Biología floral y técnicas de polinización en la guanábana (*Annona muricata* L.): revisión documental.

Katherin Daniela Rivera Soto [1]
agp2017080@uea.edu.ec

Celia Catalina Sumba Pillco [1]
agp2017089@uea.edu.ec

Elisa López Cosme, M.Sc[2]
elopez@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agropecuaria (1)

Resumen

La guanábana (*Annona muricata* L.) es una fruta tropical con gran potencial económico, hecho que se ve limitado por su baja producción, condicionada básicamente por el bajo porcentaje de fecundación en el proceso de polinización natural. Esta situación puede revertirse implementando la polinización artificial, para lo cual es importante conocer la formación del fruto de la guanábana, influenciada por su biología floral y proceso reproductivo derivado. Los objetivos del presente trabajo fueron describir la biología floral de la guanábana y su influencia sobre el proceso de polinización natural, así como las técnicas de polinización y la eficiencia de las mismas, para identificar la más adecuada para el cultivo. Se trabajó con un alcance descriptivo y exploratorio utilizando una perspectiva teórico documental, teniendo como variables de estudio la morfología, el desarrollo floral, la posición de los órganos sexuales y la eficiencia de la polinización natural, así como el número de flores polinizadas, número de flores cuajadas y porcentaje de fecundación. Como resultado de este análisis, se constató la presencia de los fenómenos dicogamia protogínica, que consiste en la maduración desigual de sus órganos reproductivos, y la heterostilia, es decir la posición de sus órganos, donde el androceo se encuentra en la parte inferior del gineceo, fenómenos que obstaculizan la fecundación. Además, se verificó que la polinización artificial, tanto manual como mediante el uso de sustancias inductoras, especialmente en este último caso y concretamente con el producto ecohormona, que se encuentra constituido a base de giberelina, citoquinina y auxina con el cual se logró obtener un mayor número de flores y un porcentaje de fecundación elevado.

Palabras Clave: guanábana, biología, técnicas, polinización.

Abstract

Soursop (*Annona muricata* L.) is a tropical fruit with great economic potential, a fact that is limited by its low production, basically conditioned by the low percentage of fecundation in the natural pollination process. This situation can be reversed by implementing artificial pollination, for which it is important to know the formation of the soursop fruit, influenced by its floral biology and derived reproductive process. The objectives of this work were to describe the floral biology of soursop and its influence on the natural pollination process, as well as the pollination techniques and their efficiency,

in order to identify the most suitable the cultivation. We worked with a descriptive and exploratory scope using a documentary theoretical perspective, having as study variables morphology, floral development, the position of the sexual organs and the efficiency of natural pollination, as well as the number of pollinated flowers, number of set flowers and fecundation percentage. As a result of this analysis, the presence of the phenomena protogynous dichogamy was confirmed, which consists of the unequal maturation of their reproductive organs, and heterostyly, that is, the position of their organs, where the androecium is located in the lower part of the gynoecium, phenomena that hinder fertilization. In addition, it was verified that artificial pollination, both manual and through the use of inducing substances, especially in the latter case and specifically with the ecohormone product, which is made up of gibberellin, cytokinin and auxin with which it was possible to obtain a greater number of flowers and a high fecundation percentage.

Keywords: soursop, biology, techniques, pollination.

1. INTRODUCCIÓN

La guanábana (*Annona muricata* L.) se encuentra dentro de la familia de las anonáceas y se produce en climas cálidos del continente americano. Uno de los países que más ha desarrollado este cultivo es Brasil, después se encuentra Colombia y Ecuador, en donde existen plantaciones que permiten cubrir la demanda del mercado (Triviño, 2018).

Esta fruta ha adquirido importancia tanto en el mercado nacional como internacional por la gran demanda que presenta, lo que la ha convertido en uno de los cultivos frutales no tradicionales más prometedores en el Ecuador, pudiéndose encontrar producciones totalmente tecnificadas en las provincias de Santa Elena, El Oro y Guayas (Cortez, 2020), a las que se unen cultivos aislados, que en conjunto alcanzan alrededor de 250 ha sembradas, según detalla el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (Bonilla, 2016).

Este cultivo se ha convertido en una alternativa productiva de desarrollo económico para los agricultores ecuatorianos, debido a su aroma, sabor, textura, así como a los subproductos que se elaboran mediante la utilización de su fruta y hojas, que poseen además diversas propiedades medicinales (Ortiz-Septién y Campos-Ortiz, 2018). Sin embargo, a pesar de su potencial presenta el problema de la baja productividad. Entre las causas que pueden originar esta situación, se destacan los fenómenos naturales que se presentan en la biología floral afectando el proceso de polinización natural, con una deficiencia del 70 hasta el 90 % (Andrade, 2019).

Diversos estudios han demostrado que tanto el crecimiento, como la cosecha y caída de los frutos de la guanábana están muy influenciados por la polinización (Sánchez-Monteón et al., 2019). Por ello, al haberse corroborado la deficiencia de la polinización natural, se ha hecho necesario probar diferentes técnicas de polinización artificial para lograr aumentar la producción, que incluyen tanto la polinización manual, mediante la manipulación de los órganos reproductivos, como la aplicación de sustancias inductoras, entre cuyos efectos destaca el de promover la floración, así como el aumento del cuajado y maduración de frutos (Miranda et al. 2003).

El estudio de información actualizada que permita explicar los obstáculos para la polinización natural de la guanábana, así como las posibles opciones para superarlos

mediante la polinización artificial, permitiría cumplir con una función fundamental de la universidad, como es la generación de conocimiento útil a la sociedad, en este caso referente a un cultivo de interés económico y alimenticio, como es la guanábana, en el marco de la línea de investigación de la Universidad Estatal Amazónica orientada a la producción de alimentos y sistemas agropecuarios.

Con estos antecedentes, nace la importancia de describir, en primer lugar, la biología floral de la guanábana y su relación con la polinización natural y en segundo lugar, las técnicas de polinización artificial, tanto manual como la que se realiza a partir de la utilización de sustancias inductoras, comparando su respectiva eficiencia en la fecundación de flores de guanábana, para aportar con un documento consolidado que pueda servir como guía para que pequeños y medianos agricultores sean capaces de seleccionar la técnica artificial más adecuada de acuerdo a sus condiciones, con el fin de incrementar su producción.

2. METODOLOGÍA

Este trabajo se encuentra en la línea de investigación de producción de alimentos y sistemas agropecuarios con enfoque en la agrotecnia y manejo integrado de los cultivos de interés regional y además de la caracterización e identificación de nuevas especies con potencial para la alimentación animal y humana.

2.1 Tipo de investigación

En el presente estudio se utilizó una investigación documental, teórica con un enfoque cualitativo, que tuvo un alcance descriptivo.

2.2 Método de investigación

El método de investigación utilizado fue de tipo inductivo y deductivo ya que se parte de lo particular a lo general para poder llegar a una conclusión general en el caso de la biología floral, mientras que para las técnicas de polinización se llega a una conclusión específica rigurosa y válida (Rodríguez y Pérez, 2017).

2.3 Técnicas de recolección de información

2.3.1 Descriptores para la búsqueda de información

La búsqueda de información se llevó a cabo de acuerdo a los resultados de la investigación, utilizando los siguientes descriptores para cada uno de ellos.

Descripción de la biología floral de la guanábana y su relación con la polinización natural

Se utilizaron palabras clave como guanábana, *Annona muricata* L., biología, morfología, fisiología, floral, polinización, Además, se combinaron las palabras clave biología floral, morfología floral; *Annona muricata* L., polinización natural, sustancias inductoras, para obtener mayores resultados.

Descripción de las técnicas de polinización y comparación de su eficiencia en la fecundación de flores de guanábana

Se utilizaron palabras clave como polinización, técnicas, manual, artificial, sustancias; inductoras. Además, se combinaron las palabras clave técnicas de polinización, polinización manual, polinización artificial y sustancias inductoras, para obtener mayores resultados.

2.3.2 Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión considerados para la búsqueda fueron los siguientes:

1. Idiomas utilizados para la búsqueda de información: Inicialmente se buscó en español, posteriormente se realizó búsquedas en portugués, inglés y mandarín.
2. Año de publicación: Estudios de preferencia de los últimos 10 años. No obstante, se incluyeron algunos trabajos fuera de este rango que presentaban un conocimiento relevante sobre el cual no ha existido avances importantes en los últimos años.
3. Número de estudios: Entre los estudios que arrojaron las búsquedas se seleccionó 15 artículos científicos, 12 tesis de pregrado y posgrado, 10 libros y 6 fichas técnicas, ajustados a los criterios de inclusión.

2.3.3 Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

1. Información discordante con el tema de esta investigación.
2. Estudios realizados antes del año 2011 que no contienen información relevante.
3. Estudios sin rigurosidad científica e información que no se encuentre en una fuente oficial, confiable o verídica.

2.4 Manejo de la información

Se utilizaron las siguientes bases de datos (BD) para obtener la información necesaria para la investigación, siempre teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión definidos previamente: Google Académico (Google, LLC-Alphabet Inc; USA), Scielo (FAPESP and BIREME; Brasil), Research Gate (Ijad Madisch, Sören Hofmayer y Horst Fickenscher; USA), Repositorios Digitales (UG, UTB, ESPE, UTEQ; Ecuador; UESB; Brasil; UNAD; Colombia; URL; Guatemala; UNSM; Perú; BUAP; México; UNA; Nicaragua), Redalyc (UAEM; México), Libros (Editoriales) y Fichas técnicas (Organismos gubernamentales y no gubernamentales).

Una vez realizada esta búsqueda inicial, se realizó una lectura crítica y un análisis de los documentos bibliográficos seleccionados, posteriormente se identificó y agrupó por separado dichos documentos, para facilitar el uso de la información se utilizó el programa software Microsoft Office Word y Microsoft Office Excel (Microsoft Corporativo; USA) de acuerdo a los objetivos, luego se extrajo la información útil, con la finalidad de plasmarla de manera ordenada en el documento (Anexo 1).

Para el cumplimiento del primer objetivo, se revisó, recopiló y se sintetizó información referente a la morfología, el desarrollo floral, la posición de los órganos sexuales y la eficiencia de la polinización natural.

En el caso del objetivo dos se realizó un análisis de la información para determinar la eficiencia de cada técnica de polinización en la fecundación de flores de guanábana, para lo que se consideraron las siguientes variables: número de flores polinizadas, número de flores cuajadas y porcentaje de fecundación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Descripción de la biología floral de la guanábana y su relación con la polinización natural

3.1.1 Biología floral de la guanábana

Morfología

Las flores de guanábana (*Annona muricata* L.), son típicamente hermafroditas y actinomorfas, se pueden encontrar en solitario o fasciculadas con dos o cuatro flores (Figura 1). El pedúnculo es leñoso de 2.5 mm de largo en promedio, el receptáculo es cónico y peludo (Ramanibai & Parthiban, 2020).

Figura 1.
Flores fasciculadas de guanábana.



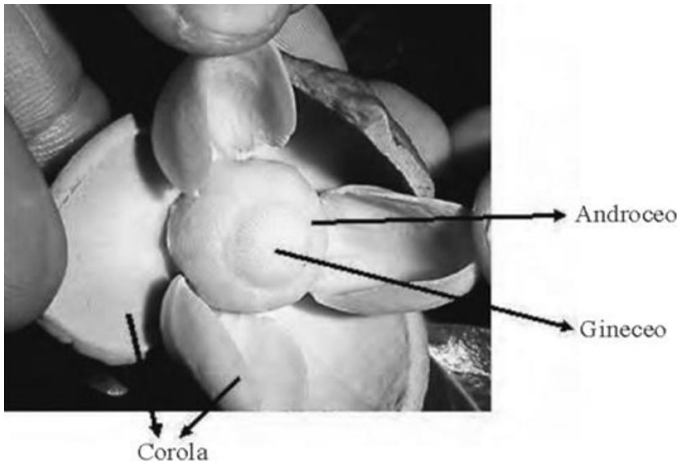
Nota. Adaptado de "Producción de guanábana (Annona muricata L.) en alta densidad de plantación, como alternativa para productores con superficies reducidas" (p. 41), por Reyes-Montero et al., 2018, *Agro productividad*, *11*(9).

De acuerdo a Lim (2012), Ramanibai & Parthiban (2020) y Leiva et al. (2018) el cáliz se encuentra conformado por tres sépalos carnosos, coriáceos, con forma ovoidal, de color verde y persistentes, mientras que la corola está formado por seis pétalos distribuidos en dos verticilos, los tres pétalos externos son gruesos, de color amarillo verdoso miden 3 * 2.3 cm cubiertos de pelos largos, delgados, suaves y se encuentran ubicados en los bordes sin superponerse, por otra parte, los tres pétalos internos se superponen, son de color amarillo y miden 2.5 * 2.3 cm.

Cuenta con los dos órganos sexuales en la misma flor, sin embargo, la posición de dichos órganos se interpone, este fenómeno se conoce como heterostilia (Gottsberger, 2014), en donde el androceo (órgano masculino) se encuentra en la parte inferior del gineceo.

El androceo se compone de numerosos estambres (Cortez, 2020) y tienen una forma tipo cuña con un largo de 4 mm que se encuentran conglomerados en forma de espiral, debajo y a los lados de una cúpula cónica superior, en donde se localizan varios carpelos ubicados en forma lineal. Cada estambre posee dos anteras que presentan orificios desiguales que almacenan el polen, el cual es pegajoso y de color amarillo transparente (Silveira, 2012; Rabelo et al, 2016).

Figura 2.
Órgano masculino (androceo), femenino (gineceo) y corola de la flor de guanábana.



Nota. Adaptado de *La Guanábana y otras anonáceas de valor comercial* (p. 32), por F. Leal, 2018, Universidad Central de Venezuela.

En la parte superior se ubica el gineceo, de acuerdo a Klein et al. (2020) dicho órgano posee un huevo en cada uno de los carpelos, con pistilos blancos y estigmas pegajosos. Por otra parte, Galeano (2017) explica que los estigmas cuando se encuentran receptivos presentan una coloración blanquecina con una sustancia mucilaginosa, además de tener un aspecto esponjoso, por otro lado, los diversos ovarios se unen para formar el fruto (Gomes Estrella de Freitas, 2012), cuando una parte de dichos ovarios no es fecundada se producen deformaciones.

En el estudio de Cárdenas (2003) se describe que los granos de polen se encuentran agrupados en tétradas, que son pegajosos con una forma ovoide y de color amarillo transparente, además Miranda (2017) argumenta que el polen también se puede agrupar frecuentemente en díadas, tríadas o tétradas, es muy delicado, puede ser navicular a triangular, disciforme o globoso, mono aperturado distalmente o inaperturado, la exina se puede encontrar granular o columelar, a veces con una capa basal lamelada y superficie reticulada atectada.

La cámara floral está constituida por segmentos de perianto que se encuentran dispuestos en forma de espiral ya sea continua o repetida, superpone los verticilos de manera que los pétalos y sépalos se doblen hacia dentro de la flor, provocando que se cubra el androceo y gineceo, llegando a formar una especie de cavidad donde los insectos puedan resguardarse (Paulino-Neto, 2014; Cheng & Xu, 2020).

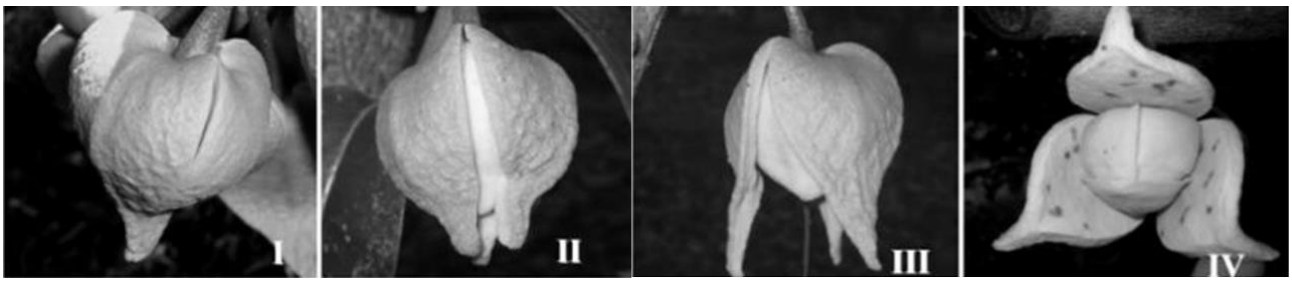
Desarrollo floral

Una vez activada la yema floral comienza el desarrollo, al inicio presenta una forma redonda para después transformarse en un botón floral, debido al crecimiento lento el botón no es uniforme, sin embargo, al alcanzar un diámetro de 15 mm este proceso se acelera, hasta entonces solo se puede diferenciar rudimentariamente pétalos y sépalos. A continuación, la flor crece hasta tener 22 o 23 mm de diámetro para ocurrir la antesis, esta etapa acontece entre 60 y 90 días. Luego se produce la polinización y finalmente la flor pierde su estructura (Cobos, 2009; Arévalo, 2012).

La flor de guanábana pasa por varios estados empezando por la fase I donde los pétalos

empiezan a abrirse, el estigma se muestra receptivo por segregar un líquido viscoso. En la fase II continua la separación de los pétalos y un aumento en la secreción del líquido del estigma, se toma como la etapa final de la yema floral. En la fase III los pétalos se tornan verde-amarillo, continua en aumento la secreción del líquido viscoso del estigma y los estambres se vuelven amarillo oscuro. En la fase IV los pétalos se tornan de color amarillento, disminuye la secreción viscosa (Figura 3). Por último, en la fase V con o sin fecundación de los órganos sexuales se produce la muerte y posterior caída de los pétalos (Silveira, 2012; Miranda, 2012).

Figura 3.
Estados I, II, II, IV del desarrollo floral de la guanábana.
Nota. Adaptado de *Polinização e proteção de frutos de gravioleira no estado da*



bahia (p. 23), por F. Silveira, 2012.

La apertura floral desde el estado I hasta llegar al estado IV sucede aproximadamente entre 95 y 132 horas (Leal, 2018), cuando se encuentra activo el órgano femenino los estigmas están disponibles a los granos de polen, mientras que la parte masculina se halla inactiva, luego las anteras maduran y sueltan los granos de polen, en este caso la fase femenina pierde su receptividad existiendo una desincronización en la maduración de ambos órganos sexuales (Oliveira et al., 2015), lo que se conoce como dicogamia protogineal, según la cual el órgano masculino (estambres) madura después que el femenino (pistilos) lo que ocasiona una fecundación deficiente durante la polinización (Guzmán, 1981 como se citó en Sánchez-Monteón et al. 2019).

En el transcurso de 2 a 3 horas se encuentran receptivos los estigmas, en este periodo no se genera la dehiscencia de las anteras, después del tiempo transcurrido los órganos femeninos toman una coloración café y pierden receptividad (Torres y Uriarte, 2003).

3.1.2 Polinización natural

La biología floral de la guanábana condiciona en gran medida el proceso de polinización natural, principalmente por presentar dicogamia protogénica, además de tener una estructura difícil de ingresar, provocando una baja polinización por insectos y viento, ya que la flor se encuentra cerrada (Cogez & Lyannaz, 1994), por consiguiente, no es capaz de elaborar néctar. Además, se presenta el fenómeno conocido como heterostilia, que dificulta la autofecundación, ya que el órgano masculino (androceo) se encuentra debajo del órgano femenino (Pinto & Genú, 1984, como se citó en Sánchez-Monteón et al. 2019, p. 19).

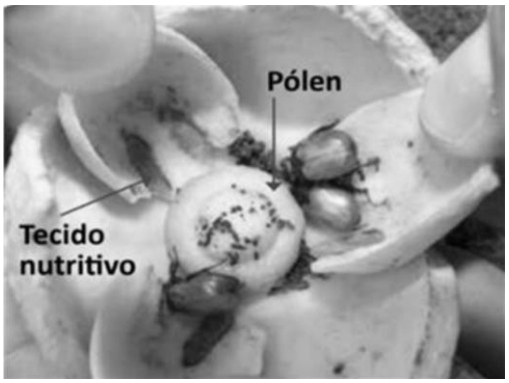
La planta de guanábana es polinizada de manera natural por el viento, agua e insectos,

en mayor proporción por escarabajos del género Cyclocephala obteniendo porcentajes bajos de efectividad aproximadamente del 30 % de acuerdo a Reyes et al. (2020). Oliveira et al. (2015) explicaron que los insectos se alojan en la cámara floral, se alimentan del tejido nutritivo de los pétalos internos y realizan el proceso de apareamiento (Figura 4), las anteras liberan el polen, llegando a caer los pétalos y la cámara floral se desarma, así los escarabajos cubiertos del polen dejan la flor que se encuentra en la fase masculina, buscan otra flor y realizan la polinización cruzada. Saunders (2020) manifiesta que la polinización natural se lleva a cabo por distintos órdenes de insectos, en su mayoría por coleópteros grandes (Cyclocephala) ya que son atraídos por el olor que emana la flor de guanábana, seguido de trips (Thysanoptera), moscas (Diptera), existen raros casos de la intervención de abejas (Hymenoptera) y cucarachas (Dictyoptera, Blattodea), frecuentemente las flores son visitadas por más de uno de estos órdenes.

Esta polinización por parte de los escarabajos resulta ineficiente, debido a que su cuerpo es liso lo cual impide una correcta adhesión y posterior transporte del polen (Anaya-Dyck et al., 2021).

Figura 4.

Cyclocephala vestita en flor de guanábana.



Nota. Adaptado de *Besouros produzem GRAVIOLAS* (p. 8), por Oliveira et al., 2015, FUNBIO.

Debido a la morfología existen pocos insectos capaces de ingresar a la flor para polinizar, lo que origina una baja producción, frutos pequeños e inadecuados para la comercialización (Reyes et al., 2020).

Según la organización Tanaman Buah (2014) la polinización natural alcanza una efectividad del 5 % pero se puede aumentar hasta un 25 % de efectividad con la presencia de tres escarabajos por flor. Así mismo en el trabajo de efecto de la polinización artificial en el cuajado de frutos de la guanábana (*Annona muricata* L.) en la zona norte del estado Tachira se obtuvo un porcentaje de cuajamiento de 20.9 %. Además la polinización anemofílica y la autopolinización alcanza una efectividad de 1.5 % (Tanaman Buah, 2014; Porras, Briceño y Molina, 2006; Datiles y Acevedo-Rodríguez, 2019). Del mismo modo, Leal (2018) obtuvo como resultado un 1.7 %, de fecundación, confirmando la baja eficiencia de la polinización natural.

3.2 Descripción de las técnicas de polinización y su eficiencia en la fecundación

de flores de guanábana

3.2.1 Descripción de las técnicas de polinización.

Se sugiere que la polinización artificial de manera manual se realice a partir de los 18 meses de edad del árbol (Reyes et al., 2020). Además, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2014) sugiere realizar la polinización manual en flores ubicadas en ramas gruesas y donde existe mayor follaje, excluyendo flores situadas en ramas débiles.

Para el proceso de polinización artificial de manera manual el polen se recolecta el día anterior a la polinización, de preferencia en horas de la tarde, las flores donadoras deben estar en el estado IV, dichas flores se caracterizan por estar abiertas, en donde la parte inferior de las anteras empiezan a apartarse y además el androceo se torna de color crema. Las flores deben estar en sombra, luego los estambres se separan y se recolectan en recipientes, de preferencia de vidrio que tengan un tapón con algodón humedecido. Al siguiente día, se recomienda polinizar manualmente en las primeras horas de la mañana (6 am hasta 12h30 pm), para evitar que el polen pierda su efectividad. Se eligen las flores en estado III y se procede a polinizar con la ayuda de un pincel fino, colocando el polen dentro de la flor receptora (Figura 5) cuidando de no ocasionar daños (Andrade, 2019; Rodríguez, 2015; Alfonso, Cubides y Román, 2016; Mendez, 2014).

Figura 5.
Flor donadora de polen en estado IV y polinización de flor en estado III.



Nota. Adaptado de *Determinación de las condiciones técnicas y comerciales para el establecimiento de los cultivos de chamba y guanábana en la provincia de Lengupá* (pp. 78-80), por J. A. Mendez Patarroyo, 2014

Sin embargo, Silveira (2012) en su investigación experimental utilizo cepillos blandos para recolectar el polen de las flores en estado V, y aunque dichas flores habían perdido una parte del polen debido a la abertura floral (Figura 6), se produjo una alta tasa de germinación entre un 86,5 y 97,7 % de viabilidad del polen, tras su polinización manual en flores en estado III, como se ha descrito anteriormente.

Figura 6.
Flor donadora de polen en estado V y polinización de la flor en estado III.



Nota. Adaptado de *Polinização e proteção de frutos de gravioleira no estado da bahia* (pp. 38-40), por F. Silveira, 2012.

Guaycha (2020) y Martínez (2019) explican que la aplicación de hormonas para inducir la floración y posterior cuajamiento de frutos se lleva a cabo en las primeras horas de la mañana a los 20 días previos del primer estado de la flor (emisión del brote de floración). Para ello, se utiliza una mochila aspersora y se realiza una segunda aplicación después de la inducción manual.

3.2.2 Eficiencia de las técnicas de polinización artificial en la fecundación de flores de guanábana.

Obteniendo la muestra del polen en la tarde del día anterior a la polinización, se puede alcanzar una efectividad de 70 % en la fecundación de flores, debido a que se poliniza la mayoría de los pistilos (Porras et al., 2006). Un resultado similar fue obtenido por Franco-Mora et al. (2001), al implementar el mismo procedimiento. Ensayos llevados a cabo por Leal (2018) y Güerere-Pereira et al. (2008) proporcionaron menores porcentajes de fecundación (Tabla 1).

Tabla 1.

Porcentaje de eficiencia de la polinización artificial manual en guanábana.

Número de flores	**Número de flores fecundadas**	**Porcentaje de fecundación**	**Referencia**
120	84	70	Franco-Mora et al., 2001
120	84	70	Porras et al., 2006
82	48	58.53	Güerere-Pereira et al., 2008
347	187	53.8	Leal, 2018

Cabe señalar que los resultados obtenidos por Güerere-Pereira et al., (2008) pudieron estar influenciados porque se procedió a estrujar el polen con los dedos, lo que habría provocado dificultades con la muestra, ya que el polen es delicado.

De acuerdo a los datos procedentes de los diversos estudios detallados en la Tabla 1, la eficiencia de la polinización manual varía entre el 53.8 y el 70 %. Valores similares se aprecian como resultado de la implementación de la polinización artificial mediante el uso de sustancias inductoras, concretamente en el caso de la aplicación de los productos New gibb y Cultar, en donde se alcanzó un rendimiento en promedio de 56 hasta 73 %. No obstante, los productos Ecohormonas y Green master, compuestos por hormonas del grupo de las giberelina, citoquinina y auxina proporcionaron los mayores porcentajes de fecundación, que se situaron por encima del 77 % de efectividad (Tabla 2).

Tabla 2.

Porcentaje de eficiencia de la polinización artificial utilizando sustancias inductoras en guanábana.

Grupo	Producto	Dosis	Número de flores por planta	Número de flores fecundadas	Porcentaje de fecundación	Referencia
Giberelina citoquinina y auxina	Ecohormonas	0.75 l/ha	49	40	83.06	
Citoquinina, giberelina y auxina	Green master	1.5 l/ha	33	25	77.30	Guaycha, 2020
Citoquinina	Cytokin	1.0 l/ha	33	26	77.55	
Giberelina	New gibb	45.0 g/ha	26	19	72.97	
Retardador	Cultar	1.0 l/ha	-	199.50	70	
Retardador	Cultar	0.5 l/ha	-	140	56	Martínez, 2019
Citoquinina	Citokin	1.0 l/ha	-	114	40	
Citoquinina	Citokin	0.5 l/ha	-	113.75	45	
Giberelina	Ryz Up	5.0 mg/l	20	10	49.57	Cobos, 2009

El uso del producto Cultar, a base de paclobutrazol (retardador) utilizado por Martínez (2019) demostró ser significativamente mejor al ser aplicado en dosis de 1.0 l/ha que de 0.5 l/ha. La aplicación del producto Citokin, a base de citoquinina, proporcionó resultados algo dispares, ya que Guaycha (2020) obtuvo mejores porcentajes de fecundación que Martinez (2019), quien además había comparado el efecto de dos dosis del producto, habiendo identificado diferencias significativas entre los resultados de las mismas.

La giberelina ha producido resultados desiguales, dependiendo de su dosis y producto comercial, ya que Cobos (2009) utilizando Ryz Up a base de giberelina en dosis de 5 mg/l alcanzó el 49.57 % de fecundación, mientras que Guaycha (2020) utilizando la misma hormona, pero con el producto new gibb en dosis de 45 g/ha logró un porcentaje de fecundación del 72.97 %.

Es importante señalar que en el experimento de Cobos (2009) se implementó como práctica cultural el rayado de ramas, que en teoría no modifica la masa foliar, y la poda, que acelera la diferenciación floral y facilita la emergencia de las yemas florales.

Adicionalmente, Díaz et al. (2013), realizaron revisiones consecutivas sobre el número de emergencia floral, pero no del porcentaje de fecundación, a los 15, 30, 45 y 60 días después de haber llevado a cabo la aplicación de distintas sustancias inductoras (Tabla 3).

Tabla 3.

Número de emergencia floral utilizando sustancias inductoras en guanábana.

Producto	Emergencia floral			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Citocrop	8	-	18	-

Biozyme	21	31	-	42
Agromil Plus	17	-	-	-
Organozima	0	-	-	-
Giberelinas	3	22	32	-

Nota. Adaptado de *Reguladores de crecimiento promotores de la floración en guanábano (Annona muricata L.) en la Bandera, Actopan, Veracruz* (p. 23), por Díaz et al., 2013, Universidad Veracruzana.

Los resultados de este estudio en relación a la aplicación de Biozyme y Giberelinas, se asemejan a los que obtuvo Guaycha (2020) con la aplicación de New gibb, Cytokin y Green master (Tabla 2), en donde consiguió valores de emergencia floral de 26 hasta 33 flores, similares a los que obtuvo Díaz et al (2013) después de haber pasado 30 días a partir de la aplicación del producto Biozyme, y 45 días a partir de la aplicación de Giberelinas.

Finalmente, el mejor número de emergencia floral se obtuvo en la medición llevada a cabo a los 60 días después de haber aplicado Biozyme (a base de giberelinas, ácido indolacético y zeatina)

4. CONCLUSIONES

La biología floral de la guanábana es poco común y compleja, debido a su morfología y fisiología características, en donde el órgano masculino (androceo) y femenino (gineceo) se encuentra dentro de la misma flor, hecho que, lejos de ser una ventaja, se convierte en la causa principal de la ineficiencia de la fecundación durante la polinización natural, debido a la presencia de dos fenómenos como la dicogamia protogínica y heterostilia. A la morfología de la flor, como origen de los malos resultados de la polinización natural, se unen las características de sus principales insectos polinizadores, cuyo cuerpo liso impide una correcta adhesión y posterior transporte del polen.

La polinización artificial, tanto manual como utilizando sustancias inductoras, es un proceso complejo y laborioso, ya que se debe realizar una correcta manipulación del polen, en el primer caso, y del producto a aplicar, en el segundo caso, asegurándose de polinizar en los estados florales adecuados que ya están determinados por los estudios de la biología floral.

Finalmente, ambas técnicas de polinización artificial estudiadas (manual y utilizando sustancias inductoras) permiten revertir los resultados negativos de la polinización natural. Sin embargo, la utilización de sustancias inductoras se determinó como la alternativa más eficiente de las técnicas revisadas, habiéndose obtenido los resultados más exitosos utilizando el producto Ecohormonas, fabricado a base de hormonas naturales, como giberelina, citoquinina y auxina.

REFERENCIAS

Agrizon. (2019). Biozyme 225CC. Recuperado de https://www.e-agrizon.com/producto/biozyme-225cc/

Alcantara Cortes, J. S., Acero Godoy, J., Alcántara Cortés, J. D., y Sánchez Mora, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento

vegetal. *NOVA*, *17*(32), 109-129. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200109

Alfonso, S., Cubides, L., y Román J. (1 de Junio de 2016). Cultivo de guanábana y brócoli. *Producción Agroalimentaria*. Recuperado de https://www.yumpu.com/es/document/read/55611148/cultivo-de-guanabana-y-brocoli

Alvarado, D., Pérez, J., Velásquez, G., y Velásquez, M. (2017). Manual de polinizaciones controladas en cacao. Recuperado de https://digi.usac.edu.gt/edigi/files/pdf

Anaya-Dyck, J. M., Hernández-Oñate, M. A. Tafolla-Arellano, J. C. Báez-Sañudo, R. Gutiérrez-Martínez, P., y Tiznado-Hernández M. E. (2021). La cadena productiva de guanábana: una opción para el desarrollo económico en Compostela, Nayarit. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, *31*(57), 1-34. Doi: https://doi.org/10.24836/es.v31i57.1048

Andrade, D. (25 de Enero de 2019). Instructivo de la polinización artificial en guanábana. *Frutimundo*. Recuperado de https://www.frutimundo.com/2019/01/instructivo-de-la-polinizacion.html

Arévalo Reátegui, J. O. (2012). *Estimación de las pérdidas mediante la protección de frutos de guanábana contra el ataque del perforador de semilla (Bephratelloides maculicollis) Hymenoptera : Eurytomidae.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú. Recuperado de https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/1177

Arguello Cedeño, E. F. (2019). *Efecto de la aplicación de dos bioestimulantes comerciales en el crecimiento de las plantas de cacao clon nacional (Theobroma cacao* L.*) en la zona de Buena Fe*. (Tesis de pregrado). Universidad Estatal de Quevedo, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1984

Artur Campos, D. M. (2006). *Coleópteros associados a flores e inflorescências de Annonaceae e Araceae na Regiã da Floresta Atlântica em Pernambuco.* (Tesis de posgrado). Universidade Federal De Pernambuco, Brasil . Recuperado de https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/656

Astudillo Viteri, R. A. (2015). *Diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de pepino (Cucumis sativus* L.*) En sustrato de viruta de madera más arena de río*. (Tesis de pregrado). Universidad Estatal de Quevedo, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1555

BAYER S.A. (2020). Reguladores de Crecimiento Ryz Up®. Recuperado de https://agro.bayer.pe/productos/ryz-up

Becerril-Román, A. (2018). Bioestimulantes y nutrimentos foliares en la producción de higo (Ficus carica L.) 'Café de Turquía'. *Agro Productividad*, *11*(9), 15-19. Doi: https://doi.org/10.32854/agrop.v11i9.1209

Bonilla, M. (6 de Marzo de 2016). El productor de guanábana busca mercados en el país. *Líderes.* Recuperado de https://www.revistalideres.ec/lideres/produccion-guanabana-mercados-exportacion.html

Cajamarca Marín, E. S., Quevedo Guerrero, J. N., y García Batista, D. C. R. M. (2017). Eficiencia de hormonas en el enraizamiento de ramillas de cacao (*Theobroma*

cacao L.) tipo nacional x trinitario. *Revista Científica Agroecosistemas*, *5*(1), 6-15. Recuperado de https://ceema.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/132

Cambero Ayón, C. B., Luna Esquivel, G., Rios Velasco, C., Estrada Virgen, O., Betancourt Aranguré, A., y Cambero Campos, O. J. (2020). Evaluación in vitro de antagonistas contra patógenos de fruto de guanábana (Annona muricata L.) en Nayarit, México. *Brasileira de Fruticultura*, *42*(2). Doi: https://doi.org/10.1590/0100-29452020147

Cárdenas Torres, L. F. (2003). Almacenamiento de Polen de Guanábano (*Annona muricata* L.). *Colombia Forestal*, *8*(16), 121-125. Recuperado de https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/3383/4920

Cedeño Rosero, M. A. (2020). Inventario actualizado de insectos plaga presentes en el cultivo de Guanábana (Annona muricata L.) en la provincia del Guayas. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/48758

Chávez Díaz, J. J. (2018). *Efecto de tres bioestimulantes (Ryz up, Prolamina y Aminofol) y tres dosis de aplicación, en el rendimiento en grano seco de frijol variedad Sumac Puka* (*Phaseolus vulgaris* L.) *en Cajamarca*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca). Recuperado de http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3166

Cheng, M., & Xu, F. (2020). Classification of pollination chamber and evolution significance of Annonaceae [J]. *Guihaia*, *40*(1), 60-70. Doi: 10.11931/guihaia.gxzw201812047

Cobos Marles, S. E. (2009). *Evaluación de técnicas y sustancias inductoras sobre la retención de las estructuras florales y productivas del guanábano (Annona muricata* L.*) en una plantación de Santo Domingo de los Colorados.* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/2523

Cortez Aroca, Z. J. (2020). *Caracterización Fenotípica de la planta y Organoléptica del Fruto de Guanábana (Annona muricata* L.*) en la Estación Litoral Sur del INIAP*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/50294

Datiles, M. J., y Acevedo-Rodríguez, P. (21 de Noviembre de 2019). Annona muricata (soursop). *Cabi*. Recuperado de https://www.cabi.org/isc/datasheet/5812#tosummaryOfInvasiveness

De la Peña Alonso, E., Pérez Méndez, V., Alcaráz, L., Lora, J., Larrañaga, N., y Hormaza, I. (2018). Polinizadores y polinización en frutales subtropicales: implicaciones en manejo, conservación y seguridad alimentaria. *Ecosistemas*, *27*(2), 91-101. Doi: https://doi.org/10.7818/ECOS.1480

Díaz González, Y., Cortés García, A., Arroyo Urbina, I., Rosales Tejeda, O., Hernández Pulido, Y., y Vidal Hernández, L. (2013). Reguladores de crecimiento promotores de la floración en guanábano (*Annona muricata* L.) en la Bandera, Actopan, Veracruz. En la Bandera, Actopan, Veracruz. En Suárez Guerrero, A. I. y Rivera Fernández, A. XII Foro de trabajos efectuados en los Módulos de Integración y Terminales de la Facultad de Ciencias Agrícolas Xalapa (pp, 23) México: Universidad Veracruzana.

Ecuaguanaba. (2017). *Manual del cultivo*. Editorial OIKOS, Quito. 25p. Recuperado de https://issuu.com/permatree/docs/manual_ecuaguanabana_ecuador

Ferreyra Lozano, J. (2017). AGROMIL PLUS. Agromil Plus de Agroenzymas es una solución que va encaminada a controlar. Recuperado de https://docplayer.es/68157723-Agromil-plus-agromil-plus-de-agroenzymas-es-una-solucion-que-va-encaminada-a-controlar.html

Franco-Mora, O., Jasso-Mata, J., García-Villanueva, E., y Saucedo-Veloz, C. (2001). Crecimiento y calidad de frutos de *Annona muricata* L. con diferentes intensidades de polinización. *Revista Fitotecnia Mexicana*, *24*(2), 139-144. Recuperado de https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/24-2/2a.pdf

Freire Magallon, R. V. (2020). *Evaluación de fitohormonas comerciales en el desarrollo y producción del pimiento (Capsicum annuum L).* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6033

Galeano Zarate, C. A. (2017). Evaluación de la fenología floral de la guanábana (*Annona muricata* L.) en condiciones de la finca el Silencio en el municipio de Mariquita, Colombia. *Engormix*. Recuperado de https://www.engormix.com/agricultura/articulos/evaluacion-fenologia-floral-guanabana-t40986.htm

García Álvarez, M. E. (2010). La guanábana (*Annona muricata* L.). Propiedades y usos. *Revista CitriFrut*, *27*(1), 69-70.

García Chávez, S. B. (2015). D*iferentes sustancias nutritivas en el cultivo de pepino (cucumis sativus* L.*) en sustrato de viruta de madera más arena de río.* (Tesis de pregrado). Universidad Estatal de Quevedo, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1555

Gomes Estrella de Freitas, A. L. (2012). *Caracterização da produção e do mercado da graviola (annona muricata* L.*) no estado da Bahia*. (Tesis de posgrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil. Recuperado de https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2790/1/BRT-polinizacaoeprotecaodefrutosdegravioleiranoestadodabahia-vilasboas.pdf

Gottsberger, G. (2014). Evolutionary steps in the reproductive biology of annonaceae. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(1), 32-43. Doi: https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500004

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 pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6009

Güerere-Pereira, P., Cardozo, L., Coronel, Y., Pérez, L., y González, C. (2008). Técnica de polinización manual de flores de guanábano, *Annona muricata* L., en la planicie de Maracaibo. *Produción Agropecuaria*, *1*(1), 21-23. Recuperado de https://investigacion.unesur.edu.ve/index.php/rpa/article/view/32/23

Guzmán, F. (1982). *Eficiencia de la Polinización Artificial en las Flores de Guanábana (Annona muricata* L.*).* (Tesis de pregrado). Universidad del Tolima, Colombia .

Hernández Silva, E., y García-Martínez, I. (2016). Brasinoesteroides en la agricultura.

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, *7*(2), 441-450. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263145278018

Hoyos Alvarado, C. M. (2019). *Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento de arveja (Pisum sativum L.) en Cajamarca*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Recuperado de http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3136

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP] (2014). Guanábana: Establecimiento del cultivo. Recuperado de http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mfruti/rguanabana

INTAGRI. (2016). Bioestimulación de la floración en cultivos hortofrutículas. *INTAGRI. 80,* 6. Recuperado de https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulacion-de-la-floracion-en-cultivo-hortofruticolas

Klein, A. M., Freitas, B. M., Bomfim, I. G. A., Fornoff, F., Boreux, V., & Oliveira, M. O. (2020). Polinização das culturas agrícolas. *A polinização agrícola por insetos no Brasil* (pp. 64-65). Brasil: FreiDok plus. Doi: 10.6094/UNIFR/151237

Lara Serrano, W. N. (2020). *Determinación de la respuesta de dos enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (Oriza sativa) de la variedad INIAP-14, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos*. (Tesis de pregrado). Universidad Estatal de Quevedo, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/491

Leal Pinto, F. (2018). La Guanábana y otras anonáceas de valor comercial. Venezuela: Universidad Central de Venezuela. Recuperado de http://saber.ucv.ve/omp/index.php/editorialucv/catalog/book/17

Leiva Gonzáles, S., Gayoso Bazán. G., y Chang Chávez, L. (2018). Annona muricata L. "guanábana" (Annonaceae), una fruta utilizada como alimento en el Perú prehispánico. *Arnaldoa*, *25*(1), 127-140. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n1/a08v25n1.pdf

Lim, T. K. (2012). *Edible Medicinal and Non Medicinal Plants*: Volume 1, Fruits, Springer, Australia. Doi: https://doi.org/10.1007/978-90-481-8661-7

Loor Villafuerte, E. E. (2011). *Influencia de las fases lunares en la propagación de plantas de guanabana (Annona muricata L.) por método asexual.* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2210

Marketing Arm International. (2019). NewGibb Line. Recuperado de https://marketingarm.com/products/plant-growth-regulator/newgibb-line/

Martínez Villacis, A. M. (2019). *Efecto de inductores de floración sobre la formación de frutos, en el cultivo de guanábana (Annona muricata), en la zona de Alfredo Baquerizo Moreno, Guayas.* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Recuperado de http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6178

Medina, W. R. (2021). *Efecto de la aplicación de tres bioestimulantes en el rendimiento de lenteja (Lens culinaris Medick), en Cajamarca.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Recuperado de http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4287

Mendez Patarroyo, J. A. (2014). *Determinación de las condiciones técnicas y comerciales para el establecimiento de los cultivos de chamba y guanábana en la*

provincia de Lengupá. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia. Recuperado de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2673/74346478.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Miranda Tejada, F. F. (2017). *Evaluación de métodos de injertación para la propagación de guanábana (Annona muricata,* L. *Annonaceae).* (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Recuperado de http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2017/06/17/Miranda-Felton.pdf

Miranda, D. (2012). El cultivo de las especies frutales en Colombia: Guanábana (Annona muricata L.). En Fischer, G. (Primera Edición), *Manual para el cultivo de frutales en el Trópico* (pp. 196-525). Bogotá, Colombia: Produmedios.

Miranda, L. D., Barragán, Q. E., Barreto O. D., y Caicedo, A. M. (2003). Capítulo 5: Inductores de floración. En Miranda, L. D., Basto, D. M., Agudelo, S. C., Barreto, O. J. D., Guzman, J. A., Garcia, R. E., y Sanchez, L. F. *Manejo integrado del cultivo de guanábana [Innovaciones tecnológicas]* (pp. 158-251) Tolima: CORPOICA.

Mora Guerrero. L. A. (2020). *Perspectiva comercial de la Guanábana (Annona muricata* L.*) como cultivo frutícola no tradicional en el Ecuador* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Recuperado de http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8026

Moreira Macías, R., y Ardisana. E.F. (2014). Estado actual y perspectivas de desarrollo de la guanábana *(Annona Muricata L.)* como cultivo comercial en el Sur de Manabí, Ecuador. *Revista Alternativas*, *15*(2), 36-42. Recuperado de https://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-alternativas/index.php/alternativas-ucsg/article/view/13

NEDERAGRO S.A. (2019a). Eco hormonas. Recuperado de http://nederagro.com/WebNederagro/wp-content/uploads/2019/11/EcoHormonas.pdf

NEDERAGRO S.A. (2019b). Green master. Recuperado de: http://nederagro.com/wp-content/uploads/2020/11/GreenMaster.pdf

NVA. (2020). CITOCROP® SL. *NVA.* Recuperado de http://nva.cl/productos/citocrop.html

Oliveira, R., Artur Campos, D. M., Zanella, F., Martins, C. F., & Schlindwein, C. (2015). Besouros produzem GRAVIOLAS. Brasil, FUNBIO. Recuperado de https://sites.icb.ufmg.br/plebeia/wp-content/uploads/2017/06/2014-Oliveira-et-al.-besouros-produzem-graviolas.pdf

Ordoñez Collantes, H. Y., y Jara Alvarado, J. C. (2018). *Evaluación de dos reguladores de crecimiento para incrementar la floración, cuajado y rendimiento del cultivo de mango (Mangifera indica L.) var. kent en la campaña 2017-2018, distrito Olmos - región Lambayeque*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú. Recuperado de https://hdl.handle.net/20.500.12893/4293

Ortiz Chipre, M. J. (2012). *Inductores de floración en mango (Mangífera indica L.) variedad Tommy atkins en el cantón Colimes*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2474

Ortiz-Septién, G., y Campos-Ortiz, S. (2018). *Propiedades curativas de las hojas de guanábana (Annona muricata) y su impacto potencial fármaco-industrial.* (Tesis de

posgrado). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Recuperado de https://icuap.buap.mx/sites/default/files/revista/2018/03/3E10-PROPIEDADESCURATIVASDELASHOJASDEGUANABANADONE-EGV.pdf

Parizotto, D. R., & Grossi, P. C. (2019). Revisiting pollinating Cyclocephala scarab beetles (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) associated with the soursop (Annona muricata, Annonaceae). *Neotropical Entomology, 48*, 415-421. Doi: https://doi.org/10.1007/s13744-018-0647-y

Paulino-Neto, H. F. (2014). Capítulo 11: Polinização por besouros. En Rech, A. R., Agostini, K., Oliveira, P. E., & Machado, I. C. Biologia da Polinização (Primera edición). Brasil: Editora Projeto Cultural 259-275. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Kayna-Agostini/publication/275831407_Biologia_da_Polinizacao/links/5547c6a90cf26a7bf4da97df/Biologia-da-Polinizacao.pdf#page=261

Pimentel Cáceres, J. R. (2021). *Efecto de Biozyme TF en el rendimiento y crecimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.), en el Valle de Cañete, 2020.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cañete, Perú. Recuperado de http://repositorio.undc.edu.pe/handle/UNDC/168

Plaza, F. (21 de Noviembre de 2018). Exportadores ecuatorianos de guanábana proyectan crecimiento de sus envíos. *Procomer*. Recuperado de https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportadores-ecuatorianos-de-guanabana-proyectan-crecimiento-de-sus-envios/

Porras, D., Briceño, W., y Molina, A. (2006). Efecto de la polinización artificial en el cuajado de frutos de la guanábana (*Annona muricata* L.) en la zona norte del estado Tachira, Venezuela. *Revista científica UNET*, *18*(1), 1-8. Recuperado de http://www.revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/unet/v18n1/articulo4.pd

Quezada Guzmán, F. (2017). *Efecto de Paclobutrazol (Cultar ®) y Prohexadione de calcio (Regalis ®) sobre el retorno floral y otros parámetros productivos y vegetativos del cerezo Prunus avium L.* (Tesis de pregrado). Universidad Católica del Maule, Chile. Recuperado de http://repositorio.ucm.cl:8080/handle/ucm/790

Quezada Ramon, J. A. (2015). *Uso de giberelinas en la producción forzada de naranja Washington navel (Citrus sinensis), en la granja experimental la cuca.* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1111

Quispe Nieto, P. R. (2012). Biología del "gusano perforador del fruto" de guanábana Cerconota anonella (sepp) lepidoptera-Oecophoridae en el distrito de San Ramón-Chanchamayo. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro de Perú, Perú. Recuperado de https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/330

Rabelo, S. V., Siqueira, Q. J. S., Vilaça, C. E., Silva, A. J. R. G., & Quintans, J. L. J (2016). Capítulo 24: Annona Species (Annonaceae). En Preedy, V. R. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety (Primera edición). Academic Press 221-229. Doi: http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00024-9

Ramanibai, R., & Parthiban, E. (2020). Phenology of an important medicinal plant Annona muricata L. (Annonaceae). *The International Journal of Plant Reproductive Biology*, *12*(2), 1–4. Doi: https://doi.org/10.14787/ijprb.2020

Reyes C. R., Reyes, F. H. M., Bastidas, P. S., Peña, R. E., Caicedo, A. A., Moreno, C. L. P., Rozo, L. Y…Osorio, C. O. (2020). Agrosavia Fecunda y Agrosavia Tesoro. (43). Mosquera, Colombia: Agrosavia. Doi: https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7404210

Reyes-Montero, J., Aceves-Navarro, E., Caamal-Velázquez, J., y Alamilla-Magaña, J. (2018). Producción de guanábana (Annona muricata L.) en alta densidad de plantación, como alternativa para productores con superficies reducidas. *Agro productividad, 11*(9), 37-42. Doi: https://doi.org/10.32854/agrop.v11i9.1212

Rodríguez Jiménez, A., y Pérez Jacinto, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista EAN*, *82*, 179-200 Doi: https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647

Rodríguez, F. (2015). El cultivo de la guanábana. *Academia premium*. Recuperado de https://www.academia.edu/28371845/EL_CULTIVO_DE_LA_GUANABANA

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 Science and Natural Resources*, *5*(15), 18-22 Doi: 10.35429/JESN.2019.15.5.18.22

Saunders, R. M. K. (2012). The diversity and evolution of pollination systems in Annonaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, *169*(1), 222-244. Doi: https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2011.01208.x

Saunders, R. M. K. (2020). The evolution of key functional floral traits in the early divergent angiosperm family Annonaceae. *Journal of Systematics and Evolution, 58*(4), 369-392. Doi: https://doi.org/10.1111/jse.12645

Silva Antaurco, J. A., Cruz Nieto, D. D., Espinoza Montesinos, F., Legua Cárdenas, J. A., y Romero Menacho, J. U. (2019). Niveles de citoquinina y su efecto sobre la producción de caigua (Cyclanthera pedata L.). *Infinitum.*, 9(2), 106-111. Doi: https://doi.org/10.51431/infinitum.v9i2.577

Silveira Vilasboas, F. (2012). *Polinização e proteção de frutos de gravioleira no estado da bahia*. (Tesis de posgrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil. Recuperado de https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2790/1/BRT-polinizacaoeprotecaodefrutosdegravioleiranoestadodabahia-vilasboas.pdf

Syngenta. (2021). CULTAR ®. Recuperado de https://www.syngenta.cl/product/crop-protection/reguladores-de-crecimiento/cultar-r-2

Tanaman Buah. (2014). Penyerbukan Buatan Pada Buah Sirsak. *Majalah Trubus*. Recuperado de http://pertaniandanpeternakanku.blogspot.com/2014/02/penyerbukan-buatan-pada-buah-sirsak.html

Torres Chihuaicura, M. A. (2013). *Evaluación de frecuencia y dos concentraciones de aplicación de bioestimulante (Biozyme®) en floración de berenjenas (Solanum melongena L.) para reducir los costos del cultivo.* (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Chile. Recuperado de https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/148575

Torres García, C. C., y Uriarte Siles, E. J. (2003). *Caracterización y evaluación preliminar in situ de 69 accesiones de guanábana (Annona muricata L.) en la región del pacifico y norte de Nicaragua.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Recuperado de https://repositorio.una.edu.ni/1846/

Triviño Cusme, D. A. (2018). *Importancia de la producción y exportación de guanábana en el Ecuador y sus perspectivas.* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29032

UltraTeck. (2019). OrganoZyma. Recuperado de http://ultrateck.ovh/resorce/pdf/FICHA%20TECNICA%20ORGANOZYMA%202019.pdf

Valverde Aguilar, J. A. (2015). *Diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de pimiento (Capsicum annuum) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río.* (Tesis de

pregrado). Universidad Estatal de Quevedo, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1497

Veliz Galarza P. X. (2010). *Evaluación a la aplicación de giberelina (New gibb 10%), para inducir a la brotación en tubérculos de la papa (Solanum tuberosum)*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/4323

ANEXOS

Anexo 1. Información de las fuentes bibliográficas que aportaron a los resultados de la investigación.

Tabla 1.

Manejo y análisis de la información de las respectivas fuentes bibliográfica

N°	Tipo de publicación	Base de datos	País	Título	Objetivo	Autor
1	Artículo	Google académico	Venezuela	Efecto de la polinización artificial en el cuajado de frutos de la guanábana (Annona muricata L.) en la zona norte del estado Tachira, Venezuela.	1 y 2	Porras, Briceño y Molina, 2006
2	Artículo	Google académico	Venezuela	Técnica de polinización manual de flores de guanábano, Annona muricata L., en la planicie de Maracaibo	2	Güerere-Pereira et al., 2008
3	Artículo	Google académico	México	Phenology of an important medicinal plant Annona muricata L. (Annonaceae).	1	Ramanibai & Parthiban, 2020
4	Artículo	Google académico	China	Classification of pollination chamber and evolution significance of Annonaceae [J].	1	Cheng & Xu, 2020
5	Artículo	Research Gate	México	Producción de guanábana (Annona muricata L.) en alta densidad de plantación, como alternativa para productores con superficies reducidas	1	Reyes-Montero et al., 2018
6	Artículo	Research Gate	México	Comparative study between natural, entomophilic and manual pollination in soursop (Annona muricata L.).	1	Sánchez-Monteón et al., 2019
7	Artículo	Research Gate	China	The evolution of key functional floral traits in the early divergent angiosperm family Annonaceae	1	Saunders, 2020
8	Artículo	Research Gate	México	La cadena productiva de guanábana: una opción para el desarrollo económico en Compostela, Nayarit.	1	Anaya-Dyck et al., 2021
9	Artículo	Redalyc	México	Crecimiento y calidad de frutos de Annona muricata L. con diferentes intensidades de polinización.	2	Franco-Mora, 2001
10	Artículo	Scielo	Brasil	Evolutionary steps in the reproductive biology of annonaceae.	1	Gottsberger, 2014
11	Artículo	Scielo	Cuba	Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento.	1 y 2	Rodríguez y Pérez, 2017
12	Artículo	Scielo	Perú	Annona muricata L. “guanábana” (Annonaceae), una fruta utilizada como alimento en el Perú prehispánico	1	Leiva et al., 2018
13	Artículo	Academia premium	Ecuador	El cultivo de la guanábana	2	Rodríguez, 2015
14	Artículo	Colombia Forestal	Colombia	Almacenamiento de Polen de Guanábano (Annona muricata L.).	1	Cárdenas, 2003
15	Artículo	Engormix	Colombia	Evaluación de la fenología floral de la guanábana (Annona muricata L.) en condiciones de la finca el Silencio en el municipio de Mariquita, Colombia	1	Galeano, 2017

16	Ficha técnica	INIAP	Ecuador	Guanábana: Establecimiento del cultivo.	2	INIAP, 2014
17	Ficha técnica	Líderes	Ecuador	El productor de guanábana busca mercados en el país.	1 y 2	Bonilla, 2016
18	Ficha técnica	Frutimundo	Ecuador	Instructivo de la polinización artificial en guanábana.	2	Andrade, 2019
19	Ficha técnica	Majalah Trubus	China	Penyerbukan Buatan Pada Buah Sirsak	1 y 2	Tanaman Buah, 2014
20	Ficha técnica	Agroalimentaria.	-	Cultivo de guanábana y brócoli.	2	Alfonso, Cubides y Román, 2016
21	Ficha técnica	Cabi	Unión europea	Annona muricata (soursop).	1	Datiles y Acevedo, 2019
22	Libro	CORPOICA	Colombia	Inductores de floración	1 y 2	Miranda et al., 2003
23	Libro	Springer	Australia	Edible Medicinal and Non Medicinal Plants:	1	Lim, 2012
24	Libro	Produmedios	Colombia	El cultivo de las especies frutales en Colombia: Guanábana (Annona muricata L.).	1	Miranda, 2012
25	Libro	Universidad Veracruzana.	México	Reguladores de crecimiento promotores de la floración en guanábano (Annona muricata L.) en la Bandera, Actopan, Veracruz. En la Bandera, Actopan,	2	Díaz et al., 2013
26	Libro	Editora Projeto Cultural	Brasil	Capítulo 11: Polinização por besouros.	1	Paulino-Neto, 2014
27	Libro	FUMBIO	Brasil	Besouros produzem GRAVIOLAS	1	Oliveira et al., 2015
28	Libro	Academic Press	Brasil	Capítulo 24: Annona Species (Annonaceae).	1	Rabelo et al., 2016
29	Libro	Universidad Central de Venezuela	Venezuela	La Guanábana y otras anonáceas de valor comercial.	1 y 2	Leal, 2018
30	Libro	FreiDok plus	Brasil	Polinização das culturas agrícolas.	1	Klein et al., 2020
31	Libro	Agrosavia	Colombia	Agrosavia Fecunda y Agrosavia Tesoro (43).	1 y 2	Reyes et al., 2020
32	Tesis de pregrado	Repositorio ESPE	Ecuador	Evaluación de técnicas y sustancias inductoras sobre la retención de las estructuras florales y productivas del guanábano (Annona muricata L.) en una plantación de Santo Domingo de los Colorados.	1 y 2	Cobos, 2009
33	Tesis de pregrado	Repositorio UG	Ecuador	Importancia de la producción y exportación de guanábana en el Ecuador y sus perspectivas.	1 y 2	Triviño, 2018
34	Tesis de pregrado	Repositorio UG	Ecuador	Caracterización Fenotípica de la planta y Organoléptica del Fruto de Guanábana (Annona muricata L.) en la Estación Litoral Sur del INIAP	1	Cortez, 2020
35	Tesis de pregrado	Repositorio UTB	Ecuador	Efecto de inductores de floración sobre la formación de	1 y 2	Martínez, 2019

				frutos, en el cultivo de guanábana (Annona muricata), en la zona de Alfredo Baquerizo Moreno, Guayas.		
36	Tesis de pregrado	Repositorio UEQ	Ecuador	Evaluación de hormonas comerciales para inducción a la floración del cultivo de guanábana (Annona muricata) en el sector de Fumisa.	2	Guaycha, 2020
37	Tesis de posgrado	Repositorio UESB	Brasil	Polinização e proteção de frutos de gravioleira no estado da bahia.	1 y 2	Silveira,2012
38	Tesis de posgrado	Repositorio UESB	Brasil	Caracterização da produção e do mercado da graviola (annona muricata L.) no estado da Bahia.	1	Gomes Estrella de Freitas, 2012
39	Tesis de pregrado	Repositorio UNAD	Colombia	Determinación de las condiciones técnicas y comerciales para el establecimiento de los cultivos de chamba y guanábana en la provincia de Lengupá.	2	Mendez, 2014
40	Tesis de pregrado	Repositorio URL	Guatemala	Evaluación de métodos de injertación para la propagación de guanábana (Annona muricata, L. Annonaceae).	1	Miranda, 2017
41	Tesis de pregrado	Repositorio UNSM	Perú	Estimación de las pérdidas mediante la protección de frutos de guanábana contra el ataque del perforador de semilla (Bephratelloides maculicollis) Hymenoptera: Eurytomidae.	1	Arévalo, 2012
42	Tesis de pregrado	Repositorio UNA	Nicaragua	Caracterización y evaluación preliminar in situ de 69 accesiones de guanábana (Annona muricata L.) en la región del pacifico y norte de Nicaragua.	1	Torres y Uriarte, 2003
43	Tesis de posgrado	Repositorio BUAP	México	Propiedades curativas de las hojas de guanábana (Annona muricata) y su impacto potencial fármaco-industrial.	1 y 2	Ortiz-Septién y Campos- Ortiz, 2018

1. Origen y distribución geográfica de la guanábana.

La guanábana *(Annona muricata* L.*)* es una fruta que pertenece a la familia Annonaceae, y es considerada la fruta más tropical de las anonas. Tiene su origen en las regiones tropicales de las Antillas del Caribe, América Central y Sudamérica, en donde se encuentra a una altura de 0 a 1500 m y rara vez a 2000 m s.n.m. en donde su desarrollo inicial fue rústico. No obstante, se puede encontrar en regiones tropicales y subtropicales de Asia, Australia, Europa, África y Nueva Zelanda (Galeano, 2017).

La mayor parte de cultivos se concentra en áreas cálidas del continente americano, en países como: Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Venezuela, Sur de México y en Estados Unidos crece únicamente en el sur de Florida. Sin embargo, con la aparición de nuevas tecnologías y técnicas de cultivo, su expansión se amplió a regiones tropicales, húmedas y a nivel mundial. Brasil es uno de los países donde más se ha desarrollado el cultivo de guanábana, seguido de Colombia y Ecuador, donde se pueden contemplar producciones tecnificadas competentes para abastecer los mercados de mayor demanda (Triviño, 2018).

En la mayor parte de los países hispanos se conoce como guanábana, pero también existen otras denominaciones como se indica en la Tabla 2:

Tabla 2.

Nombres alternativos de guanábana en distintos países.

País o región	Nombre
Ecuador	Guanábana
Antillas de habla francesa, África occidental y el sudeste asiático	Corossol, gran corossol, corossol epineux o cachiman epineux
Antillas Neerlandesas, Surinam y Java	Sorsaka o zunrzak
Argentina	Anona de puntitas o anona de broquel
Brasil	Araticum, graviola, o jaca do Pará
Bolivia	Sinini
El salvador	Guanaba
Guatemala	Huanaba
Malasia	Durian Holanda, durian maki
México	Zopote de viejas, o cabeza de negro
Venezuela	Catoche, catuche

Nota. Adaptado de *Evaluación de técnicas y sustancias inductoras sobre la retención de las estructuras florales y productivas del guanábano (Annona muricata* L.*) en una plantación de Santo Domingo de los Colorados* (p. 23), por Z. J. Cortez, 2020.

2. Taxonomía de la guanábana.

De acuerdo al Sistema de Información Taxonómica Integrada (Integrated Taxonomic Information System ITIS), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la clasificación taxonómica de la guanábana (Tabla 3) es la siguiente: (Miranda, 2017).

Tabla 3.
Clasificación taxonómica de A. muricata L.

Taxonomía	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophytea
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Magnoliidae
Orden	Magnoliales
Familia	Annonaceae
Género	Annona
Especie	*Annona muricata* L

Nota. Adaptado de *Evaluación de métodos de injertación para la propagación de guanábana (Annona muricata,* L. *Annonaceae)* (p. 6), por J.A. Miranda, 2017.

3. Importancia del cultivo de guanábana en Ecuador.

El sabor agradable, la posibilidad de múltiples subproductos que se pueden obtener y los descubrimientos científicos acerca de las propiedades medicinales de la planta y fruta de guanábana (Mora, 2020) provocaron un efecto favorable en su consumo tanto a nivel nacional como internacional. Este crecimiento de la demanda ha impulsado a productores, emprendedores y empresas a incursionar en la producción de dicha fruta, habiéndose establecido como un negocio rentable en el Ecuador (Ecuaguanabana, 2017), con un progresivo avance de su exportación a mercados de la Unión Europea y Asia (Plaza, 2018).

En el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) se han realizado trabajos en el Programa de Fruticultura donde se ha observado una diversa gama de árboles de guanábana, en cuanto a su morfología: tamaño, forma, crecimiento y color, por esto se ha convertido en uno de los cultivos frutales más prometedores debido al precio que ha alcanzado dentro del mercadeo (INIAP, 2014).

Cortez (2020) describe que en Ecuador el atractivo precio de venta se ha vuelto prometedor para la producción de guanábana, y mencionan que hasta el 2015 existían aproximadamente 176 ha tecnificadas con una producción de 1700 toneladas, ubicadas en Santa Elena, El Oro y Guayas. Además, existen zonas con poca tecnificación como Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí, Esmeraldas, Carchi, Los Ríos, Pichincha y la región oriental donde se han encontrado árboles esparcidos a 800 m s.n.m., a lo largo y ancho de dicha región (Guaycha, 2020).

4. Problemas que afectan la productividad de guanábana.

Existen varios factores que pueden provocar bajos rendimientos productivos en el cultivo de guanábana. Entre ellos, destaca el escaso porcentaje de fecundación en las flores durante la polinización natural, que se presenta como el mayor y más importante freno para la expansión comercial del cultivo. Estudios realizados por Andrade (2019) determinaron que

la polinización natural tiene una deficiencia del 70 hasta el 90 % ya que solamente se logra una fecundación de entre un 10 a 30 %.

Adicionalmente, Anaya-Dyck et al. (2021) manifiestan que la guanábana es susceptible al ataque de una gran variedad de plagas y enfermedades, atribuyendo el 50 % de las pérdidas económicas durante la cadena productiva a la incidencia de enfermedades fúngicas y otro 40 % al ataque de insectos, que se producen desde que se adquiere el material vegetativo hasta que el fruto llega al consumidor.

Ante la presencia de plagas y enfermedades fúngicas que afectan la fisiología y el rendimiento del cultivo (Moreira y Ardisana, 2014), se han presentado algunas alternativas consistentes en la aplicación de microorganismos entomopatógenos con capacidad antifúngica (Cambero et al., 2020). No obstante, la polinización artificial sigue siendo la principal herramienta utilizada para conseguir un aumento de la producción de guanábana.

5. Biología floral

Las flores de guanábana son bisexuales de olor fuerte, se pueden encontrar en solitario o en pares, el cáliz está constituido por tres sépalos diminutos, mientras que la corola se conforma de seis pétalos de color amarillo (García, 2010), posicionados en dos hileras, los tres sépalos exteriores son grandes de forma acorazonada, mientras que los tres pétalos interiores tienen una forma cóncava y son redondeados (Loor, 2011).

El gineceo se encuentra formado por 300-380 pistilos lo que forma la parte del receptáculo que se encuentra constituido de varios estigmas unidos a un ovario por medio del estilo (Cortez, 2020), cuando se encuentra receptivo produce una sustancia mucilaginosa (Loor, 2011), y en la zona media se localiza el androceo que está compuesto de varios estambres, además se encuentran cuatro sacos de polen (Galeano, 2017).

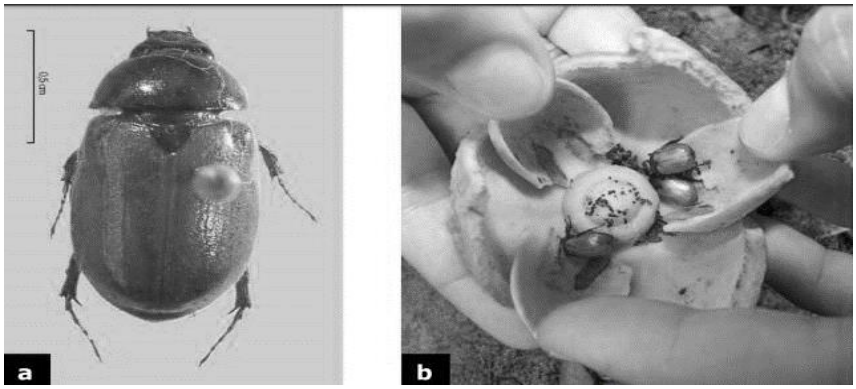
Una vez activada la yema floral el crecimiento es lento alrededor de 58 días, cuando el botón llega a un centímetro dicho crecimiento se acelera permitiendo diferenciar los diferentes estados fenológicos (Cedeño, 2020) y la apertura floral, una vez polinizada la flor esta pierde su estructura (Loor, 2011).

6. Polinización natural

La polinización natural ya sea autopolinización o polinización cruzada es llevada a cabo por el viento, agua y en mayor proporción por insectos (Quispe, 2012). En la guanábana, el contacto entre los insectos y el estigma ocurre cuando el órgano femenino ya no es receptivo, lo que se produce en el estado IV del desarrollo floral. En la guanábana se presenta el síndrome de Cantarofilia que consiste en la polinización por parte de escarabajos del género Cyclocephala (Figura 1) que visita las flores por la noche y Chrysomelidae también lo hace por la noche y en las primeras horas de la mañana, estos agentes polinizadores ingresan a la cámara floral, se alimentan de las partes florales, lo utilizan de refugio y lugar de apareamiento. Esta polinización también se puede realizar en menor porcentaje por géneros como Tapinoma, Sciaridae y Drosophilidae (Silveira, 2012).

Figura 1.

a) Cyclocephala vestita. b) Escarabajos en flor de Annona muricata.



Nota. Adaptado de *Coleópteros associados a flores e inflorescências de Annonaceae e Araceae na Regiã da Floresta Atlântica em Pernambuco* (p. 51), por D.M. Artur, 2006.

Parizotto & Grossi (2019) describen otras especies de Cyclocephala registradas en *A. muricata* L. (Tabla 4):

Tabla 4.

Especies de Cyclocephala como visitantes florales en A. muricata L.

Especie	Localización	Otros nombres
Cyclocephala amazona	Costa Rica	-
	Colombia	Nombrado como *C. signata*
Cyclocephala brittoni	Costa Rica	-
	Brazil: Pernambuco, Paudalh	-
Cyclocephala celata	Brazil: Ceará, Pentecostes	Nombrado como *C. gravis*
	Brazil: Minas Gerais, Visconde do Rio Branco	Nombrado como *C. hirsuta*
Cyclocephala picipes	Brazil: Amazonas, Manaus	-
Cyclocephala stictica	Costa Rica	-
Cyclocephala vestita	Brazil: Bahia, Una; Pernambuco, Goiana	-

Nota. Adaptado de "Revisiting pollinating Cyclocephala scarab beetles (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) associated with the soursop (Annona muricata, Annonaceae)"(p. 418), por D.R. Parizotto & P.C.Grossi, 2019, *Neotropical Entomology, 48*.

Las abejas también actúan como insectos polinizadores, pero en menor importancia, de acuerdo al estudio de De la Peña et al. (2018). Así mismo, pueden participan otros insectos, aunque es muy poco común. Los trips penetran por pequeñas aberturas que tiene la flor, para succionar los granos de polen y así al ingresar a otras flores realiza la polinización. En el caso de las moscas existe poca información, esto se debe a que no se ha determinado el grupo de moscas que se encuentran involucrados en el proceso de polinización. Por último, no se ha especificado la especie, pero se ha registrado un caso de polinización por parte de cucarachas, esto resulta inusual ya que la mayoría de las cucarachas son carroñeras

(Saunders, 2012).

7. Técnicas de polinización artificial en la guanábana.

La polinización artificial en la que el hombre interviene ya sea manipulando los órganos reproductivos o utilizando sustancias inductoras (fitohormonas), no es una técnica muy antigua (Guzmán, 1982). Estas técnicas tienen como objetivo aumentar el cuajado de flores, de manera que se puedan elevar los niveles de fecundación y producción del cultivo (Sánchez-Monteón et al., 2019).

7.1 Polinización artificial manual

La polinización artificial manual es un proceso que consiste en trasferir el polen que se encuentra en los estambres (órgano masculino) y llevarlo hasta el estigma (órgano femenino) (Alvarado et al., 2017).

7.2 Polinización artificial utilizando sustancias inductoras de floración

El gremio americano de fisiología vegetal definió en 1951 que los reguladores de crecimiento vegetal como compuestos orgánicos que difieren de los nutrientes que la planta tiene a su disposición de manera natural, y que en cantidades pequeñas son capaces de modificar o promover algunos procesos fisiológicos en plantas. Además, de estos compuestos orgánicos también se utilizan reguladores de crecimiento obtenidos por síntesis química (Miranda et al., 2003).

Se decide utilizar sustancias inductoras para lograr una mayor producción, que se consigue mediante la inducción, diferenciación floral, polinización y cuajado del fruto de manera exitosa, dichas sustancias regulan los procesos fisiológicos y controlan la respuesta de las hormonas en la concentración y sensibilidad de los tejidos de la planta, además de tomar en cuenta las posibilidades económicas que alberga el productor (INTAGRI, 2016).

7.2.1 Hormonas naturales o biorreguladores

Las hormonas naturales se pueden encontrar en las plantas, aunque en pequeñas cantidades. Se clasifican en cinco grupos: auxinas, citoquininas, etileno, giberelinas e inhibidores (ácido abscísico). Los principales efectos que causan son: promover la floración, alargamiento de ramas, aumenta el cuajado y maduración de frutos. A ellas, se puede añadir un sexto grupo de sustancias (paclobutrazol) que provocan un retardo en el crecimiento (Tabla 5) (Miranda et al., 2003).

Tabla 5.
Biorreguladores con utilización potencial en guanábana.

Grupo	Compuesto natural	Compuestos disponibles comerciales	Efectos que presentan
Auxinas	Ácido indol acético (AIA)	AIA, ANA 2-4 d, 2,4,3 T	Alargamiento de ramas. Floración.
	Ácido fenil	Ácido indol	Aumento del cuajado.

	acético	butírico	Crecimiento del fruto.
	Ácido 3 indol-butírico	Dicamba	Enraizador de estacas.
Giberelinas	112 giberalinas identificadas	Ácido Giberelico GA_3	Alargamiento de ramas. Atraso de procesos de floración. Crecimiento y maduración de frutos.
Citoquininas	Zeatina, Ribosido de Zeatina	Benzilaminopurina (BAP) Benziladenina	Floración, cuajamiento. Amarre de frutos. Maduración de frutos.
Inhibidores	Ácido Abcísico	Ácido Abcísico	Antagonista del alargamiento. Favorece la senescencia
Promotores de etileno	Etileno	Ethrel, KNO_3	Promoción de flores. Mejoramiento calidad del fruto.
Retardores		Paclobutrazol (PBZ)	Inhibe la síntesis de giberelinas. Acortamiento de entrenudos. Promotor de floración.

Nota. Adaptado de Inductores de floración (p. 131), por Miranda et al., 2003, CORPOICA.

Adicionalmente, encontramos otras sustancias como las poliaminas (espermidina, espermina, putrescina), triancontanol y brasinoesteroides (Miranda et al., 2003). En general promueven el desarrollo del sistema radical, contribuyen a la inducción de la floración e intervienen en el desarrollo y la maduración de los frutos, así como el retraso en los procesos de envejecimiento de la planta (Hernández y García-Martínez, 2016).

7.2.2 Hormonas comerciales.

Las hormonas comerciales son compuestos que se obtienen a partir de la síntesis química de hormonas naturales que se encuentran en las plantas en pequeñas cantidades que resultan insuficientes para desarrollar procesos vegetales, razón por la cual se sintetizan para elaborar productos que tienen la finalidad de regular los distintos procesos bioquímicos que suceden a nivel celular (Alcantara et al., 2019).

Entre las hormonas comerciales que se encuentran en el mercado, se destacan los productos que se detallan a continuación:

Ecohormonas: Es un complejo trihormonal que en su base está constituida de auxinas, citocinas y giberelinas, se puede utilizar en varios cultivos como un activador fisiológico orgánico, tiene muchos beneficios, pero se utiliza esencialmente para conseguir un desarrollo eficaz en la primera etapa de desarrollo y crecimiento en las plantas, dicha ecohormona mejora el sistema radicular, previene la caídas de flores y botones florales, además proporciona uniformidad en la floración y cuajado de frutos (NEDERAGRO S.A., 2019a). Ha sido utilizado con éxito por Guaycha (2020) en la inducción floral en guanábana, por Freire (2020) en el desarrollo y producción de pimiento, por Lara (2020) y Cajamarca,

Quevedo y García (2017) en el enraizamiento de arroz y cacao.

Cultar: Es un fitorregulador sistémico a base de paclobutrazol (retardador), se encarga de aumentar las yemas florales e induce a desarrollar ramilletes florales en la parte inferior del árbol, lo que genera una mayor cantidad de frutos cuajados, también reduce los entrenudos y la producción de brotes laterales (Syngenta, 2021). Se ha demostrado buenos resultados en la utilización de cultar en guanábana según Martínez (2019), sobre el retorno floral y otros parámetros productivos y vegetativos del cerezo de acuerdo a Quezada (2017) y para incrementar la floración, cuajado y rendimiento del cultivo de mango por Ordoñez y Jara (2018).

Cytokin: Esta hormona es considerada un bioestimulante natural que actúa en el crecimiento vegetal ya que facilita la nutrición, estimula el brote y desarrollo de espigas, flores y yemas; también son capaces de producir tardío en la senescencia, mejora el amarre de las flores y desarrollo de los frutos. Al aplicar cytokin se está suministrando una fuente suplementaria de citoquinina que actúa en la cosecha, así se puede asegurar el continuo crecimiento de la raíz y los niveles de esta fitohormona se mantendrán durante períodos críticos de floración y desarrollo del fruto, ha sido utilizado con éxito por Martínez (2019); Guaycha (2020) en la inducción floral de guanábana, para la producción de caigua (Silva et al., 2019) y para el crecimiento de las plantas de cacao clon nacional (Arguello, 2015).

Green master: Es un activador fisiológico líquido que está constituido de ácidos húmicos, macro, micronutrientes, fitohormonas de origen natural y vitaminas, este activador se ha desarrollado con la finalidad de estimular procesos fisiológicos de cultivos perennes y de ciclo corto. Los beneficios más significativos son la máxima absorción de la solución, mejora el desarrollo, vigor, procesos de fructificación y llenado de frutos, además es amigable con el medio ambiente ya que es biodegradable (NEDERAGRO S.A., 2019b). Según ha sido demostrado en cultivos como pepino (García, 2015), pimiento (Valverde, 2015) y cebolla (Astudillo, 2015).

New gibb: La presentación es en polvo soluble en formulación de 10, 20 y 90 %, tiene como ingrediente activo el ácido giberélico, su función principal es promover el crecimiento, alargamiento y multiplicación celular, aumenta la biosíntesis, liberación y prolifera el transporte de auxinas, ayuda a un óptimo desarrollo, floración y producción frutal, dicha hormona es respetuosa con el medio ambiente (Marketing Arm International, 2019). Ha sido utilizada obteniendo resultados favorables en cultivos como la guanábana (Guaycha, 2020), para inducir a la brotación en tubérculos de papa (Veliz, 2010), para la producción forzada de naranja (Quezada, 2015) y en inductores de floración en mango (Ortiz, 2012).

Ryz Up: Es un fitorregulador a base de la giberelina, la presentación puede ser en polvo o líquido, se encarga de estimular las células para tener mayor multiplicación, acelera e induce la floración, produce alargamiento de tallos, además promueve el cuajado de frutos, mejora las condiciones del cultivo y tiende a uniformizar las cosechas (BAYER S.A., 2020). Resultando exitoso en la inducción de la floración en guanábana (Cobos, 2009), para el

rendimiento de lenteja (Medina, 2021), arveja (Hoyos, 2019) y grano seco de frijol (Chávez, 2018).

Biozyme: Es un fitorregulador compuesto por extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas, giberelinas, ácido indolacético y zeatina. Sirve para incitar distintos procesos metabólicos y fisiológicos en las plantas (Agrizon, 2019). Resultando exitoso en la inducción de la floración en guanábana (Díaz et al., 2013), para la floración de berenjenas (Torres, 2013) y en el rendimiento y crecimiento del frijol (Pimentel, 2021)

Agromil plus: Es un fitorregulador elaborado a base de citoquinina, incrementa la división celular aumenta la consistencia y tamaño de los frutos, mejora la calidad de las flores y retrasa el envejecimiento (Ferreyra, 2017). Ha sido utilizada como bioestimulante foliar en la producción de higo (Becerril-Román, 2018)

OrganoZyma: Hecho a base de algas marinas, plantas desérticas y leguminosas, rico en hormonas vegetales, aminoácidos y otros compuestos orgánicos. Ayuda a regular procesos biológicos y hace más eficiente cuando se utiliza agroquímicos (UltraTeck, 2019).

Citocrop: Fertilizante líquido hecho de extracto de algas y microelementos nutricionales, promueve el crecimiento, aumenta las funciones vegetativas, previene y rehabilita el estrés (NVA, 2020).