






Polinización manual y aplicación de azoxystrobin en el amarre y desarrollo de fruto de guanábana (*Annona muricata* L.) en árboles con poda en Las Varas, Nayarit.

Hand-pollination and application of azoxystrobin in the mooring and development of soursop fruit (*Annona muricata* L.) on pruned trees in Las Varas, Nayarit.

Becerra-Zamorano, C. C.¹ , Luna- Esquivel, G. ^{2*} , Cambero-Campos, O. J. ² ,
Can-Chulim, A. ² , Vázquez-Hernández, M.V. ³ , Ramírez-Rentería, J.¹

¹ Programa de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Tepic-Compostela km 9, C.P. 63780, Xalisco, Nayarit, México.

² Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Tepic-Compostela km 9, C.P. 63780, Xalisco, Nayarit, México.

³ Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP, Carretera Veracruz-Córdoba km 34.5, CP. 94270. Medellín de Bravo, Veracruz, México.



Please cite this article as/Como citar este artículo: Becerra-Zamorano, C. C., Luna-Esquivel, G., Cambero-Campos, O. J., Can-Chulim, A., Vázquez-Hernández, M.V., Ramírez-Rentería, J. (2024). Hand-pollination and application of azoxystrobin in the mooring and development of soursop fruit (*Annona muricata* L.) on pruned trees in Las Varas, Nayarit. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1541. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1541>

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: July 26th 2023.

Accepted/Aceptado: January 01th 2024.

Available on line/Publicado: January 16th 2024.

RESUMEN

La guanábana (*Annona muricata* L.) tiene gran potencial de producción en Nayarit. La producción de la guanábana se ve afectada severamente por mala polinización y ataque de hongos en periodo de floración. Al respecto, la polinización manual es una alternativa que ha generado expectativas en el incremento del cuajado de los frutos. En esta investigación se evaluó el efecto de la polinización manual y natural con la aplicación de fungicida en árboles con poda en el amarre y desarrollo de guanábana en Nayarit, México. Se polinizaron y etiquetaron 236 inflorescencias de manera manual y 256 polinizadas de manera natural. Con atomizador se aplicó en una ocasión fungicida a 107 flores polinizadas de manera manual y 128 de manera natural. Se encontró que la polinización manual incrementa 31.64 % el amarre de frutos de guanábana, de igual manera, la interacción entre la aplicación del fungicida azoxystrobin y diferente intensidad de poda (100, 75 y 50 %) incrementó en 28.97 % el amarre de frutos. Finalmente, el mayor tamaño del fruto con medias entre 34.94 a 60.62 mm de diámetro y 59.05 a 103.88 mm de longitud se evidenció con la polinización manual y diferente intensidad de poda (100, 25 y 0 %).

PALABRAS CLAVE: Fungicida, Poda, Cuajado de frutos

*Corresponding Author:

Gregorio Luna- Esquivel. Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Tepic-Compostela km 9, C.P. 63780, Xalisco, Nayarit, México. Teléfono: (52) 311 184 81 53. E-mail: gregorio.luna@uan.edu.mx

ABSTRACT

Soursop (*Annona muricata* L.) holds significant production potential in Nayarit. Soursop production is severely affected by poor pollination and fungal attacks during the flowering period. In this regard, hand-pollination has emerged as an alternative with expectations of enhancing fruit set. This research evaluated the effect of hand- and natural pollination, coupled with fungicide application, on pruned trees in the mooring and development of soursop fruit in Nayarit, Mexico. A total of 236 inflorescences underwent hand-pollination, while 256 were naturally pollinated. Fungicide was applied once to 107 hand-pollinated and 128 naturally pollinated flowers. The results reveal that manual pollination increased the soursop fruit set by 31.64 %. Similarly, the interaction between the fungicide azoxystrobin application and different pruning intensities (100 %, 75 %, and 50 %) increased fruit set by 28.97 %. Finally, the largest fruit sizes, ranging from 34.94 to 60.62 mm in diameter and 59.05 to 103.88 mm in length, were observed with manual pollination and various pruning intensities (100 %, 25 %, and 0 %).

KEY WORDS : Fungicide, Pruning, Fruit set

Introducción

La guanábana (*Annona muricata* L.) es una importante alternativa de cultivo frutícola en México; produce 30,790.70 t al año, de los cuales, en Nayarit se concentra el 75 % (23,230.08 t). En Nayarit, las zonas productoras destacan Compostela con 2,371 ha, San Blas con 52.40 ha y Tepic con 12 ha, los rendimientos son de 10.63, 8.86, 8.29 t ha⁻¹ respectivamente (SIAP, 2022). La producción de guanábana en Nayarit es con poca o nula tecnología de irrigación, manejo de plagas y enfermedades, técnicas de polinización manual y poda, lo que trae como consecuencia rendimientos de 10.53 t ha⁻¹, los cuales son similares a Veracruz con 10.55 t ha⁻¹ y Colima con 10.06 t ha⁻¹ (SIAP, 2022).

La guanábana se ve afectada severamente por la mala polinización de sus flores. En la mayoría de los huertos los rendimientos obtenidos son incompatibles con el número total de flores producidas por la planta, debido al tardío del proceso de polinización natural induciendo la caída temprana de flores o su secamiento (Rebolledo *et al.*, 2009). El bajo cuajamiento de frutos se debe principalmente al comportamiento de dicogamia floral en la guanábana, es decir, flores hermafroditas que tienen las partes femeninas y masculinas con maduración desfasada, ocasionando que no exista una autopolinización (Pinto de Lemos, 2011; Rebolledo *et al.*, 2009). Adicionalmente, la morfología floral preantesis y antesis temprana al ser cerrada dificulta la polinización por el viento e insectos ya que 10 % de las flores se autofecundan y no produce néctar (Peña *et al.*, 2002; Franco-Mora *et al.*, 2001).

Rebolledo *et al.* (2009), reportan que las condiciones ambientales influyen significativamente en la polinización natural, las condiciones óptimas para la polinización son humedad relativa del 80 % y temperatura de 22 °C. Temperaturas mayores de 28 °C y humedad relativa menor de 60 % provocan caída de flores y frutillos, además de ocasionar hasta un 80 % de frutos deformes, aumentando aún más la merma en la producción por la calidad y el tamaño del fruto (Cambero-Ayón *et al.*, 2019; Betancourt-Aranguré *et al.*, 2019). En lugares secos, el desecamiento del líquido estigmático ocurre más rápido, situación que imposibilita la germinación de los granos de polen. Los estigmas caen produciendo un bloqueo en el proceso sexual, ocasionando que el crecimiento del tubo polínico se detenga y posteriormente no exista una fecundación del ovario (Rebolledo *et al.*, 2009; Cárdenas-Torres, 2002).

Con relación a esta problemática, la polinización manual surge como una alternativa en el incremento del cuajado de los frutos. En algunos países como Brasil, dicha técnica está bien establecida y aplicada por pequeños productores elevando hasta 50 % la producción de los árboles y la calidad de los frutos (Oliveira *et al.*, 2005). El uso de prácticas de polinización manual debe realizarse en flores que se encuentran en ramas gruesas que soporten la carga del fruto y se debe aprovechar las características de esta especie frutícola que tiene la capacidad de generar florecimiento en yemas laterales de toda la planta, por lo que, la poda de formación es necesaria para diseñar el dosel del árbol requerido. En México, los huertos con alta densidad han evidenciado que la poda contribuyó a obtener una producción de 12.79 kg por árbol y rendimiento de 28.42 t ha⁻¹ (Reyes-Montero *et al.*, 2018). Estudios recientes han demostrado que el uso de fungicidas como maxtrobryn y flutriafol pueden ayudar a controlar el desarrollo de antracnosis en inflorescencias y hojas en árboles de guanábana (Betancourt-Aranguré *et al.*, 2019; Hernández-Guervara & López-Rodríguez, 2019).

Ante los problemas de rendimiento y malformación de frutos que enfrenta este frutal es importante evaluar el efecto de la polinización manual y natural con la aplicación de fungicida en árboles con poda en el amarre y desarrollo de guanábana en Nayarit, México.

Material y Métodos

El estudio se llevó a cabo en un huerto comercial de guanábana de temporal de 5 años de edad con una superficie de 4 ha, ubicado en el ejido El Capomo, Las Varas (21°7'39" N y 105°10'6" O) en el Municipio de Compostela (Nayarit), con una altura de 80 m. Se realizó deshierbe con machete previo a la selección de la parcela experimental, se aisló la hoja en la zona de goteo de cada árbol y se fertilizó al voleo con un 1 kg árbol⁻¹ de una mezcla compuesta (sulfato de amonio, DAP, sulfato de potasio, boro, sulfato de magnesio, sulfato de manganeso y sulfato de zinc) en el mes de julio 2020 al inicio de la temporada de lluvias y una segunda fertilización en el mes de septiembre 2020 con 300 g árbol⁻¹ de la mezcla Terratec original (urea, man, DAP, sam, fosfonitrato, KCl, sop, sulfomag). Al momento de la limpieza y previo al florecimiento de las plantas de guanábana se realizó aplicaciones de insecticidas oxiclورو de cobre (2.5 mL L⁻¹), permetrina (0.36 mL L⁻¹) e imidacloprid (1 mL L⁻¹).

Polinización manual

Se seleccionaron 236 inflorescencias al azar (junio 2021) que se encontraban maduras o receptivas (estadio 4) coincidente con un color amarillo azufrado (Escobar *et al.*, 1986), distribuidas en árboles con diferente porcentaje de poda (100 %, 75 %, 50 %, 25 %, 0 %). Éstas se polinizaron de manera manual, el polen se obtuvo a partir de inflorescencias maduras recolectadas manualmente en bolsas de papel #5 un día antes y mantenidas a temperatura ambiente bajo sombra. El polen obtenido se almacenó en un frasco de vidrio, para posteriormente con un pincel de cerdas finas (#10) polinizar con un movimiento suave en forma de cruz en el gineceo de la inflorescencia. La polinización se realizó de 9-12 m. cuando los órganos femeninos se encontraban receptivos, priorizando las inflorescencias encontradas en ramas primarias y con capacidad de carga. Una vez polinizadas las inflorescencias, a 107 inflorescencias con un atomizador en una sola ocasión se le aplicó el fungicida Maxtrobyn (Azoxystrobin) con una dosis de 3 mL L⁻¹, a las 129 inflorescencias restantes no se les aplicó el fungicida. Todas las inflorescencias fueron registradas y etiquetadas para su seguimiento.

Polinización natural

Se seleccionaron 256 inflorescencias al azar (junio 2021) que se encontraban maduras o receptivas (estadio 4) coincidente con un color amarillo azufrado (Escobar *et al.*, 1986), distribuidas en árboles con diferente porcentaje de poda (100 %, 75 %, 50 %, 25 %, 0 %). Éstas no se polinizaron de manera natural. A 128 inflorescencias con un atomizador en una sola ocasión se le aplicó el fungicida Maxtrobyn (Azoxystrobin) con una dosis de 3 mL L⁻¹, a las 128 inflorescencias restantes no se les aplicó el fungicida. Todas las inflorescencias fueron registradas y etiquetadas para su seguimiento.

Porcentaje de amarre

El porcentaje de amarre se consideró a partir del momento en el cual se observó el primer cambio morfológico que manifestó la flor, cambiando de tabaquillo a frutillo o erizo, lo que indica el comienzo del crecimiento del fruto.

Desarrollo de fruto (diámetro y longitud)

Con un vernier se midió el diámetro polar y ecuatorial de los frutos amarrados durante su desarrollo en el árbol. La primera medición se realizó a partir del primer cambio morfológico que manifestó la flor, cambiando de tabaquillo a frutillo o erizo, posterior a este, se realizaron dos mediciones más con un intervalo de 15 días entre mediciones.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron bajo un diseño en bloques al azar con arreglo factorial, tomando

en cuenta como factores: el tipo de polinización, el porcentaje de poda y aplicación de fungicida. Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

Resultados y Discusión

Porcentaje de amarre de fruto con polinización y aplicación de fungicida

Los árboles de polinización manual sin fungicida estadísticamente presentaron mayor amarre de frutos con 59.58 % en promedio, seguido por el tratamiento con polinización manual con fungicida con 30.24 % en promedio, los árboles de polinización natural con y sin fungicida mostraron menor amarre de fruto con 7.61 % en promedio, sin diferencias estadísticas (Figura 1).

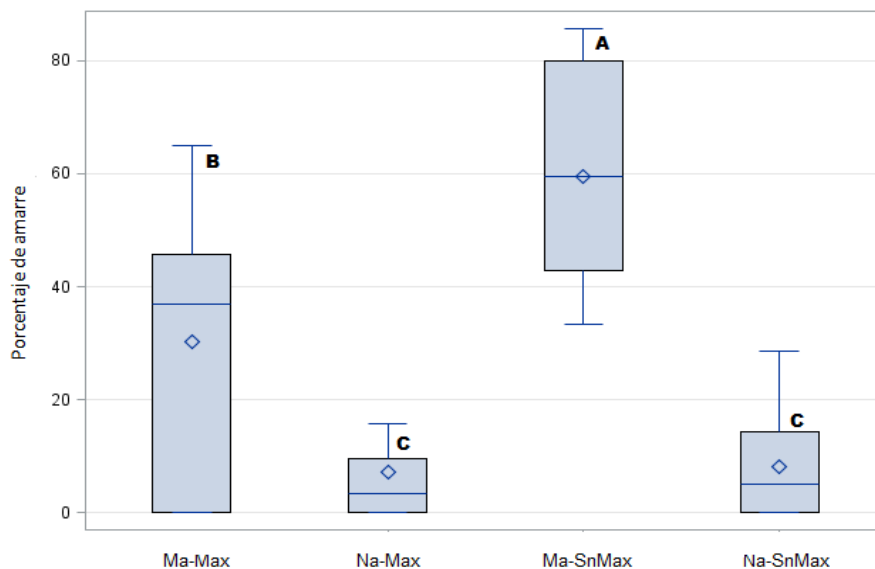


Figura 1. Porcentaje de amarre de frutos con diferente tipo de polinización y uso de fungicida en flores de guanábana.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Ma: Manual; Max: Maxtrobryn; Na: Natural; Sn: Sin maxtrobryn

La polinización manual fue 83.04 % mejor en el amarre de fruto comparado con los árboles con polinización natural. Con relación a la aplicación de fungicida, el tratamiento de polinización manual sin fungicida fue 49.24 % mejor en el amarre de frutos respecto al tratamiento de

polinización manual con fungicida. Sánchez-Monteón *et al.* (2019) afirman que el bajo porcentaje de rendimiento o cuajado de frutos polinizados manualmente podría deberse a la inadecuada selección de flores durante la polinización (falta de receptividad) resultando en la ausencia de fertilización. Contrario a esto, los resultados de esta investigación, indican que la selección de flores fue adecuada, reflejándose en mayor amarre del fruto. Aunque se ha reportado que la antracnosis es una de las principales enfermedades que ataca las inflorescencias (Betancourt-Aranguré *et al.*, 2019), durante el desarrollo del experimento las flores que no fueron tratadas con fungicidas presentaron un mejor amarre.

Porcentaje de amarre de fruto con poda y aplicación de fungicida

Los árboles con aplicación de fungicida (Max), polinización manual (Ma) con poda al 100, 75 y 50 % al igual que, los árboles con polinización natural (Na) con poda al 75 y 25 % fueron significativos estadísticamente, presentando mayor amarre del fruto (24.60 %) a diferencia de los tratamientos de polinización manual con 25 y 0 % de poda y, polinización natural con 100, 25 y 0 % los cuales no amarraron el fruto (0 %) (Figura 2).

Martínez & Vidal (1993), reportan valores de 65 % de amarre con polinización manual sin el uso de fungicida, mientras que Nakasone & Paul (1998), mencionan hasta un 80 % de amarre de fruto con el uso de polinización manual sin fungicida. En guanábana el aborto o caída de frutos es atribuida a la presencia de antracnosis, dicha enfermedad puede ocasionar hasta un 90 % de aborto o caída de frutos si las variables ambientales son propicias para su desarrollo (alta humedad relativa, poca aireación y escasa penetración de luz en el árbol) (Cambero-Ayón *et al.*, 2019). Betancourt-Aranguré *et al.* (2019) reportan que el uso de Maxtrobyn (Azoxystrobin) puede inhibir el desarrollo de la antracnosis *in vitro* en inflorescencias hasta un 71.60 % con una dosis de 0.88 mL. Mientras que, Hernández-Guevara & López-Rodríguez (2019), reportaron obtener un 67.50 % en el control de antracnosis en hojas de guanábana con el uso de Maxtrobyn (Azoxystrobin) y Flutriafol con una dosis de 1200 mL ha⁻¹.

En los frutales la poda es uno de los factores agronómicos más relevantes, permite que haya una mayor aireación y penetración de luz en árbol, evitando la formación de condiciones propicias para el desarrollo de plagas y enfermedades (antracnosis), además de crear un dosel deseado con soporte de carga (Cruz-Barrón, 2011). Sin embargo, hay métodos alternativos como el uso de microorganismos; Anaya-Martínez (2022) realizó aplicaciones de rapshody (*Bacillus subtilis*) a una dosis de 17.5 cm³ L⁻¹ agua) obteniendo una disminución de 70 % la incidencia de antracnosis en frutos de guanábana, y un 58.7 % en la eficiencia del control. Esta alternativa sería favorable respecto al cuidado del medio ambiente.

Porcentaje de amarre de fruto con poda y sin aplicación de fungicida

Los árboles sin aplicación de fungicida (SnMax), polinización manual (Man) con poda al 50, 25 y 0 % al igual que, los árboles con polinización natural (Nat) con poda al 25 y 0 % fueron significativos estadísticamente, presentando mayor amarre del fruto (38.12 %) a diferencia de los

tratamientos de polinización manual con 100 y 75 % de poda y, polinización natural con 100, 75 y 50 % los cuales no amarraron el fruto (0 %) (Figura 2).

Los resultados obtenidos en el amarre del fruto son muy variables ya que hay autores que reportan alto porcentaje de amarre y otros con bajo porcentaje de amarre. Con la técnica de polinización manual, Nakasone & Paul (1998), los cuales reportan hasta un 80 %; Franco-Mora *et al.* (2001) registraron valores de 70 a 30 % y, Martínez & Vidal (1993) con valores de 65 % de amarre de fruto. Mientras que, en chirimoyo, Rubí (1994) se encontró 8 % de amarre en condiciones de polinización natural.

También se han evaluado porcentajes de amarre de fruto con aplicación de hormonas, Guaycha-Armijos (2020) con aplicación de eco-hormonas (750 mL ha^{-1}) aceleró la producción de flores (en 4 días) y formación de los primeros frutos (en 6 días) y disminuyó el aborto de flores en 25.26 % en relación al testigo (sin hormonas). Chávez & Sabando (2022) con el uso de polinización manual registró un promedio de 73.33 % en el cuajado de frutos y con la aplicación de ácido naftalenacético al 2 %, registró una media máxima de 63.33 %, este alto porcentaje se amarre representa una alternativa, para incrementar los rendimientos en los huertos de esta anonácea.

El aborto o bajo cuajamiento de frutos es atribuido a una deficiencia en la polinización o por un bloqueo de en el proceso sexual, esto ocurre debido a que la polinización pudo ocurrir antes de que los granos de polen germinarán y fecunden el ovario (Escobar *et al.*, 1986; Nakasone & Paull, 1998). Es importante mencionar también que la polinización y fecundación en guanábana son limitantes por los fenómenos característicos de su flor (Worrell *et al.*, 1994). Las condiciones de temperatura y humedad relativa son importantes durante el proceso de polinización, en lugares secos el desecamiento del líquido estigmático ocurre más rápido, situación que imposibilita la germinación de los granos de polen sobre el estigma, el crecimiento del tubo polínico, la fecundación y posteriormente el amarre (Franco-Mora *et al.*, 1999; Nakasone & Paull, 1998; Rebolledo *et al.*, 2009; Cárdenas-Torres, 2002).

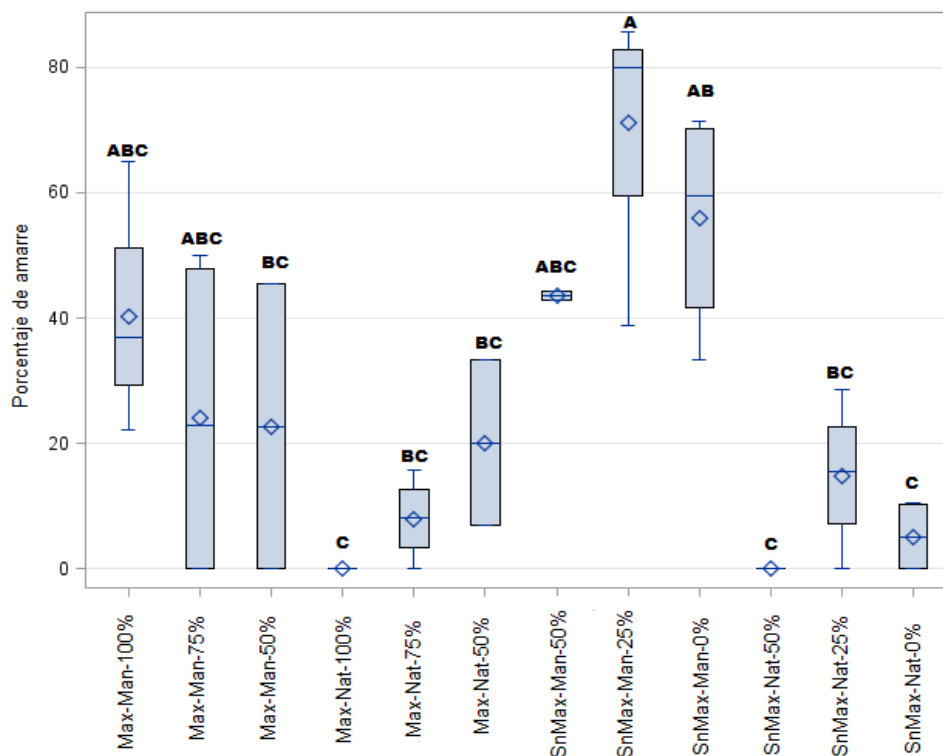


Figura 2. Porcentaje de amarre de frutos en árboles con diferente polinización e intensidad de poda.

Con y sin la aplicación de fungicida Maxtrobyn (Azoxystrobin). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Max: Maxtrobyn, SnMax: Sin Maxtrobyn; Man: Polinización manual; Nat: Polinización natural

Desarrollo de frutos con diferente tipo de polinización

Los frutos con polinización manual fueron estadísticamente significativos ya que presentaron un mayor diámetro (46.75 mm) y longitud (78.76 mm), en comparación con los frutos de polinización natural con medias de 21.86 mm de diámetro y 29.29 mm de longitud (Figura 3). Se encontró que los frutos con polinización manual fueron 53.23 % y 62.80 % mayores en el desarrollo del diámetro y longitud, respectivamente. La polinización manual eleva hasta un 50 % la producción de los árboles y la calidad de los frutos (Oliveira *et al.*, 2005). Chávez & Sabando (2022) con el uso de polinización manual y aplicación de ácido naftalenacético al 2 %, obtuvo diámetros de 2.019 cm.

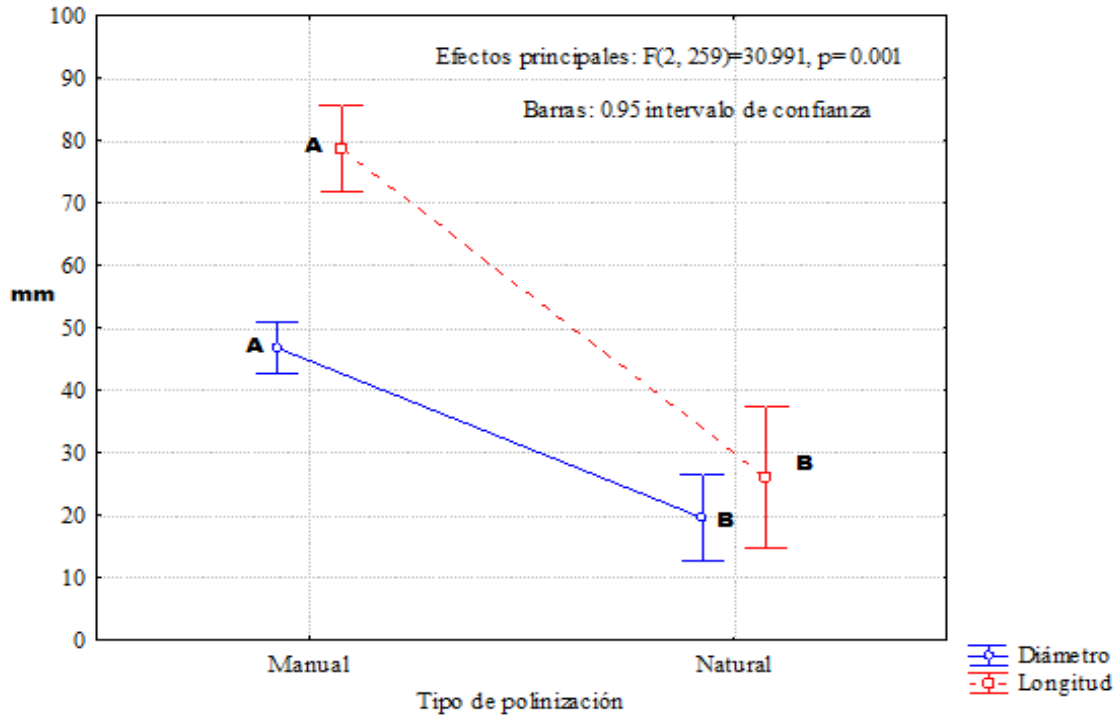


Figura 3. Diámetro y longitud de frutos con polinización manual y natural en Las Varas, Compostela Nayarit.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Desarrollo de frutos con el uso de fungicida y diferente polinización

Los frutos con fungicida y polinización manual, estadísticamente presentaron un mayor tamaño con medias de 48.64 mm de diámetro y 80.48 mm de longitud. Contrario a esto, los frutos sin fungicida y polinización natural mostraron menor tamaño con medias de 5.90 mm y 6.60 mm en diámetro y longitud, respectivamente (Figura 4). En el desarrollo de los frutos se observó que el tratamiento con polinización manual y fungicida fue 87.87 % mayor en el diámetro y 93.91 % en la longitud los frutos. Betancourt-Aranguré *et al.* (2019) mencionan que el uso de Maxtrobyn (Azoxystrobin) puede inhibir el desarrollo de la antracnosis in vitro en inflorescencias hasta un 71.60 % con una dosis de 0.88 mL. Mientras que, Hernández-Guevara & López-Rodríguez (2019) reportan un 67.50 % en el control de antracnosis en hojas de guanábana con el uso de Maxtrobyn (Azoxystrobin) y Flutriafol con una dosis de 1200 mL ha⁻¹.

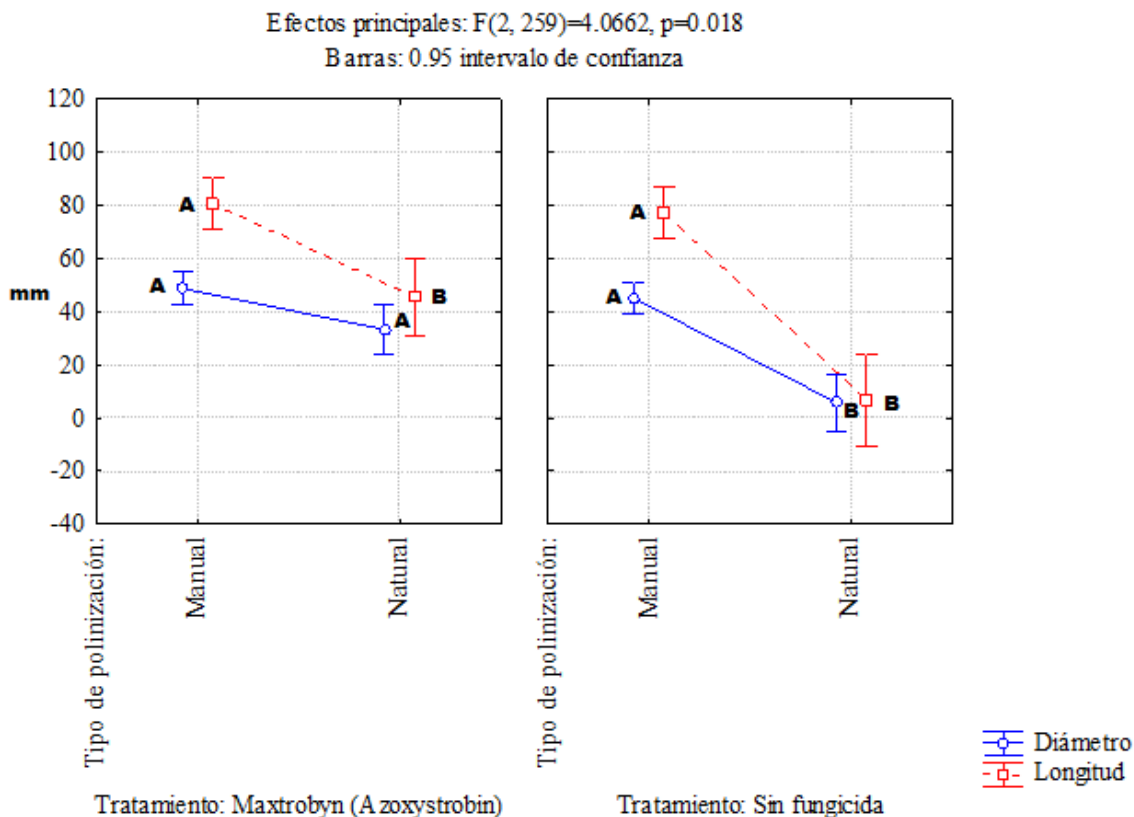


Figura 4. Diámetro y longitud de frutos con polinización manual y natural con el uso de fungicida durante el proceso de polinización.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Desarrollo de frutos con diferente intensidad de poda y polinización

El desarrollo del fruto presentó variación según la intensidad de poda y polinización. El tratamiento con poda al 0 % y polinización manual, el fruto presentó un promedio de 34.99 mm diámetro y 59.05 mm de longitud, contrario a esto, no hubo amarre con la polinización natural. El tratamiento con poda al 25 % y polinización manual destacó en el desarrollo de frutos con 60.62 mm de diámetro y 103.88 mm de longitud. El tratamiento con poda al 50 % y polinización manual, al igual que polinización natural no fueron significativos en el diámetro del fruto con promedio de 42.53 mm, sin embargo, la longitud del fruto fue mayor con la polinización manual, alcanzando 75.69 mm. El tratamiento con poda al 75 % y polinización manual y natural no fue significativo, en promedio los frutos presentaron 44.22 mm de diámetro y 59.20 mm de longitud. El tratamiento con poda al 100 % y polinización manual presentó mejor desarrollo de frutos con 50.86 mm de diámetro y 91.89 mm de longitud, a diferencia de los frutos con polinización natural

los cuales presentaron 3.69 mm de diámetro y 6.61 mm de longitud (Figura 5). Nolasco *et al.* (2019) reportó una media de 21.82 cm en el diámetro longitudinal y 117.96 mm en el diámetro ecuatorial en frutos cosechados; mientras que, Ávila *et al.* (2012) reportó una media de 24 cm en diámetro longitudinal y 41 cm en diámetro ecuatorial.

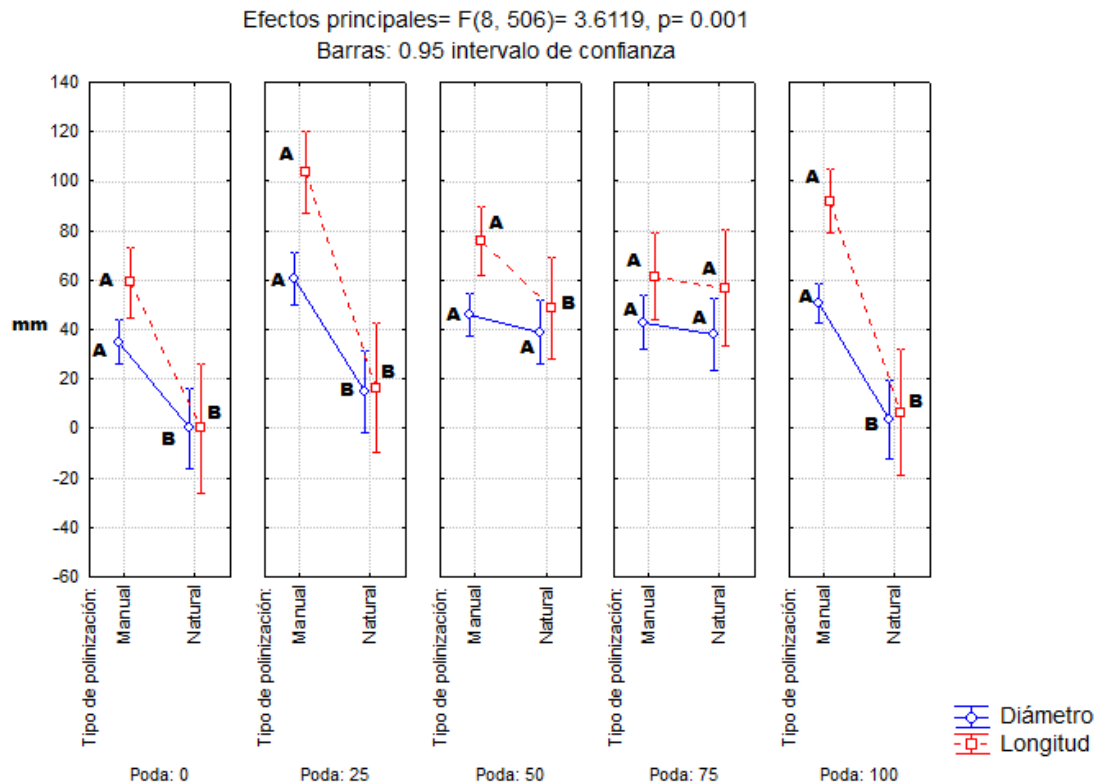


Figura 5. Diámetro ecuatorial y longitudinal de frutos polinizados de forma manual y natural en árboles con diferente intensidad de poda.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Conclusiones

La técnica de polinización manual favorece en un 31.64 % el amarre de frutos de guanábana. La combinación de la aplicación del fungicida Maxtrobyn y diferente intensidad de poda (100, 75 y 50 %) incrementó en 28.97 % el amarre de frutos. De igual manera, la interacción entre la polinización manual y diferente intensidad de poda (100, 25 y 0 %) presenta mayor tamaño del fruto con medias entre 34.94 a 60.62 mm de diámetro y 59.05 a 103.88 mm de longitud.

Recomendación

Teniendo en cuenta las implicaciones ambientales del uso prolongado de productos químicos, como estrategia de conservación de recursos naturales, también es recomendable evaluar controladores biológicos de estos patógenos en el cultivo de guanábana.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo (LEG, CCJ, CCA, VHMV, BZCC, RRJ). Desarrollo de la metodología (BZCC, RRJ). Manejo de software (BZCC, VHMV). Validación experimental (LEG, CCJ). Análisis de resultados (BZCC, VHMV). Manejo de datos (BZCC, VHMV). Escritura y preparación del manuscrito, (BZCC, RRJ). Redacción, revisión y edición (LEG, CCJ, CCA, VHMV). Administrador de proyectos (LEG, CCJ). Adquisición de fondos (LEG, CCJ).

Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.

Financiamiento

La investigación es financiada con el proyecto: “Aprovechamiento del germoplasma, desarrollo tecnológico e innovación en cadenas de valor de anonáceas en México.” con clave número 266891 SADER-CONACYT.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Referencias

- Anaya-Martínez, N. J. (2022). Evaluación de productos biológico y químicos para el control de la antracnosis en la Guanábana (*Anona muricata* L.), causado por el hongo (*Colletotrichum spp.*) [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Abierta y a Distancia] <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/54463/njanayam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ávila de H.R., Pérez, de C.M., Jiménez, A., & Hernández, C.E. (2012). La guanábana: una materia prima saludable para la industria de alimentos y bebidas. Revista Digital de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre. Vicerrectorado Barquisimeto, 2(2),134-142. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4204951#:~:text=Buscar,La%20Guan%C3%A1bana%3A%20una%20materia%20prima%20saludable%20para,industria%20de%20alimentos%20y%20bebidas&text=Las%20frutas%20conforman%20un%20grupo,para%20disfrutar%20una%20>

[vida%20saludable](#)

- Betancourt-Aranguré, A., Cambero-Campos, O.J., Rios-Velasco, C., Cruz-Crespo, E., Cambero-Ay n, C.B., & Luna-Esquivel, G. (2019). *In vitro* evaluation of antagonistic microorganisms and fungicides against *Colletotrichum theobromicola* Delacr, causal agent of anthracnose on soursop (*Annona*). *Revista Bio Ciencias*, 6, e678. <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.06.e678>
- Camero-Ay n, C.B., Luna-Esquivel, G., Rios-Velasco, C., Díaz-Heredia, M., Rodríguez-Palomera, M., Betancourt-Aranguré, A., & Camero-Campos, O.J. (2019). Causal agents of rot in Soursop fruit (*Annona muricata* L.) in Nayarit, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 6, e538. <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.06.e538>
- Cárdenas-Torres, L.F. (2002). Influencia de la humedad relativa y la temperatura en la receptividad del estigma de guanábana (*Annona muricata* L.) en el Guamo (Tolima). *Colombia Forestal*, 7(15), 69-78. <https://doi.org/10.14483/2256201X.3308>
- Chávez, J.P.A., & Sabando, K.D.C. (2022). Evaluación del ácido naftalenacético en el cuajado del fruto de guanábana (*Annona muricata* L.). *SATHIRI*, 17(2), 132-141. <https://doi.org/10.32645/13906925.1135>
- Cruz-Barrón, V.S. (2011). Asignación de materia seca y extracción nutrimental en brotes anuales de mango cv. ataulfo manejados con poda mecanizada [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nayarit]. <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/1443>
- Escobar, W., Zárate, R.D., & Bastidas, A. (1986). Biología floral y polinización artificial del guanábano (*Annona muricata* L.) en condiciones del valle del Cauca, Colombia. *Acta agronómica*, 36 (1), 7-20. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/14650/16136
- Franco-Mora, O., García, E., Jasso, J., Saucedo, C., & Sánchez, S. (1999). Influencia del grado de polinización en la calidad de la guanábana. Reporte Técnico. Memorias de la Fundación Salvador Sánchez Col n. https://www.researchgate.net/publication/242363512_INFLUENCIA_DEL_GRADO_DE_POLINIZACION_EN_LA_CALIDAD_DE_LA_GUANABANA
- Franco-Mora, O., Jasso, J., García-Villanueva, E., & Saucedo, C. (2001). Crecimiento y calidad de frutos de *Annona muricata* L. Con diferente intensidad de polinización. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 24(2), 139-144. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/24-2/2a.pdf>
- Guaycha-Armijos, J.M. (2020). Evaluación de hormonas comerciales para inducción a la floración del cultivo de guanábana (*Annona muricata*) en el sector de Fumisa. [Tesis de Licenciatura, Universidad Tecnológica del Estado de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6009>
- Hernández-Guevara, B., & López-Rodríguez. N.A. (2019). Evaluación de Fungicidas para el Control de la Enfermedad Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporides*) en el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.). [Tesis de Licenciatura. Universidad de los Llanos]. <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/1369>
- Martínez, H.M.J., & Vidal, L.H. (1993). La polinización manual y su efecto en el amarre, tamaño y forma de los frutos en guanábana (*Annona muricata* L.). Resúmenes V congreso Nacional de horticultura. SOMECH. Veracruz, México.
- Nolasco, G.Y., Hernández, F.L.M., & González, E.M. (2019). Caracterización morfológica y fisicoquímica de frutos de accesiones de guanábana seleccionadas en Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 23, 223-237. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i23.2023>

- Nakasone, H.Y., & Paull, R.E. (1998). Tropical fruits. CAB International.
- Oliveira, Z.P.O., Queiroz, F.M., Barros, P.G., Campos, R.S., Lemos, E.E.P., & Neto, J.P.S. (2005). Recomendações técnicas para a cultura da pinheira. Boletín. Secretaria de Estado da Agricultura do Desenvolvimento Agrario, 1, 56. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123134/1/Recomendacoes-Tecnicas-CT69.pdf>
- Pinto de Lemos, E.E. (2011). Panorama de las anonas cultivadas en Brasil: saramuyo, guanábana y atemoya. In González-Esquinca, A.R., Luna-Cazáres, L.M., Gutiérrez-Jiménez, J., Schlie-Guzmán, M.A., Vidal-López, DG. Anonáceas: Plantas antiguas, estudios recientes. (pp. 21-36). Colección Jaguar. https://www.researchgate.net/profile/Elena-Cartagena/publication/260903254_Acetogeninas_de_anonaceas_estimulantes_de_la_produccion_de_autoinductores_y_biofilms_de_bacterias_degradadoras_de_HAPs/links/563d590f08ae8d65c011897e/Acetogeninas-de-anonaceas-estimulantes-de-la-produccion-de-autoinductores-y-biofilms-de-bacterias-degradadoras-de-HAPs.pdf
- Peña, J.E., Nadel, H., Barbosa, M., & Smith, D. (2002). Pollinators y pests of Annona species. Tropical fruit pests y pollinators. *CAB International*. <https://doi.org/10.1079/9780851994345.019>
- Rebolledo, M., Del Ángel, A., Becerra, E., Rosas, X., & Zetina, R. (2009). Frutales tropicales no tradicionales para Veracruz. Centro de Investigación Regional Golfo Centro Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz, México. Folleto Técnico, 45, 110.
- Reyes-Montero, J.A., Acevez-Navarro, E., Caamal-Velázquez, J.H., & Alamilla-Magaña, J.C. (2018). Producción de guanábana (*Annona muricata* L.) en alta densidad de plantación, como alternativa para productores con superficies reducidas. *Agro Productividad*, 9(11), 37-42. <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i9.1212>
- Rubí, A.M. (1994). Polinización manual de chirimoya y su relación con amarre, tamaño de fruto y rendimiento. Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX, SC Coatepec Harinas, México. 161-169.
- Sánchez-Monteón, A.L., Luna-Esquivel, G., Ramírez-Guerrero, L.G., & Rodríguez-Rodríguez, B.B. 2019. Comparative study between natural, entomophilic and manual pollination in soursop (*Annona muricata* L.). *Journal of Environmental Sciences and Natural Resources*, 5(15), 18-22. <https://doi.org/10.35429/JESN.2019.15.5.18.22>
- Statistical Analysis System Institute Inc [SAS]. (2011). Base SAS® 9.3 Procedures Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2022). Producción anual agrícola. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/15>
- Worrell, D.B., Carrington, C.M.S., & Hubert, D.J. (1994). Growth maturation and ripening or soursop (*Annona muricata* L.) fruit. *Scientia Horticulturae*, 57(1-2), 7-15. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(94\)90030-2](https://doi.org/10.1016/0304-4238(94)90030-2)