



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Impacto de la polinización en la formación de frutas y rendimiento
del tomate de árbol *Solanum betaceum. Cav*”

AUTORA:

Mayerlin Doménica Rosado Fajardo

TUTOR:

Ing. Agr. Julio Goyes Cabezas. MBA.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El tomate de árbol o tamarillo (*Solanum betaceum*) juega un papel vital en la agricultura y la economía debido a su valor nutricional y comercial. Sin embargo, la falta de polinización se ha convertido en un problema importante que afecta su rendimiento. Este estudio destaca la importancia de comprender el papel de la polinización en la formación de frutos para garantizar la sostenibilidad de los cultivos. El problema identificado fue la escasez de polinizadores debido a condiciones climáticas impredecibles y prácticas agrícolas insostenibles, lo que resultó en disminuciones significativas en los rendimientos del tomate de árbol. Los objetivos del estudio incluyen determinar los efectos de la polinización en los cultivos, identificar los principales polinizadores y analizar su impacto en el rendimiento de las plantas. Los resultados mostraron que el rendimiento de los cultivos aumentó significativamente después de la introducción de ciertos polinizadores, destacando su impacto directo en la calidad de la fruta y el valor económico. La importancia de la diversidad de polinizadores para mejorar la composición genética y la calidad de la fruta. Se concluye con la necesidad de reconocer la importancia de la polinización para aumentar la productividad y proporciona recomendaciones para optimizar las condiciones de polinización y maximizar los rendimientos en los cultivos de tomate de árbol.

Palabras claves: Producción, Influencia, Frutos, Diversidad, Calidad.

SUMMARY

The tree tomato or tamarillo (*Solanum betaceum*) plays a vital role in agriculture and the economy due to its nutritional and commercial value. However, lack of pollination has become a major problem that affects its performance. This study highlights the importance of understanding the role of pollination in fruit formation to ensure crop sustainability. The problem identified was a shortage of pollinators due to unpredictable weather conditions and unsustainable agricultural practices, resulting in significant decreases in tree tomato yields. The objectives of the study include determining the effects of pollination on crops, identifying the main pollinators and analyzing their impact on plant performance. The results showed that crop yields increased significantly after the introduction of certain pollinators, highlighting their direct impact on fruit quality and economic value. The importance of pollinator diversity to improve the genetic composition and quality of fruit. It concludes with the need to recognize the importance of pollination to increase productivity and provides recommendations to optimize pollination conditions and maximize yields in tree tomato crops.

Keywords: Production, Influence, Fruits, Diversity, Quality.

INDICE

RESUMEN.	II
SUMMARY	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN.	1
1.1. INTRODUCCIÓN.	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.	4
1.4. OBJETIVOS.	5
1.4.1. Objetivo General.	5
1.4.2. Objetivo Específicos.	5
1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.	6
2. DESARROLLO	7
2.1. Marco Conceptual.	7
2.1.2. Origen y distribución del tomate de árbol.	7
2.1.3. Importancia económica.	7
2.1.4. Taxonomía	8
2.1.5. Morfología.	8
2.1.6. Condiciones edafoclimáticas.	8
2.1.7. Biología floral y reproductiva del tomate de árbol.	9
2.1.8. Polinización.	11
2.1.9. Polinizadores	13
2.1.10. Importancia de los polinizadoras en la agricultura.	16
2.1.11. Interacción planta- polinizador	17
2.1.12. Manejo de Polinizadores.	18
2.1.13. Polinizadores del tomate de árbol.	18
2.1.14. Técnicas de manejo para mejorar la polinización y el rendimiento del tomate de árbol.	20
2.2. Metodología	22

2.3. RESULTADOS.	23
2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	25
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
3.1. CONCLUSIÓN.	26
3.2. RECOMENDACIONES.	27
4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y ANEXOS.	28
4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	28
4.2. ANEXOS	33

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN.

El tomate de árbol o tamarillo, prospera en regiones subtropicales con altitudes entre 1 524 y 3 048 metros, y se encuentra en diversos países como Ecuador, Perú, Chile, Bolivia, Argentina, Brasil, Colombia, Venezuela, Costa Rica, Guatemala, Jamaica, Puerto Rico, Haití, África Oriental, Asia, Indias Orientales, Australia y Nueva Zelanda. Aunque se cultiva en áreas limitadas de Florida y California en Estados Unidos, la mayoría de los tomates de árbol consumidos en el país se importan principalmente de América del Sur a través de importadores como El Cóndor (Romero 2022).

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2021), en Ecuador, el cultivo de tomate de árbol está distribuido en varias provincias. Tungurahua lidera la lista con una extensión de cultivo de 422 hectáreas y una producción robusta de 3,798 toneladas, seguida por Chimborazo con 63 hectáreas y 950 toneladas, y Azuay con 185 hectáreas y 863 toneladas. Bolívar contribuye con 157 hectáreas y 718 toneladas, Napo con 75 hectáreas y 177 toneladas, y Cotopaxi con 63 hectáreas y 112 toneladas.

El mismo autor menciona que estas cifras subrayan no solo la importancia regional, sino también la relevancia global del cultivo de tomate de árbol en Ecuador. Los principales destinos de las exportaciones de este cultivo, que incluyen Estados Unidos, España, Países Bajos y Canadá, evidencian una demanda internacional diversificada y estable.

En los sectores agrícolas de la serranía ecuatoriana, las variedades más predominantes del tomate de árbol son la amarilla y la morada, esta última caracterizada por una pulpa de tonalidad rojiza. El tomate de árbol, ampliamente utilizado para la preparación de jugos, ofrece beneficios para la salud intestinal, lo que ha impulsado su creciente consumo en los últimos años. Este aumento en la demanda destaca la necesidad de incrementar la producción para satisfacer los mercados locales y regionales (Torres 2022).

La polinización es el transporte de polen de los estambres de una flor a los estigmas de otra, permitiendo la germinación y fecundación para la producción de semillas y frutos. Los polinizadores, como abejas y mariposas, desempeñan un papel crucial en este proceso. La polinización es esencial para la supervivencia humana, ya que muchos alimentos dependen de ella, y la falta de polinizadores podría reducir significativamente la producción agrícola (Calvo 2022).

La eficiencia polinizadora en el tomate de árbol depende de la interacción entre la biología de la flor y el comportamiento del polinizador. Las flores emplean diversos mecanismos, como cambios en el color, olores y cantidades de néctar, facilitando la polinización. Aunque no todo visitante floral es un polinizador eficiente, tener un adecuado tamaño para transportar grandes cantidades de polen y sea depositado el mismo en los estigmas de las flores cuando estén receptivas (Alminate 2017).

Este trabajo de titulación aborda el impacto de la polinización en la formación de frutas y el rendimiento del tomate de árbol (*Solanum betaceum*. Cav) debido a la creciente preocupación sobre la disminución de polinizadores y su posible efecto en la producción agrícola. Es por ello que se busca implementar estrategias de conservación de polinizadores y asegurar una producción sostenible de tomate de árbol en la región.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La falta de polinización y su efecto perjudicial sobre la formación de frutos y el rendimiento es una preocupación apremiante en la producción de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Este problema ha ido empeorando constantemente, debido a la escasez de polinizadores, a causa de las condiciones climáticas impredecibles y las prácticas agrícolas no sostenibles.

Esta carencia se manifiesta durante las temporadas de floración y desarrollo de frutas, como consecuencia, esto ha llevado a una disminución significativa en la producción total afectando principalmente a los agricultores que dependen del cultivo de tomates de árbol como fuente de ingresos, así como a la población en general que consume estas frutas.

La formación de frutos y el rendimiento del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) también enfrentan desafíos relacionados con el manejo de los sistemas agrícolas. La intensificación agrícola y el uso excesivo de agroquímicos pueden afectar negativamente la diversidad y abundancia de polinizadores en este cultivo. La reducción de la disponibilidad puede resultar en tasas de polinización efectivas, reduciendo así el rendimiento y la calidad de la fruta.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

El cultivo de tomate de árbol es de gran importancia económica en la agricultura y en seguridad alimentaria ya que su valor nutricional y culinaria son reconocidos a nivel mundial. Este cultivo es reconocido por que crece en condiciones de diversos microclimas y altitudes, lo que hace que se convierta en una opción para que los agricultores se dediquen a esta labor.

La polinización es importante para la reproducción de las plantas de tomate de árbol. Aunque esta planta se puede auto polinizar, también la polinización cruzada mejora la calidad de la fruta y aumenta su rendimiento. Varios insectos polinizadores como la abeja, mariposa, abejorro entre otros, juegan un papel fundamental en este proceso, ya que facilitan la transferencia de polen de flor en flor haciendo que la planta tenga una mejor producción.

Para que las plantas de tomate de árbol sean polinizadas se puede utilizar varios factores como la observación directa de los polinizadores que visitan al cultivo, análisis del polen y el monitoreo de los frutos ya que estos enfoques al combinarlos brindan información sobre la relación entre polinizador-planta lo que conlleva a una buena práctica agrícola que solventa la vida de los polinizadores y de esta forma tener un mejor rendimiento.

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. Objetivo General.

Determinar el impacto de la polinización en el tomate de árbol (*Solanum betaceum*. Cav).

1.4.2. Objetivo Específicos.

- Enlistar los principales polinizadores presentes en los cultivos de tomate de árbol.
- Analizar la importancia de los polinizadores y el rendimiento del tomate de árbol.

1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

Domino: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable

Sublínea: Agricultura sostenible y sustentable

2. DESARROLLO

2.1. Marco Conceptual.

2.1.2. Origen y distribución del tomate de árbol.

Esta especie proviene de los bosques de los Andes, un clima templado montañoso en altitudes entre 1.500 y 2.600 m, donde se encuentran especies silvestres en Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia. El jefe (1991); Bos y Nelson (1997); y Lester y Hawkes (2001), citado por Feicán *et al* (2016) coinciden en que la planta de tomate es de origen andino, señalando que su centro de origen está en Bolivia y que ecotipos como punto naranja, morera roja, roja redonda, amarilla y roja gigante, todos ambos están adaptados a grandes altitudes de 1000 a 3000 m.

El tomate de árbol *Solanum betaceum* (Cav.), tiene centro de origen en Sudamérica, extendiéndose por Venezuela, Colombia, Perú, Ecuador, Chile, Bolivia y el noroeste de Argentina. En el siglo XIX se difundió por todos los continentes a través de la franja subtropical del mundo. La producción comercial se está desarrollando hace apenas unos años, por países como Colombia, Ecuador, Perú, Sudáfrica, India y Nueva Zelanda (Buono *et al.* 2018).

2.1.3. Importancia económica.

La etapa de producción ha contado con características sociodemográficas favorables. La intervención de participantes relativamente jóvenes cuya edad varía entre los 30 y 40 años se mostró clave para la sostenibilidad de la cadena. El costo estimado por kilogramo de producto fresco será de USD 0,85, y una hectárea de cultivo tenía una rentabilidad de al menos 18 %; sin embargo, la cadena de tomate de árbol presentaba aspectos que requieren atención, como la formación técnica de productores en temáticas como poscosecha, logística de transporte, calidad alimentaria y el fortalecimiento de estructuras asociativas (Moreno *et al.* 2020).

2.1.4. Taxonomía

Según Buono *et al* (2018) la clasificación taxonómica del tomate de árbol es:

- Reino: Plantae
- División: Angiospermae
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Solanales
- Familia: Solanaceae
- Género: *Solanum*
- Especie: *betaceum*
- Nombre común: Tomate Árbol

2.1.5. Morfología.

Pertenciente a la familia de las solanáceas, es una planta arbustiva con un tallo semileñoso alcanzado una altura de 2 a 3 metros, sus hojas tienen forma de corazón y su follaje es grande, sus flores presentan colores rosáceos y se agrupan en racimos. Sus frutos son ovoidales y se encuentran agrupados en racimos, el fruto se caracteriza por presentar grandes cantidades de semillas pequeñas (Rubén, 2019) citado por (Torres 2022).

2.1.6. Condiciones edafoclimáticas.

El análisis de los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de tomate de árbol según INIAP, 2004 citado en Sandoval y Calispa (2015), revela las condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo. Estas incluyen un rango de temperatura entre 15°C y 19°C, al menos 1200 mm de precipitación anual, y una humedad relativa del 75% al 87%. Además, se requiere un mínimo de 6 horas de luz solar directa al día, suelos profundos con buena materia orgánica (4-5%) y drenaje adecuado, un pH ligeramente ácido a neutro (6.0-7.0), y una pendiente del terreno no mayor al 40% para facilitar las labores de cultivo y prevenir la erosión del suelo.

Las causas que afectan la producción y comercialización del tomate de árbol, es el ataque por parte de las plagas la más común el pulgón que representa el 48%, la presencia de enfermedades las cual destacó el ojo de pollo (*Colletotrichum acutatum* Simmonds) con 71%, otro aspecto relevante que mencionaron los productores fue la falta de conocimiento del manejo del cultivo y los altos costos de producción, y con respecto a la problemática en la comercialización son el poder con el que cuentan los intermediarios, la falta de alternativas al mercado mayorista y escasa organización por parte de los productores (Llundo 2022).

El mismo autor menciona que en producción agrícola del cultivo de tomate de árbol, el 41% realiza la cosecha cada quince días y el 67% utiliza el saco como recipiente para colocar la fruta cosechada

2.1.7. Biología floral y reproductiva del tomate de árbol.

La flor del tomate de árbol es una flor hermafrodita en forma de campana que varía en tamaño y color según la especie. Es compuesta por cinco pétalos y sépalos y contiene una estructura de anteras y estigmas en su centro. Florece durante todo el año, con mayor presencia en primavera y verano, y nace en las ramas laterales del árbol, siendo esencial para la producción de frutas (Universo Frutal 2024).

Con aproximadamente 1,5 cm de diámetro, las flores del tomate de árbol exhiben un tono blanco-rosáceo y tienden a agruparse en racimos terminales. El tomate de árbol florece generalmente entre mayo y junio en el hemisferio norte (Merlin 2022).

Las inflorescencias son cimbras escorpioideas y las flores que la componen se distribuyen en doble serie a lo largo de su eje. En la inflorescencia se puede identificar tres partes principales: pedúnculo, raquis y pedicelos, estas partes son moderadamente pubescentes; el pedúnculo y el pedicelo son generalmente péndulos (Alminate 2017).

Según Albornoz (1992) y Pringle y Murray (1989) citado en Feicán *et al*

(2016), la biología floral del tomate de árbol, muestra una ramificación que se origina a partir de un tallo único, dividiéndose en tres ramas primarias, donde a partir del tercer o cuarto nudo se desarrolla una inflorescencia multiflora. Las anteras y los pedicelos exhiben una variabilidad en color y grosor respectivamente, mientras que la producción y tamaño de los granos de polen también son variables. Los estilos siempre están separados de la columna de estambres y muestran variaciones en la expansión de la superficie estigmática.

Las plantas de tomate comienzan a dar frutos en el primer o segundo año después de la siembra, dependiendo de la zona de cultivo. Las flores son muy autofértiles, pero deben ser sacudidas por el viento o visitadas por insectos para la polinización. Cuando se cultiva en condiciones que limitan la mezcla de flores, como en un invernadero, la producción de frutos puede ser muy baja (Guachizaca 2016).

Los tomates de árbol se pueden propagar por semillas (sexo), lavar, secar a la sombra, luego colocar en el congelador durante 24 horas para ayudar a que las semillas germinen rápidamente y romper el período de latencia, luego se dan las semillas, se colocan en una bandeja y se cubren con periódico para mayor comodidad y retiene la humedad. Otra forma de reproducción es la reproducción asexual (vegetativa), que consiste en tomar ramas, acodos, ramas o injerto (Calvo 2009).

La exploración de la biología reproductiva de los tomates de árbol arroja luz sobre los intrincados mecanismos que afectan la formación y el rendimiento del fruto. La floración y la polinización son eventos reproductivos cruciales que impulsan el desarrollo del fruto en los tomates de árbol (Ramírez y Kallarackal 2019). Comprender los efectos de la viabilidad del polen y la fertilización en el cuajado contribuye a optimizar el rendimiento (Tran *et al.* 2023).

Factores como el estrés abiótico durante el crecimiento de las plantas pueden influir en la producción de metabolitos en los frutos de tomate, afectando el rendimiento general Quinet *et al.* (2019). Al comprender integralmente la biología reproductiva del tomate de árbol, podemos mejorar las estrategias para maximizar la formación de frutos y el rendimiento.

La biología reproductiva y las interacciones con polinizadores y otras flores juegan un papel importante en la conservación de especies de plantas endémicas y en peligro de extinción. La biología floral de las especies examinadas revela fenómenos ecológicos y evolutivos, incluyendo la emergencia de restricciones reproductivas. Estos hallazgos resaltan la importancia de vincular este estudio con las plantas nativas de Cuba, con el fin de aportar al diseño de estrategias de gestión que se ajusten a las particularidades de cada especie (Faife *et al.* 2023).

Los frutos de tomate de árbol con arilo rojo tienen un peso promedio significativamente mayor (100,17 g) en comparación con los frutos con arilo amarillo (81,23 g). Esta disparidad en el peso puede deberse a diferencias en la composición y estructura de los frutos, influenciadas por factores genéticos, ambientales y de maduración. Además, se observó que el peso del pericarpio más mesocarpio fue mayor en los frutos con arilo amarillo en comparación con los frutos con arilo rojo (Meza y Manzano 2009).

2.1.8. Polinización.

La polinización implica la transferencia de granos de polen desde la parte masculina de una flor (antera) a la parte femenina (pistilo) de otra flor o de la misma flor. El efecto del trasplante es la fertilización de la planta. El cigoto recién formado contiene la carga genética de ambos padres, que producirá semillas, frutos y una nueva generación de plantas (Gómez 2023).

Este proceso se da mediante la acción de agentes bióticos (animales) y abióticos (viento, agua, otros). Se conocen varios tipos de polinización, como la realizada por el viento (anemófila), agua (hidrófila), insectos (entomófila), pájaros (ornitófila), murciélagos (quiropterófila) y el mismo ser humano (antropófila). Se estima que alrededor del 80% de las plantas silvestres y alrededor del 75% de los principales cultivos consumidos por los humanos dependen de la polinización biológica para producir semillas y frutos. La mayoría de las plantas con flores (angiospermas) dependen principalmente de estos factores y sus flores están adaptadas a la polinización por animales, principalmente insectos (Cañarte *et al.*

2021).

La polinización comprende diversos métodos según el origen y la fuente del polen. Incluye la polinización directa, donde el polen se mueve dentro de la misma flor; la polinización artificial, realizada por humanos para controlar la reproducción de las plantas; y la polinización cruzada, facilitada por agentes bióticos (insectos, aves) o abióticos (viento, agua), esencial cuando los órganos reproductivos no coinciden o no están disponibles simultáneamente en una misma especie vegetal. Ejemplos incluyen girasoles, melones y almendros (Abril 2020).

El tiempo mínimo que requieren el polen para germinar es de 1,5 horas, se fecunda por polinización cruzada, efectuada por insectos aunque en la naturaleza más de 50% de las flores no reciben polen (Padilla 2015).

La comprensión de la importancia de los polinizadores es crucial, dada la reducción de sus poblaciones, atribuida a la mala utilización de plaguicidas, monocultivo y otros factores como la pérdida de hábitats y el cambio climático. Frente a esta problemática, la polinización artificial emerge como una alternativa, donde el hombre interviene manualmente en el proceso de transferencia del polen entre flores. No obstante, la conservación de las especies polinizadoras sigue siendo fundamental para mantener el equilibrio de los ecosistemas (Bardino 2021).

El rango de temperatura óptimo para el crecimiento de este frutal es de 28 a 30°C durante el día y de 15 a 18°C durante la noche; La caída de la flor se produce cuando estos valores superan los 35°C o bajan de los 10°C, afectando el cuajado. La humedad relativa ideal es de 65-70%, durante la etapa de fructificación, cuando la humedad relativa cae por debajo del 45%, la polinización se ve perjudicada por estrés hídrico, cierre de estomas y fotoactividad reducida (Ríos 2019) citado por (Marcial *et al.* 2023)

Algunos estudios sugieren que la rotación de especies a lo largo del día es beneficiosa para el éxito de la polinización, no sólo en términos de aumentar

la cantidad de polen transferido sino también de cambiar su distribución, ya que las abejas grandes que emergen temprano transportan más polen, mientras que las abejas más jóvenes y más pequeñas transportan más polen. Las abejas tempranas transportan más polen, las abejas tardías mejoran la transferencia de polen entre flores gracias a su movimiento característico (García *et al.* 2016).

La floración ocurre 29 días después del estado cero y ocurre entre las 06:30 a.m. y 6:30 p.m. con un pico a las 10:30 a.m. Los granos de polen maduran después de 24 días, el estigma recibe polen después de 16 días y el pistilo recibe polen después de 8 días antes de que exista el polen. No hubo diferencias significativas en la eficiencia reproductiva, el número de semillas por fruto o la tasa de germinación, pero sí en el peso del fruto, que fueron mayores entre las 2 y las 4 p.m. Al mismo tiempo, la tasa de germinación es mayor, sin necesidad de utilizar hormonas adicionales (Lagos *et al.* 2015).

2.1.9. Polinizadores

Polinizadores hymenópteros.

Abejas (*Apis mellifera*): En comparación con otras especies de abejas, se han realizado extensas investigaciones sobre la abeja melífera, que han revelado su notable capacidad para mejorar el rendimiento de los cultivos polinizados por animales en un impresionante 96%. Si bien la abeja doméstica también desempeña un papel importante en la polinización de diversas plantas silvestres, el alcance de esta contribución no siempre está respaldado por pruebas concretas. Es posible que el impacto de los polinizadores silvestres sea incluso más sustancial de lo que se creía anteriormente (Potts *et al.* 2010, citado por Lindao *et al.* 2020).

Abejorros (*Bombus sp*): Los abejorros del género *Bombus* son reconocidos como excelentes polinizadores, especialmente en cultivos de tomate, donde su uso ha reducido la necesidad de hormonas y mano de obra, aumentando así los rendimientos y la calidad de los frutos. Las colmenas

comerciales protegen a estos insectos durante el transporte y manipulación, facilitando su despliegue en los cultivos. La eficiencia de polinización se evalúa mediante marcas en las flores causadas por las mandíbulas del abejorro, siendo óptimo cuando el 80% de las flores están marcadas (Sepúlveda *et al.* 2014).

Hormigas (*Camponotus crassus*): Las hormigas polinizan al escalar múltiples inflorescencias en un corto tiempo, facilitando la adherencia del polen en su cuerpo, crucial para la polinización en hábitats áridos (Geraque 2020). Estudios indican que las hormigas polinizan diversas especies vegetales, atrayéndolas con flores abiertas y ciertas sustancias químicas específicas (Lopez 2015).

Avispa (*Dasyscolia ciliata*): Este insecto es un polinizador importante para la orquídea *Ophrys speculum*, que poliniza "por engaño". Este tipo de polinización ocurre en algunas orquídeas que han intentado imitar las señales sexuales de los insectos (liberando compuestos volátiles o señales visuales) para atraer a los machos, quienes intentan aparearse "pensando" que la flor es femenina (pseudocópula). En los esfuerzos de este para tratar de aparearse con la falsa hembra, recoge involuntariamente los sacos polínicos de la orquídea. De esta forma, la planta se aprovecha del servicio de transporte de la abeja sin ofrecer a cambio ningún beneficio (polen o néctar) (Escocés y Vignolo 2022).

Polinizadores dípteros.

Moscas (*Bombylius spp*): Este grupo de dípteros son muy buenos polinizadores. Se parecen a las abejas o abejorros, con las que a menudo son confundidas. Sin embargo, al tratarse de dípteros, carecen de aguijón y presentan una larga trompa rígida que les permite extraer el néctar de las flores en pleno vuelo (como si fuesen colibríes) (Escocés y Vignolo 2022)

Polinizadores coleópteros.

Escarabajos (*Tropinota squalida* y *Anthrenus angustefasciatus*): *Tropinota squalida* un polinizador generalista, se encuentra comúnmente en

diversas flores debido a su pilosidad, que facilita el transporte de polen. *Anthrenus angustefasciatus* conocido como "escarabajo de las alfombras", los adultos contribuye a la polinización al alimentarse del néctar de las flores, aunque sus larvas se encuentran a menudo en viviendas humanas (Escocés y Vignolo 2022).

Polinizadores lepidópteros.

Mariposas (*Ascalapha odorata*): Son particularmente las que están activas durante la noche, cumplen una función crucial en el ecosistema. Desempeñan un papel vital en la polinización de una amplia variedad de flores, incluidas algunas que dependen únicamente de su ayuda. Las flores que polinizan las esta mariposa suelen ser blancas y emiten un aroma fragante. Estas plantas aromáticas permiten a las *A. odorata* localizar las flores incluso en ausencia de luz (Carvajal y Rivera 2019).

Ave polinizadora.

Colibríes (*Amazilia luciae*): Los colibríes dependen del néctar para sobrevivir debido a su alto gasto metabólico para volar, lo que ha llevado a cambios en las plantas que han aumentado la diversidad vegetal y la divergencia evolutiva de los colibríes. Estas aves, especializadas en consumir néctar, desempeñan un papel crucial en la polinización al dispersar el polen de diversas plantas, lo que ha generado una asociación biológica mutualista estudiada en profundidad por su relevancia en los ecosistemas terrestres (Peña y Peña 2021)

Polinización por mamífero.

Murciélagos (*Leptonycteris yerbabuenae* y *Choeronycteris mexicana*): Los murciélagos son grandes aliados en la producción agrícola: ayudan a la polinización de una gran variedad de cultivos, a controlar plagas de forma natural y a dispersar semillas. Se estima que los murciélagos polinizan al menos 500 de 96 especies de plantas y dispersan eficazmente el polen, promoviendo así la reproducción y la estructura poblacional de dichas especies (SADER 2022).

2.1.10. Importancia de los polinizadoras en la agricultura.

Los insectos polinizadores son cruciales para la sostenibilidad de los agroecosistemas productivos y su capacidad para proporcionar apoyo alimentario y nutricional. Además, el uso o incremento de polinizadores debe ir acompañado de una adecuada estrategia de implementación, que contemple también la mejora del paisaje y la oferta floral en cantidad y calidad. Es necesario seguir desarrollando estudios de biodiversidad de insectos nativos, relevantes en los ciclos tróficos y, por consecuencia, para la preservación de la vida en el planeta (Collantes et al. 2023).

Los insectos, particularmente las abejas y las moscas, destacan su importancia como polinizadores al visitar más del 90% de las plantas del mundo, mientras otras especies cubren menos del 6% de las variedades de cultivos. La efectividad de los polinizadores varía según su abundancia y capacidad para transferir polen, lo que influye en la estabilización del suelo y la biodiversidad. Los polinizadores nativos mantienen ecosistemas saludables al contribuir a la reproducción de plantas, proporcionar alimento a la vida silvestre y prevenir la erosión, siendo esenciales para la dieta de aves y mamíferos, y para el ciclo natural de la vida (Kaur y Singh 2022).

La mayoría de las publicaciones revisadas que tratan sobre polinizadores tratan principalmente de los insectos responsables de polinizar los cultivos y, en particular, la atención suele centrarse en dos grupos: las abejas melíferas (*Apis mellifera*) y abejorros. Sin embargo, existen otros grupos que pueden realizar esta función. Entre los polinizadores silvestres, los géneros más importantes son *Bombus* y *Xylocopa* para los abejorros y *Megachile*, *Lasioglossum*, *Halictus*, *Andrena*, *Ceratina* y *Trigona* para las abejas (García et al. 2016).

“Los polinizadores como las abejas son esenciales para la producción de más del 75% de los cultivos alimentarios del mundo, incluidos los tomates” (FAO 2023).

El resultado extraído de la información de Viera et al (2021) que durante las fases de floración, cuajado, engrose de fruta y cosecha del tomate de árbol, se debe evitar el uso de insecticidas, ya que estos productos afectan de manera significativa a las abejas, que son los principales polinizadores del cultivo. Esta medida resalta la importancia de proteger a los polinizadores para garantizar el éxito en la producción de tomate de árbol.

Cuanto más diversa y abundante sea la población de polinizadores, mayor calidad y cantidad de cultivos se producirán. Afecta mejorando rasgos como el tamaño, forma, peso y color. Para proporcionar esta diversa comunidad, muchos productores agrícolas están comenzando a crear y mantener refugios de vegetación natural prístina (Arenas 2021).

2.1.11. Interacción planta- polinizador

Este tipo de interacción está vinculada con las interacciones positivas que son esenciales para la coexistencia de especies, donde ambas se benefician, como en la polinización y la dispersión de semillas. Las abejas, al recolectar néctar, transportan polen entre flores, facilitando la reproducción de las plantas. De manera similar, aves y mamíferos dispersan semillas al alimentarse de frutos, promoviendo la expansión de las plantas a nuevas áreas. Estas interacciones sustentan ecosistemas al facilitar la reproducción y la colonización de especies vegetales, contribuyendo así a la biodiversidad y estabilidad del ecosistema (Morales *et al.* 2024).

A lo largo de la temporada de floración en las comunidades alpinas mediterráneas, hubo una variación temporal en la actividad de las plantas y los visitantes de flores, lo que afectó la composición y la estructura de la red de interacciones planta-polinizador. Además, se identificó que la fenología de las especies involucradas fue uno de los principales impulsores estructurales de las redes planta-polinizador a lo largo de la temporada de floración (Morente *et al.* 2018).

2.1.12. Manejo de Polinizadores.

Los productores pueden implementar estrategias específicas para manejar los polinizadores en sus fincas, como la aplicación de pesticidas durante períodos en que las abejas no estén activas y la evitación de mezclas que puedan dañar a los polinizadores. El uso de trampas para monitorear la actividad de los polinizadores y la selección de variedades de cultivos resistentes a plagas son prácticas adicionales que reducen la necesidad de pesticidas y protegen a los polinizadores del entorno agrícola. La gestión cuidadosa de la aplicación de pesticidas y la adopción de prácticas agrícolas amigables con los polinizadores son fundamentales para mantener la salud y la población de estos importantes insectos (Heck *et al.* 2022).

2.1.13. Polinizadores del tomate de árbol.

El polen de tomate de árbol, con un diámetro de 27,51 μm y características tricolporadas, mostró variaciones significativas en su germinación bajo diferentes tratamientos y tiempos de evaluación (Padilla 2015)

La planta de tomate de árbol se puede polinizar con su propio polen (autopolinización) o con el polen de otra planta (polinización cruzada). Investigaciones realizadas en Nueva Zelanda no mostraron diferencias en el número de vainas colocadas entre plantas autopolinizadas y plantas crucíferas (Lewis y Considine, 1999) citado por (Muñoz 2011).

Los abejorros son excelentes polinizadores, en especial para cultivos de solanáceas, debido a que ellos saben cuándo salir a polinizar. Primeramente, agarran la flor con las partes de la boca para alimentarse, haciendo vibrar la flor y por ende provoca que el polen caiga sobre el estigma, logrando una polinización eficaz (Abril 2020).

La importancia tanto del viento como de las abejas, incluidos los abejorros, en el proceso de polinización del tomate de árbol (tamarillo). Destaca la contribución activa de estos agentes naturales y animales en la transferencia del polen entre las flores de la planta, subrayando la complejidad y diversidad de los

mecanismos de polinización en la reproducción de esta (AgronoTips 2024)

Cuando se trata del grupo de polinizadores más estudiado, la mayoría de las investigaciones se pueden observar en polinizadores agrícolas, como las abejas, o polinizadores silvestres, principalmente abejas y avispas. En la mayoría de los casos se analizó la distribución de nichos entre grupos funcionales, sus patrones de actividad diaria y las diferentes relaciones que se establecen entre polinizadores y plantas para acceder a los recursos más efectivos. También es destacable la demostración en una serie de estudios de las relaciones existentes entre grupos específicos de polinizadores y cultivos específicos, así como los beneficios que la polinización natural aporta a determinadas especies vegetales, que no necesariamente depende de este proceso de desarrollo (García *et al.* 2016).

Las plantas de tomate de árbol en invernadero muestran un rápido desarrollo vegetativo inicial debido a las altas temperaturas, pero experimentan un retraso en la formación de órganos reproductivos y en la fructificación en comparación con las plantas a campo abierto, influenciado por la temperatura y la polinización. A pesar de que la producción en campo abierto es tres meses más temprana, el invernadero ofrece la posibilidad de ajustar condiciones para obtener una alta productividad y precocidad. Sin embargo, cabe destacar que, a pesar de estos desafíos, la cantidad de frutos producidos en invernadero fue notablemente mayor, con un incremento del 20 a 22 veces en el número de frutos y un aumento del 65,06% en el peso por fruto en comparación con los cultivos a campo abierto (Guachizaca 2016).

En el estudio sobre la polinización y el cuajado de frutos en el tomate e árbol, se destaca la importancia de la polinización como un factor crucial que puede influir en la producción de frutos. La eficacia de la polinización en el tomate de árbol puede tener un impacto directo en el cuajado de frutos y, en consecuencia, en la productividad de la planta. Es esencial garantizar una polinización adecuada para lograr una buena cosecha de frutos en el tomate de árbol (Lewis y Considine 1999).

Hay que tener en consideración el estudio realizado por Gañán *et al*

(2015), donde identificaron que tener aislados genéticos de *Colletotrichum spp.* responsable de la antracnosis en frutos de tomate de árbol, lo que puede tener implicaciones para la polinización y la calidad de la fruta. Sin embargo, existe una laguna de conocimiento sobre la interacción entre estos patógenos y polinizadores, lo que podría ser un área potencial para futuras investigaciones.

Según Marcial *et al* (2023), el desarrollo de los frutos de tomate de árbol en los cultivares Gigante anaranjado y Gigante morado, se encontró que el cultivar Gigante morado alcanzó un mayor peso de fruto a los 170 días después de la polinización en comparación con el cultivar Gigante anaranjado. Aunque ambos cultivares mostraron valores similares en otras variables como diámetro polar, diámetro ecuatorial, firmeza externa e interna, y contenido de sólidos solubles, el Gigante morado destacó en términos de peso de fruto.

Los mismos autores mencionan que estas diferencias en el rendimiento de los frutos entre los cultivares podrían estar relacionadas con las características genéticas y el potencial de crecimiento de cada cultivar, así como con la interacción de factores ambientales y de manejo agronómico que influyen en el desarrollo de los frutos durante el proceso de autopolinización.

2.1.14. Técnicas de manejo para mejorar la polinización y el rendimiento del tomate de árbol.

Según Abril (2020), los agricultores deben recurrir a técnicas para promover la polinización como:

- Uso de abejorros para la polinización: Esta técnica aprovecha la precisión de los abejorros en su actividad, mejorando la fertilización y la calidad del fruto. Sin embargo, su efectividad se ve comprometida por el uso excesivo de insecticidas en otros cultivos, lo que afecta la población de abejas y abejorros.
- Implementación de sopladoras: Consiste en dirigir una corriente de aire sobre los racimos de flores, con una distancia de aplicación de 2 a 2.5 metros para evitar la irregularidad en la polinización. Aunque es una técnica sencilla, puede disminuir la calidad y rendimiento de los frutos

debido a la falta de control en la distancia.

- Polinización manual: Utiliza a una persona para agitar las ramas y desprender el polen, siendo una opción económica pero invasiva que dificulta la eficiencia en cultivos extensos.
- Técnica del vibrador eléctrico: Emplea vibradores sobre el pedúnculo del racimo de flores para desprender el polen y fertilizar los óvulos. A pesar de su eficacia, representa costos adicionales por el pago de jornales y la adquisición de los vibradores.
- Aplicación de hormonas, especialmente auxinas: Requiere una aplicación focalizada en las flores abiertas, ya que un exceso puede dañar las plantas y los frutos generados no contienen semillas.

2.2. Marco Metodológico.

Para llevar a cabo esta investigación sobre el "Impacto de la polinización en la formación de frutas y rendimiento del tomate de árbol (*Solanum betaceum*)", se emplea una metodología de investigación exploratoria y explicativa. La investigación exploratoria se utiliza para indagar a fondo sobre la relación entre la polinización y el rendimiento del tomate de árbol en diferentes contextos ecuatorianos, explorando variables clave y factores influyentes. La metodología explicativa se aplica para proporcionar una comprensión más profunda de la relación causal entre la actividad polinizadora y los resultados en la formación de frutas.

En términos de métodos, se destaca la recopilación de información de diversas fuentes, empleando técnicas como el análisis de contenido, análisis de datos secundarios y revisión bibliográfica. Estas técnicas se aplican para construir una base sólida que respalde la investigación sobre la relación entre la polinización y el rendimiento del tomate de árbol.

2.3. RESULTADOS.

Los hallazgos de esta investigación indican que las abejas, incluidas las abejas melíferas, las abejas solitarias y los abejorros, son los principales polinizadores de los tomates de árbol. Si bien ocasionalmente se observaron mariposas, moscas y avispa visitando las flores, su papel en la polinización fue relativamente insignificante en comparación con el de las abejas. El estudio no observó ninguna participación significativa de la polinización por el viento en las condiciones examinadas.

La polinización tiene un impacto en el tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) mejorando su genética y la calidad de sus frutos. el material comercial (Gigante Morado) el que obtuvo mayor porcentaje (36,58%); mientras que el segregante GT7P48 que obtuvo el menor valor (28,81%). La temperatura de 4°C favoreció la germinación, siendo la variedad comercial la de mayor porcentaje de germinación, mostrando la influencia de la temperatura debido a que la polinización puede sufrir alteraciones por disminución de humedad o radiaciones elevadas (Sotomayor y Viera 2017).

En su estudio, Lamas *et al* (2021), identificaron los visitantes florales por observación directa durante 2 días. Solamente se formaron frutos por polinización abierta, xenogamia manual y autopolinización manual (29%, 18% y 11%, respectivamente). El mayor éxito reproductivo relativo ocurrió por polinización abierta (realizada por insectos). La antesis duró 5 días, sucediéndose 6 fases florales. Los estigmas estuvieron receptivos previamente a la apertura floral y dehiscencia de las anteras. Dos especies de abejorros visitaron las flores, *Bombus sp.* y *Xylocopa sp.*

Las Inflorescencias que en el campo que quedaron abiertas a la polinización natural produce el mayor número de frutos en comparación con las inflorescencias cuyas flores fueron ya sea autógeno o alógeno a mano. El patrón fue similar para el número final de frutos, aunque las diferencias entre tratamientos se redujeron (Lewis y Considine 1999).

Los polinizadores son de gran importancia económica, en particular las abejas (*Apis mellifera*), radica en su papel en la polinización de cultivos, que es una práctica generalizada en muchas regiones del mundo. No se puede subestimar el papel crucial de la polinización, ya que contribuye directamente a aumentar el rendimiento de los cultivos y mejorar la calidad de la fruta. Esto es particularmente evidente en el caso de los tomates de árbol, que dependen en gran medida de la polinización abierta para lograr resultados deseables (Santos *et al.* 2019).

2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El impacto crítico de la polinización en el tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) según investigaciones anteriores, esto sugiere para que el polen sea viable uno de los factores esenciales son la temperatura y el tiempo de almacenamiento, y que las variedades comerciales tienen tasas de germinación más altas en condiciones óptimas. El estudio de García *et al* (2016) observaron una mayoría de investigaciones basadas en polinizadores manejados, como la abeja melífera, o en polinizadores silvestres, fundamentalmente abejas y abejorros. También analizaron el fenómeno de la repartición de nicho entre grupos funcionales, sus patrones de actividad diaria y las distintas relaciones establecidas entre polinizadores y plantas para tener un acceso más eficiente a los recursos.

Ccahuana y Rodríguez (2021), mencionan que la polinización va depender exclusivamente de las abejas *Apis mellífera* y su alimentación tienen un regular porcentaje en polen, lo que podría indicar que las abejas *Apis mellifera* percurren más de 3 km. Por otro lado, Marcial *et al* (2023), menciona que realizando una polinización artificial, sus resultados muestran que el cultivar Gigante morado obtiene mayores valores que el cultivar Gigante anaranjado en todas las variables, excepto en la firmeza interna. Solamente el peso del fruto muestra diferencias significativas, Gigante morado alcanzando 147.50 g mientras que el Gigante anaranjado obtuvo 118.83 g.

Según Lamas *et al* (2021), mencionan que la deficiencia en la polinización produce un bajo contenido de auxinas que inducen un desbalance hormonal especialmente en el contenido de giberelinas, etileno y ácido abscísico que juegan un papel importante en la maduración de la semilla. Mientras el estudio Abril (2020) indican que la intervención de la polinización controlada o artificial, las cosechas pueden fertilizarse normalmente, pero los frutos carecerán de pocas semillas y por ende se reflejará en el peso final.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIÓN.

La presencia de los polinizadores ha tenido un impacto en la mejora de la composición genética y calidad de los frutos de tomate de árbol, como revelan los estudios, enfatizando la importancia de la polinización ya que ha aumentado la productividad y reproducción del cultivo, de esta forma diversos factores también influyen en el impacto directo en la viabilidad y germinación del polen por lo que estas condiciones tienen la capacidad de obtener un buen porcentaje de germinación.

El tomate de árbol, depende en gran medida de la polinización para producir sus frutos y lograr altos rendimientos. Los agentes polinizadores, incluidas las abejas *Aphis mellifera*, *Osmia cornuta*, *Xylocopa sp* y *Bombus sp* por lo que estos desempeñan un papel vital en el transporte de polen de flor en flor de esta forma fertilizándolas. Sin embargo, la investigación ha demostrado que una disminución de estos polinizadores puede afectar negativamente la producción de tomates de árbol.

La importancia de los polinizadores da lugar a una buena fertilización por lo que facilitan la transferencia de polen entre flores y posee una influencia directa en el rendimiento de la producción de tomate de árbol de esta forma no solo se asegura la cantidad, sino también la calidad del fruto, contribuyendo así al éxito global de la producción agrícola.

3.2. RECOMENDACIONES.

- Llevar a cabo un registro visual periódico de los polinizadores presentes en los cultivos de tomate de árbol durante las horas de mayor actividad.
- Efectuar observaciones básicas del rendimiento del tomate de árbol en parcelas con y sin la presencia de polinizadores.
- Analizar el tamaño y la cantidad de frutos formados en cada grupo ayudará a entender mejor la importancia de los polinizadores en el rendimiento del cultivo

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y ANEXOS.

4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Abril, C. 2020. Artificial Para Cultivos De Tomate Utilizando. Universidad De Pamplona .
- AgronoTips. 2024. El cultivo del tamarillo o tomate de árbol. Portalfruticola :1-10.
- Alminate, G. 2017. Evaluación in vitro de la germinación y viabilidad del polen de segregantes de tomate de árbol (*Solanum betaceum*), en función del tiempo de almacenamiento. s.l., s.e., vol.523.
- Aristizábal, L; Atehortúa, L. 2019. Efecto de la polinización por abejas (*Apis mellifera* L.) sobre el rendimiento y calidad del fruto de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en el municipio de El Retiro, Antioquia, Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 11:102-113.
- Bardino, J. 2021. Importancia de la polinización. Ecologiaverde :1-8.
- Buono, S; Aguirre, C; Abdo, G; Perondi, H; Ansonnaud, G. 2018. Tomate árbol *Solanun betaceum*. Procisur. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) 12(4):18.
- Calvo, B. 2022. Qué es la polinización y cómo se produce. Mundo Deportivo :1-8.
- Calvo, I. 2009. Cultivo de tomate de arbol (*Cyphomandra betaceae*). Proyecto Microcuenca Plantón - Pacayas Boletín técnico No. 8 8(8):1-4.
- Cañarte, E; Montero, S; Navarrete, B. 2021. Reconocimiento, importancia y cuidado de los polinizadores en los sistemas de producción de cacao. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) :3-31.
- Carvajal, V; Rivera, P. 2019. Las fantásticas y desconocidas polinizadoras de la noche: las polillas. Escuela Politecnica Nacional. Departamento de Biología .
- Ccahuana, E; Rodriguez, P. 2021. Optimización del servicio ecosistémico de polinización para la apicultura sostenible en el Apiario Taucca, Lamay, Calca, Cusco – 2023. Universidad Cesar Vallejo :59.
- Escocés, R; Vignolo, C. 2022. Guía de Polinizadores más comunes de las onas verdes de Madrid. Rea Jardin Botanico. :66.

- Faife, M; Martínez, L; Torres, E; Vitilloch, A; Díaz, E; Díaz, L; Almarales, A. 2023. Biología reproductiva de plantas cubanas: lecciones para su conservación. *Ciencias Naturales Y Exactas* 13(3):2-7.
- FAO. 2023. La importancia de las abejas y otros polinizadores. :24-27.
- Feicán, C; Encalada, C; Becerril, R. 2016. Descripción Agronómica del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) CROP. *Revista Agro Productividad* 9(8):78-86.
- Gañán, L; Álvarez, E; Castaño, J. 2015. Identificación genética de aislamientos de *Colletotrichum* spp. causantes de antracnosis en frutos de aguacate, banano, mango y tomate de árbol. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 39(152):339.
- Geraque, E. 2020. Hormigas polinizadoras. *Revista Pesquisa* (288):1-6.
- García, M; Ríos, L; Álvarez, J. 2016. La polinización en los sistemas de producción agrícola: Revisión sistemática de la literatura. *Revista Idesia*. Scielo 34(3):53-68.
- Gómez, D. 2023. Poder ejecutivo del estado. *Periodico Oficial Gaceta del Gobierno del estado libre y soberano de Mexico*. :2-10.
- Guachizaca, A. 2016. Caracterización fenológica acorde a la escala BBCH de dos grupos agronómicos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.), cultivados en condiciones controladas. Universidad Técnica Particular De Loja.
- Heck, A; Phillips, B; Werling, B. 2022. Guía del Cuidado de Polinizadores de Hortalizas (Vegetable Pollinator Stewardship Guide in Spanish). Michigan State University
- Kaur, N; Singh, A. 2022. Diversidad, importancia y declive de los insectos polinizadores en la era actual. *Intechopen* :1-35.
- Lagos, T; Bacca, T; Herrera, D; Delgado, J. 2015. Biología reproductiva y polinización artificial del tomate de árbol (*Cyphomandra bipes* (Cav.) Sendt). *Boletín Científico del Centro de Museos* 19(2):60-73.
- Lamas, C; Urtasun, M; Giamminola, E; Corimayo, A; Cornejo, I; Pratta, G; Caruso, G; De Viana, M; Amela, M. 2021. Biología floral de *Solanum betaceum* en una población natural de las Yungas en Salta. *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas* 14(2):24-26.
- Lewis, DH; Considine, JA. 1999. Pollination and fruit set in the tamarillo

- (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt.) 2. Patterns of flowering and fruit set. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 27(2):113-123.
- Lindao, V; García, J; Espinoza, A; Carrera., E. 2020. Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. 6(2):836-860.
- Lopez, M. 2015. Las hormigas y la polinización. *Ambientologa.net*.
- Llundo, M. 2022. Diagnóstico del manejo de la producción del tomate de árbol (*Solanum betaceum*) En Cantón Pelileo. Universidad Técnica de Ambato
- MAG. 2021. Boletín Situacional cultivo de tomate de árbol. (Ministerio de Agricultura y Ganadería).
- Marcial, L; Martínez, A; Leon, J; Suárez, A; Viera, W. 2023. Desarrollo del fruto en cultivares de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav .). *Revista perfiles* 1(31):2-10.
- Merlin, L. 2022. Tamarillo , *Solanum betaceum*. LeroyMerlin.
- Meza, N; Manzano, J. 2009. Características del fruto de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* [Cav.] Sendtn) basadas en la coloración del arilo, en la Zona Andina Venezolana. *Revista Científica UDO Agrícola* 9(2):289-294.
- Morales, J; Cocolletzi, E; Ramos, M. 2024. Las interacciones ecológicas y su importancia para el hombre. *Inecol* :1-30.
- Moreno, C; Molina, J; Ortiz, J; Peñafiel, C; Moreno, R. 2020. Cadena de valor en la red de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en Ecuador. *Revista redalyc. Agronomía Mesoamericana* 31(1):13-29.
- Morente, J; Lara, C; Ormosa, C; Iriondo, J. 2018. Phenology drives species interactions and modularity in a plant - Flower visitor network. *Scientific Reports* 8(1):1-11.
- Muñoz, V. 2011. Tamarillo (*Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendt.). :1-3.
- Padilla, F. 2015. Efecto De Pesticidas Convencionales, Ecológicos Y Biológicos Sobre La Viabilidad Del Polen En Mora De Castilla Y Tomate De Árbol. Unidad De Gestión De Posgrados Departamento De Ciencias De La Vida Y La Agricultura .
- Peña, M; Peña, A. 2021. Colibríes, una historia de belleza y polinización. *Revista*

- Ambiental ÉOLO 19(14):204-215.
- Quinet, M; Angosto, T; Yuste, F; Blanchard, R; Bigot, S; Martinez, J; Lutts, S. 2019. Tomato Fruit Development and Metabolism. *Frontiers in Plant Science* 10:1-87.
- Ramírez, F; Kallarackal, J. 2019. Tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) reproductive physiology: A review. *Scientia Horticulturae* 248:206-215.
- Romero, E. 2022. ¿ Qué es el Tomate de árbol ?. *Elcondorchicago* :1-13. D
- Sandoval, C; Calispa, A. 2015. Guía De Buenas Prácticas Agrícolas Para Tomate De Árbol (*Solanum betaceum* Cav.)(RESOLUCIÓN. AGROCALIDAD. Agencia de regulacion y control fito y zoosanitario. RESOLUCIÓN TÉCNICA N°- 0038 .
- Santos, E; Bonilla, O; Branchiccela, B. 2019. Polinizadores en época de producción de frutas y semillas. *Revista INIA Uruguay*, 2019, no. 58, p. 24-27. (58):1-4.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (SADER). 2022. Murciélagos, aliados de la agricultura. Gobierno de Mexico :1-6.
- Sepúlveda, R; González, V; Ardilles, S. 2014. Manejo de colmenas (*Bombus terrestris*) bajo malla antiáfido. Instituto De Investigaciones Agropecuarias, Centro De Investigación Especializado En Agricultura Del Desierto Y Altiplano (Cie), Inia Ururi, Región De Arica Y Parinacota. Ministerio De Agricultura. :1-2.
- Sotomayor, A; Viera, W. 2017. Viabilidad y germinación de polen de materiales comerciales y segregantes de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav .) y de naranjilla (*Solanum quitoense*). Researchgate (August 2016).
- Torres, F. 2022. Efecto De La Aplicación De Yodo En La Germinación De Semilla De Tomate De Árbol (*Solanum betaceum*). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias .
- Tran, L; Sugimoto, K; Kasozi, M; Mitalo, O; Ezura, H. 2023. Pollination, pollen tube growth, and fertilization independently contribute to fruit set and development in tomato. *Frontiers in Plant Science* 14:1-23.
- Universo Frutal. 2024. ¿ Cómo es la Flor del Tomate de Árbol ?. *Universofrutal* :1-10.
- Viera, W; Viteri, P; Martínez, A; Castillo, C; Peñaherrera, D. 2021. Guía Para El Conocimiento De La Punta Morada En Tomáte De Árbol (*Solanum*

betaceum Cav.) y alternativas para un manejo integrado GUÍA. INIAP.
Boletín divulgativo No 449 :23.

4.2. ANEXOS



. Apertura de tecas en flor de tomate de árbol
Fuente: (Alminate 2017)