

Enseñanza del Control biológico en Huertas familiares de Bogotá mediante el uso de *Beauveria bassiana* y la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivos de cebolla (*Allium cepa*)

Presentado por:

Angie Michell Duarte Quintero

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Biología

Bogotá D.C

2023

Enseñanza del Control biológico en Huertas familiares de Bogotá mediante el uso de *Beauveria bassiana* y la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivos de cebolla (*Allium cepa*)

Presentado por:

Angie Michell Duarte Quintero

Director:

**Hugo Mauricio Jiménez Melo
Microbiólogo, M. Sc.**

Línea de investigación:

Biodiversidad, Biotecnología y Conservación

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Biología

Bogotá D.C

2023

Dedicatoria

Querida yo,

Quiero dedicarte este logro, el resultado de tu esfuerzo y dedicación en la implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza del control biológico entre Beauveria bassiana y la mosca blanca en cultivos de cebolla de bulbo. Espero que este proyecto te haya brindado un gran aprendizaje y que puedas aplicar lo que has aprendido en futuros proyectos.

A mis padres, agradezco por su amor, apoyo y constante motivación. Gracias por haber sido mi mayor soporte en todo momento y por ayudarme a convertirme en la persona que soy hoy.

A mis hermanos, agradezco por su cariño y complicidad, siempre han sido una fuente de motivación y alegría en mi vida. Espero poder seguir contando con su apoyo en mis futuros proyectos.

A mis colegas, les deseo lo mejor en su camino académico y les animo a seguir adelante con determinación y perseverancia. ¡Que sus sueños se hagan realidad!

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Pedagógica Nacional por brindarme la oportunidad de formarme académicamente y crecer como persona en un entorno de aprendizaje enriquecedor.

También quiero agradecer a Johann Bohórquez por su amor y apoyo incondicional durante todo este proceso, por comprender mis tiempos y ayudarme a superar los momentos difíciles.

Agradezco profundamente a mi familia por su constante aliento y apoyo emocional, por su confianza en mí y por ser mi mayor motivación para alcanzar mis metas.

No puedo dejar de mencionar a mi asesor y profesor Hugo Mauricio Jiménez cuyo compromiso y dedicación hicieron posible este logro. Gracias por su guía, paciencia y sabiduría en el camino hacia la culminación de mi carrera.

Agradecimiento a las familias que participaron en este trabajo de grado, por abrir las puertas de sus hogares y permitirme llevar a cabo esta investigación en sus huertas familiares. Su colaboración y disposición fueron fundamentales para la realización de este proyecto.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis amigos de carrera por su apoyo y compañía a lo largo de este camino. Sin ustedes, no habría sido posible superar los desafíos y dificultades que se presentaron. Agradezco por las tardes compartidas, por los momentos de alegría y por las conversaciones que hemos tenido. Su amistad ha sido un gran regalo.

Mi agradecimiento especial a mis queridas mascotas. Ellos han sido una fuente inagotable de amor, compañía y alegría durante mi vida y especialmente durante mi carrera universitaria. Sus miradas tiernas y sus abrazos reconfortantes han sido un bálsamo para mí en momentos de estrés y cansancio.

Tabla de contenido

1. Introducción.....	1
2. Justificación.....	3
3. Marco teórico.....	5
3.1 Cebolla de bulbo (<i>Allium cepa</i>).....	5
3.1.1 Origen de la cebolla de bulbo.....	5
3.1.2 Clasificación taxonómica.....	6
3.1.3 Importancia /usos de la cebolla.....	6
3.1.4 Rasgos morfológicos.....	7
3.1.5 Fases de desarrollo.....	8
3.1.6 Requerimientos edafoclimáticos de la cebolla.....	9
3.1.7 Establecimiento del cultivo.....	10
3.1.8 Plagas en el cultivo de la cebolla de bulbo.....	11
3.1.9 Enfermedades de la cebolla de bulbo.....	12
3.1.10 Prevención y control de plagas y enfermedades de la cebolla de bulbo.....	12
3.2 Huertas familiares.....	13
3.3 Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	14
3.4 Control Biológico.....	15
3.5 <i>Beauveria bassiana</i>.....	16
3.5.1 Características morfológicas.....	16
3.5.2 Proceso de infección.....	17
3.6 Cartilla como material educativo.....	18
4. Antecedentes.....	19
4.1 Internacionales.....	19
4.2 Nacionales	22
4.3 Locales.....	24
5. Problemática.....	26
6. Objetivos.....	27
6.1 Objetivo General.....	27
6.2 Objetivos Específicos.....	27
7. Metodología.....	28
7.1 Referente epistemológico.....	28
7.2 Enfoque mixto.....	29
7.3 Ruta metodología.....	29
7.3.1 Fase indagatoria ¿Qué es el control biológico?.....	29
7.3.2 Huertas Familiares - Siembra de la cebolla de bulbo (<i>Allium cepa</i>).....	29
7.3.2.1 Adecuación de parcela demostrativa.....	30.
7.3.2.2 Reproducción vegetativa de la cebolla de bulbo.....	30
7.3.3 Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	31

7.3.3.1 Creación de un invernadero casero.....	31
7.3.4 Aplicación de <i>Beauveria bassiana</i>	32
7.3.5 Aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la mosca blanca en cultivos de cebolla de bulbo.....	32
7.3.6 Cartilla educativa como parte de la estrategia didáctica.....	32
7.3.7 Consideraciones éticas de la investigación.....	33
8. Resultados y análisis.....	34
8.1. Fase indagatoria ¿Qué es el control biológico?.....	34
8.2 Huertas Familiares - Siembra de la cebolla de bulbo (<i>Allium cepa</i>).....	44
8.2.1 Adecuación de parcela demostrativa.....	47
8.2.2 Reproducción vegetativa de la cebolla de bulbo.....	47
8.3 Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	51
8.3.1 Creación de un invernadero casero.....	51
8.4 Aplicación de <i>Beauveria bassiana</i>	52
8.5 Aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la mosca blanca en cultivos de cebolla de bulbo.....	53
8.6 Cartilla educativa como parte de la estrategia didáctica.....	54
9. Conclusiones.....	63
10. Recomendaciones.....	64
11. Bibliografía.....	66
12. Anexos.....	70

Índice de figuras

Figura 1: Cebolla de bulbo.....	6
Figura 2: Taxonomía de la cebolla de bulbo.....	6
Figura 3: Cantidades aproximadas de los nutrientes que aporta la cebolla de bulbo.....	7
Figura 4: Rasgos morfológicos de la cebolla de bulbo.....	7
Figura 5: flor de la cebolla de bulbo.....	8
Figura 6: fase del desarrollo de la cebolla de bulbo.....	9
Figura 7: Ciclo de vida de <i>Bemisia tabaci</i>	14
Figura 8: Esquema del desarrollo del hongo en el insecto.....	17
Figura 9: Larva de <i>Cyclonephala</i> spp. infectada por <i>Beauveria bassiana</i>	18
Figura 10: Producto de Bioinsecticida <i>Beauveria</i> wp.....	32
Figura 11: Resultados de la primera pregunta del cuestionario de la fase indagatoria...35	
Figura 12: Alimentos o productos que cultiva constantemente las cuatro familias.....36	
Figura 13: Porcentajes de las hortalizas que las familias seleccionadas tienen cultivas en su hogar.....37	
Figura 14: Resultados de la segunda pregunta del cuestionario de la fase indagatoria...38	
Figura 15: Resultados de la tercera pregunta del cuestionario de la fase indagatoria.....40	
Figura 16: Porcentajes a la pregunta ¿De qué manera controla la plaga de su cultivo?.....41	
Figura 17: Resultados de la (4) pregunta del cuestionario de la fase indagatoria.....43	
Figura 18: Porcentajes a la pregunta ¿conoce usted los beneficios que proporciona el control biológico para diversos cultivos?.....43	
Figura 19: Resultados de la (5) pregunta del cuestionario de la fase indagatoria.....44	
Figura 20: Resultados de la (6) pregunta del cuestionario de la fase indagatoria.....44	
Figura 21: Resultados de la (7) pregunta del cuestionario de la fase indagatoria.....45	
Figura 22: Resultados de la (8) pregunta del cuestionario de la fase indagatoria.....45	
Figura 23: Huerta familiar de la familia Pinilla Casas.....46	
Figura 24: Huerta familiar de la familia Ortiz Fajardo.....46	
Figura 25: Huerta familiar de la familia Camargo Ochoa.....47	
Figura 26: Huerta familiar de la familia Cortez Bazurto.....47	
Figura 27: Cebolla de bulbo de la familia Pinilla Casas.....49	
Figura 28: Cebolla de bulbo de la familia Ortiz Fajardo.....49	
Figura 29: Crecimiento y desarrollo de dos plantas de cebolla de bulbo.....50	
Figura 30: Siembra de la cebolla de bulbo por semilla.....50	
Figura 31: Siembra de la cebolla de bulbo por el método de bulbos.....50	
Figura 32: Cebolla de bulbo de la familia Camargo Ochoa.....50	
Figura 33: Siembra de la cebolla de bulbo por semilla.....50	
Figura 34: Siembra de la cebolla de bulbo directamente en el terreno.....51	
Figura 35: Cebolla de bulbo de la familia Cortez Bazurto.....51	
Figura 36: Cebollas de bulbos de la familia Cortez Bazurto.....51	
Figura 37: Invernadero casero.....52	
Figura 38: Frascos de vidrio que contenía ejemplares de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....53	

Figura 39: mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) en cultivo de la cebolla de bulbo.....	54
Figura 40: Ejemplares de la mosca blanca en el vinipel que cubría el invernadero una vez se aplicó por aspersión el hongo <i>Beauveria bassiana</i>	55
Figura 41: Contenido de huertas familiares en la Cartilla educativa.....	55
Figura 42: Contenido de la cebolla de bulbo en la cartilla educativa.....	56
Figura 43: Contenido de la mosca blanca en la cartilla educativa.....	57
Figura 44: Contenido del control biológico en la cartilla educativa.....	57
Figura 45: Contenido del hongo entomopatógeno en la cartilla educativa.....	57
Figura 46: Respuesta a la primera pregunta de la validación de la cartilla educativa.....	58
Figura 47: Respuesta a la segunda pregunta de la validación de la cartilla educativa.....	59
Figura 48: Respuesta a la tercera pregunta de la validación de la cartilla educativa.....	60
Figura 49: Respuesta a la pregunta (4) de la validación de la cartilla educativa.....	61
Figura 50: Respuesta a la pregunta (5) de la validación de la cartilla educativa.....	61
Figura 51: Respuesta a la pregunta (6) de la validación de la cartilla educativa.....	62
Figura 52: Respuesta a la pregunta (9) de la validación de la cartilla educativa.....	64

Índice de tablas

Tabla 1: Hortalizas que las familias seleccionadas tienen cultivas en su hogar.....	36
Tabla 2: Respuestas de las familias a la pregunta ¿conocen la importancia y los beneficios de la cebolla de bulbo?.....	38
Tabla 3: Respuesta de las cuatro familias a las preguntas ¿conoce usted qué plaga es? y ¿De qué manera afecta su cultivo?.....	39
Tabla 4: Fotografías en la adecuación de la parcela demostrativa.....	47
Tabla 5: Apellidos de las familias seleccionadas para la validación de la cartilla educativa	57
Tabla 6: Respuestas a la pregunta (7) de la validación de la cartilla educativa.....	61
Tabla 7: Respuestas a la pregunta (8) de la validación de la cartilla educativa.	62

1. Introducción

.El uso de sustancias químicas en la producción agrícola ha generado diversos impactos sobre el medio ambiente. Si bien los insecticidas controlan, matan o repelen una plaga que genere daños, pérdidas económicas o produzcan alguna enfermedad, estos representan un riesgo potencial para la salud y el medio ambiente. Las personas que utilizan estos compuestos químicos de manera excesiva pueden producir indigestión, dolores de cabeza, vómitos, reacciones alérgicas y problemas respiratorios. Además, los insecticidas eliminan los controladores biológicos de las plagas e insectos beneficiosos para el cultivo y presentan altas contaminaciones ambientales, ya que tienen un gran impacto en el suelo y el agua. Según Restrepo (2015), el uso de pesticidas disminuyen la actividad de enzimas del suelo e influyen en la mayoría de las reacciones bioquímicas, entre ellas: la mineralización de la materia orgánica, la nitrificación, las reacciones oxido- reducción, la metanogénesis, entre otras. Asimismo, el uso de pesticidas afecta a los microorganismos del suelo que no poseen la capacidad de metabolizar los ingredientes activos del agroquímico.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone como alternativa el control biológico, el cual es un control natural de virus, fitoplasmas, bacterias, microhongos, nematodos e insectos que afectan a las plantas. Según Castellanos, C (2020) estos pueden ser otros insectos benéficos, como los depredadores, parasitoides o también microorganismos como virus, bacterias y microhongos. Además, es un método racional y amigable con el medio ambiente, que no deja residuos en las plantas ni en los alimentos y protege la salud de la población. A lo anterior, podemos deducir que el control biológico consiste en controlar diversos organismos que causan daños a numerosas plantas y animales, y que trae ciertas ventajas, siendo una de las más relevantes la de no contaminar el ambiente ni destruir la vida silvestre.

En cuanto a los hogares colombianos los productos hortícolas tales como el tomate, la zanahoria, la lechuga, el cilantro, el pimentón y la cebolla son considerados alimentos de primera necesidad. Estos alimentos forman parte de la alimentación humana, en particular la cebolla de bulbo, el cual es un alimento que según Salinas et al (2020) aporta a la dieta humana potasio, vitamina B6 y vitamina C. Además, Salinas et al (2020) dice que: “ En

Colombia, el consumo de cebolla de bulbo por persona al año es de 10,3 kg, mayor que el promedio mundial de 8,3 kg, lo cual la convierte en la segunda hortaliza más consumida en el país” (pág.15). También, es importante recalcar que esta hortaliza (cebolla de bulbo) es muy utilizada en los hogares colombianos porque tiene una gran utilidad culinaria ya sea como ingrediente o condimento y de igual manera, está hortaliza tiene distintas ventajas y valores en campos medicinales, gastronómicos, comerciales, entre otros. Por otro lado, es importante destacar que en numerosos hogares colombianos se han implementado huertas familiares, las cuales han brindado una invaluable oportunidad para proveer alimentos frescos y complementarios. Estas huertas no solo incluyen una amplia variedad de plantas medicinales, condimentos, hortalizas y plantas aromáticas, sino que también aseguran un acceso inmediato a estos alimentos esenciales en la vida diaria.

En las huertas familiares, se cultivan hortalizas como la cebolla de bulbo debido a su gran importancia. Sin embargo, estos cultivos pueden ser afectados por plagas, como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Esta plaga se alimenta de la savia del envés de las hojas de diversas especies de plantas, incluyendo la cebolla de bulbo. Como resultado, las hojas sufren un daño considerable, presentando un tono amarillento. La mosca blanca es considerada un insecto plaga debido a su capacidad para causar daños significativos en los cultivos de hortalizas. A lo anterior, podemos mencionar que esta mosca blanca es un insecto chupador que causa grandes daños a las plantas cuando se alimentan de ellas ya que al extraer sus nutrientes ocasiona en la planta debilidad, marchitamiento, retraso en el crecimiento, o incluso la muerte.

En consecuencia a lo anterior, como alternativa al uso de insecticidas, se propone utilizar hongos entomopatógenos, como *Beauveria bassiana*, para controlar las plagas en este cultivo. Este es un hongo que actúa como agente de control biológico al infectar y debilitar a las plagas, como la mosca blanca, reduciendo así su población y el daño ocasionado a las plantas. Asimismo, es una especie reconocida por los resultados favorables que ha mostrado en el control de gran número de parásitos de las plantas como son las orugas, termitas, moscas blancas, escarabajos, entre otros. Es un microhongo imperfecto de la clase deuteromycetes e infecta a más de 200 especies de insectos. Este mecanismo de acción principalmente se da por contacto, el microhongo penetra el insecto e invade, produciendo la muerte por micosis. En términos de las ventajas que puede tener la

aplicación de este microhongo entomopatógeno en cultivos según son; es compatible con otros métodos de control, no contamina fuentes de agua, ni el medio ambiente, no hay riesgo de intoxicación en los aplicantes, reduce los costos de producción por la no utilización de insecticida químico, entre otras.

Se propone implementar una estrategia didáctica, como lo sería un Cartilla de control biológico de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) que permita la enseñanza del control biológico a través de la relación entre dos organismos (*Beauveria bassiana*) y la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) esto con el fin de que familias bogotanas puedan cultivar la cebolla de bulbo y no tengan resultados desfavorables por plagas contaminantes y uso de insecticidas. Por otro lado, esta estrategia didáctica permitiría a las familias adquirir conocimientos sobre el control biológico y la importancia de utilizar organismos benéficos, como *Beauveria bassiana*, para combatir la mosca blanca de manera efectiva y amigable con el medio ambiente. Además, este recurso educativo podría ser utilizado en entornos convencionales de educación ambiental, permitiendo a las personas adquirir conocimientos sobre esta problemática y fomentar prácticas sostenibles en la agricultura urbana.

1. Justificación

En muchos hogares colombianos hay huertas que han permitido a la familia proporcionar distintos alimentos o productos complementarios, tales como: plantas medicinales, condimentos, hortalizas, plantas aromáticas, entre otras cosas. Estas huertas familiares son importantes sistemas de producción agrícola; ya que de ellas las familias pueden extraer alimentos básicos y adicionalmente aportan a la economía del grupo familiar Barrero, A (2009).

Una de las hortalizas más utilizada en la alimentación humana y cultivada en los hogares colombianos es la cebolla de bulbo ya que presenta numerosas propiedades tanto nutritivas como medicinales. Sin embargo, en el proceso de cultivar esta hortaliza no se ha visto un alto porcentaje de resultados favorables ya que llegan plagas que afectan el cultivo, como por ejemplo la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) el cual es insecto chupador que causa daños ya que le extrae los nutrientes a la planta y le ocasiona debilidad, marchitamiento, retraso en su crecimiento e incluso la muerte.

Por otro lado, las familias para combatir las plagas que abastecen sus cultivos utilizan ciertos insecticidas industriales que sí bien estos productos pueden controlar la plaga también representan un riesgo potencial en el medio ambiente y en la salud de las personas que lo utilizan. Por tal motivo, se considera que es importante que los pequeños agricultores tengan nuevas alternativas para el control de las diversas plagas y puedan disminuir los costos de producción y los problemas ambientales y de salud que se dan a raíz del uso de pesticidas químicos.

A lo anterior, una de las alternativas que se proponen es el control biológico ya que es un método que es racional y amigable con el medio ambiente, protege la salud de las personas que lo implementen, es eficiente y económico. Su principal objetivo es controlar plagas agrícolas usando enemigos naturales, en este caso se utilizará hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* el cual se caracteriza por controlar diversas plagas a nivel mundial y en términos de ventajas esta especie es compatible con otros métodos de control, no contamina fuentes de agua ni el medio ambiente, no presenta riesgo de intoxicación en los aplicantes y reduce los costos de producción.

Por otra parte, este trabajo investigativo aporta a la enseñanza de la biología, en el sentido que promueve la implementación de estrategias didácticas, enfocadas en algunos hogares colombianos que plantan en sus huertas cultivos de cebolla de bulbo, con el fin de fomentar una estrategia de control biológico fundamentada en el uso de *Beauveria bassiana* en contra de la mosca blanca, además promueve iniciativas que contribuyen a no usar insecticidas que afectan el suelo y traen diversas problemáticas a nivel de salud de las personas que la utilizan. Además, este proyecto también contribuye a la línea de investigación de Biodiversidad, Biotecnología y Conservación, que busca formar docentes investigadores capaces de diseñar e implementar proyectos que integren la conservación de la biodiversidad o la utilización de organismos a través de la biotecnología. En este sentido, la estrategia didáctica propuesta en esta cartilla no solo promueve la conservación de la biodiversidad, sino que también utiliza organismos, como *Beauveria bassiana*, a través de la biotecnología para el control de plagas. Al implementar el Trabajo de Grado basado en esta estrategia didáctica, se brinda la oportunidad no solo a las familias sino también a estudiantes de profundizar en el tema, investigar sobre la eficacia de *Beauveria bassiana* en el control de la mosca blanca y contribuir al conocimiento científico en el

campo de la biodiversidad, la biotecnología y la conservación. De esta manera, el proyecto no solo tiene un impacto educativo, sino que también fomenta la investigación y la aplicación de la biotecnología.

A nivel personal, esta propuesta investigativa promueve mi formación como docente en biología, ya que me brinda herramientas metodológicas que puedo implementar en mi futura práctica profesional, además me permite la interacción con una población en específico y proponer hipótesis sobre el uso de microorganismos para el control biológico, de igual forma fomentar mis habilidades para la construcción de estrategias didácticas enfocadas en grupos que cultivan alimentos en sus propias huertas.

3. Marco teórico

Para entender las bases teóricas que sustentan el presente proyecto de investigación, es importante desarrollar conceptos estructurantes del mismo.

3.1 Cebolla de bulbo (*Allium cepa*)

La cebolla de bulbo según Salinas et,al (2020) es un alimento que “aporta a la dieta humana Potasio, Vitamina B6 y vitamina C” (pág,15), este cultivo es importante porque generan ingresos y trabajo a pequeños agricultores en diversos departamentos donde hay mayores áreas para sembrar. Bruzón, 1988 en Salinas et, al 2020 dice que: “La cebolla de bulbo es una planta que pertenece a la familia botánica Amaryllidaceae. Es originaria de Asia (particularmente Irán, Afganistán y Pakistán) y fue introducida a América por los españoles” (pág,22). Por otro lado, esta hortaliza es utilizada como condimento para dar sabor a las diversas comidas, esto se debe a que presenta propiedades terapéuticas que le confieren los compuestos volátiles y no volátiles que contiene azufre y en poca medida azúcares.

3.1.1 Origen de la cebolla de bulbo.

Se piensa que la cebolla de bulbo según Fornaris, G (2012) se originó en el oeste de Asia, posiblemente en la zona donde se encontraba la antigua Persia. Hoy en día, la cebolla de bulbo se encuentra en Irán, Afganistán, el oeste de Pakistán y en el Norte en países

montañosos. Por otro lado Fornaris, G (2012) menciona que las cebollas se sembraron en India alrededor de 600 A.C., los griegos y romanos ya la usaban en 400 a 300 A.C y se introdujeron al norte de Europa al comienzo de la Edad Media. De tal manera, la cebolla de bulbo, se empezó a convertir en un alimento popular en diversos lugares de Europa. En 1929 la cebolla fue llevada al Nuevo Mundo y ahí se cultivó por primera vez. En la actualidad, este cultivo de cebolla de bulbo se encuentra disperso por casi todas partes del mundo.

3.1.2 Clasificación taxonómica

La cebolla de bulbo se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Asparagales
Familia	Amaryllidaceae
Género	<i>Allium</i>
Especie	<i>Allium cepa</i>

Figura 1: Taxonomía de la cebolla de bulbo
Tomado de Agropedia (s,f)

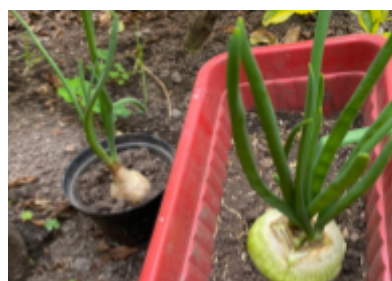


Figura 2: Cebolla de bulbo. Tomado por: Duarte,m (2020)

3.1.3 Importancia /usos de la cebolla

La cebolla de bulbo es la segunda hortaliza en importancia económica después del tomate. Según Vallejo, C (s,f) menciona que la cebolla de bulbo es materia prima para la industria alimenticia y en la farmacéutica. Por otro lado, Fornaris, G (2012) menciona que el bulbo, se utiliza como alimento y condimento, pues proporciona sabor, olor y textura. Así mismo, “sus escamas carnosas se consumen como un vegetal, crudas o cocidas, y también como condimento para preparar otros alimentos. Los bulbos pequeños se preparan en encurtido (en vinagre o salmuera)” (Fornaris, 2012, p, 01). Además, la cebolla de bulbo mediante el proceso de destilación se puede preparar un aceite de cebolla, el cual es utilizado para sazonar alimentos. Fornaris, G (2012) dice que existe una gran demanda por productos deshidratados de cebolla que son utilizados para sazonar alimentos frescos y procesados como por ejemplo: las hojuelas deshidratadas, el polvo de cebolla y la sal de cebolla. Nutricionalmente, según Agropedia (s,f) la cebolla de bulbo posee un alto contenido de agua (91,50%) de su composición total y en menor medida presenta yodo,

vitamina C, fibra, hidratos de carbono, vitamina B6, potasio, vitamina E, calcio, vitamina B, vitamina B9, calorías, zinc, vitamina B3, vitamina B2, selenio, hierro, magnesio, proteínas, ácidos grasos poliinsaturados, carotenoides, ácidos grasos saturados, grasa, sodio y vitamina A. Agropedia (s,f) muestra las cantidades aproximadas de los nutrientes en mayor proporción en 100 gr de cebolla (Figura 3)

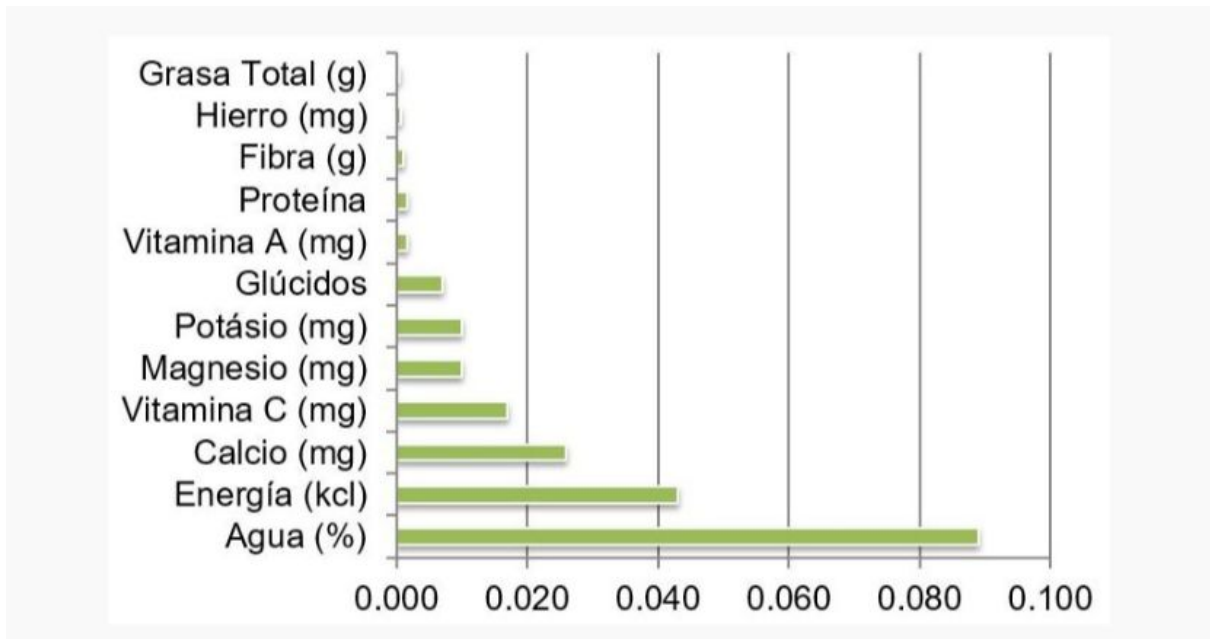


Figura 3. Cantidades aproximadas de los nutrientes que aporta la cebolla de bulbo. Tomado de: <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/hortalizas/el-cultivo-de-cebolla/>

3.1.4 Rasgos morfológicos.

Se describen los principales rasgos morfológicos de los órganos de una planta de cebolla de bulbo tales como:



Figura 4: Rasgos morfológicos de la cebolla de bulbo. Tomado por: Duarte, M (2020)

Raíces: La cebolla de bulbo presenta raíces delgadas de tamaño similar y poco profundas, es una planta que requiere buena disponibilidad de agua y que no se requiere que la preparación del terreno profundice más allá de 30 cm.

Tallo: Según Fornaris (2012) “ El tallo verdadero está localizado en la base de la planta (base del bulbo). Este es uno bien corto, comprimido y achatado, en forma de disco, de donde brotan

hojas, raíces y eventualmente yemas.” (Pag, 156). La cebolla de bulbo presenta un tallo verdadero que se sitúa en la base de los bulbos donde brotan las yemas, las hojas y las raíces.

Hoja: Las hojas de la cebolla de bulbo crecen opuestas entre sí y de forma alterna . Una planta de cebolla que crezca en óptimas condiciones puede llegar a producir de 13 a 18 hojas

Bulbo: Salinas et,al (2020) “el bulbo también sirve como material reproductivo de la planta, ya que en su base se encuentra el disco basal de donde emergen nuevos bulbos” (pág, 23). Este bulbo está formado en el interior de la planta por capas gruesas y carnosas que están recubiertas de diversas membranas secas, delgadas y transparentes.

Flores: Las flores de la cebolla de bulbo son hermafroditas, pequeñas, verdosas, blancas o violáceas, que se agrupan en diversas umbelas. (Figura 5)



Figura 5: flor de la cebolla de bulbo. Tomada por: Duarte, M (2021)

Fruto: El fruto segun Salinas et,al (2020) “es una cápsula con tres caras, de ángulos redondeados, que contiene las semillas, las cuales son de color negro, angulosas, aplastadas y de superficie rugosa” (pág, 24).

3.1.5 Fases de desarrollo

La cebolla de bulbo alcanza su madurez reproductiva aproximadamente en 170 días. El ciclo vegetativo de la cebolla de bulbo se clasifican en cuatro fases, según Agropedia (s,f):

- **Crecimiento herbáceo:** En esta fase, la cebolla de bulbo comienza su germinación ya sea por semilla o por bulbo. También, se forma un pequeño tallo, donde se insertan las raíces y donde se localiza un meristemo que da lugar a las hojas de la cebolla. Así mismo, en esta fase se desarrolla un sistema radicular y foliar más avanzado.
- **Formación de bulbos:** En esta fase la primera hoja crece y avanza su crecimiento vegetativo, aparecen entre 4 a 7 hojas verdaderas. Inicia su proceso de bulbificación, donde el bulbo empieza a madurar y entra en una etapa de desarrollo post bulbo, cabe resaltar que, durante este periodo se requiere fotoperiodos largos y

si la temperatura es elevada el proceso de formación de bulbos será un poco más avanzado.

- **Reposo vegetativo:** La cebolla de bulbo detiene su crecimiento y el bulbo maduro se encuentra en proceso de latencia donde en este periodo almacenará la suficiente energía y sustancias para terminar su proceso de crecimiento. Además, conservará los suficientes recursos para sobrevivir a las condiciones ambientales externas.



Figura 6: fase del desarrollo de la cebolla de bulbo. Tomado por: Duarte, M (2021)

- **Reproducción:** La cebolla de bulbo desarrolla el meristemo apical del disco, esto se debe a las sustancias que se acumulan en la fase de reposo vegetativo. Después, en la parte terminal del tallo floral se localiza una inflorescencia en umbela.

3.1.6 Requerimientos edafoclimáticos de la cebolla

La cebolla de bulbo necesita de condiciones ecológicas ideales para su crecimiento y desarrollo. En primer lugar, Agropedia (s,f) dice que una **temperatura** óptima oscila entre los 20 a 25 °C; si la temperatura es mayor el proceso de bulbificación es más rápido. Cabe mencionar que, si hay temperaturas bajas o temperaturas superiores a los 40 °C pueden retrasar la aparición del bulbo. Por otro lado, Cristancho et, al (1990) menciona que esta hortaliza es un cultivo donde la parte comestible es subterránea, lo que indica que “es necesario que el suelo sea suelto y liviano de textura franco arcillosa o arcillo arenosa con un buen contenido de materia orgánica y con buen drenaje” (pág, 10). Con lo anterior, Cristancho et, al (1990) dice que los suelos franco arenosos ricos en materia orgánica permiten a la hortaliza obtener bulbos de mejor calidad, permite la adecuada aireación del suelo y que se de un buen drenaje, evitan la formación de encharcamientos y disminuyen las pudriciones. En tercer lugar, Cristancho et, al (1990) indica que se debe tener en cuenta el pH que posee el suelo, para esta hortaliza el suelo ideal debe tener un pH entre 6 y 6.8, pues la cebolla no tolera la acidez. Así mismo, la cebolla de bulbo no debe superar el 70% de humedad ya que influirá en los controles de enfermedades fúngicas. Finalmente,

el cultivo de la cebolla de bulbo el fotoperiodo puede variar entre 12-16 horas de luz, ya que por debajo de las 12 horas no se favorece la bulbificación.

3.1.7 Establecimiento del cultivo.

La cebolla de bulbo es una hortaliza que puede ser sembrada en diversos espacios, estos espacios pueden ser en huertos o parcelas. Si el agricultor desea sembrar en huertos debe delimitar la parcela; se recomienda delimitarla con medidas de: Largo 3 m y ancho 2 m. Por consiguiente, se debe adecuar por medio de distintos procesos. (desyerbado, abonadas, adecuación de acidez, conformación de los surcos, etc). Para cebolla de bulbo, Herrera, C. A., et al. (2006) recomendó una distancia de 30 a 40 cm entre hileras y de 10 a 12 cm entre plantas para el cultivo de cebolla de bulbo (como se citó en DANE, 2016). Por otro lado, una vez teniendo el espacio donde se va a sembrar la cebolla de bulbo es necesario escoger el método de propagación. En Colombia existen 3 métodos de propagación para la siembra de la cebolla de bulbo. 1. Trasplante: Según Cristancho et, al (1990) es el método que más se utiliza en el país y consiste en hacer un semillero en el cual se sembraran plántulas de 40 a 45 días, para esto se utilizara de 6 a 7 libras de semilla y sembrarla en surcos a una distancia de 10 a 12 cm. Es importante recalcar que el semillero deberá ser regado para facilitar la extracción de las plántulas. 2. Siembra directa: Cristancho et, al (1990) menciona que este método se lleva a cabo más que todo en zonas mecanizables y que la semilla germina a los 5 días dependiendo del poder germinativo y de la temperatura del suelo 3. Siembra por bulbos: Este método consiste en sembrar cebollas pequeñas de 10 a 12 mm.

- Riego y drenaje

El riego es de las prácticas más importantes para el desarrollo del cultivo de la cebolla de bulbo. Según Agropedia (s,f) el consumo promedio de agua de la cebolla oscila entre 3500 y 4500 m³/ha. Con lo anterior, es necesario una propagación de 20 a 25 riegos de acuerdo a la cantidad de agua de lluvia durante el periodo del cultivo. Cristancho et, al (1990) menciona que “los primeros ocho días debe regarse en mañana y tarde, después de los 15 días se regará día por medio, en épocas de verano y dependiendo de las lluvias. La cebolla necesita 700 milímetros de agua por cosecha, se pueden utilizar sistemas de riego por gravedad, goteo y por aspersión” (pág, 19).

- Abono y fertilización

Para garantizar bulbos bien desarrollados es ideal una buena fertilización. Agropedia (s,f) menciona que para cada 1.000 kg de cebolla se necesitan aproximadamente: 1,70 kg de fósforo, 1,56 kg de potasio y 3,36 kg de calcio, esto indica elevadas necesidades nutricionales. Las necesidades de nitrógeno son muy elevadas, sin embargo, no deben sobrepasarse los 25 kg por hectárea, ya que influye en el tamaño del bulbo. Se recomienda una aplicación de forma parcial, principalmente un 25% en el trasplante y en segundo lugar, se deben realizar (3-5 aplicaciones) durante el desarrollo de la planta, esto depende de las condiciones de humedad generadas por el riego artificial o de secano.

Por otro lado, las necesidades de fósforo es relativamente inferior a la del nitrógeno y potasio, sin embargo el cultivo de cebolla debe contar con el fósforo suficiente, pues esto garantizará una buena resistencia al transporte y mejor conservación. Por otra parte, según Agropedia (s,f) el potasio favorece a la cebolla de bulbo el desarrollo y la acumulación de azúcar en el bulbo y sin potasio la planta tendrá afectaciones en la conservación del bulbo, por tal motivo es importante que en la fase de bulbificación se procure aplicar abonos foliares con alto contenido de potasio.

3.1.8 Plagas en el cultivo de la cebolla de bulbo

Las principales plagas que pueden atacar el cultivo de cebolla de bulbo son:

- Mosca o gusano de la cebolla (*Delia antiqua*)

Martinez et,al (2019) menciona que está mosca es de un color gris y más pequeña que la mosca tradicional y que su mayor efecto en el cultivo de la cebolla es cuando está en su etapa de larva ya que destruye la base del tallo produciendo la infección y la destrucción del bulbo. Los primeros síntomas que presenta la cebolla es su marchitamiento en las hojas ya que las torna de un color amarillento y las pone flácidas, así mismo, esta larva de mosca puede conducir a infecciones secundarias causadas por bacterias y hongos.

- Trips de la cebolla (*Thrips tabaci*)

Los trips son insectos chupadores que principalmente afectan la base de las hojas provocando así su deformación y la torsión de un tono plateado, esto se debe a que estos insectos colocan sus huevos en las hojas del cultivo. Al provocar heridas en las hojas hace que por estos lugares ingresen organismos patógenos que pueden llegar a despreciar la

producción, llegando a que la planta tenga ataques severos como por ejemplo su deshidratación.

3.1.9 Enfermedades de la cebolla de bulbo

Las principales enfermedades que pueden atacar el cultivo de la cebolla son:

- **Caída de almácigos (*damping-off*)**

Esta enfermedad según Martínez et,al (2019) se trata de un complejo de hongos que ataca los almácigos desde la semilla, infectando las raíces y los tallos de la planta, provocando la muerte de la cebolla. Para prevenir esta enfermedad es necesario que la semilla esté desinfectada e impedir almácigos muy tupidos.

- **Mildiu (*Peronospora destructor*)**

Martínez et,al (2019) dice que los primeros síntomas de esta enfermedad es el cambio de coloración que presentan las plantas en sus hojas y en el tallo floral. Esta enfermedad no produce la muerte de la planta pero si la deformación de sus hojas, que los bulbos no crecen en gran medida y que su tejido se vuelve esponjoso, para prevenirlo es importante controlar el problema con rotaciones, usar semillas sanas, eliminar plantas enfermas y aplicar fungicidas biológicos al follaje.

- **Antracnosis (*Colletotrichum circinans*)**

Es una enfermedad que produce a la planta manchas concentradas de color negro que se producen en los catafilos (envoltorio de la cebolla) y en las hojas. Martínez et,al (2019) menciona que para evitar esta enfermedad se recomienda utilizar variedades resistentes y tener buenas prácticas de cultivo.

3.1.10 Prevención y control de plagas y enfermedades de la cebolla de bulbo

Según Martínez et,al (2019) el primer paso de la prevención es conocer los diversos problemas que pueden presentar el cultivo de la cebolla de bulbo, ya que este paso

permitirá visualizar qué factores pueden incidir en la aparición de la plaga o la enfermedad. Por consiguiente, es importante realizar el monitoreo constante tanto de las plagas como de las enfermedades y realizar prácticas culturales tales como el control de malezas, uso eficiente del agua de riego, rotación de cultivos, correcta preparación de suelos, uso eficiente de la orientación y de la densidad de plantación ya que esto permitirá mejorar la ventilación del cultivo, correctas fertilizaciones para evitar excesos o deficiencias de nutrientes, utilizar productos que tengan un bajo impacto medioambiental y especificidad al problema, respetar los tiempos de carencia, utilizar controles biológicos, entre otras cosas.

3.2 Huertas familiares

La organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, FAO (2000) dice que las huertas familiares pueden proporcionar alimentos complementarios, productos tales como plantas medicinales, condimentos, combustibles, flores, entre otros y que además les permiten generar ingresos económicos adicionales. Se conoce que en muchas comunidades de América latina y el Caribe se desarrollan huertas familiares que están localizadas junto a su vivienda y que presentan diversas características en cuanto a su tamaño, su estructura y su función. Por otro lado, FAO (2000) menciona que las huertas familiares producen alimentos para el autoconsumo, productos agroforestales y que es una vía directa para obtener alimentos para el consumo diario mejorando así la seguridad alimentaria y la economía de los pequeños agricultores.

Los productos del huerto permiten a las familias consumir su propia producción, lo que significa un ahorro con relación a su adquisición en el mercado, además le puede generar ingresos adicionales ya que pueden colocar en venta sus productos más excedentes, sin embargo, se espera que las familias tengan como prioridad satisfacer primero el consumo familiar para mejorar sus necesidades alimentarias.

Por otra parte, Zamorano (2019) dice que el huerto familiar es una metodología que permite producir de forma sustentable y amigable con el ambiente productos y alimentos complementarios para la familia. Los huertos son sistemas innovadores, sencillos y fáciles de construir y que pueden permitir el cultivo de diversas plantas, producir alimentos de calidad y buen sabor, reducir las pérdidas de alimentos, ahorro de dinero y se puede

fortalecer la integración familiar. Por otro lado, una de las ventajas que tiene la creación de huertas familiares es que no dependen de altos requerimientos de energía como pueden ser fertilizantes químicos, máquinas y pesticidas, entre otros.

3.3 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

La mosca blanca *B. tabaci* es considerada una plaga que se encuentra en diversos países del mundo, es un pequeño insecto chupador que puede causar grandes daños en diversos cultivos al extraer alimentos de la planta y transmitir enfermedades. Bolaños y Suárez (2013) dicen que esta especie produce en las hojas una reducción de nutrientes de la planta, teniendo como resultado una pobre calidad de vida.

Esta mosca blanca pertenece al orden Homoptera, de la familia Aleyrodidae y se han descrito aproximadamente 90 géneros y 1100 especies. (Bolaños y Suárez 2013). Su reproducción es sexual, pero en algunos casos se presenta partenogénesis que consiste en huevos fecundados que originan hembras con huevos sin fecundar de machos. Las hembras pueden depositar entre 2 a 9 huevos por día y está reproducción incrementa en periodos de sequía y altas temperaturas. (Cuellar et, al 2006 en Castellanos, E 2020).

Ahora bien, Espejo (2017) dice que:

B. tabaci es un insecto hemimetábolo (metamorfosis incompleta) que tiene las siguientes etapas de desarrollo durante su ciclo de vida: huevo, cuatro instares ninfales y adulto. Estos estados de desarrollo se observan en el envés de las hojas. La duración del ciclo total de huevo a emergencia de adultos es de 24 a 28 días. (imagen 4) (pág,27)

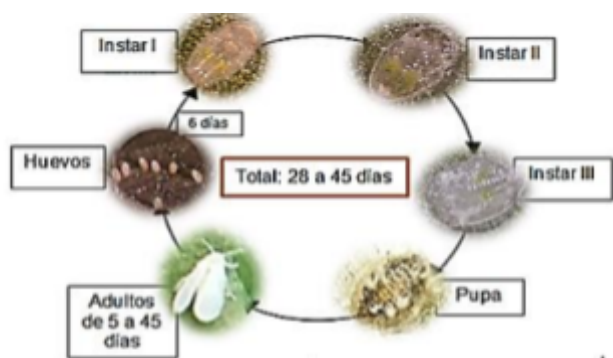


Figura 7: Ciclo de vida de *Bemisia tabaci*. Tomado de: Espejo (2017)

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante mencionar diversas características morfológicas que presenta la mosca blanca es su ciclo de vida; principalmente el *huevo* es de una forma oval- alargada, presenta tonalidades blanco-amarillentas y se va oscureciendo a medida que van

evolucionando. En segunda instancia encontramos *el primer estadio larvario o ninfa uno* que Castellanos, E (2020) dice que se caracteriza porque su contorno es oval, con antenas y posee tres pares de patas medianamente desarrolladas. La tercera fase es la *pupa* la cual suele ser ovalada y puede poseer setas marginales más o menos largas. Por último está la fase *adulto* donde el insecto mide aproximadamente 2 mm de largo, poseen dos pares de alas anchas y redondeadas. También, presentan un color blanco debido al polvillo ceroso que producen en su ciclo de vida. (Porcuna, 2010 en Castellanos 2020). *B.Tabaci* ataca aproximadamente cerca de más de 250 especies en diversas plantas cultivadas. Las principales especies incluyen hortalizas, plantas ornamentales, cultivos industriales y especies silvestres.(Brown 1993 en Castellanos 2020)

3.4 Control Biológico

La definición de control biológico depende de la *población*. Según Ruiz, E y Corada J (2007), utiliza poblaciones de enemigos naturales para reducir poblaciones de plagas a densidades menores ya sea temporal o permanentemente. Tangarife, N (2021) menciona que, el control biológico es una de las prácticas más recurrentes que se realizan para el control de insectos plaguicidas y enfermedades y que es por eso que los agricultores buscan alternativas que sean eficientes y económicas para su respectivo control. Por otro lado, Embrapa (2018) en Cartagena et al (2021) nos dice que el principal objetivo del control biológico es controlar plagas agrícolas o insectos transmisores de enfermedades usando enemigos naturales, los cuales pueden ser insectos beneficiosos como algunos microorganismos (virus, bacterias, hongos) o depredadores parasitoides.

Por otra parte, el control biológico se ha logrado clasificar de acuerdo con la forma en la que se aplica en los diversos campos afectados. El primero es el control biológico denominado *Clásico* que como lo menciona Reyes (2014) en Tangarife (2019) consiste en la introducción o liberación de pequeñas especies de insectos de origen exótico para el control de la plaga. Una vez se suelta el enemigo natural, éste se aclimata y pasa a formar parte de la fauna naturalizada de la zona. El segundo tipo de control biológico es el de *conservación* que según Goleman et al. (2019) en Tangarife (2019) asume que en este tipo de control los enemigos ya presentes pueden suprimir potencialmente la plaga. El tercer tipo de control es por *inoculación* el cual es un método que consiste en la liberación de un agente controlador de gran escala que tiene como objetivo el control de una plaga en

específico. Según Chacon (2018) en Tangarife (2019) este método se aplica principalmente cuando todavía no se reportan niveles críticos de daños. Según Chacon (2018), en Tangarife (2019) el objetivo principal de esta tercera técnica es que el agente de control biológico actúa directamente sobre el organismo plaga.

3.5 *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana es un hongo entomopatógeno que se caracteriza por controlar diversas plagas a nivel mundial. Esta especie, es reconocida por infectar a más de 200 especies de insectos pues posee un gran potencial como agente controlador de poblaciones. *B. bassiana* presenta una actividad entomopatógena en variados tipos de insectos alrededor del mundo, incluyendo los órdenes Coleóptera, Lepidóptera, Homóptera y Arthropoda. En la agricultura, se ha utilizado para el combate de la cucaracha de la papa de Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*), termitas y hormigas (*Acromyrmex* sp, *Atta* sp), broca del maíz (*Ostrinia nubilalis*), oruga del pino (*Dendrolimus* spp), grillos verdes (*Nephotettix* spp) y la polilla (*Laspeyresia pomonella*) (Wong, 2003). Según Arboleda, F (2019) la especie lleva el nombre del entomólogo italiano Agostino Bassi, el cual en el año 1835 observó la aparición de la enfermedad muscardina sobre algunos cuerpos del gusano de seda (*Bombyx mori*).

B. bassiana pertenece al reino de los fungi de la división Ascomycota que según Arboleda, F (2019) son hongos con micelio septado y producen ascosporas endógenas; pertenecen a la clase Sordariomycetes esto quiere decir que produce sus ascas en cuerpos fructíferos conocidos como peritecios; su orden es Hypocreales los cuales se caracterizan y se reconocen por sus colores brillantes y blancos. (Arboleda, 2019)

3.5.1 Características morfológicas

B. beauveria se caracterizan por poseer hifas septadas de 2,5 µm de diámetro, además estos organismos poseen un micelio blanco, donde sus colonias presentan un aspecto aterciopelado y polvoriento, de color blanco en los bordes superiores, que a medida que pasa el tiempo se evidencia que se vuelven de color amarillo-pálidas y algunas veces rojizas. Igualmente este género tiene un crecimiento lento, de forma circular, y que

llega a alcanzar 20 mm de diámetro en 10 días y las colonias están en un rango de 0.6 a 2.3 cm de diámetro.

Según Gandarilla F (2012), este género de microhongo se caracteriza por poseer:

Conidióforos abundantes, que se levantan a partir de las hifas vegetativas sosteniendo grupos de células conidiógenas que se pueden ramificar para originar más células globosas o en forma de botella en la parte basal con un raquis de hasta 20 μm de largo, en su mayoría formando un zig-zag (pág.25)

Los conidios son hialinos, lisos, globosos a ligeramente elipsoidales (2-3 x 2.0-2.5 μm), que generalmente forman racimos parecidos a bolas de nieve o de algodón, Las esporas se caracterizan por ser esféricas y levemente ovaladas en medios aerobios, pero más ovaladas en medios anaerobios. Sin embargo, presentan igual capacidad de infección.

3.5.2 Proceso de infección

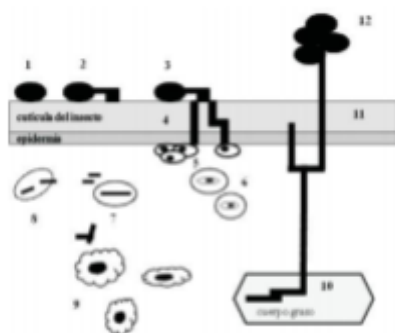


Figura 8: Esquema del desarrollo del hongo en el insecto. Tomado de: <https://www.redalyc.org/pdf/883/88316009007.pdf>

Teniendo en cuenta que los hongos entomopatógenos, no necesitan ser ingeridos por el insecto para ser infectados y controlarlos, la infección ocurre por el contacto y adhesión de las esporas del hongo a las partes bucales, membranas intersegmentales o a través de los espiráculos del organismo. El desarrollo de la enfermedad en el insecto está dividido en tres fases, adhesión y germinación de la espора en la cutícula del insecto

(la espора del hongo se deposita en la superficie del insecto), penetración en el hemocelo y el desarrollo del hongo dentro del organismo. En donde el hongo prolifera formando cuerpos hifales secundarios, que se ramifican en la procutícula que actúa como cubierta física protectora ante el sistema inmune del insecto. Arboleda, F (2019) dice que: *B. bassiana* presenta dos fases en su ciclo de vida: 1. La patogénica y 2. La saprofítica y su desarrollo se puede dividir en ocho etapas: La primera etapa se denomina adhesión y es donde ocurre el primer contacto entre el hongo entomopatógeno y el insecto. En esta fase el conidio se deposita en el interior de la larva. La segunda fase es la germinación y sucede cuando el conidio inicia el desarrollo de su tubo germinativo y un órgano sujetador

llamado apresorio, este le permitirá al hongo fijarse en la superficie del insecto. La tercera fase es la penetración; después del proceso de fijación mediante mecanismos físicos y químicos, el hongo empieza su ingreso a través de las partes blandas del insecto. En la cuarta fase de producción de toxinas el hongo ramifica las estructuras dentro del insecto y coloniza sus cavidades. Este hongo entomopatógeno produce una toxina llamada



Figura 9: Larva de *Cyclonephala* spp. infectada por *Beauveria bassiana* (Izq.: Sana, Der.: infectada). Foto: Gyawaly et al., 2016

Beauvericina que tiene como objetivo romper el sistema inmunológico del patógeno. La quinta fase es la muerte del insecto donde se termina la fase parásita y muere el patógeno. Después inicia la fase saprofítica, donde empieza la fase sexta denominada multiplicación y crecimiento donde después de la muerte del insecto, el hongo empieza a multiplicar sus unidades infectivas (hifas) y empieza a terminar de invadir los tejidos del insecto. Después de completar la invasión, el desarrollo del hongo sobre la víctima empieza a depender de la humedad relativa. La séptima fase es la penetración del interior hacia el exterior; esta fase depende si las condiciones ambientales lo permiten, si se da el hongo empieza a penetrar las partes blandas del insecto y emerge hacia el exterior. Por último, está la fase de producción de nuevas unidades reproductivas en donde el hongo empieza la producción de conidios. Godoy et, al (2007) dice que este microhongo para tener una buena eficiencia en el control debe tener variables como: aislamientos específicos, humedad y temperaturas adecuadas para la germinación y esporulación en el insecto. Según Godoy et,al (2007) *Beauveria bassiana* “puede encontrarse en un amplio rango de temperatura que va desde los 15°C a los 30°C y una humedad relativa de 90%” (pág. 4). A lo anterior, es importante mencionar que estos factores ambientales también pueden depender del aislamiento o la cepa del hongo.

3.6 Cartilla como material educativo

La cartilla educativa es un material didáctico que se utiliza para presentar información educativa de manera clara y accesible. Según la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), la cartilla educativa es "un instrumento de enseñanza de bajo costo y fácil elaboración, que permite presentar de manera sintética y clara información útil sobre temas

específicos" (OEI, 2011). Por otro lado, el Ministerio de Educación de Colombia define la cartilla educativa como "un material didáctico y pedagógico que permite presentar de forma clara y sencilla los contenidos fundamentales de un tema determinado" (Ministerio de Educación de Colombia, 2017).

Por otro lado, según Canto (2013), menciona que la cartilla es un material educativo que sirve como guía para el aprendizaje de un determinado tema y que puede ser utilizado en diferentes niveles educativos. Por otro lado, Sánchez (2018), dice que la cartilla es un material educativo que ha evolucionado con el tiempo y que pasa de ser un simple folleto de texto e imágenes a un recurso multimedia, lo que permite una mayor participación y comprensión. En general, la cartilla educativa se utiliza para presentar información básica y fundamental sobre un tema específico de manera accesible y fácil de entender para un público general. Puede ser utilizada tanto en el ámbito escolar como en el ámbito comunitario y en diferentes contextos educativos.

4. Antecedentes

4.1 Internacionales

Toledo, C (2019) en la Universidad Costa Rica publicó un artículo: *Beauveria bassiana con flupyradifurone para controlar Trialeurodes vaporariorum Vuill en el cultivo del ejote francés* el cual nos dice que *Trialeurodes vaporariorum Vuill* es una de las principales plagas del ejote francés llevando hasta más del 100% de pérdidas y es vector del virus del mosaico dorado. Esta plaga para su control ha sido poco efectiva debido a que muchos productos químicos no controlan dicha plaga. El objetivo de esta investigación fue determinar la efectividad de la combinación entre *flupyradifurone* y *Beauveria bassiana* para el control de la mosca blanca en el cultivo de ejote francés. En este artículo científico la autora utiliza distintos materiales y métodos para la recolección de datos, muestreos, colectas, el establecimiento de las parcelas correspondientes a cada tratamiento. Mediante las técnicas e instrumentos se tuvo como resultado que los tratamientos que presentaron el mejor control de la población de mosca blanca incluyendo ninfas y adultos fueron flupyradifurone (1 l ha-1) + *Beauveria bassiana* (4,54 l ha-1) y que la mayor distribución de las poblaciones de mosca blanca se encontraron en los estratos alto y medio de las plantas divididas.

Este artículo aporta al presente proyecto investigativo porque principalmente nos muestra que la implementación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* puede ser implementado dentro de un manejo integral de plagas agrícolas siendo así una alternativa para combatir la mosca blanca la cual a sido resistente a muchos agroquímicos. Finalmente, este antecedente me aporta en la metodología.

Un trabajo realizado por Araúz, M (2020) en Costa Rica, titulado: *Evaluación de extractos vegetales y Beauveria bassiana en el manejo de mosca blanca Hemiptera: Aleyrodidae (Bemisia tabaci y Trialeurodes vaporariorum) en el cultivo de tomate (Solanum 0.....Lycopersicum) en invernadero*, el cual tiene como objetivo evaluar el efecto de extractos vegetales y *Beauveria bassiana* en el manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo de tomate en invernadero. Principalmente, este antecedente aporta a mi trabajo investigativo un acercamiento a lo teórico-práctico ya que el autor realiza una revisión de literatura acerca del cultivo de tomate, del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y de las dos especies de mosca blanca donde se mencionan características esenciales tales como: su ciclo de vida, su importancia económica, su distribución, daños, métodos de combate, entre otras. Por otro lado, en este trabajo el autor realiza una metodología que empieza en una fabricación de un invernadero donde se realiza una colecta de especies y una identificación molecular de moscas blancas por medio de métodos moleculares; este proceso permitió indicar que la especie predominante de mosca blanca en el invernadero fue *T. vaporariorum*, y se confirma que la especie de *B. tabaci* es de la variedad Mediterránea. También se realizó un diseño experimental y cinco tratamientos donde se aplicaron productos por aspersión directa al follaje con una frecuencia de aplicación semanal, esto se realizó por medio de un análisis estadístico a través de un modelo logístico con el fin de observar la relación entre la presencia/ausencia respecto a los tratamientos. Además, se realizaron distintos muestreos y variables evaluadas permitiendo así seleccionar tres plantas por parcela, que en total representaron un aproximado cerca del 10 % del total de plantas utilizadas para el experimento. En este trabajo se pudo evidenciar que la identificación de individuos de moscas blancas que actualmente ataca *B. tabaci* es capaz de convivir con *T. vaporariorum* en condiciones de invernadero. También que el uso de extractos vegetales y hongos entomopatógenos pueden generar mortalidad en poblaciones de mosca blanca en condiciones de invernadero.

En México Vargas, J et,al (2020) publica una revista titulada: *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* como controladores compatibles y eficientes de insectos plaga en cultivos acuapónicos el cual tiene como objetivo estudiar la compatibilidad y eficiencia de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de insectos plagas en col y lechuga cultivados en un sistema acuapónico conformado por tanques de *Piaractus brachypomus*. Se realizó un diseño aleatorio simple, con cuatro tratamientos, tres repeticiones y los promedios comparados por el test de Tukey a 5 % en donde se evidencio que *B. bassiana* + *M. anisopliae* ocasionó 73% de mortalidad de *Bemisia tabaci* en el envés de las hojas de lechuga. También, se pudo evidenciar que *B. bassiana* reveló 84% de mortalidad para *Brevicoryne brassicae* L. en el haz de las hojas de col en 23 días. Se pudo evidenciar que los hongos entomopatógenos *B. bassiana* + *M. anisopliae* fueron eficaces para el control de mosca blanca en el envés de las hojas de lechuga y que *B. bassiana* fue más eficaz en el control de los pulgones del haz y *M. anisopliae* en el envés de las hojas de col durante la segunda aplicación. Este antecedente, aporta al presente trabajo una mirada global ya que me permite conocer distintas aplicaciones de hongos entomopatógenos a diversos cultivos y también a conocer lo efectivos que es la implementación de los hongos entomopatógenos para combatir las plagas de los cultivos.

Por otro lado, en Perú Cabrera,et,al (2019) realizan una revista de ciencias biológicas y de la salud titulada: *Evaluación de insecticidas biorracionales en el control de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) en la producción de hortalizas* el cual tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de productos biorracionales en el control de la mosca blanca en el cultivo de jitomate en condiciones de invernadero y en los cultivos de chile y calabacita en condiciones de cielo abierto. Para este trabajo investigativo los autores realizaron una metodología que les permitiera evaluar los cultivos en condiciones de invernadero, para esto utilizaron distintos materiales y métodos para la aplicación de bioproductos, muestras de la mosca blanca, para la implementación de los tratamientos y su diseño experimental. En las distintas hortalizas se encontraba la mosca blanca (adultos) en mayor porcentaje y que a pesar de las condiciones climáticas que no permitieron una mayor abundancia de la plaga se pudo hacer un contraste de un antes y un después de la aplicación de los productos lo cual dio como resultado que antes de la aplicación la plaga era mayor. Está revista aporta a mi proyecto porque podemos observar que existe un alto potencial en el uso de hongos entomopatógenos para el control de distintas plagas de cultivos entre ellas la mosca blanca.

Mujica, H. y Zambrano, Y. (2012) en Venezuela publicaron un artículo *titulado: Enseñanza del control biológico de plagas en las escuelas agropecuarias. Caso: Escuela Técnica Agropecuaria "AREGUE", Estado de Lara*. Para este trabajo Mujica, H y Zambrano, Y implementaron una metodología dentro del paradigma positivista con enfoque cuantitativo apoyada en un trabajo de campo de tipo descriptivo. Este estudio se realizó con el objetivo de determinar el nivel de enseñanza del control biológico de plagas en la asignatura biología agrícola del primer año de EMDP en la Escuela Técnica Agropecuaria "Aregue". Para la recolección de datos los autores realizan un total de treinta (30) ítems dirigido a los docentes, el cual está estructurado en dos partes, la primera referida a las instrucciones generales y la segunda enfocada a una serie de preguntas relacionadas con las dimensiones e indicadores de la variable en estudio. Es importante mencionar que este antecedente me permite tener una mirada sobre cómo los maestros deberían abordar temas relacionados con el control biológico permitiendo así que en las instituciones educativas se tenga un acercamiento más profundo a la biotecnología.

4.2 Nacionales

Castellanos, J (2020) en Boyacá realiza un trabajo llamado: *Evaluación Del Control Biológico De Mosca Blanca (Bemisia tabaci) En El Cultivo De Tomate Chonto (Solanum lycopersicum) En El Municipio De Tinjaca*. En primer lugar, el autor se basó en una investigación teórica-práctica y en la búsqueda de controles alternativos de la plaga de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en el cultivo de tomate chonto (*Solanum lycopersicum*) la cual le permitió basarse en la utilización del control biológico utilizando el hongo *Beauveria bassiana*. El autor empieza realizando distintas investigaciones a los agricultores del cultivo en el municipio de Tinjaca los cuales manifiestan las pérdidas que han tenido en el cultivo debido a que los controles químicos no son tan eficientes. También, manifiestan que esta plaga de la mosca blanca se ha adaptado con mayor facilidad ya que ha cogido gran resistencia a las moléculas químicas, lo cual ha afectado su economía familiar. En segundo lugar, el autor inicia un seguimiento al cultivo desde la siembra con el muestreo de individuos y aplicaciones de *Beauveria bassiana*; este proceso se ejecutó en un tiempo de 5 meses después de la siembra. Se observa que al aplicar el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* se logró bajar los índices de población de la plaga *Bemisia tabaci*.

Este antecedente aporta al presente trabajo investigativo, ya que el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* puede implementarse como un método biológico ya que ha tenido grandes resultados a diferencia de distintos compuestos químicos que utilizan para el control de plagas dentro de los cultivos. Además, este antecedente me permite conocer acerca de la mosca blanca y el hongo entomopatógeno desde una parte teórica-práctica.

Por otro lado, en la Universidad del Valle en el 2017, Ballesteros, J realiza un trabajo de grado titulado: "*Evaluación del control biológico de la mosca blanca (Bemisia tabaci) con Beauveria bassiana en cultivos de tomate (Solanum lycopersicum) en Guacarí, Valle del Cauca*", el objetivo principal fue evaluar la efectividad de *Beauveria bassiana* como agente de control biológico de la mosca blanca en cultivos de tomate. La metodología utilizada consistió en realizar una prueba en campo en la que se aplicaron dos tratamientos: *Beauveria bassiana* y un control sin aplicación de ningún agente biológico. Se evaluó la efectividad de los tratamientos mediante la realización de conteos de adultos y ninfas de mosca blanca antes y después de la aplicación de *Beauveria bassiana*, así como la medición de la producción de tomate. Los resultados del estudio mostraron que *Beauveria bassiana* fue efectivo en el control biológico de la mosca blanca en cultivos de tomate. La aplicación de *Beauveria bassiana* redujo significativamente el número de adultos y ninfas de mosca blanca en comparación con el control sin aplicación de agente biológico. Además, se observó un aumento en la producción de tomate en los tratamientos con *Beauveria bassiana*, en comparación con el control. En conclusión, el estudio demostró la efectividad de *Beauveria bassiana* como agente de control biológico de la mosca blanca en cultivos de tomate, lo que puede contribuir a reducir la dependencia de los pesticidas químicos en la agricultura y promover un manejo integrado de plagas.

Este antecedente aporta evidencia empírica sobre la efectividad de *Beauveria bassiana* como agente de control biológico de la mosca blanca en cultivos de tomate en el contexto colombiano. Además, muestra la importancia del uso de agentes biológicos como una alternativa más sostenible y amigable con el medio ambiente en el control de plagas en la agricultura. Los resultados y la metodología utilizada en este estudio pueden ser relevantes para el presente trabajo de investigación al proporcionar una guía sobre cómo evaluar la efectividad del control biológico de la mosca blanca con *Beauveria bassiana* en diferentes cultivos en Colombia.

Por otra parte, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) en diferentes regiones del país implementó el proyecto "Huertas Productivas". Este proyecto buscaba promover la producción de hortalizas en huertas familiares como una alternativa para mejorar la seguridad alimentaria de las familias campesinas y reducir su dependencia de los mercados locales. En este contexto, se incluyó la producción de cebolla de bulbo como uno de los cultivos a promover en las huertas familiares. El proyecto proporcionaba asistencia técnica y capacitación a las familias participantes en temas como selección de semillas, preparación del suelo, manejo de plagas y enfermedades, entre otros. Además, se fomentaba la utilización de prácticas agroecológicas y se promovía la diversificación de los cultivos en las huertas familiares para aumentar la resiliencia y la sostenibilidad de los sistemas de producción. Los resultados del proyecto fueron positivos, con un aumento en la producción de hortalizas y una mejora en la nutrición y seguridad alimentaria de las familias participantes. Además, se observó un impacto positivo en la economía local al reducir la dependencia de los mercados y fomentar la venta de excedentes en las comunidades cercanas. En resumen, el proyecto "Huertas Productivas" de Corpoica fue un antecedente importante en Colombia en la promoción de la producción de cebolla de bulbo y otros cultivos en huertas familiares, como una alternativa para mejorar la seguridad alimentaria de las familias campesinas y promover la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola.

Este antecedente es relevante para este trabajo de investigación, ya que muestra la importancia de promover prácticas agroecológicas y diversificar los cultivos para aumentar la resiliencia y sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola. Además, resalta la necesidad de fortalecer la seguridad alimentaria de las familias campesinas y reducir su dependencia de los mercados locales, lo que puede lograrse a través de la promoción de huertas familiares y la producción de hortalizas y cultivos como la cebolla de bulbo. Por lo tanto, este antecedente puede ser utilizado para argumentar la importancia de promover la producción de cebolla de bulbo en huertas familiares y fomentar prácticas agroecológicas en la agricultura.

4.3 Locales

Un trabajo realizado por Espejo,A (2017) titulado: *Material educativo para la enseñanza del parasitismo a partir del hongo Beauveria bassiana y la mosca blanca (Bemisia tabaci) a estudiantes de 8 grado del colegio Tecnisistemas*, el cual tiene como objetivo

diseñar y estructurar un material educativo para la enseñanza del parasitismo a partir del hongo *Beauveria bassiana* y el insecto *Bemisia tabaci* (mosca blanca). El autor realizó en primer lugar una revisión bibliográfica de distintas fuentes que corresponden a la biología y ecología de la *Beauveria bassiana* y la mosca blanca. En segundo lugar, diseñó y estructuró un material educativo que configura una estrategia donde los estudiantes construyeran su propio conocimiento desde el hacer, permitiendo así que el estudiante plantee y corrobore hipótesis. En tercer lugar, a través de distintas prácticas de laboratorio los estudiantes pudieron identificar los tiempos de desarrollo de los ciclos de vida de *b. bassiana* y *b. tabaci*. Finalmente, el autor diseña como producto final un material educativo para la enseñanza de la relación ecológica parasitismo.

Este trabajo investigativo aporta a mi proyecto un acercamiento teórico- práctico ya que el autor realiza una revisión bibliográfica acerca del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y la mosca blanca (*bemisia tabaci*). Además, aporta al diseño de una estrategia didáctica en el presente trabajo.

Cartagena, P y Salinas, E (2021) realizan un trabajo de grado titulada: *Flick's control adventure: Una estrategia para la enseñanza y el aprendizaje del control biológico* el cual tenía como objetivo diseñar una estrategia didáctica basada en la gamificación como facilitador del aprendizaje de las relaciones planta-insecto y planta- microorganismo para la apropiación del concepto control biológico. Las autoras realizan este trabajo con estudiantes de noveno del colegio CAFAM donde la investigación se estructuró en tres fases: 1. Se realizó una encuesta indagatoria a los estudiantes y maestros del área de las ciencias con el fin de identificar aquellas concepciones que tenían acerca del control biológico. 2. Adaptan una plataforma de programación al concepto de control biológico dentro de una estructura de gamificación. 3. se lleva a cabo la implantación del videojuego permitiendo así llevar a cabo un ejercicio de análisis de los resultados. Finalmente, es importante mencionar que este trabajo de grado aporta a mi proyecto investigativo porque me permite tener un acercamiento de una estrategia didáctica relacionada con la enseñanza y el aprendizaje del control biológico.

Merchán, X. (2015) realiza un trabajo de grado de maestría en la Universidad Nacional de Colombia que se titula *Control biológico con hongos entomopatógenos: Una estrategia de aula para promover el cuidado del medio ambiente*. El cual tiene como objetivo diseñar una estrategia de aula para la enseñanza-aprendizaje del funcionamiento básico de los

hongos Entomopatógenos, mediante el uso de una prueba experimental en garrapatas, con el hongo (*Beauveria bassiana* (Bals.-Criv)), con estudiantes de grado once de la IED Técnica Agropecuaria Ferralarada. Esta investigación se llevó a cabo con el método de Acción-Participativa, ya que el autor realizó distintas encuestas, trabajos experimentales de campo y guías de aprendizaje. Este proyecto pretende contribuir en la formación técnica- básica de estudiantes rurales de grado once ubicada en el municipio de Choachí en el tema de los hongos entomopatógenos y así mismo disminuir el uso indiscriminado de acaricidas en ganado. Este antecedente me aporta a mi presente proyecto porque nos permite tener una pertinencia en el desarrollo de otras herramientas y/o estrategias didácticas para la enseñanza del control biológico

5. Problemática

En los hogares colombianos los productos hortícolas son considerados alimentos de primera necesidad. Estos alimentos forman parte de la alimentación humana, en particular la cebolla de bulbo, el cual es un alimento que aporta a la dieta humana potasio, vitamina B6 y vitamina C y es muy utilizada porque tiene grandes valores en campos medicinales, gastronómicos, comerciales, etc. (Salinas et.al. 2020).

Por otro lado, en las huertas familiares está hortaliza se cultiva en pequeñas extensiones de terreno o en parcelas que permitan su producción, sin embargo, al cultivo llegan plagas que lo abastecen, como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) el cual es una plaga que afecta principalmente los cultivos de hortalizas. Rosado, A (2020) menciona que la mosca blanca es un insecto chupador que causa grandes daños a las plantas cuando se alimentan de ellas ya que al extraer sus nutrientes ocasiona en la planta debilidad, marchitamiento, retraso en el crecimiento, o incluso la muerte. Debido a lo anterior, las familias colombianas para combatir esta plaga de la mosca blanca emplean el uso de insecticidas los cuales son compuestos químicos que representan un riesgo potencial para la salud y el medio ambiente.

A lo anterior, para controlar las plagas de cultivo y dejar a un lado la utilización de insecticidas, se sugiere un control biológico a partir del uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* la cual es una especie reconocida por los resultados tan favorables que ha mostrado en el control de gran número de parásitos de las plantas como

son las orugas, termitas, moscas blancas, escarabajos, entre otros y en términos de ventajas *Beauveria bassiana* es compatible con otros métodos de control, no contamina el medio ambiente ni la salud de las personas que lo utilizan.

Se propone implementar una estrategia didáctica; una Cartilla Educativa, que permita la enseñanza del control biológico a través de la relación entre dos organismos *Beauveria bassiana* y la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) esto con el fin de que en hogares colombianos las familias puedan cultivar la cebolla de bulbo (*Allium cepa*) y no tengan resultados desfavorables por plagas contaminantes y la aplicación de insecticidas. Es importante mencionar que la utilización de la Cartilla Educativa puede ser una herramienta valiosa para la educación ambiental en Colombia y la promoción de prácticas sostenibles en la agricultura. Además, esta herramienta puede ser adaptada para otros contextos y cultivos, permitiendo una mayor difusión del conocimiento y la promoción del control biológico en la agricultura.

Por lo anterior, se plantea la siguiente pregunta problema:

¿Cómo implementar una estrategia didáctica para la enseñanza del Control biológico en Huertas familiares de Bogotá mediante el uso de *Beauveria bassiana* y la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivos de cebolla (*Allium cepa*)?

6. Objetivos

6.1 Objetivo General

Implementar una estrategia didáctica para la enseñanza del Control biológico en Huertas familiares de Bogotá mediante el uso de *Beauveria bassiana* y la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivos de cebolla (*Allium cepa*)

6.2 Objetivos Específicos

- Realizar bioensayos sobre el cultivo de la cebolla de bulbo y la aplicación de *Beauveria bassiana* como control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en huertas familiares.

- Analizar los conocimientos que tienen algunas familias de Bogotá respecto al cultivo de la cebolla de bulbo y el control biológico de la mosca blanca.
- Elaborar una Cartilla Educativa para la enseñanza del control biológico entre *Beauveria bassiana* y la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de cebolla de bulbo
- Validar la Cartilla Educativa con algunas familias de Bogotá que cultivan la cebolla de bulbo

7. Metodología

7.1 Referente epistemológico

Para el desarrollo del presente trabajo es necesario establecer una ruta metodológica que oriente los procesos a tener en cuenta para implementar una estrategia didáctica que permita la enseñanza del control biológico entre *Beauveria bassiana* y la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en huertas familiares de la ciudad de Bogotá por ello, se describirán las fases, técnicas e instrumentos que servirán para la recolección de datos y los análisis correspondientes. Este ejercicio investigativo está configurado desde el referente epistemológico Hermenéutico Interpretativo que según Packer (2010) menciona que el investigador hermenéutico lo que es la realidad que las personas hacen cuando se dedican a las tareas prácticas de la vida cotidiana, esto quiere decir que este enfoque su origen primario del conocimiento se considera en la actividad práctica donde se utilizan diversas herramientas, artefactos y grupos de personas. Con lo anterior, podemos deducir que para este proyecto investigativo se tomará este enfoque porque se trabaja desde los conocimientos que tienen algunas familias colombianas respecto al control biológico, además que en el transcurso de este proyecto las familias realizarán diversas prácticas y participaciones de acuerdo a la implementación de una estrategia didáctica que permita la enseñanza del control biológico tomando como caso la relación entre *Beauveria bassiana* y la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de cebolla de bulbo.

7.2 Enfoque mixto

Por otra parte, se opta por el enfoque mixto para abarcar aspectos socioambientales, sistemáticos, empíricos y críticos de investigación que implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos que van a posibilitar y abarcar desde una perspectiva más amplia el problema. Según Cresswell y Plano Clark (2006) el enfoque mixto es una estrategia de investigación o metodología con la cual el investigador recolecta, analiza y mezcla datos cuantitativos y cualitativos en un único estudio, con lo anterior, se puede deducir que este enfoque es el más apto para el presente trabajo investigativo ya que se recolectarán datos cuantitativos y cualitativos en diversas prácticas de laboratorio, prácticas de campo, en la realización de encuestas, en la recolección de las experiencias de las familias Colombianas.

7.3 Ruta metodología

7.3.1 Fase indagatoria ¿Qué es el control biológico?

En primer lugar, se definen las familias con las cuales se trabajará el proyecto investigativo. Luego se procederá a diseñar una encuesta para indagar los conocimientos previos que tienen algunas familias respecto al control biológico. Después, se sistematizan y analizan las respuestas obtenidas. Para ello, es necesario tener recursos tales como: Consentimientos firmados de las familias y la encuesta con sus respectivas preguntas indagatorias.

7.3.2 Huertas Familiares - Siembra de la cebolla de bulbo (*Allium cepa*)

En esta actividad es importante la indagación de diversos documentos relacionados con “huertos familiares y su construcción”. También, es importante que las familias que se definieron para realizar el presente trabajo investigativo tengan en sus hogares huertos o parcelas para realizar la respectiva siembra.

7.3.2.1 Adecuación de parcela demostrativa.

En primer lugar, es importante destinar un espacio que podamos utilizar para la respectiva siembra, ya puede ser huertos o parcelas, este espacio debe ser ventoso y estar orientado

hacia el sol, esto favorecerá que la huerta mantenga una humedad y una temperatura lo más óptima posible.

En segundo lugar, el espacio debe enmarcarse con la taxonomía del cultivo que se quiere sembrar, después, se adecua el suelo, para esto es importante determinar la textura y el pH. El cultivo de la cebolla de bulbo según la literatura debe presentar un pH neutro y una textura Franco- Arenosa. Sí, al determinar la textura y el pH del suelo y no cuenta con lo establecido debe adecuarse, para esto se puede utilizar cáscaras de huevos (Carbonato de calcio), batidos de frijol, lentejas, humus, compost, entre otros que permitan adecuar el pH y la textura para la siembra de la cebolla de bulbo.

7.3.2.2 Reproducción vegetativa de la cebolla de bulbo

Para la siembra de la cebolla de bulbo se comprenderá todas las actividades requeridas para el crecimiento y desarrollo de la planta, estas actividades son: a) Ubicación, b) hidratación, c) nutrición. Al ya tener la adecuación de la parcela la cual debe cumplir con las condiciones aptas en cuanto a clima y suelo, se procederá a escoger la semilla, en este caso, se escogerá una reproducción vegetativa de tipo asexual (bulbos) o de tipo sexual (semillas); es importante recalcar que lo ideal es sembrar mas de 20 ejemplares. Luego, al ya tener los bulbos/ semillas escogidas se llevará a cabo el proceso de siembra que consiste en:

- Si la siembra es por reproducción asexual (bulbos), se debe cortar el bulbo por la mitad y sembrar por la parte donde se encuentran las raíces, es recomendable que el bulbo quede totalmente enterrado. También, se puede realizar la siembra con el bulbo completo.
- Sí la siembra es por reproducción sexual (semillas), se recomienda que principalmente se deje la semilla en vaso, agua y algodón o vaso y tierra, después de que la semilla empiece a germinar se debe trasladarlas a las parcelas o al huerto.

Se debe tener en cuenta que la distancia de siembra de la cebolla de bulbo es de 10 a 12 cm y para el sistema de riego se recomienda por goteo de 2 a 3 días. Es primordial tomar datos del crecimiento y desarrollo de la cebolla de bulbo desde el momento en que se siembra. Los materiales requeridos son: Terreno o parcelas, sustrato, agua, video para

determinar la textura y pH del suelo, triángulo textural USDA, cáscaras de huevos, batidos de frijol, lentejas, humus, compost si es necesario para la adecuación del suelo. semillas o bulbos, vasos y algodón.

7.3.3 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

A lo largo del crecimiento y desarrollo de la cebolla de bulbo llegarán plagas que debilitan, marchitan, retrasan el crecimiento o incluso proporcionan la muerte a la planta, entre ellas se encuentra la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). También, es importante llevar un seguimiento de los aspectos negativos que la mosca blanca va dejando en la cebolla de bulbo. Para llevar a cabo el seguimiento y la recolección de datos se creará un invernadero casero, esto con el fin de que la mosca no se escape.

7.3.3.1 Creación de un invernadero casero

Un invernadero casero debe contar con las condiciones climáticas aptas para que la cebolla de bulbo siga creciendo y desarrollándose de la mejor forma. La creación del invernadero principalmente tiene como objetivo poder llevar a cabo el seguimiento de la mosca blanca, teniendo en cuenta esto, el invernadero se creará para 1 o 2 plantas donde la plaga *Bemisia tabaci* ya se encuentre.

Para la creación del invernadero es necesario determinar el espacio de huerto o las parcelas que se van a utilizar, después se debe tomar las respectivas medidas y tener los materiales adecuados que consiste en :

- Conseguir tubos y uniones de PVC. Debido a que este invernadero es modular. Dividir la estructura más grande en dos secciones para que el invernadero tenga mayor fuerza y estabilidad.
- Utiliza tubos de PVC relativamente delgados, que no tengan más de 3,8 cm de ancho. También se debe asegurar de que las uniones y los tubos de PVC tengan el mismo tamaño para que puedan encajar entre sí.
- Conectar los tubos para la formación de las paredes, la base y el techo. Luego se colocará la base del invernadero en el terreno o las parcelas, pegarlo con cuerdas o estancas permitiendo así el levantamiento del invernadero para regar el cultivo.

- Finalmente, se debe cubrir la estructura con plástico, vinipel o tela y asegurarla con cinta adhesiva.

7.3.4 Aplicación de *Beauveria bassiana*

En primera instancia se llevará a cabo un proceso de sembrar el hongo entomopatógeno



Figura 10: Producto de Bioinsecticida Beauveria wp
Tomado por: Duarte, M (2023)

Beauveria bassiana bioinsecticida *Beauveria wp* (Figura 10) en el medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) a temperatura ambiente. Se realizará un inóculo de los conidios del microhongo con su respectivo conteo en cámara Neubauer. Después por un proceso de aspersión, se aplican los conidios sobre la mosca blanca en frascos de vidrio y se realiza el seguimiento del hongo entomopatógeno y de la mosca blanca.

En segunda instancia, en cajas de petri con el medio de cultivo PDA y el hongo *Beauveria bassiana* se colocan sobre la colonia de este hongo ejemplares de la mosca blanca.

7.3.5 Aplicación de *Beauveria bassiana* para el control de la mosca blanca en cultivos de cebolla de bulbo

En cultivos de cebolla de bulbo en donde se observe la mosca blanca se aplicará el hongo por aspersión y se observará por un promedio de 3 días.

7.3.6 Cartilla educativa como parte de la estrategia didáctica

Se propone el diseño de una Cartilla educativa como parte de la estrategia didáctica, la cual contendrá guías prácticas de laboratorio y campo, donde se tendrá en cuenta datos relacionados con la cebolla de bulbo, la mosca blanca, el hongo entomopatógeno, el seguimiento de infección tanto de la mosca blanca a la cebolla de bulbo como del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la mosca blanca. También, se tendrá en cuenta la construcción de huertas familiares, la siembra de la cebolla, entre otros aspectos, esto con el objetivo de contribuir a la enseñanza del control biológico tomando como caso la relación de estos tres organismos y para promover el uso de huertas familiares.

La cartilla educativa acerca del control biológico de la mosca blanca contiene información relevante para las familias de la Ciudad de Bogotá que deseen implementar huertas familiares y controlar la plaga en su cultivo de cebolla de bulbo. La cartilla contiene diferentes guías que van desde la creación de la huerta, siembra de la cebolla, crecimiento y desarrollo de la mosca blanca y la construcción de un invernadero casero. Además, se incluyen aspectos teóricos y prácticos sobre el ciclo de vida del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y su aplicación-infección en la mosca blanca.

La cartilla contiene figuras, fotografías, procedimientos, tablas de vida de los organismos, aspectos teóricos-prácticos y bibliografía, entre otros aspectos relevantes para el control biológico de la mosca blanca en la cebolla de bulbo. Es importante resaltar que la cartilla será entregada a las familias con el fin de que implementen el control biológico en sus cultivos de huertas familiares.

La validación de la estrategia didáctica se realizará a través de una segunda encuesta que se aplicará a las familias que hayan recibido la cartilla educativa. De esta manera, se podrá medir la efectividad y el impacto de la estrategia didáctica en la implementación del control biológico de la mosca blanca en la cebolla de bulbo en huertas familiares.

7.3.7 Consideraciones éticas de la investigación.

La ética es un tema importante en cualquier trabajo académico, incluyendo los trabajos de grado que implican investigación y experimentación. En el caso de un trabajo que busca proponer una estrategia educativa para el control biológico de plagas en cultivos, es importante tener en cuenta que se está trabajando con organismos vivos y su interacción con el medio ambiente y otros seres vivos.

Es fundamental tener en cuenta los principios éticos en la investigación y el uso de organismos vivos, lo que implica respetar su integridad y bienestar, minimizar su sufrimiento y asegurarse de que no se causen daños irreparables al medio ambiente o a otras especies. Por otro lado, es necesario tomar medidas para asegurar que cualquier experimento o investigación que involucre organismos vivos se realice de manera ética y responsable, lo que implica la consideración de los posibles riesgos y beneficios, la

transparencia en la divulgación de resultados y el respeto a los derechos de los organismos involucrados.

En el contexto de la agricultura y la producción de alimentos, es importante considerar que la mosca blanca puede ser considerada una plaga debido a su capacidad de causar daños significativos a los cultivos, incluyendo la cebolla de bulbo. Aunque la mosca blanca es un ser vivo, su presencia en grandes cantidades puede afectar negativamente el rendimiento y la calidad de los cultivos y, por lo tanto, comprometer la seguridad alimentaria de las comunidades.

Por lo tanto, el uso de métodos de control biológico, como el uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, puede ser necesario para proteger los cultivos y garantizar la disponibilidad de alimentos saludables y seguros para la población. Es importante tener en cuenta que el control biológico se realiza de manera selectiva y no daña a otros seres vivos que no sean la plaga en cuestión, lo que lo convierte en una alternativa más ética y sostenible en comparación con el uso de pesticidas químicos que pueden ser dañinos para el medio ambiente y la salud humana.

8. Resultados y análisis

8.1. Fase indagatoria ¿Qué es el control biológico?

Para la implementación de la fase indagatoria se propuso realizar un primer cuestionario a cuatro familias de la ciudad de Bogotá, esto con el fin de indagar las ideas previas que tenían respecto al control biológico. Cabe mencionar que, estas cuatro familias seleccionadas ya tenían con anterioridad huertas que les han permitido proporcionar diversos alimentos complementarios. Por otro lado, el cuestionario se distribuye en ocho preguntas, sin embargo se realizan otras subpreguntas de las preguntas principales que se responderán de acuerdo a la pregunta sugerida.

Principalmente, se toman algunos datos de las 4 familias seleccionadas, la familia número 1 es de apellido Pinilla Casas, de tres integrantes y viven en la localidad de Engativá, la familia número dos son de apellido Ortiz Fajardo, son 5 integrantes y viven en Soacha, la

tercera familia se apellidan Camargo Ochoa, son seis integrantes y viven en Ciudad Bolívar, finalmente la cuarta familia son de apellido Cortez Bazurto, son 5 integrantes y viven en la localidad de Bosa.

Pregunta N°1

Con la Figura 11 se puede contemplar que las 4 familias seleccionadas han sembrado huertas que les han permitido proporcionar alimentos o productos complementarios. Teniendo en cuenta, que las 4 familias han sembrado huertas se realiza la siguiente pregunta: ¿qué alimentos o productos cultivan constantemente?

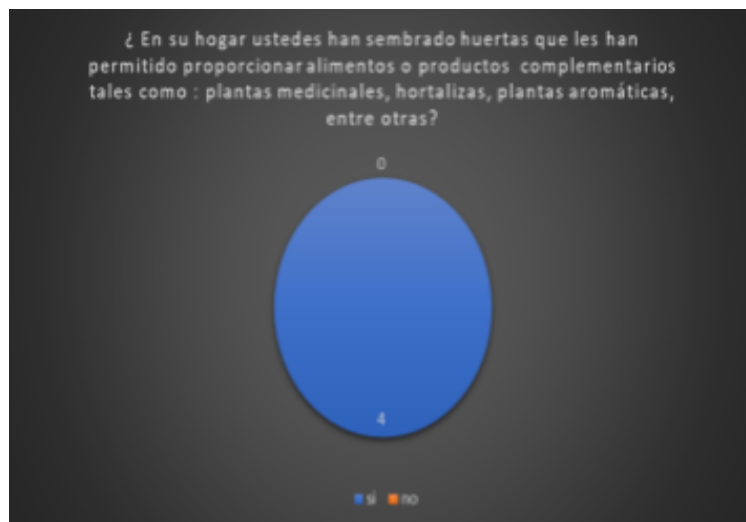


Figura 11: Resultados de la primera pregunta del cuestionario de la fase indagatoria. Elaborado por autora.

La familia Pinilla Casas respondió que cultiva constantemente hortalizas y otras, la familia Ortiz Fajardo responde hortalizas y plantas aromáticas, la familia número 3 Camargo Ochoa cultivar más que todo hortalizas y plantas aromáticas y la familia 4 Cortez Bazurto cultivan hortalizas y otras. Con la Figura (12) se puede visualizar que los alimentos o productos que cultivan constantemente las cuatro familias seleccionadas se encuentran las hortalizas con 4 votaciones, plantas aromáticas con 2 votaciones y otros productos o alimentos 2 votaciones.

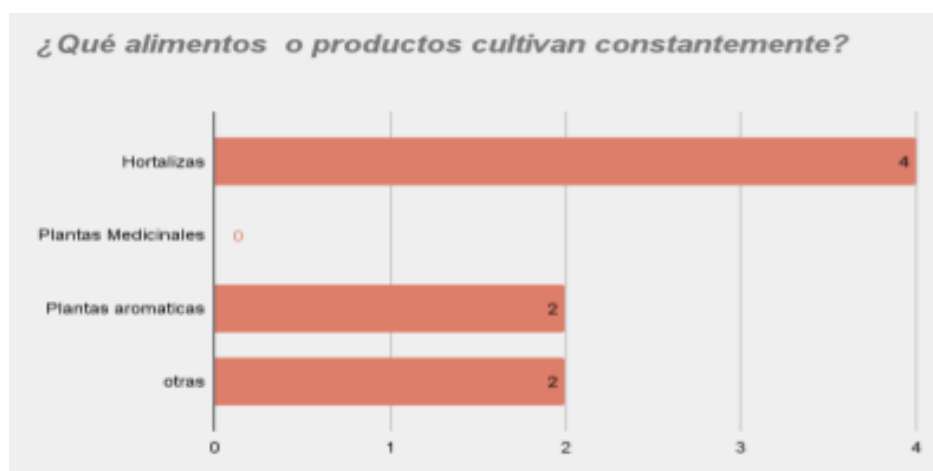


Figura 12: Alimentos o productos que cultiva constantemente las cuatro familias.
Elaborado por autora

Teniendo en cuenta que, entre los alimentos y productos que cultivan constantemente las familias seleccionadas se encuentran las hortalizas se propone la siguiente pregunta: ¿qué hortalizas tiene cultivadas en su hogar?

Tabla 1: Hortalizas que las familias seleccionadas tienen cultivadas en su hogar

Familia	Pinilla Casas	Ortiz Fajardo	Camargo Ochoa	Cortez Bazurto
hortalizas que tiene cultivadas en su hogar	cebolla larga, cebolla, cabezona, cilantro, tomate	tomate, cebolla, cabezona, zanahoria	cebolla, cabezona, zanahoria, apio, tomate	Apio, cebolla, cabezona

Tomando como referencia la tabla (1) y la Figura (13), se puede contemplar que entre las hortalizas más cultivadas en las huertas de las cuatro familias seleccionadas son la cebolla cabezona con 30,8%, el tomate es la segunda hortaliza teniendo como porcentaje un 23,1%, la zanahoria y el apio se cultivan en dos familias lo que da como porcentaje el 15,4% y el cilantro y la cebolla larga se siembra solo en una familia lo que da de porcentaje 7,7%. A esto, se puede determinar que la cebolla cabezona es la hortaliza más cultivada y la cebolla larga y el cilantro son las hortalizas menos cultivadas.

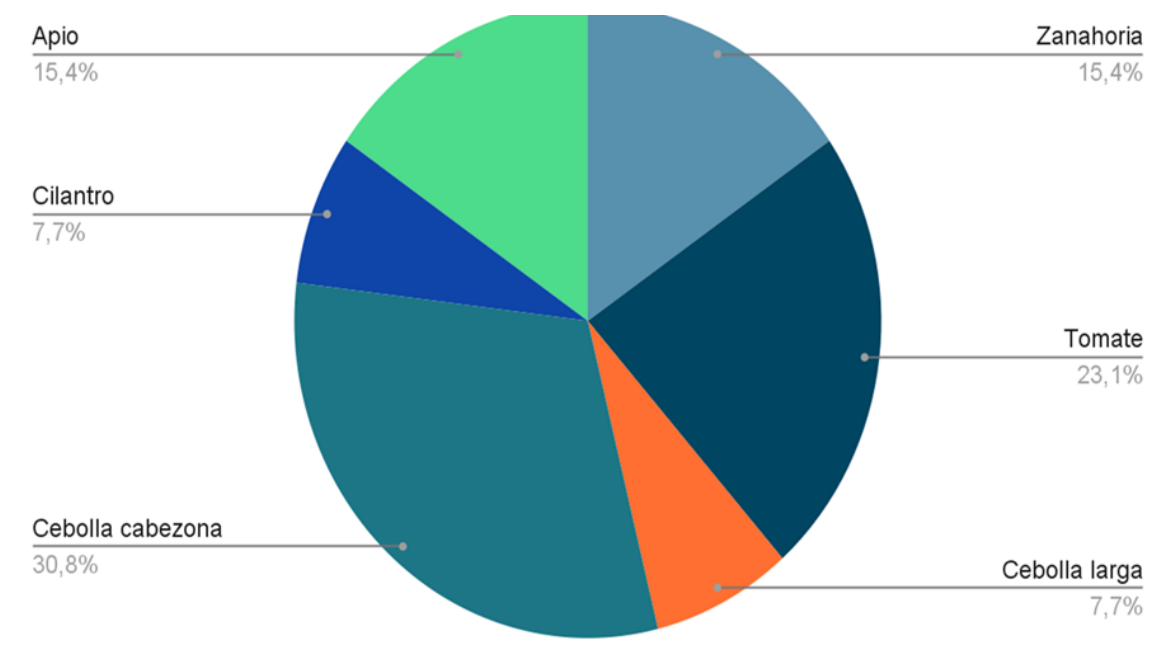


Figura 13: Porcentajes de las hortalizas que las familias seleccionadas tienen cultivadas en su hogar. Elaborado por autora

Pregunta N°2

¿En su hogar ustedes han utilizado la cebolla para su alimentación cotidiana?

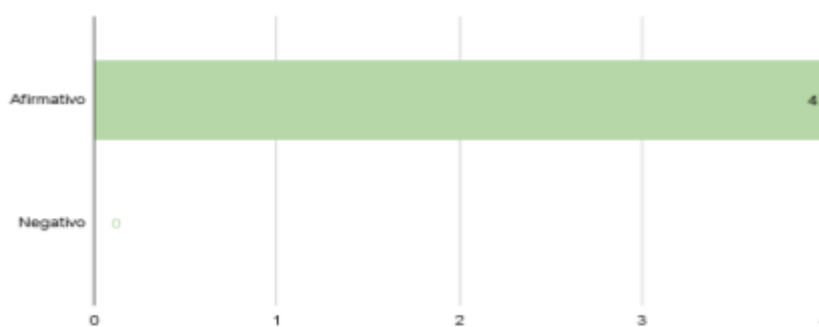


Figura 14: Resultados de la segunda pregunta del cuestionario de la fase indagatoria. Elaborado por autora.

La pregunta (2) está conformada para indagar acerca de los conocimientos previos que tienen las familias respecto a la cebolla de bulbo más conocida como la cebolla cabezona. la pregunta es: ¿En su hogar han

utilizado la cebolla para su alimentación cotidiana? A: Afirmativo B: Negativo.

Teniendo en cuenta, la figura 14 se puede considerar que: las cuatro familias seleccionadas si utilizan la cebolla para su alimentación cotidiana. Para indagar más, se

pregunta a las familias ¿si conocen la importancia y los beneficios de la cebolla de bulbo?. Las respuestas obtenidas fueron:

Tabla 2: Respuestas de las familias a la pregunta ¿conocen la importancia y los beneficios de la cebolla de bulbo?

Familia	¿conocen la importancia y los beneficios de la cebolla de bulbo?
1. Pinilla Casas	-Le da condimento a la comida -De acuerdo a la experiencia funciona como antiinflamatorio -Tiene propiedades para el sistema cardiovascular
2. Ortiz Fajardo	-Ayuda a combatir enfermedades/infecciones como la gripe -Sirve para dar sabor a las comidas
3. Camargo Ochoa	-Ayuda la flora intestinal -Permite mantener preservada la comida -Alivia los síntomas de la gripe
4. Cortez Bazurto	-Es utilizada en lo comercial y económico -sirve como condimento

Respecto a la tabla N°2 se puede mencionar que, de las cuatro familias seleccionadas, la familia uno, dos y cuatro cuando se les pregunta acerca de la importancia que proporciona la cebolla de bulbo coinciden en responder que tienen una gran utilidad culinaria ya que funciona como ingrediente o condimento. Por otro lado, las preguntas se relacionan en su valor en el campo medicinal, la familia 1 menciona que la cebolla de bulbo funciona como antiinflamatorio y tiene propiedades cardiovasculares, la familia dos y tres mencionan que alivia y combate enfermedades o infecciones que provienen de la gripe. Por último, la familia 4 responde que la cebolla de bulbo es utilizada en el campo comercial y económico, pues aquella familia no solo siembra la cebolla para un complemento familiar si no para darle un valor comercial.

Tercera pregunta N°3



Figura 15: Resultados de la tercera pregunta del cuestionario de la fase indagatoria. Elaborado por la autora.

La pregunta (3) va dirigida en conocer que: ¿En sus huertas han llegado plagas que afectan los cultivos?. En vista de la Figura número (15) se puede manifestar que a las huertas de todas las familias

seleccionadas han llegado o presentan constantemente plagas que afectan los cultivos. De acuerdo a que las 4 familias su repuesto fue afirmativo, se quiere indagar más acerca de: ¿conoce usted qué plaga es? y ¿De qué manera afecta su cultivo?

Tabla 3: Respuesta de las cuatro familias a las preguntas ¿conoce usted qué plaga es? y ¿De qué manera afecta su cultivo?

Familia	¿conoce usted qué plaga es?	¿De qué manera afecta su cultivo?
1. Pinilla Casas	Insectos	El insecto al consumir partes de las plantas hace que se demoren su proceso de crecimiento y afecta su estabilidad
2. Ortiz Fajardo	Mosca blanca	Chupa la savia de las hojas hasta dejarla seca y amarillenta, Además, el mosco deja una sustancia pegajosa en la superficie de la hoja
3. Camargo	Mosca blanca y hongos	La planta tarda mas en crecer y

Ochoa		se ponen secas las hojas
4. Cortez Bazurto	No la conozco, pero son insectos	le arrojan una sustancia pegajosa a las hojas y después de un tiempo la torna amarillenta lo que provoca sequedad.

Con la tabla N°3, se puede deducir que: Las cuatro familias seleccionadas conocen de alguna u otra forma la plaga que afecta su cultivo, todos optaron por responder que la plaga que más han visualizado en su cultivos son insectos, sin embargo la familia dos y la familia tres conocen que especie de insecto es (mosca blanca). Por otro lado, al responder ¿De qué manera afecta el cultivo? las familias tienen tres similitudes: la familia número 1 y número 3 mencionan que la plaga hace que se demore el crecimiento de las plantas, la familia dos, tres y cuatro dicen que las hojas se tornan amarillentas y se ponen secas, sin embargo, la familia dos mencionan que esto es a causa de que la plaga chupa la savia de las hojas y la tercera similitud es de la familia dos y cuatro, que mencionan que la plaga



Figura 16: Porcentajes a la pregunta ¿De qué manera controla la plaga de su cultivo? Elaborado por autora

deja una sustancia pegajosa en la superficie de la hoja.

Para indagar más, se pregunta a las familias seleccionadas ¿De qué manera controla la plaga de su cultivo?. Dos de las familias seleccionadas responden que con productos caseros y como se puede visualizar en la figura (16) conlleva a un porcentaje del 50% siendo esta respuesta la más votada, con el 25% una

de las familias no controla la plaga y otra familia la controla con insecticidas químicos el cual es el otro 25%. Se puede decir, teniendo en cuenta estos porcentajes que las familias optan por controlar la plaga con productos caseros, al momento de realizar el cuestionario decían que utilizaban jabones que colocaban en las hojas de las plantas y además es económico.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realiza cuatro preguntas:

1. ¿Con qué frecuencia controla la plaga?

La familia Pinilla casas responde que controla la plaga cada vez que la ve presente en el cultivo, la familia (2) Ortiz Fajardo, dice que controlaba al principio todos los días la plaga pero con el paso del tiempo al no ver que se eliminaban empezaron a controlarla cada dos semanas, la familia (3) Camargo ochoa responde que una vez cada mes y la familia (4) Cortez Bazarro no controla la plaga.

2. ¿Evidencia efectividad en su producto?

Todas las familias seleccionadas responden que no encuentran efectividad en el producto que utilizan para el control de la plaga. Con base a la Figura (16) se podría deducir que tanto los productos caseros como los insecticidas químicos no están teniendo efectividad al momento de controlar la plaga, pues las plagas desaparecen cada vez que la aplican pero días después vuelven aparecer.

3. ¿Qué efectos positivos y negativos ven el producto con el que se controla la plaga? y 4. ¿cuánto invierte en el producto con el que controla la plaga?

Una de las familias que menciona que controla la plaga con productos caseros dice que una de las ventajas es que es una manera casera y no contamina con tantos químicos la planta y negativamente es que no se nota los resultados y toma mucho tiempo, esta familia invierte en su producto aproximadamente \$4.000 pesos a lo que equivale un jabón. Otra de las familias que dijeron que controlaba las plagas con productos caseros mencionan que una de las ventajas es que es eficiente en cuanto a la eliminación de plagas por días y negativo es que sus componentes hacen que no tenga mucha durabilidad y se fermentan rápidamente, esta familia invierte entre \$20.000 a \$50,000. La familia que respondió que con insecticidas químicos controla la plaga mencionan que un aspecto negativo es que las plantas se demoran en su crecimiento, esta familia invierte entre \$30.000 a \$40,000 dependiendo el producto. Con estas respuestas, se deduce que tanto los productos caseros como los insecticidas químicos se invierten dinero que no tiene efectividad al momento de utilizarlo.

Pregunta N°4

La pregunta (4) va encaminada en indagar qué conocen las familias seleccionadas acerca del control biológico. En la figura (17) se contempla que una familia conoce acerca del



Figura 17: Resultados de la (4) pregunta del cuestionario de la fase indagatoria. Elaborado por la autora.

control biológico, otra de las familias no conocen qué es control biológico y dos de las familias seleccionadas no están seguros de que es control biológico. Teniendo en cuenta estas respuestas, a la familia que respondió que sí conocía el control

biológico se le pide que responda, ante esta pregunta responden que: “el control biológico permite controlar y eliminar una plaga, al mismo tiempo que la planta continúa con su crecimiento” Camargo,O (2023). Respecto a lo anterior, la familia Camargo Ochoa tiene un conocimiento previo acerca del control biológico, en cambio dos de las cuatro familias no están seguros de que es control biológico.

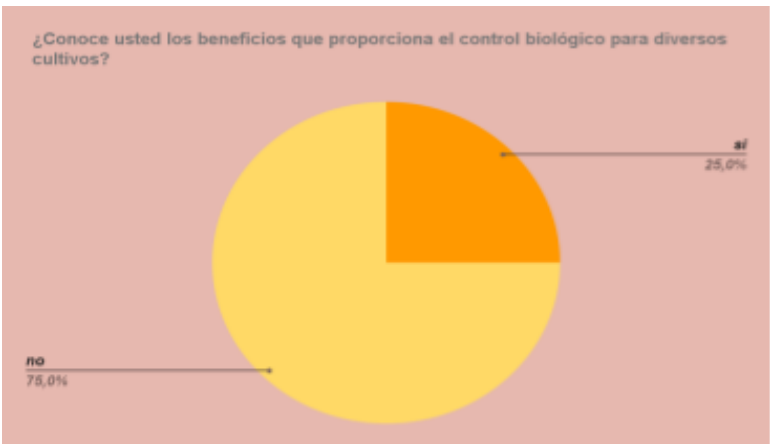


Figura 18: Porcentajes a la pregunta ¿conoce usted los beneficios que proporciona el control biológico para diversos cultivos?. Elaborado por autora.

Por otra parte, para seguir indagando se pregunta: conoce usted ¿los beneficios que proporciona el control biológico para diversos cultivos?. Según la Figura (18) de cuatro respuestas obtenidas de las familias seleccionadas, el 75,0% respondió que No y el 25,0% respondió que Sí. La familia

que respondió que sí, fue la misma familia que en la Figura (17) respondió que sí sabía que era el control biológico y para qué servía.

Pregunta N°5

La pregunta (5) va encaminada en conocer si las familias saben que pueden controlar biológicamente plagas y enfermedades de sus cultivos. Teniendo en cuenta, la Figura (19) nos muestra que del 100% se obtuvo que el 50% si conocen que las plagas y enfermedades se pueden controlar biológicamente. En otros términos, de las 4 familias seleccionadas dos (familia (1)

¿Que puede controlar biológicamente plagas y enfermedades de sus cultivos en sus huertas?



Figura 19: Resultados de la (5) pregunta del cuestionario de la fase indagatoria. Elaborado por la autora.

Pinilla Casas y (2) Ortiz Fajardo) respondieron NO y las otras dos familias respondieron que SI (familia (3) Camargo Ochoa y familia (4) Cortez Bazurto). Con lo anterior, podemos deducir que se conoce muy poco la alternativa de controlar plagas y enfermedades en los cultivos por medio de un control biológico. Como se mostró anteriormente, cuando se presenta este tipo de plagas y enfermedades en los cultivos las familias seleccionadas optan por el control casero o el control químico.

Pregunta N°6

¿Conoce usted a alguien que controle plagas y enfermedades de sus cultivos a través de otros organismo?

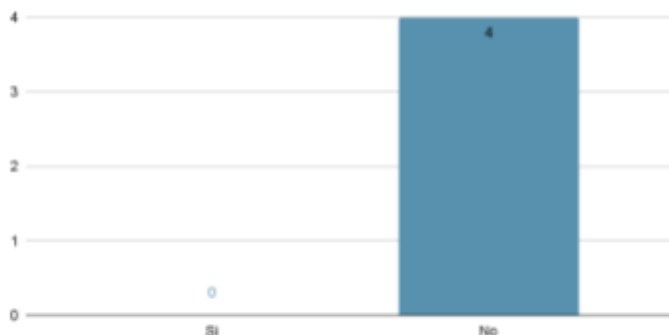


Figura 20: Resultados de la (6) pregunta del cuestionario de la fase indagatoria. Elaborado por la autora.

La pregunta (6) tiene como objetivo identificar si las familias seleccionadas conocen a alguien que controle plagas y enfermedades de sus cultivos a través de otros organismos vivos. Teniendo en cuenta lo anterior, se visualiza en la Figura (20) que todas las

familias dijeron que NO, se deduce que en los hogares colombianos no se utilizan en gran medida los controles biológicos.

Pregunta N°7

Para seguir con la indagación se pregunta a las familias seleccionadas ¿si han escuchado hablar sobre hongos que controlan insectos?. Con la Figura (21) se visualiza que el 75,0% del 100% respondió que No y el 25,0% respondió que sí. La familia que respondió que sí fue una de las familias que en la pregunta (5) respondió que sí conoce que pueden controlar biológicamente plagas y enfermedades de sus cultivos.

¿Usted ha escuchado hablar sobre hongos que controlan insectos?



Figura 21: Resultados de la (7) pregunta del cuestionario de la fase indagatoria. Elaborado por la autora.

Finalmente se propone la **Pregunta N°8** ¿ustedes estarían dispuestos a utilizar a un hongo como *Beauveria bassiana* como agente de control biológico para sus cultivos? en esta



Figura 22: Resultados de la (8) pregunta del cuestionario de la fase indagatoria. Elaborado por la autora.

pregunta las familias (1), (3) y (4) respondieron que sí, sin embargo la familia (2) respondió que tal vez. Con lo anterior, podemos deducir que las familias escogidas estarían dispuestas a utilizar un control biológico que puede ser un poco más efectivo y económico que los controles químicos y caseros para el control de plagas y enfermedades de

los cultivos que siembran en sus huertas familiares. (Figura 22)

8.2 Huertas Familiares - Siembra de la cebolla de bulbo (*Allium cepa*)

Las 4 familias escogidas en sus hogares han construido huertas familiares con el objetivo de proporcionar diversos alimentos complementarios. Con la anterior encuesta, se pudo evidenciar que las cuatro familias han sembrado hortalizas tales como el tomate, la cebolla, la zanahoria, el cilantro entre otras hortalizas que les han dado a las familias la obtención de alimentos para el consumo diario y la economía familiar. Por otro lado, estas cuatro familias seleccionadas ya tienen en sus hogares huertas familiares que han construido con el paso del tiempo.

1- huerta familiar de la familia Pinilla Casas.

La familia Pinilla Casas en su huerta han sembrado constantemente hortalizas y otras plantas. Como podemos ver en la Figura (23) la familia (1) siembra principalmente en parcelas, tiene un espacio ventoso y orientado hacia el sol.



Figura 23: Huerta familiar de la familia Pinilla Casas. Tomada por: Duarte, M (2023)



Figura 24: Huerta familiar de la familia Ortiz Fajardo. Tomada por: Duarte, M (2023)

2- huerta familiar de la familia Ortiz Fajardo

En la Figura (24) se puede observar una huerta familiar donde principalmente siembran por parcelas de diferentes tamaños donde siembra principalmente hortalizas y plantas aromáticas. La adecuación de las parcelas demostrativas se encuentran en un lugar orientado hacia el sol lo que le permitirá a las plantas una temperatura lo más óptima posible.

3- huerta familiar de la familia Camargo Ochoa

La familia Camargo Ochoa tiene una huerta familiar grande donde en ella siembran aromáticas, hortalizas y otras plantas que les permitan la proporción de alimentos para el autoconsumo. En esta huerta Figura (23) se puede visualizar que la familia siembra directamente en el terreno o en parcelas. Por otro lado, este espacio es un lugar ventajoso y orientado hacia el sol, está ubicado en la terraza de la casa de la familia y todos sus integrantes hacen parte del cuidado de la huerta.



Figura 25: Huerta familiar de la familia Camargo Ochoa . Tomada por: Duarte, M (2023)

4-Huerta de la familia Cortez Bazurto

La familia Cortez Bazurto tiene una huerta familiar donde siembran hortalizas y otras plantas. Esta huerta familiar como se puede observar en la Figura (26) siembra directamente en el terreno o en parcelas. Es un lugar ventajoso y las plantas están cubiertas por un pino grande que las cubre de las fuertes lluvias lo que evita la inundación.



Figura 26: Huerta familiar de la familia Cortez Bazurto . Tomada por: Duarte, M (2023)

8.2.1 Adecuación de parcela demostrativa.

Como se ha mencionado anteriormente, las familias optaron por sembrar la cebolla de bulbo en diversas parcelas. Una vez, se escogieron las parcelas demostrativas se adecuó el suelo, para esto se hizo una metodología con videos que permitieran hallar el pH y la textura del suelo, una vez obtenido el dato se adecuaba. Para el cultivo de la cebolla de bulbo la textura debe ser Franco-Arenoso y presentar pH neutro. Al determinar la textura y el pH la familia (2) Ortiz Fajardo y la familia (3) Camargo Ochoa no contaban con lo establecido para la siembra de la cebolla de bulbo, por tal motivo para adecuarla se recomendó la trituración de cáscaras de huevo para brindarle al suelo carbonato de calcio, además se sugirió adecuar la textura y el pH a través del humus, el compost hecho en casa o batidos de frijol o lentejas. Una vez se adecuó el suelo se llevó a cabo la siembra de la cebolla de bulbo.

Tabla 4: Fotografías en la adecuación de la parcela demostrativa.



Tomado por: Duarte, M (2023)

8.2.2 Reproducción vegetativa de la cebolla de bulbo

- Familia Pinilla Casas

La familia Pinilla Casas, sembró la cebolla de bulbo por el método de la siembra de bulbos. La sembraron en parcelas directamente. Por otro lado, en la Figura (27) se muestra que sembraron el bulbo completo y no decidieron cortarlo por la mitad, además se puede observar que no lo sembraron completamente. Cabe recalcar, que esta familia sembró bulbo de cebolla roja y cebolla blanca. La cebolla de bulbo blanca creció más rápido que la cebolla roja.



Figura 27: Cebolla de bulbo de la familia Pinilla Casas. Tomada por: Duarte, M (2023)



Figura 28: Cebolla de bulbo de la familia Ortiz Fajardo Tomada por: Duarte, M (2023)

- Familia Ortiz Fajardo

La familia Ortiz Fajardo optó por sembrar la cebolla de bulbo en parcelas. Sin embargo, principalmente colocaron el bulbo en vasos con agua para que la raíz saliera rápidamente, después pasó los bulbos al suelo. Una de las cebollas de bulbo creció rápidamente, en cambio la otra su crecimiento y desarrollo tardó un poco más como se puede visualizar en la Figura (28), ante esto decidieron agregarle compost nuevamente y carbonato de sodio lo que en gran medida facilitó el crecimiento y desarrollo de las dos plantas de cebolla como se puede visualizar en la Figura (29).

Por otro lado, la familia decidió sembrar cebolla de bulbo por semillas (Ver Figura 30) sin embargo, no se obtuvo un buen resultado pues las semillas no germinaron con el paso de las semanas, esto pudo ser debido a que las semillas estaban viejas o mal conservadas lo que influyó en el ciclo vegetativo de la planta. Por otro lado, sembraron la cebolla de bulbo por reproducción vegetativa de tipo asexual donde el bulbo está completo y no optaron por cortarlo por la mitad, también se puede visualizar que no enterraron el bulbo completamente (Figura 31). Es de aclarar, que

en esta huerta familiar la cebolla de bulbo su crecimiento y desarrollo fue más acelerado que en las otras huertas familiares esto a causa de que esta huerta familiar está ubicada en Soacha y el clima es más cálido y templado que en Bogotá.



Figura 29: Crecimiento y desarrollo de dos plantas de cebolla de bulbo. Tomada por: Duarte, M (2023)

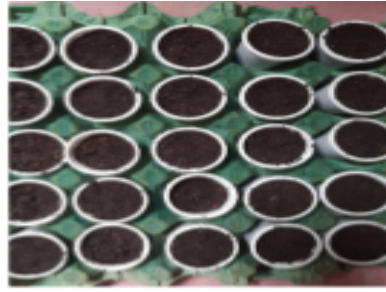


Figura 30: Siembra de la cebolla de bulbo por semilla. Tomada por: Duarte, M (2023)



Figura 31: Siembra de la cebolla de bulbo por el método de bulbos. Tomada por: Duarte, M (2023)

- Familia Camargo Ochoa



Figura 32: Cebolla de bulbo de la familia Camargo Ochoa. Tomada por: Duarte, M (2023)

La familia Camargo Ochoa, sembró la cebolla de bulbo por reproducción vegetativa de tipo asexual y sexual. En la reproducción asexual (por bulbos) sembraron el bulbo directamente en la parcela y como se puede observar en la Figura (32) decidieron cortar el bulbo por la mitad, lo que facilitó a la planta un

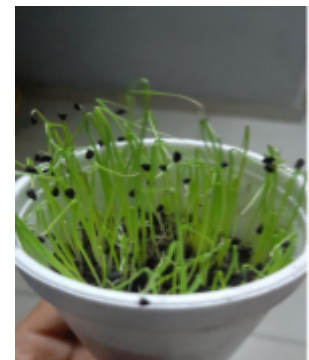


Figura 33: Siembra de la cebolla de bulbo por semilla. Tomada por: Duarte, M (2023)

crecimiento más óptimo. También, sembraron la cebolla de bulbo por reproducción vegetativa sexual (por semilla), en esta ocasión las semillas si germinaron como se puede observar en la figura (33). Cabe mencionar, que este crecimiento y desarrollo de la planta fue más lento a comparación con el método de la siembra de bulbo y de igual manera su ciclo de vida era más corto debido a que las plántulas iban perdiendo su debilidad y al momento de traspasarlas a las parcelas las plántulas no lo resisten.



Figura 34: Siembra de la cebolla de bulbo directamente en el terreno. Tomada por: Duarte, M (2023)

Por otra parte, esta familia sembró directamente en el terreno aproximadamente 10 ejemplares, todos por el método de siembra de bulbos. Como se puede observar en la Figura (34) unos bulbos estaban totalmente enterrados, otros solamente la mitad, otros bulbos cortados por la mitad, entre otros bulbos que se sembraron. Cada bulbo estaba separado del otro a una distancia aproximada de 7 - 10 cm y por diversos surcos.

- Familia Cortez Bazarro



Figura 35: Cebolla de bulbo de la familia Cortez Bazarro Tomada por: Duarte, M (2023)

La familia Cortez Bazarro sembró la cebolla de bulbo en parcelas y por el método de reproducción asexual (bulbos), el crecimiento y desarrollo de la planta fue eficaz. Cabe mencionar, que al sembrar la cebolla de bulbo en parcelas permitía la movilidad de ésta, en la Figura (35) se muestra la cebolla de bulbo con la flor, esta cebolla creció rápidamente a lo largo de las semanas, sin embargo, las otras dos cebollas (Figura 36) que sembraron su crecimiento ha tardado un poco más a comparación con la primera cebolla sembrada, pero de igual manera el crecimiento y desarrollo de la planta ha sido eficiente.



Figura 36: Cebollas de bulbos de la familia Cortez Bazarro Tomada por: Duarte, M (2023)

Es importante recalcar, que estas cuatro familias seleccionadas que sembraron en sus huertas familiares la hortaliza de la cebolla de bulbo, no solo adecuaron su parcela demostrativa para la siembra, si no que con el paso del tiempo la regaron cada 3 a 4 días, observaron si le faltaban nutrientes a la cebolla notando si sus raíces se debilitaban, si sus hojas se estaban colocando de un color amarillento, si presentaban debilidad, entre otros factores que de alguna u otra forma recomendaban abono y fertilización. Este proceso de abono y fertilización, lo llevaron a cabo con bicarbonato de sodio, el compost, batidos de frijol, pescado, lentejas entre otros que le aportaran a la cebolla nutrientes y está pudiera tener un crecimiento y desarrollo más óptimo. Por otro lado, en temas de plagas que llegaron a la huerta familiar especialmente a la cebolla de bulbo en sus fases de desarrollo y crecimiento las familias utilizaron *Beauveria bassiana* un hongo entomopatógeno que les permitió controlar la población de mosca blanca en sus cultivos sin utilizar pesticidas tóxicos que pudieran afectar su salud y la del medio ambiente.

8.3 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

8.3.1 Creación de un invernadero casero

La creación del invernadero casero se creó con el objetivo de monitorear el seguimiento de la mosca blanca. Lo ideal es diseñar el invernadero para una o dos plantas, las cuales ya se les haya detectado la mosca blanca. El invernadero fue llevado a la familia Cortez Bazurto ya que fue la primera familia que en su cultivo de cebolla de bulbo se evidenciara la presencia de mosca blanca. Esto se pudo evidenciar por varios signos: 1. Se pudo observar algunas manchas blancas en las hojas y en los bulbos de la cebolla. 2. La presencia de una capa pegajosa en las hojas y tallos. 3. Se presentó deformación de las hojas y retraso en



Figura 37: Invernadero casero. Tomada por: Duarte, M (2023)

el crecimiento de la planta. 4. Las larvas de la mosca son muy pequeñas y aunque no se observó, estas pueden causar daño directo a la raíz de la planta, lo que puede ser signo de su debilitamiento.

Cabe mencionar, que el invernadero se creó especialmente para el monitoreo de la mosca blanca, por tal motivo las otras familias no crearon el invernadero. Sin embargo, un invernadero casero puede ser diseñado para controlar el ambiente en el que se cultivan las plantas, lo que permite a los agricultores prolongar la temporada de crecimiento y mejorar el rendimiento de sus cultivos. Así mismo, la creación de un invernadero proporciona un ambiente controlado que protege a las plantas de los efectos del clima extremo, como lluvias fuertes y la exposición excesiva al sol. También, puede prevenir el ataque de plagas y enfermedades al mantener un ambiente más controlado.

8.4 Aplicación de *Beauveria bassiana*

El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* fue sembrado en Papa Dextrosa Agar (PDA) a temperatura ambiente y después se realizó el respectivo conteo en la cámara Neubauer del inóculo de los conidios que se realizó por suspensión. El resultado fue: 4×10^6 conidios /mL. Esto se dio de una mezcla de 0,02 g que dio como resultado de una regla de tres donde 2 g de *Beauveria bassiana* equivale a 1000 mL y 0,02 g equivale a 10 mL.



Figura 38: Frascos de vidrio que contenía ejemplares de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Tomado por: Duarte, M (2023)

Por un proceso de aspersión, se aplican los conidios sobre la mosca blanca en frascos de vidrio y se realiza el seguimiento del hongo entomopatógeno y de la mosca blanca. En el frasco de vidrio (figura 38) se colocó una parte de la planta que contenía ejemplares de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Se observó durante 3 días seguidos que: Cuando el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* controla la mosca blanca a nivel macroscópico, se pueden observar algunos cambios evidentes. En primer lugar, se puede notar un cambio en la coloración de la mosca blanca, la cual pasa de un color

blanco transparente a un tono marrón oscuro. Esto se debe a que el hongo comienza a crecer en el interior del insecto, nutriéndose de sus tejidos y causando su muerte. Además, es posible observar que la mosca blanca infectada comienza a perder movilidad y a mostrar signos de debilidad.

Por otro lado, en cajas de petri con el medio de cultivo PDA y el hongo *Beauveria bassiana* se colocan sobre la colonia de este hongo ejemplares de la mosca blanca.

8.5 Aplicación de *Beauveria bassiana* para el control de la mosca blanca en cultivos de cebolla de bulbo



Figura 39: mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivo de la cebolla de bulbo. Tomado por: Duarte, M (2023)

En cultivos de cebolla de bulbo en donde se observe la mosca blanca se aplicará el hongo por aspersión y se observará por un promedio de 3 días. Principalmente, se realizó el proceso en la planta que se encontraba en el invernadero. Como se puede observar en la Figura (39) la mosca blanca ya se encontraba sobre el cultivo de la cebolla. Sin embargo, la mosca al ser un ejemplar tan pequeño al volar ya perdíamos su dirección. Al invernadero se le aplicó *Beauveria bassiana* y se observó que con el paso de los días la mosca blanca quedaba en el vinipel que cubría el invernadero (ver Figura 40). Por otro lado, cuando se aplica *Beauveria bassiana* sobre la mosca blanca, el hongo crece y se adhiere a su cutícula y comienza a penetrar en su cuerpo. A medida que el hongo se desarrolla, se pueden observar cambios en la coloración de la mosca blanca, que pasa de un color blanco translúcido a un color marrón oscuro debido a la colonización del hongo en su cuerpo.



Figura 40: Ejemplares de la mosca blanca en el vinipel que cubría el invernadero una vez se aplicó por aspersión el hongo *Beauveria bassiana*. Tomado por: Duarte, M (2023)

Con los resultados que se obtuvieron en la aplicación de *Beauveria bassiana* en la mosca blanca que se encontraban en el cultivo de la cebolla de bulbo, se realizó una cartilla educativa la cual fue entregada a las 4 familias de la Ciudad de Bogotá al igual que el hongo entomopatógeno. Esto con el fin, de que en sus huertas familiares realizarán el proceso de aplicación en sus cultivos donde se encontraba la mosca blanca *Bemisia tabaci*.

8.16 Cartilla educativa como parte de la estrategia didáctica

La Cartilla educativa tiene como título: *Beauveria bassiana para el control biológico de la mosca blanca en cultivos de cebolla de bulbo*. Los referentes estructurales más importantes de esta cartilla se dividen en contenidos. El primer contenido tiene información de las huertas familiares (ver Figura 41) y su respectivo procedimiento de construcción. Esta cartilla contiene fotografías del proceso lo que permitirá un mejor entendimiento.



Figura 41: Contenido de huertas familiares en la Cartilla educativa. Elaborado por autora.

El segundo contenido es sobre la cebolla de bulbo se menciona el origen de la cebolla de bulbo, la taxonomía, características morfológicas, importancia, fases de desarrollo de la planta y los requerimientos edafoclimáticos de la misma, entre otros aspectos teóricos y prácticos (Figura 42). Por otro lado, se incluye la reproducción vegetativa de la cebolla donde se menciona el respectivo procedimiento de siembra. Está cartilla contiene fotografías del crecimiento y desarrollo de la cebolla de bulbo.



Figura 42: Contenido de la cebolla de bulbo en la cartilla educativa. Elaborado por autora.

En un tercer contenido, se menciona acerca de la Mosca blanca donde se encuentra información acerca de su ciclo de vida, sus características morfológicas, su taxonomía y algunas generalidades de la misma. (ver Figura 43). Después, se encuentra el contenido acerca del control biológico donde se tomaron algunos referentes bibliográficos de diversos autores.(Figura 44) En este mismo contenido se hace referencia al hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* donde menciona características generales de la especie, su taxonomía, fotografías, enlaces de acceso, características morfológicas, proceso de infección y su ciclo de vida. (Figura 45)



Figura 43: Contenido de la mosca blanca en la cartilla educativa. Elaborado por autora



Figura 44: Contenido del control biológico en la cartilla educativa. Elaborado por autora



Figura 45: Contenido del hongo entomopatógeno en la cartilla educativa. Elaborado por autora.

Por otra parte, esta cartilla contiene procedimiento de como realizar un invernadero casero, también información acerca de la aplicación de *Beauveria bassiana* en la mosca blanca y las posibles observaciones que se notaron en la mosca. Por otro lado, se colocaron imágenes de la mosca blanca en la cebolla de bulbo y los daños que le estaba ocasionando a la planta en su crecimiento y desarrollo. Por consiguiente, la cartilla contiene actividades dinámicas, preguntas orientadoras acerca de los contenidos. Finalmente se encuentra la bibliografía utilizada para la realización de la cartilla.

Para una mejor observación se coloca el respectivo enlace de la cartilla educativa: https://www.canva.com/design/DAFcD9zYp04/D1gR8m9EnPKE6TRarbsTlg/view?utm_content=DAFcD9zYp04&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink&mode=preview

Para validar la estrategia didáctica, el Manual de prácticas las familias realizaron una segunda encuesta. Para tener en cuenta, son cuatro familias seleccionadas:

Tabla 5: Apellidos de las familias seleccionadas para la validación de la cartilla educativa

FAMILIA 1	Pinilla Casas
FAMILIA 2	Ortiz Fajardo
FAMILIA 3	Camargo Ochoa
FAMILIA 4	Cortez Bazurto

Pregunta N°1

¿ Considera que la estructura de la información en la cartilla es adecuada para ser utilizada como recurso educativo en ambientes de aprendizaje y enseñanza?

4 respuestas

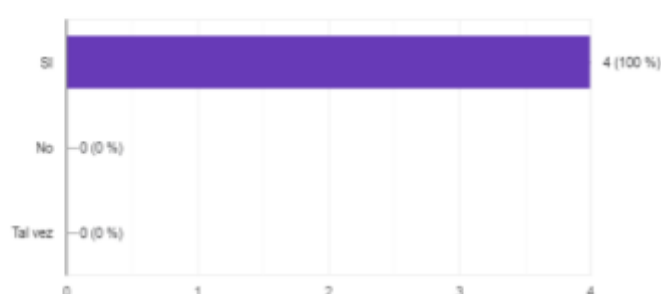


Figura 46: Respuesta a la primera pregunta de la validación de la cartilla educativa. Elaborado por autora.

Teniendo en cuenta la Figura (45) las cuatro familias seleccionadas consideran que la estructura de la información en la cartilla es adecuada para ser utilizada como recurso educativo en ambientes de aprendizaje y enseñanza. Teniendo en

cuenta lo anterior, se les pide a las familias que justifiquen su respuesta, la familia (1) considera que la cartilla está muy completa, que tiene información clara, que los procedimientos son claros y organizados y que por esta razón se puede utilizar como recurso educativo. La familia (2) menciona que la cartilla es adecuada para ser utilizada como recurso educativo porque los temas están organizados, es creativa, tiene colores e imágenes llamativas y la información es muy clara. La familia (3) dice “La cartilla tiene información clara, está organizada como corresponde, cualquier persona de cualquier edad puede entender la con facilidad” Camargo, O (2023). La familia (4) Cortez Bazurto menciona que la cartilla puede ser utilizada en ambientes de aprendizaje y enseñanza porque es una cartilla que menciona diferentes temáticas, presenta preguntas orientadoras, procedimientos claros, las imágenes son oportunas y además es muy creativa.

Pregunta N°2

La pregunta número dos es: ¿Considera que la cartilla proporciona información actualizada y apropiada sobre el cultivo de la cebolla de bulbo, la prevención de la mosca blanca y el control biológico que proporciona el hongo *Beauveria bassiana* ? Siendo uno muy insatisfecho y cinco muy satisfecho.

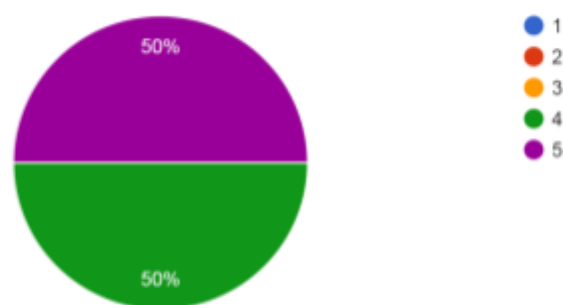


Figura 47: Respuesta a la segunda pregunta de la validación de la cartilla educativa. Elaborado por autora.

Basándonos en la escala proporcionada de la Figura (47), se puede interpretar que en general, las familias están bastante satisfechas con la información proporcionada en la cartilla sobre el cultivo de la cebolla de bulbo, la prevención de la mosca blanca y el control biológico que proporciona el hongo *Beauveria bassiana*. En términos de porcentaje, el 50% de las familias votó con la máxima calificación de 5, lo que indica una alta satisfacción con la información proporcionada. El 50% restante de las familias votó con un 4, lo que sugiere que también están satisfechas. Es importante tener en cuenta que no hubo votos de 1, 2 y 3, lo que indica que ninguna de las familias está muy insatisfecha

con la información proporcionada en la cartilla. Con lo anterior, se puede decir que la mayoría de las familias considera que la cartilla es efectiva en cuanto a su contenido sobre el cultivo de la cebolla de bulbo, la prevención de la mosca blanca y el control biológico que proporciona el hongo *Beauveria bassiana*.

Pregunta N°3

Esta pregunta va relacionada con los diagramas e imágenes presentes en la cartilla. ¿Los diagramas e imágenes presentadas en la cartilla le permiten una mejor comprensión de la temática? Siendo uno muy insatisfecho y cinco muy satisfecho.

4 respuestas

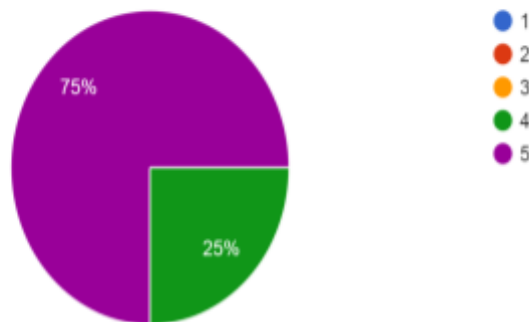


Figura 48: Respuesta a la tercera pregunta de la validación de la cartilla educativa. Elaborado por autora

Teniendo en cuenta la Figura (48) se puede interpretar que en general, podemos decir que la mayoría de las familias considera que los diagramas e imágenes presentados en la cartilla son efectivos para mejorar su comprensión de la temática, lo que

indica que estos elementos visuales son útiles para ayudar a las familias a comprender la información presentada en la cartilla. En términos de porcentaje, el 75% de las familias votó con un 5, lo que indica una alta satisfacción con los diagramas e imágenes presentadas en la cartilla para mejorar su comprensión de la temática. El 25% restante de las familias no votó con la máxima calificación, lo que sugiere que quizás no encontraron los elementos visuales tan útiles como el resto de las familias.

Pregunta N°4

¿Considera que esta cartilla puede ser utilizada en los contextos educativos tanto rurales como urbanos?

4 respuestas

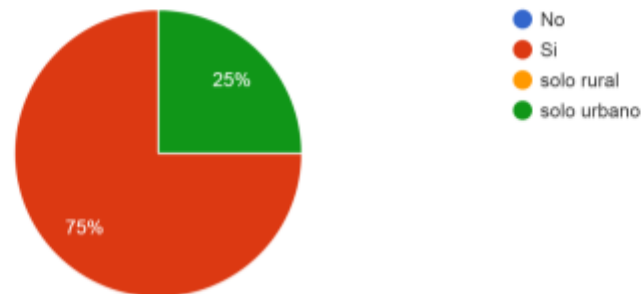


Figura 49: Respuesta a la pregunta (4) de la validación de la cartilla educativa.
Elaborado por autora

Con la Figura (49) se puede interpretar que el 75% de las familias seleccionadas consideran que esta cartilla si puede ser utilizada en ambos contextos educativos, tanto rurales como urbanos. Por otro lado, una familia eligió la opción D, que indica que la cartilla solo sería útil en un contexto urbano. Con lo anterior, esto puede indicar que hay algunas limitaciones en la utilidad de la cartilla en contextos rurales. Cabe mencionar, que ninguna familia voto la opción de no lo que indica que esta cartilla si puede ser utilizada en contextos educativos.

Pregunta N°5

¿Considera que un maestro puede utilizar esta cartilla para la enseñanza del control biológico?

4 respuestas

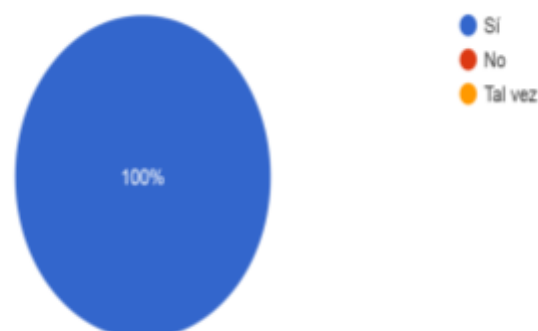


Figura 50: Respuesta a la pregunta (5) de la validación de la cartilla educativa.
Elaborado por autora

En la Figura (50) se puede observar que las cuatro familias seleccionadas consideran que un maestro si puede utilizar la cartilla para la enseñanza del control biológico. En términos de porcentajes se obtuvo un 100% lo que indica que las familias si consideran que un maestro para la enseñanza del control biológico puede utilizar la cartilla. Teniendo en cuenta lo anterior, se realiza otra pregunta enfocada con la labor docente la cual es: ¿Considera que un maestro puede utilizar está cartilla para enseñar el montaje de huertas?. Según la Figura (50), el 100% de las 4 familias encuestadas respondieron "Sí" a la pregunta, lo que indica que si consideran que un maestro puede utilizar está cartilla para enseñar el montaje de huertas.

Pregunta N°6

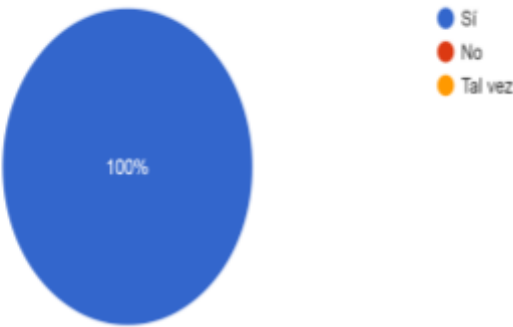


Figura 51: Respuesta a la pregunta (6) de la validación de la cartilla educativa. Elaborado por autora

¿Compartiría está cartilla a familias que quieran empezar una huerta familiar?. La Figura (51) muestra que el 100% de las 4 familias seleccionadas dijeron que “Si” compartir está cartilla a familias que quieran empezar una huerta familiar. Esto

indica, que la cartilla es oportuna para iniciar una huerta familiar.

Pregunta N°7

¿Utilizaría está cartilla para sembrar la hortaliza de la cebolla de bulbo? Si o No justifique su respuesta.

Tabla 6: Respuestas a la pregunta (7) de la validación de la cartilla educativa. Elaborado por la autora

Pinilla Casas	Si, contiene un apartado donde se explica muy bien ese proceso
Ortiz Fajardo	Sí, ya que contiene los elementos importantes para la siembra de la cebolla de bulbo
Camargo Ochoa	Si porque expone el paso a paso de como

	realizar dicho procedimiento
Cortez Bazurto	Si porque me parece que está por paso a paso bien explicado como hacer el cultivo

Las cuatro familias seleccionadas votaron “Si” a la pregunta, lo que indica que si utilizarían esta cartilla para sembrar la hortaliza de la cebolla de bulbo. En la tabla (6) se muestra que las cuatro familias al justificar su respuesta mencionan que la cartilla muestra un apartado que contiene elementos importantes y el paso a paso de como sembrar la cebolla de bulbo.

Pregunta N°8

La pregunta ocho es ¿ Considera que la cartilla fue diversa en diferentes temáticas? A. si B. No. Si su respuesta anterior fue si, ¿cuál considera que era el objetivo principal de la cartilla?

Tabla 7: Respuestas a la pregunta (8) de la validación de la cartilla educativa. Elaborado por la autora

Pinilla Casas	Si, indagar cómo el hongo puede servir como opción en el control biológico de <i>beauveria bassiana</i>
Ortiz Fajardo	Sí, la siembra de la cebolla de bulbo y la mosca blanca como "plaga" de esta hortaliza
Camargo Ochoa	Si y el objetivo considero que explicar cómo se lleva a cabo un proceso biológico que se da de forma natural y precisamente también se presenta una forma alternativa de cómo se puede llegar a responder o resolver dicha problemática.
Cortez Bazurto	Si el cultivo de cebolla y los diferentes bichos y plagas que puede tener la cebolla y como cuidarla para poder tener una buena cultivo de cebolla en casa

Las cuatro familias respondieron que “Si”, esto indica que si consideran que la cartilla fue diversa en diferentes temáticas. Por otro lado, se puede interpretar que los encuestados tienen diferentes percepciones sobre el objetivo principal de la cartilla. Mientras que una familia considera que el objetivo principal era indagar cómo el hongo *Beauveria bassiana*

puede servir como opción en el control biológico, otra familia considera que el objetivo principal era explicar cómo se lleva a cabo un proceso biológico que se da de forma natural y presentar una forma alternativa de resolver dicha problemática. Otra familia menciona que el objetivo principal era enseñar sobre el cultivo de la cebolla y cómo cuidarla, mientras que la última familia menciona que el objetivo era enseñar sobre la siembra de la cebolla de bulbo y la mosca blanca como "plaga" de esta hortaliza. Lo anterior, se puede interpretar que los encuestados tienen diferentes percepciones sobre el objetivo principal de la cartilla, sin embargo son percepciones relacionadas con el cultivo de la cebolla y el control biológico de la mosca blanca.

Pregunta N°9

¿Considera que las actividades de la cartilla son pertinentes para la temática? Siendo 1- Muy insatisfecho y 5 - Muy satisfecho
4 respuestas

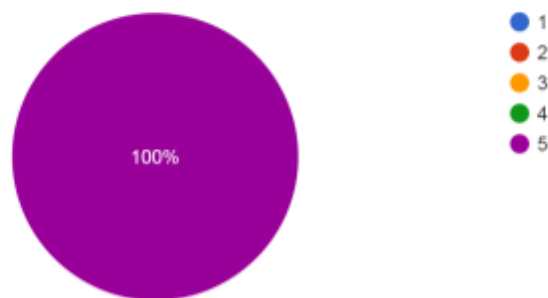


Figura 52: Respuesta la pregunta (9) de la validación de la cartilla educativa. Elaborado por autora

Se puede interpretar con la Figura (52) que las 4 familias encuestadas consideran que las actividades de la cartilla son pertinentes para la temática, ya que todos respondieron con un 5 en la escala de satisfacción. Esto indica, que las actividades de la cartilla fueron adecuadas y útiles para entender mejor la temática.

9. Conclusiones

- Los bioensayos proporcionaron información sobre la eficacia de *Beauveria bassiana* en el control de *Bemisia tabaci* en el cultivo de cebolla de bulbo en huertas familiares

- Esta investigación promovió la aplicación de métodos de control biológico y la producción de alimentos más saludables en huertas familiares en Bogotá.
- Desde el punto de vista biológico, los bioensayos realizados muestran que la aplicación de *Beauveria bassiana* como control biológico de la mosca blanca en el cultivo de cebolla de bulbo es efectiva, mostrando una disminución del número de insectos y la reducción del daño en las plantas.
- Se implementó una estrategia didáctica para la enseñanza del control biológico utilizando *Beauveria bassiana* en el cultivo de cebolla de bulbo en huertas familiares.
- Al implementar una estrategia didáctica como la Cartilla de control biológico de la mosca blanca, se abre la oportunidad de incorporar este tema en los espacios escolares. Los profesores pueden utilizar esta cartilla como una herramienta educativa para enseñar a los estudiantes acerca del control biológico de plagas y los beneficios del uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*.
- La validación de la cartilla educativa con las familias de Bogotá sugiere que este recurso puede ser aplicado en otros contextos y utilizado para enseñar una variedad de temas. Los resultados obtenidos durante el proceso de validación respaldan su eficacia y relevancia, lo que indica que la cartilla puede ser adaptada y utilizada en diferentes entornos educativos. Esto amplía su potencial de impacto y permite su implementación en la enseñanza de diversos temas, brindando a los estudiantes y sus familias un recurso práctico y accesible para el aprendizaje.

10. Recomendaciones

- Fomentar la educación ambiental y el uso de prácticas sostenibles en la agricultura urbana, como el control biológico.
- Promover el uso de *Beauveria bassiana* como alternativa biológica para el control de plagas en cultivos, ya que su uso puede reducir la dependencia de los pesticidas químicos que pueden ser perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente.
- Seguir realizando estudios y bioensayos sobre la efectividad de *Beauveria bassiana* como control biológico en diferentes cultivos y plagas, para ampliar el conocimiento sobre esta técnica y mejorar su aplicación.
- Continuar elaborando y validando estrategias didácticas y cartillas educativas para la enseñanza del control biológico a nivel comunitario, ya que esto puede ser una

herramienta eficaz para difundir y promover el uso de técnicas sostenibles en la agricultura urbana.

- Es importante validar la cartilla educativa en otros contextos es un paso fundamental para asegurarnos de su efectividad y adaptabilidad. Al hacerlo, podemos obtener retroalimentación y ajustar la cartilla según las necesidades y características específicas de cada contexto.
- Es importante considerar las repercusiones de la propuesta didáctica no solo en las familias, sino también en los espacios escolares. Como futuros profesores, es fundamental desarrollar habilidades para abordar y enseñar contenidos específicos de manera efectiva.
- Fomentar la colaboración entre investigadores, agricultores y comunidades locales para la implementación de prácticas sostenibles en la agricultura urbana, con el fin de asegurar una producción de alimentos segura, saludable y amigable con el medio ambiente.

11. Bibliografía

Agrotendencia.tv. (s.f.). El cultivo de cebolla. Recuperado el 9 de mayo de 2023, de <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/hortalizas/el-cultivo-de-cebolla/>

Araúz Madrid, L. (2020). Evaluación de extractos vegetales y *Beauveria bassiana* en el manejo de mosca blanca Hemiptera: Aleyrodidae (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en invernadero. Tomado de: <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/83245>

Arboleda, F (2019) Incidencia de la *Beauveria bassiana* en el control de insectos” . Tomado de: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/7213/E-UTB-FACIAGING%20AGRON-000214.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ballesteros Villegas, J. (2017). Evaluación del control biológico de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) con *Beauveria bassiana* en cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*) en Guacarí, Valle del Cauca [Trabajo de grado, Universidad del Valle]

Barrero Ramírez, A. M. (2009). Propuesta de un plan de gestión integral de residuos sólidos para el campus de la Pontificia Universidad Javeriana Seccional Cali. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia]. Repositorio Institucional Pontificia Universidad Javeriana. Tomado de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11880/BarreroRamirezAngelicaMaria2009.pdf?sequence=1>

Bolaños Benavides, E., Suárez Contreras, J. F., & Guzmán Olaya, J. F. (2013). Guía técnica para el cultivo de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1172>

Cabrera, et al (2019). Evaluación de insecticidas biorracionales en el control de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) en la producción de hortalizas. Tomada de: <https://www.redalyc.org/journal/6729/672971062005/html/>

Canto, M. (2013). La cartilla educativa: un recurso para el aprendizaje. Revista Ciencia y Técnica, 23(1), 51-60.

Castellano, J. (2020). Evaluación del control biológico de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate chonto (*Solanum lycopersicum*) en el municipio de tinjaca. Tomado de: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/39045>

Cartagena, M. P. & Salinas, E. (2021). Flick's Control Adventure : una estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del control biológico.. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/16744>

Cristancho et, al (1990). Cultivo de cebolla cabeza. Recuperado de: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5508/cultivo_cebolla_cabezona.PDF%3Bjsessionid%3D8B386071B3D25AF5311CAA96A65252EC?sequence=1

DANE. (2016). Boletín mensual de insumos agropecuarios: julio de 2016. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_jul_2016.pdf

Espejo,A (2017). Material educativo para la enseñanza del parasitismo a partir del hongo Beauveria bassiana y la mosca blanca (Bemisia tabaci) a estudiantes de octavo grado del colegio técnico sistemas.

FAO (2000). Los efectos positivos de las huertas familiares sobre la salud de la familia y los medios de vida sostenibles. Tomado de: <https://www.fao.org/3/y5112s/y5112s04.htm>

Fornaris, G (2012) Características de la planta de cebolla. Universidad de Puerto Rico en Mayagüez. Recuperado de: <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/2.-CEBOLLA-CARACTERISTICAS-DE-LA-PLANTA-G.-Fornaris-v2012.pdf>

Gandarilla, F. (2012). Evaluación de aislados nativos de hongos entomopatógenos de zonas citrícolas sobre Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Tomado de: <https://cd.dgb.uanl.mx/bitstream/handle/201504211/16315/20090.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Godoy et,al (2007). Determinación de temperatura y humedad óptima para la germinación y esporulación de cinco aislamientos de Beauveria bassiana. Tomado de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182007000300002

Martinez et,al (2019). Plagas y enfermedades en el cultivo de la cebolla (Allium cepa L.) Tomado de: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4961/Informativo%20INIA%20N>

Merchán Delgado, Xiomara Lisset (2015) Control biológico con hongos entomopatógenos: una estrategia de aula para promover el cuidado del medio ambiente. Tomado de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56502>

Ministerio de Educación de Colombia. (2017). Cartilla educativa: definición y características. <https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-359106.html>

Mujica, H y Zambrano, Y (2012) enseñanza del control biológico de plagas en las escuelas agropecuarias. caso: escuela técnica agropecuaria “aregue”, estado Lara. tomado de: <http://ve.scielo.org/pdf/pdg/v33n1/art05.pdf>

OEI. (2011). La cartilla educativa: concepto y características. <https://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article5908>

Packer (2010) La investigación hermenéutica en el estudio de la conducta humana. Tomado de: <https://www.psicologiacultural.org/Pdfs/Traducciones/La%20investigacion%20hermeneutica.pdf>

Proyecto "Huertas Productivas" de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) como alternativa para mejorar la seguridad alimentaria de las familias campesinas y promover la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola. <https://www.corpoica.org.co/>

Restrepo, M. E. (2015) Identificación de los impactos ambientales asociados al uso de pesticidas en la producción de gulupa (*Passiflora edulis* sim) en dos sistemas de producción: tecnificado y convencional. Recuperado de: http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1633/1/Impactos_ambientales_uso_pesticidas_sistemas_gulupa.pdf

Ruiz, E y Coronada, E. Control de plagas y malezas de enemigos naturales. Tomado de: https://www.fs.fed.us/foresthealth/technology/pdfs/VANDRIESCHE_CONTROL_Y_PLA_GAS_WEB.pdf

Salinas-Velandia, D., Alarcón, K., Guevara-Acosta, M. y Galindo-Pacheco, J. (2020). Cebolla de bulbo (*Allium cepa* L): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. Bogotá, D. C.: Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

Jaramillo, J. L., Montoya, E. C., Benavides, P., & Góngora, C. E. (2015). Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae para el control de broca del café en 69 frutos del suelo. Revista colombiana de entomología, 41(1), 95-104. Tomado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882015000100015

Sánchez, R. (2018). La cartilla educativa en la era digital. Revista Digital Universitaria, 19(2), 1-15.

Toledo, C (2019) *Beauveria bassiana* con flupyradifurone para controlar *Trialeurodes vaporariorum* Vuill en el cultivo del ejote francés. Tomado de: <https://www.redalyc.org/journal/437/43760145003/html/>

Tangarife, N (2021) Control biológico, la nueva era de la agricultura. Tomado de: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/4001/LOS%20MICROORGANISMOS%20Nayith%20Tangarife.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vallejo Cabrera (s,f) Mejoramiento y producción de semilla de cebolla de bulbo, *Allium cepa* L. Tomado de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11651/27085_14993.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vargas, J et,al (2020). *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* como controladores compatibles y eficientes de insectos plaga en cultivos acuapónicos. Tomado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000300419&script=sci_arttext

Zamorano (2019). Importancia de los huertos familiares en la seguridad alimentaria y nutricional. Recuperado el 9 de mayo de 2023, de: <https://www.zamorano.edu/2019/12/20/importancia-de-los-huertos-familiares-en-la-seguridad-alimentaria-y-nutricional/>