. Utilización de la abeja *Apis mellifera* como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (*Fragaria chiloensis*) y mora (*Rubus glaucus*) y su efecto en la producción. *Produmedios*. Bogotá, Colombia. 78 p.
- 23 Vásquez, R. E.; Martínez, R. A.; Ortega, N. C. y Maldonado, W. D. 2021. Conceptos fundamentales de producción apícola. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). Segunda edición. Mosquera, Colombia. 184 p.



## Polinización de *Apis mellifera* L. en calidad y cantidad de limón mexicano

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
ISSN (electronic): 2007-9934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 December 2025
Date accepted: 01 March 2026
Publication date: 01 February 2026
Publication date: Feb-Mar 2026
Volume: 17
Issue: 2
Electronic Location Identifier: e3903
DOI: 10.29312/remexca.v17i2.3903

### Categories

Subject: Artículos

### Palabras clave:

**Palabras clave:**

*Apis mellifera*

*Citrus aurantifolia*

cuajado de frutos

### Counts

Figures: 3

Tables: 4

Equations: 0

References: 23