

MoAv

LUISA FERNANDA PEREZ PEREZ

Universidad Icesi
Facultad de Ingeniería
Programa de Diseño Industrial
Santiago de Cali
2013

MoAv

LUISA FERNANDA PEREZ PEREZ

Proyecto de grado

José Fernando Serna
Diseñador Industrial

Universidad Icesi
Facultad de Ingeniería
Programa de Diseño Industrial
Santiago de Cali
2013

<u>LISTA DE ILUSTRACIONES.....</u>	<u>6</u>
<u>GLOSARIO Y ABREVIACIONES.....</u>	<u>1</u>
<u>ABSTRACT.....</u>	<u>1</u>
<u>RESUMEN</u>	<u>2</u>
<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>2</u>
<u>FICHA TÉCNICA</u>	<u>3</u>
PROBLEMA	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	4
VARIABLES.....	4
HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	4
JUSTIFICACIÓN.....	4
OBJETIVOS	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
VIABILIDAD	6
VIABILIDAD	6
LUGAR O ESPACIO	6
TIEMPO.....	6
FINANCIACIÓN	6
METODOLOGÍA.....	7
<u>MARCO TEÓRICO</u>	<u>7</u>
CAPÍTULO 1: LA PRÁCTICA DEL CONTROL DE PLAGAS.....	7
1.1 ¿QUÉ ES EL CONTROL DE PLAGAS?.....	7
1.2 EFECTOS DEL CONTROL QUÍMICO.....	8
1.3 EFECTOS DEL CONTROL BIOLÓGICO	8
1.4 TIPOS DE CONTROL BIOLÓGICO	9
1.5. VENTAJAS Y LIMITACIONES.....	9
1.6. CONSIDERACIONES	9
CAPÍTULO 2: LA PLAGA QUE CAUSA DAÑOS: DIAPHORINA CITRI	10
2.1 ¿CUÁL ES Y DE DONDE PROVIENE?	10
2.2 DAÑANDO CÍTRICOS.....	10
2.3. CICLO DE VIDA.....	11
2.4. ¿CÓMO SE REPRODUCE?	14
<u>CAPÍTULO 3: LA ESTRATEGIA DE CONTROL: LA AVISPA TAMARIXIA RADIATA... 14</u>	14
3.1. ¿CUÁL ES Y DE DONDE PROVIENE?	14
3.2. CICLO DE VIDA.....	15
3.3. REPRODUCCIÓN	15
3.4. VENTAJAS Y LIMITACIONES.....	16

3.5. COMPORTAMIENTOS.....	17
<u>CAPÍTULO 4: DE LA PLANTA HOSPEDERA.....</u>	17
4.1. MIRTO.....	17
4.2. PARTES DE LA PLANTA	18
4.3. CULTIVO	18
4.4. CARACTERÍSTICAS.....	19
4.5. HÁBITAT NATURAL	19
4.6. VENTAJAS Y LIMITACIONES.....	19
<u>RESULTADOS.....</u>	20
<u>DISCUSIÓN Y MARCO CONCEPTUAL.....</u>	20
HIPÓTESIS DE DISEÑO	20
PROMESA DE VALOR.....	20
DETERMINANTES.....	20
DE LA PLAGA	20
DE LA AVISPA.....	21
DE LA PLANTA.....	21
REQUERIMIENTOS	22
REQUERIMIENTOS CONTEXTUALES	22
REQUERIMIENTOS DE USO	22
REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN	22
REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES.....	23
REQUERIMIENTOS PRODUCTIVOS	23
REQUERIMIENTOS ECONÓMICOS O DE MERCADO	23
REQUERIMIENTOS DE IDENTIFICACIÓN.....	23
REQUERIMIENTOS LEGALES	24
<u>CONCEPTO</u>	25
<u>FABRICACIÓN BILÓGICA:.....</u>	25
PROPUESTA.....	26
FUNCIONES ESPECIFICAS	27
MEDIDAS GENERALES	29
EXPLOSIÓN DE MÓDULO BASE.....	30
MOVIMIENTOS DEL SISTEMA.....	31
FUERZAS	32
ASPECTOS PRODUCTIVOS Y DE IMPACTO AMBIENTAL.....	32
ASPECTOS DE COSTOS	35
ASPECTOS DE MERCADO Y MODELO DE NEGOCIO	35
BENEFICIOS	39
<u>ES EL ÚNICO SISTEMA EN COLOMBIA DE REPRODUCCIÓN DE LA AVISPA.....</u>	40
<u>EL SISTEMA PERMITE UN CRECIMIENTO PROGRESIVO Y UNA INTEGRACIÓN ENTRE VARIOS SISTEMAS, TENIENDO DIFERENTES CONFIGURACIONES.</u>	

ADECUÁNDOSE A LAS FUNCIONES ESPECIFICAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....41

CONCLUSIONES41

BIBLIOGRAFÍA42

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Adulto de D. Citri alimentándose. Fuente: http://www.ica.gov.co	11
Ilustración 2: Ciclo de vida de la D. Citri. Fuente: http://www.ica.gov.co	12
Ilustración 3: Estados ninfales de la D. Citri. Fuente: http://www.ica.gov.co	13
Ilustración 4: Acercamiento de la Tamarixia Radiata, morfología. Fuente: Universidad de California Riverside.....	16
Ilustración 5: Ciclo de Vida Tamarixia Radiata.....	17
Ilustración 6: Mirto (Murray Peniculata). Fuente: Google.....	18

GLOSARIO Y ABREVIACIONES

Bioinsumo: Recurso o producto biológico producido comercialmente para ser utilizado en cultivos.

Diaphorina Citri: Áfido asiático que se alimentarse savia de los cítricos.

T. Radiata: Avispa que se desarrolla y se alimenta dentro del cuerpo de otro insecto.

Parasitacion: Consiste en depositar un huevo dentro o cerca de su huésped y luego las larvas al crecer se alimentan de él.

Producción Biológica: Producción de organismos vivos (Insectos, plantas, hongos) para el uso comercial.

Ovoposición: acción de un animal depositar huevos.

Infestación: invasión de un organismo vivo por agentes parásitos externos o internos. La invasión de Plaga sobre la planta.

Foto tactismo: Movimiento realizado por ciertos organismos animales en respuesta a un estímulo luminoso.

Perenne: Permanente, que no muere, de crecimiento constante.

Ninfa o estado Ninfal: Fase del desarrollo de un insecto antes de alcanzar su estado adulto.

UNAL: Universidad Nacional

ABSTRACT

This graduation project 's main objective is the analysis, design and development of a system that allows controlled production Wasp *Tamarixia Radiata* , in good condition , small and medium enterprises in production of biological inputs. This system was designed to provide these companies an efficient and economical method that mitigates the need for standardized production and sale of the wasp and thus meet the needs of the grower market. Biological processes in insects, playing times , space distribution for a continuous process and the materials and methods required for its operation : analysis and development for the following aspects were taken into account.

This project stems from research that advances CORPOICA (Colombian Corporation of Agricultural Research) for biological control of the pest in Colombia *Diaphorina Citri* through Wasp *Tamarixia Radiata* .

The development of this project was developed in conjunction with the Research Group on Biological Diversity UNAL Palmira (National University) , which had three stages. It started with the approach to insect behavior and it relates to this , followed it was based the operation of existing systems and processes such as the SENASICA in Mexico and finally the data collected was analyzed , significant features resulting in MoAv system that integrates all the data, analyzes, and integrates a proposal .

Keywords

Tamarixia Radiata, Biological Production, System life cycle, Insects sale, bio-products, *Diaphorina citri*, phototaxis.

Este proyecto de grado tiene como objetivo principal el análisis, diseño y desarrollo de un sistema que permita la producción controlada de la avispa *Tamarixia Radiata*, en condiciones óptimas, a pequeñas y medianas empresas de producción de insumos biológicos. Este sistema fue diseñado para proveer a dichas empresas un método eficaz y económico que supla la necesidad de producción estandarizada y venta de la avispa y de esta manera cubrir las necesidades del mercado citricultor. Para el análisis y desarrollo se tuvo en cuenta los siguientes aspectos: procesos biológicos de los insectos, tiempos de reproducción, distribución del espacio para obtener un proceso continuo y los materiales y métodos necesarios para su funcionamiento.

Este proyecto nace de investigaciones que adelanta CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) para el control biológico de la plaga *Diaphorina Citri* en Colombia, por medio de la avispa *Tamarixia Radiata*.

El desarrollo de este proyecto fue elaborado en conjunto con el grupo de Investigación en Diversidad Biológica de la UNAL sede Palmira (Universidad

Nacional), el cual tuvo 3 etapas. Se comenzó con el acercamiento hacia los insectos, su comportamiento y lo relacionado a este, seguido se tomó como base el funcionamiento de sistemas y procesos ya existentes como lo es el de SENASICA en Mexico y por último se analizó la información recolectada, las características significativas dando como resultado el sistema MoAv que integra todos los datos obtenidos, los analiza y realiza una propuesta que los integra.

Palabras claves: Tamarixia radiata, Diaphorina citri, producción biológica, sistema de ciclo de vida, venta de insectos, productos biológicos.

RESUMEN

Propósito

Diseñar un sistema que integre las variables de producción masiva de la avispa Tamarixia Radiata.

Metodología

Esta investigación será de tipo explorativo, descriptivo y correlacional. Las etapas tendrán un enfoque cuantitativo, cualitativo y cualitativo respectivamente.

Resultados

MoAv: Sistema modular de producción de Tamarixia Radiata

Originalidad y valor de la investigación

La investigación biológica de los insectos, ciclos de vida y comportamientos de los insectos realizada, fue hecha por el grupo de investigación de entomología de la universidad Nacional sede Palmira y Senasica en Mexico.

El planteamiento de la propuesta, las etapas de producción, montaje y todo el desarrollo de la propuesta fue realizado por Luisa Pérez.

Las evaluaciones y pruebas de mercado al producto, fueron hechas por el grupo de investigación de la UNAL

Palabras claves

Tamarixia Radiata, Producción Biológica, Sistema de ciclo de vida, Venta de Insectos, bioinsumos, Diaphorina citri, Fototactismo.

INTRODUCCIÓN

Desde que la humanidad vió en la agricultura su fuente de alimentación, comenzó el concepto de exterminio de plagas, desde un modo manual hasta notar los efectos de los minerales como azufres y sulfatos, en el aniquilamiento de estas. Es esta evolución la que llevo a que los agricultores al uso indiscriminado de plaguicidas que actualmente afecta a todos los seres vivos a corto y largo plazo, por medio de la degradación del aire, suelo y agua y no solo atacan las llamadas plagas.

En Colombia, un país agrícola por naturaleza posee grandes zonas aptas para la agricultura y entre estas la citricultura posee 63.000 hectáreas según el Corpoica que actualmente están siendo contaminadas con dichos plaguicidas. Actualmente sólo se cuenta con agentes químicos para combatir la plaga de los cítricos *Diaphorina Citri*. Con base en el conocimiento de las amplias diversidades biológicas presentes en los cultivos, se ha demostrado la efectividad que posee a avispa *Tamarixia Radiata* entre el 70% y 90% (Paulo Paiva, 2012) en el control biológico y no solo para este, sino además de la necesidad de reducir los costos de producción y la exigencia de los consumidores de frutas con menos residuos de plaguicidas. 1

Debido a la devastación de los hábitats naturales destinados a la agricultura, esta especie no llega a reproducirse en igual cantidad que la plaga para controlarla y por tanto se hace necesario conocer de cerca la reproducción, hábitat y comportamiento de la avispa para poder ser aprovechada como recurso de control.

El análisis y desarrollo de una propuesta de diseño que le permita a la avispa poder reproducirse en condiciones óptimas dentro de un invernadero. Incluyendo componentes de espacio, distribución de las etapas reproductivas, continuidad en los procesos, materiales y métodos serán desarrollados a continuación para generar una alternativa de control de plagas para el mercado citricultor, por medio de la reproducción, y liberación de esta en los cultivos cítricos.

FICHA TÉCNICA

Problema

Falta de elementos adecuados y competitivos que permitan que la avispa pueda ser producida a gran escala para la venta al público citricultor.

Planteamiento del problema

Antecedentes

Laboratorios entomológicos a nivel mundial, poseen grandes invernaderos especializados en la producción y venta de la avispa *T.radiata*, como son el caso de México con los laboratorios de Senasica, ente encargado de supervisar el desarrollo del agro, o Estados Unidos con Florida Entomological Society que se encarga de hacer investigaciones acerca de este la avispa y la plaga.

Para la realización de estos proyectos es necesario grandes inversiones por parte de empresas o entes gubernamentales y la posesión de grandes lugares.

Delimitación

Ahora en Colombia la llegada de la plaga *Diaphorina Citri* a los cultivos cítricos ha hecho que el Ica preste atención a este insecto, debido a las grandes pérdidas que puede causar en los cultivos cítricos, no solo en las cosechas sino en la vida productiva de los cítricos.

Empresas de fabricación biológicas y bioinsumos, no poseen los recursos para generar grandes fábricas especializados en insectos como insumos, sumándosele el espacio que tendrían que poseer para generar la producción de este insecto, así como se hace en México y Estados Unidos.

Actualmente en invernaderos y fábricas de bioinsumos no se cuenta con el sistemas que permitan el control y reproducción del insecto y los insumos necesarios para la producción.

Consecuencias

La investigación generará un avance y mejora en las ofertas de control de plagas ofrecidas por el mercado nacional. Esta investigación llegara hasta las aplicaciones en campo de la avispa. Para ser manejadas dentro de los ecosistemas de manera más natural y sin causar daños a los ecosistemas. Los

ecosistemas y paisajes cítricos aumentarían en biodiversidad y dejarían de ser vulnerables en sus ecosistemas. Se lograría crear una producción más limpia apta para consumo humano libre de agentes químicos que causen daños en la salud.

Preguntas de investigación

- Cuál es el hábitat natural de la avispa
- Que es lo que no permite que la avispa se reproduzca de igual manera que la plaga en su hábitat natural
- Cuáles son las condiciones de temperatura, humedad, luminosidad en las cuales vive la avispa y la plaga
- Cuanto tiempo vive la avispa y la plaga
- Cuantos huevos pone la avispa durante toda su vida
- Que riesgos humanos existen al manipular la avispa y la plaga
- La avispa posee otros hospederos aparte de la avispa
- Porque la avispa no puede reproducirse adecuadamente en los invernaderos

Variables

Texto de las variables del problema

Hipótesis de la investigación

Debido a las condiciones de biodiversidad que posee nuestro país, se hace necesario poder aprovechar todas estas riquezas, las cuales tienen como proyección a futuro de muchas empresas a nivel nacional e internacional. Además las nuevas exigencias de los consumidores por obtener cada día productos de mejor y mayor calidad, libres de contaminantes químicos y enfrentan preocupaciones por la ingestión diaria de alimentos que se encuentren contaminados por plaguicidas, lo cual genera consecuencias en la salud.

Se encuentra la necesidad de reducir los costos de las prácticas de control, con aplicaciones de plaguicidas que equivalen el 40% del costo de producción (Miguel Huerga, 2004), pues influyen en la rentabilidad económica de los cultivos que les permitan tener exportaciones ecológicamente sostenibles.

Justificación

La plaga *Diaphorina Citri* (D. Citri) proveniente de Asia, se ha venido esparciendo rápidamente. En los últimos años en el continente americano y actualmente tiene presencia en toda Latinoamérica. Observado por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en el 2007, afectando cerca del 11% del área plantada en cítricos de los departamentos de Valle del Cauca y Tolima. Actualmente se

encuentran infestadas potencialmente el 95% de las 63 mil hectáreas establecidas en cítricos

Esta plaga causa daños en las plantas cítricas, reduciendo las cosechas y llegando a matar las plantaciones por: la extracción de savia, la reducción en la calidad de los frutos y la falta de crecimiento de la planta, sino por ser el principal vector de la bacteria que trasmite la enfermedad de Huanglongbing (HLB) o antes llamada Greening. Esta plaga puede causar la muerte de la planta en solo 5 años después de infestada.

Esta plaga causa la reducción de la producción cítrica, reduciendo la cantidad de cosecha y llegando a matar las plantaciones, causando Cuando el fruto se ve afectado se puede observar que su diámetro se reduce un 17%, no toma un color uniforme y el brillo baja un 13%. También pierde un 7% de jugo, mientras que el ácido se incrementa un 29%¹. Con esto también se disminuye el volumen y el valor de la producción agroindustrial, puesto que los productos no pueden acceder a un mercado internacional por no cumplir con las normas fitosanitarias.

Los citricultores aplican plaguicidas como la forma más fácil y rápida de combatir la plaga pero esta solución causa daño, mata toda la biodiversidad de fauna y flora en el cultivo, debido a su alta toxicidad y grandes tasas de contaminación en suelo, aire y agua.

Actualmente en Colombia, el ICA es la entidad encargada del monitoreo fitosanitario en la agricultura del país, desde los últimos 5 años cuando se notó el hallazgo de la plaga, ha venido monitoreando este psílido por el territorio colombiano, encontrando en el 2010 una presencia del 100% en todos los citricultivos.

En investigaciones de países productores cítricos como Estados Unidos y México han encontrado una solución efectiva a este problema, mediante el control biológico por medio de la *Tamarixia Radiata* (*T. Radiata*). En Colombia aunque hay monitoreos, datos e investigaciones en cuanto al tema, hasta el momento no se tiene el método necesario para la cría de la *T. Radiata*, que permita aplicarla como control biológico en los lugares que se hallan infestados con el psílido. Por tanto se hace necesario el desarrollo e implementación de un sistema habitual en el cual la *T. Radiata* pueda realizar todo su ciclo vital hasta llegar a su etapa adulta para ser utilizada de una manera controlada en los cultivos infestados por el psílido.

Objetivos

Objetivo general

Generar un sistema de reproducción y venta de la avispa *Tamarixia Radiata*, para empresas de agro insumos.

¹ Rogers, Michael E. *La más grave enfermedad de la citricultura*. [entrev.] ICA. Noviembre de 2011

Objetivos específicos

- Integrar las variables (Planta, D. Citri y T. Radiata) necesarias para que la avispa pueda producirse masivamente.
- Mecanizar y Generar continuidad en el proceso de producción.
- Incrementar las cantidades de Avispas producidas mensualmente.
- Reducir los costos de producción de la avispa.
- Reducir los espacios necesarios para la producción de la avispa.

Viabilidad

Viabilidad

El control biológico como alternativa de supresión de plagas es una buena solución puesto que se obtiene beneficios de los recursos existentes. El aprovechamiento del recurso humano especializado en el tema (Entomólogos y Biólogos) es un factor muy importante que genera confianza de lo que se está haciendo en este proyecto.

Lugar o espacio

La investigación será llevada a cabo dentro del invernadero de la Universidad Nacional sede Palmira

Tiempo

La duración de la investigación, desarrollo y solución de este proyecto serán en un periodo de 7 meses.

Financiación

El dinero para el desarrollo y solución final saldrá de recursos propios, los cuales dependen de la complejidad del proyecto.

Metodología

Esta investigación será de tipo explorativo, descriptivo y correlacional. Las etapas tendrán un enfoque cuantitativo, cualitativo y cualitativo respectivamente.

En el momento exploratorio se tendrá como objetivo comenzar a relacionarse con el tema de control biológico, de la plaga y su parasitoide. Para esto, como fuente primaria se consulta a expertos, se hacen visitas a diferentes laboratorios entomólogos, se realizan entrevistas a entomólogos que posean conocimientos en temas de relación, trabajos de campo en visitas a citricultivos y empresas existentes que trabajan en el control de plagas y se aproxime al tema investigado. En fuentes secundarias se tendrá estado del arte, informes, entrevistas y diferentes bibliografías.

En el momento descriptivo se procesa, analiza y expone toda la información encontrada en la etapa anterior. Se busca especificar propiedades y características principales y secundarias.

En el correlacional, se establece un análisis más profundo de las diferentes variables especificadas en el anterior momento, se comienza a generar conclusiones, hipótesis y conceptualización de una propuesta de diseño.

MARCO TEÓRICO

Capítulo 1: La práctica del control de plagas

1.1 ¿Qué es el control de plagas?

Es el manejo y regulación de animales que causan daños o perjuicios a la producción elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de productos agroindustriales y en este caso a los cultivos cítricos.

Los posibles métodos existentes para el control de plagas y enfermedades, van desde el más básico control químico indiscriminado que es el más usado en Colombia pues es la única oferta existente en el mercado , es el más común, hasta el manejo integrado de plagas (MIP) que es un método más complejo.

El control químico consiste en la aplicación continuada de plaguicidas de amplio espectro, según el calendario del cultivo y la plaga que le afecte. Según la definición de la FAO, plaguicida es: cualquier sustancia o mezcla de sustancias que permitan prevenir, controlar y eliminar cualquier plaga, ya sea para vectores en enfermedades humanas, animales o plantas que causen perjuicios. Las

aplicaciones dependen del calendario del cultivo y no dependen directamente de la aparición de la plaga. Estos métodos son muy eficaces y simples de aplicar por los agricultores.

Por otro lado el MIP integra diversas prácticas, instrumentos y materiales para el control, considerando los diferentes enemigos naturales de la plaga, las posibles rotaciones de cultivos. Este método de control tiene problemas en cuanto a que para las personas pobres y menos capacitados es de difícil acceso.

Una práctica cultural usada es la adecuación del paisaje, para lograr que sus controladores biológicos puedan reproducirse y así generar más biodiversidad en el cultivo pero posee el problema del desconocimiento de los cultivadores, además hace parte de una cultura y manera de pensar en la cual los cultivadores no dejan de sembrar su cosecha por generar un espacio de biodiversidad que le generara beneficios a largo plazo y no tan inmediatamente como lo haría un agroquímico.

Otra practica la cual tiene una baja efectividad son los métodos etológicos que comprenden trampas que usa atractores como la luz o feromonas, pero que posee poca efectividad entre el cultivo.

Existe también dentro el manejo integrado el control biológico que consiste en el uso de enemigos naturales y microorganismos para el control de sus poblaciones, es una técnica milenaria que fué usada por los chinos en el siglo III, mas no obstante ha comenzado a ser usada en este siglo debido a las efectividades que ha tenido y al auge de los temas sostenibles para el medio ambiente.

Es una forma de controlar las poblaciones de plagas, y consiste en usar organismos para disminuir las poblaciones de un animal que está provocando daños. Es el uso de organismos benéficos contra aquellos que causan daño.

1.2 Efectos del control químico

El control químico produce efectos tales como:

- a) Generar una resistencia del plaguicida en la plaga, la plaga puede evolucionar en sus genes para ser inmune al químico que se aplica, a su vez esto hace que las aplicaciones de agroquímicos cada vez sean más fuertes químicamente y que se deban aplicar más cantidades
- b) Causa grandes costos de producción
- c) Causa daños en la salud de la persona que cultiva y trabaja en estos
- d) Puede afectar poblaciones de animales que se encuentren cerca, en especial si la aplicación es aérea
- e) Impactos ambientales negativos: contaminación del agua, suelo, aire, reducción de la biodiversidad y de los posibles predadores de la propia plaga

1.3 Efectos del control biológico

Una plaga puede por medio de este eliminarse completamente o disminuirla hasta llegar al punto de no causar un daño económico, este es el objetivo del control biológico, disminuir las poblaciones de una plaga hasta que no cause daño económico

1.4 Tipos de control biológico

El control biológico para la plaga Diaphorina Citri puede realizarse a través de: su parasitoide más efectivo, la avispa *T. Radiata*, la cual mata la plaga por medio de usarla como hospedero para su reproducción, pues esta (la plaga) es usada como base para su alimentación en estado de huevo y larva hasta que se vuelva adulta.

1.5. Ventajas y limitaciones

En el largo plazo el control biológico de la plaga Diaphorina, se convierte en un método seguro, confiable, económico, selectivo y eficiente para controlar una plaga.

La ventaja más sobresaliente es que no destruye la vida silvestre y no contamina el medio ambiente. El control biológico ejerce una acción más lenta que lo que lo que puede realizar un pesticida. Este método de control se constituye permanente mientras que el químico es temporal.

Representa costos muy económicos que le permiten al citricultor ahorrar dinero para su cultivo, que le dan unas buenas prácticas de manejo integrado de plagas, le permite dar mejores frutos además de otros.



Ilustración 1 Parasitación de *T. Radiata* en *D. Citri*

1.6. Consideraciones

Para poder lograr la efectiva reproducción de la avispa *Tamarixia radiata* es necesario tener en cuenta aspectos importantes como: la planta en donde se reproduce la plaga, la plaga misma y la avispa *Tamarixia radiata* que solo logra tener una reproducción por medio de la plaga.

Capítulo 2: La Plaga que causa daños: Diaphorina Citri

2.1 ¿Cuál es y de donde proviene?

La Diaphorina Citri (D. Citri) es un insecto que se desarrolla en plantas de la familia Rutaceae y tiene preferencia en los géneros Citrus y Murraya (Mirto). Existen muchos organismos que pueden causar pérdidas económicas a los cultivos de los cítricos pero desde los últimos años se ha prestado más atención a esta plaga por el gran impacto que causa.

Nombre común: Psílido Asiático de los Cítricos

Nombre científico: Diaphorina Citri Kuwayama (Homoptera: Psyllidae)

Esta plaga es proviene de la india y se ha esparcido por Europa hasta esparcirse por toda América, desde estados unidos hasta sur América, en países como Brasil, Argentina, Venezuela y en Colombia y debido a las actividades comerciales se ha facilitado su distribución. El psílido se ha encontrado en zonas secas y cálidas. En la revisión que hizo el Ica en 2008 a 2010 se encontró la presencia en bosques: secos tropicales, con características de temperaturas de, secos pre montañosos, bosques húmedos y muy húmedo pre montañoso. Las variaciones de temperaturas de los cultivos cítricos son entre los 18° y 35° C.

Estos insectos buscan los retoños o tejidos tiernos de las plantas, en las principales plantaciones de cítricos y en las plantaciones ornamentales como la limonaria, mirto o jazmín. Se ha encontrado en la familia de plantas Murraya el mejor hospedante para el insecto.

2.2 Dañando cítricos

La plaga causa daños en los cultivos de cítricos al momento de alimentarse, puesto que extrae la savia de la planta.

Los 5 estados ninfales así como el adulto de la Diaphorina se alimentan solamente de la savia de los cítricos y los adultos se pueden observar tanto en los nuevos brotes de la planta como en las ramas maduras, al alimentarse forman un ángulo con el cuerpo de 45°, con la cabeza pegada a la planta y el cuerpo levantado. En el caso de las ninfas se alimentan de las hojas, peciolos, yemas y tallos jóvenes y a medida que crecen se van moviendo hacia otros brotes, de un lado a otro de la hoja, de una hoja a otra hacia otros brotes.



Ilustración 2: Adulto de D. Citri alimentándose. Fuente: <http://www.ica.gov.co>

Los adultos pueden tener una dieta falsa a través de una membrana con una solución sacarosa, pero causa que casi no pongan huevos

Los daños causados de forma directa son los que se derivan de la extracción de savia como que los retoños que son afectados muestran hojas deformes o retorcidas por la alimentación o succión de la savia de la planta y un tamaño menor al normal.

Debido a su extracción de savia de la planta causa que las hojas que están naciendo muestren un retorcimiento y que se enrollen en sí mismas, lo cual impide el crecimiento normal de la planta, causa que las hojas y las flores se debiliten y comiencen a caer.

Los nuevos frutos también comienzan a mostrarse deformes, asimétricos y con manchas pálidas.

Cuando los adultos ponen gran cantidad de huevos dentro de un nuevo brote, este se torna amarillento – naranjado, y si el brote es muy fuerte las hojas del brote se caen y este se muere.

De forma indirecta la plaga genera fumagina u hongos por la generación de una cera que se riega en las hojas cuando está en los estados ninfales, atrayendo así más insectos al árbol.

2.3. Ciclo de vida

La Diaphorina posee un ciclo de vida incompleto, comenzando como un huevo que es ovopositado por el adulto, después de eclosionar, pasa a la siguiente fase que corresponde al estado de ninfa, que tiene 5 instares ninfales en los cuales va creciendo de tamaño y va desarrollando sus alas y cuerpo, al terminar quinto estado ninfal, esta se convierte en adulto, con alas y diferente aspecto, de color

café y comienza su ciclo de nuevo al poseer en este momento colocar nuevos huevos.

Los huevecillos son de color amarillo brillante apenas son depositados en los nuevos brotes y nacimientos de hojas, se tornan naranjados. Son de forma ovoide, con prolongaciones alargadas en las esquinas, pueden tener una medida de 0.3mm largo y ancho 0.14 mm. Son depositados por la hembra adulta en los brotes tiernos de las plantas, sobre y entre las hojas que se encuentran desplegadas, normalmente la hembra coloca varios huevos en un mismo brote. Y llegan a eclosionar a los 4 días después a una temperatura de 25° C ((Aleman & Banos, 2007)).

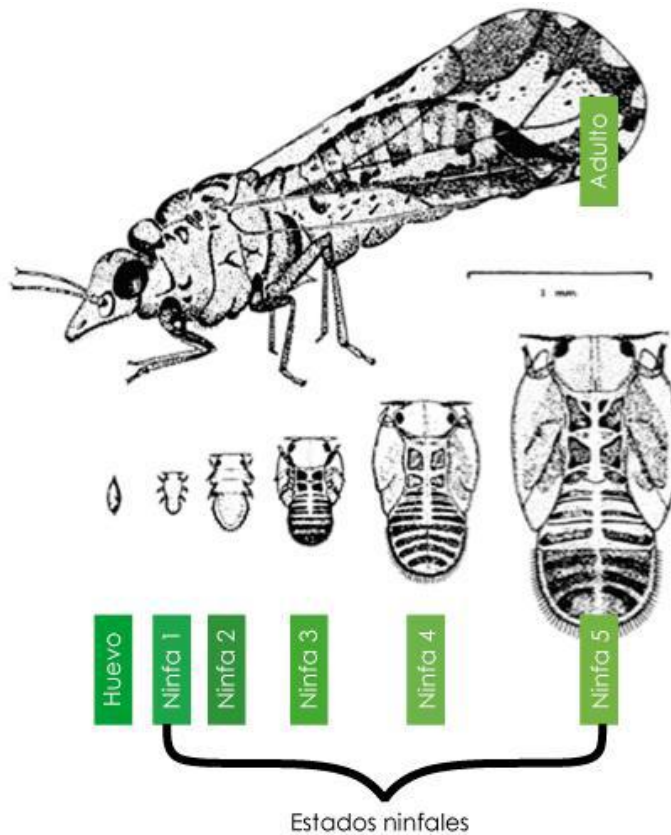


Ilustración 3: Ciclo de vida de la D. Citri. Fuente: <http://www.ica.gov.co>

Después de eclosionar el huevo comienzan las etapas ninfales, que varían de tamaño en cada etapa, en los cuales dependiendo de la temperatura y de la planta puede variar el tiempo, de 11 a 15 días, de 25° a 28° C. las ninfas son planas, con las alas en formación y con antenas, poseen un comportamiento sedentario y se mueven lentamente de hoja en hoja o de rama en rama y pueden saltar si son molestadas (Florida, 2011)

Estado ninfales: en el primero, mide de 0.3mm ancho a 0.17mm largo y el último de 1.7mm de largo y 1mm de ancho. Se alimentan solamente de los brotes jóvenes en los estados ninfales 1, 2 y 3. Son diminutas con 3 pares de patas y a medida que

pasan los días aumentan de tamaño, y se van desplazando y botando una cera por la estructura anal. En este estado duran aproximadamente de 2.5 a 4 días. En estos estados ninfares tempranos se mueven solo cuando son molestados.

En los últimos instares las ninfas comienzan a moverse a otros brotes, y en los estados 3, 4, 5 comienzan a notarse más las alas y a aumentar de tamaño. Del desarrollo del huevo hasta el adulto puede durar de 14 a 17 días. Las ninfas después del 5 instar ninfal dan paso a los adultos, en el quinto instar llegan a medir de 1.6 mm de largo y de ancho.

La *D. Citri* tiene continuidad en reproducción y su población disminuye cuando los brotes disminuyen.

Los adultos provenientes de las ninfas pueden ser hembras o machos, poseen la cabeza de color café, y manchas café en las alas. El insecto puede medir de 3 a 4 mm, con antenas largas. Las hembras poseen un ovoscipito con el cual depositan los huevos en la planta, el abdomen termina en punta bien marcada, a comparación de los machos que tienen terminaciones redondeadas, estas son de naturaleza sedentaria, pueden vivir de 40 a 45 días y poseen un tamaño mayor que los machos.

Pueden ovopositar varios huevos por día y en total puede llegar a ser 800 durante su vida. Los adultos pueden brincar cortas distancias cuando son molestados.

Los adultos se mueven, esconden o vuelan cuando se les molesta, pudiendo así llegar hasta otras plantas cercanas y también son capaces de volar largas distancias para buscar otras plantas hospederas dependiendo también las corrientes de viento que afectan a la dispersión de este insecto así como la movilización de plantas por el ser humano, también lo hacen cuando los días son más soleados.



Ilustración 4: Estados ninfales de la *D. Citri*. Fuente: <http://www.ica.gov.co>

2.4. ¿Cómo se reproduce?

Los machos y hembras se aparean varias veces con diferentes insectos. El apareamiento y ovoposición son actividades que la plaga realiza solamente en la luz del día.

Las hembras solamente al comenzar los nuevos brotes ponen huevos de 500 -800 durante 2 meses. Las hembras ovopositan 1 – 2 días después del apareamiento. Y el tiempo de generación de una población es de 20 – 22 días. Los machos adultos viven de 21- 25 días y las hembras de 31 a 32

Consideraciones: Es muy necesario que se tenga en cuenta que para la reproducción dentro del sistema de la Diaphorina se debe contar con, plantas que constantemente estén en crecimiento, que produzcan nuevos brotes para que si la Diaphorina pueda producir huevos para después ser parasitados por la avispa. También se debe de tener cuidado con la cera que la Diaphorina bota cuando se encuentra en el estado de ninfa pues puede generar suciedades y hongos dentro del sistema pues, este debe permitir el flujo de aire y la limpieza del sistema.

Para que los tiempos de reproducción sean controlados se deben tener en cuenta que la Diaphorina ovoposita 1 día después de el apareamiento y que sus huevos desde que son ovopositados comienzan su estado ninfal a los 4 a 4 días aproximadamente. También se debe de tener en cuenta que las ninfas de la Diaphorina se pueden mover a lo largo de la planta o saltar si son perturbadas.

Capítulo 3: La estrategia de control: la avispa *Tamarixia Radiata*

3.1. ¿Cuál es y de donde proviene?

La avispa *Tamarixia Radiata* (Hymenoptera: Eulophidae, es un ectoparasitoide específico de la *Diaphorina Citri*, descubierta en 1922 en la india. Esta avispa se ha encontrado en diferentes países por emigrar junto con la plaga de un sitio a otro, debido a que esta avispa solo ovoposita en esta plaga y no posee hospederos alternos, *además ha sido exportada de Vietnam e india por Estados Unidos, Puerto rico, Brasil y México, para sus programas de control contra la Diaphorina.* (Paulo Paiva, 2012). Esta avispa es un parasitoide primario que más efectividad tiene en el control del D. Citri, desarrollándose dentro del cuerpo de la *Diaphorina* y da como resultado la muerte del huésped.

Es una pequeña avispa de color negro con los ojos muy separados, no es llamativa ni tampoco muy visible. No posee comportamientos de asociación con otras avispas, no conforma panales ni se agrupa con otras.

En países como México, Brasil y Estados Unidos esta avispa es usada como control biológico dentro de programas de producción y liberación masiva para el control de la *Diaphorina*.

3.2. Ciclo de vida

La avispa posee un ciclo de vida completo el cual es diferente al del insecto, pues esta no pasa por estados ninfales, sino que esta comienza ovopositada por una avispa adulta, luego pasa a estado de larva, el siguiente pupa y por ultimo emerge del cuerpo momificado como adulta. Este ciclo de huevo hasta adulto, cuando emerge del cuerpo momificado puede tener una duración de 12 días, con temperaturas entre 25 y 30° C

La avispa adulta deposita un solo 1 huevo debajo de la parte ventricular del hospedero, entre la cabeza y el abdomen, por medio de su ovopositador y solo lo hace en los estados ninfales 3, 4 y 5, con preferencias en el último instar. Al momento que la avispa introduce el huevo, esta inyecta una sustancia que paraliza a la Diaphorina, para que posteriormente a los 2 días cuando eclosiona el huevo este comience su estado de larva, alimentándose de la hemolinfa del insecto plaga y matándolo. Este estado puede durar 4 días en promedio, para pasar a la siguiente etapa de pupa, en la que se puede apreciar su cuerpo dentro del hospedero. Al cabo de 6 días, este emerge como un adulto del centro del cuerpo de la Diaphorina, abriendo un hueco del cuerpo momificado.

El resultado de este ciclo vital puede producir hembras y machos, en los cuales viven aproximadamente 23 días y 12 días respectivamente. Las hembras tienen una longitud de 1.43 mm y 1.22mm los machos. Las hembras pueden producir entre 300 y 800 huevos durante toda su vida a temperaturas antes mencionadas de 25 a 30°C.

3.3. Reproducción

La reproducción depende en gran medida de las hembras, puesto que estas son la que depositan los huevos. La cantidad de huevos producidos por la hembra depende directamente de la alimentación que para ellas, poseen una alimentación alterna a la de los machos, de hemolinfa extraída de las ovoposiciones anteriores y de la secreción mielosa del huésped, que les permite producir más proteínas para la producción de huevos. La hembra solo se apareja una vez mientras que los machos pueden tener múltiples apareamientos.

Otro aspecto importante para la reproducción es la temperatura, si es menor de 25 grados, disminuye la cantidad y la velocidad de reproducción y si aumenta la temperatura la vida de estas puede ser más corta, así que la temperatura, juega un factor importante para la reproducción.

Otro aspecto es la cantidad de luz que o fotoperiodo al cual se encuentren expuestas las avispas en donde si es mayor de 14 horas el tiempo puede disminuir de 12 días a 8 en el proceso de huevo a adulto.

La cantidad de hembras y machos es de una proporción 1:3

La avispa solo coloca sus huevos sobre las ninfas del 3, 4 y 5to instar ninfal de la plaga, prefiriendo el ultimo. No posee otro hospedador para reproducirse, solo específica para la Diaphorina. Estas pueden parasitar de 15 a 30 Diaphorinas por día.

El apareamiento depende de la cantidad de diaphorinas disponibles en el 3 a 5to instar y un día después de este, las avispa depositan sus huevos.

Los machos pueden tener apareamientos múltiples sin que esto influya en su longevidad.



Ilustración 5: Acercamiento de la Tamarixia Radiata, morfología. Fuente: Universidad de California Riverside

3.4. Ventajas y limitaciones

La avispa *Tamarixia radiata* tiene altas tasas de parasitismo >90% y posee alta capacidad de búsqueda de la plaga, que depende de la atracción olfativa del huésped.

La avispa no tiene parasitismo alterno, es decir que la avispa solo deposita sus huevos en la *Diaphorina* y no en otro insecto.

Tiene gran adaptabilidad a las condiciones climáticas y de cada país.

En los estados inmaduros es decir en el estado larva y pupa de la avispa esta puede ser hiperparasitada y así sus poblaciones podrían no aumentar en los sitios de liberación, pero si puede cumplir con su cometido que es eliminar la plaga *D. Citri*.

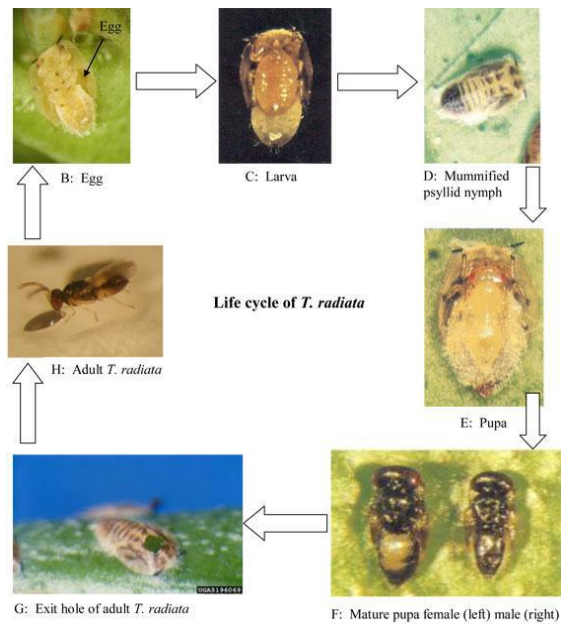


Ilustración 6: Ciclo de Vida *Tamarixia Radiata*

3.5. Comportamientos

Se debe tener en cuenta que la avispa solo parasita a las ninfas del 3 al 5to estado ninfal con preferencia en el último.

La avispa se ve atraída por la luz, así que puede ser controlada por medio de esta. La avispa se alimenta del néctar de las flores o por una dieta artificial de agua azucarada.

Capítulo 4: De la Planta Hospedera

4.1. Mirto

El mirto es una planta ornamental, rastrera o arbustiva con un agradable dulce olor. Esta planta es conocida como arrayan, mirto o jazmín, de origen europeo y su nombre científico es el *Myrtus communis* que pertenece a la familia de las mirtáceas.



Ilustración 7: Mirto (Murray Peniculata). Fuente: Google.

4.2. Partes de la planta

Posee **flores** blancas con gran aroma que crecen individualmente por cada rama, con un diámetro de 2 a 3 cms.

Posee un **Tallo** recto central y alta densidad de ramificaciones.

Los **frutos** son bayas de color negruzco o azulado de 1 a 1.5 cms de diámetro, con numerosos estambres amarillos en el centro. Totalmente comestibles

Posee **hojas** resistentes y fuertes, que son de manera ovalada, brillantes y sin pelos, posee un follaje fresco y claro.

Las hojas, flores y frutos son muy ricos en aceites

4.3. Cultivo

Esta planta es muy adaptable y no necesita cuidados especiales. Es una planta que de reproducción de semillas y estas pueden ser puestas en agua un día antes de sembrar, para que su efectividad de crecimiento sea más rápida y efectiva.

Puede ser cultivado en cualquier tipo de terreno y lo único importante es que el sustrato sea bien drenado y con nutrientes provenientes de compost. Cada planta

de mirto necesita de 50x60 cms de diámetro en el suelo para obtener suficiente alimento del suelo.

El cultivo puede hacerse bajo condiciones de temperatura tropical y sin altas corrientes de viento

En los cultivos es importante controlar el tiempo de riego pues este debe de ser constante cuando la planta no está sembrada en el suelo

Para el crecimiento constante esta planta debe tener varios cortes o Podas de formación: la cual se realiza para que la planta genere un follaje más denso y fuerte, se puede hacer al comienzo y al final de la floración.

En el Riego es necesario que sea constante para que permanezca la tierra húmeda. Cuando está sembrada en espacios reducidos es necesario que el riego se realice 3 veces por semana para que la planta obtenga nutrientes necesarios.

El cultivo de esta planta necesita una exposición al sol, aunque también puede recibir sombra, pero sin encontrarse en ambientes cerrados.

La **Temperatura** para que la planta crezca y florezca correctamente es un ambiente templado o cálido en donde no hallan variaciones de temperaturas.

4.4. Características

Este arbusto puede llegar a crecer de 1 a 3 metros de alto. Hace parte de una especie ornamental que no alcanza grandes alturas.

Esta planta es de clima cálido que no resiste heladas o sequías muy fuertes

Produce un dulce olor, proveniente de las flores, frutos y hojas.

Tiene un crecimiento perenne o constante con alta densidad de ramificaciones.

Es un árbol que se depende de la luz solar para vivir, sin recibir grandes vientos.

4.5. Hábitat natural

Esta especie crece mucho cerca de torrentes de agua, con grandes sombras. El riego debe realizarse una vez por semana cuando se encuentra sembrada en tierra más cuando se está en espacios reducidos como macetas el riego debe suceder de 3 a 4 veces por semana y la planta debe estar alejada de corrientes fuertes de vientos

4.6. Ventajas y limitaciones

Esta planta es apta para poder reproducir la plaga puesto que florece mucho y constantemente y permite manejar unos tamaños adecuados para que sea usada dentro del proceso. Así mismo el mirto por su gran floración constante es una base de alimentación para las avispas también así que no se hace necesario otra fuente de alimento.

La limitación es el tiempo en que esta planta se demora en crecer a la altura de 45 cms es aproximadamente 4 meses.

RESULTADOS

DISCUSIÓN Y MARCO CONCEPTUAL

Hipótesis de diseño

Sistema de objetos que integra las diferentes variables para la reproducción masiva de la avispa *Tamarixia radiata* para su posterior venta a Citricultores

Promesa de Valor

En donde se busca que la cría de insectos, permita realizarse de una manera estructurada y mecanizada, por medio de la estandarización de métodos, reducción de tiempos y optimización el proceso de producción mediante un sistema que integre las diferentes variables como la planta, la plaga y la avispa.

El sistema MoAv se encarga de proporcionarlos elementos necesarios para desarrollar las diferentes actividades en la producción masiva de *T. Radiata*. Comenzando por el almacenamiento y cuidado de la planta (*Murray Panniculata*), siguiendo por los diferentes hábitáculos especiales para la reproducción de *D. Citri* y *T. Radiata* hasta la obtención y empaque de la producción de avispas (*T. radiata*) para ser distribuida a los citricultores.

Determinantes

De la Plaga

- Tiene 5 estados inmaduros y se convierte en adulto
- En los estados inmaduros la plaga no puede saltar solo caminar a través de las hojas
- El adulto *Diaphorina* puede brincar al ser perturbado o molestado
- La *Diaphorina* solo se reproduce en cultivos cítricos
- La ubicación de la plaga se hace adulta como inmadura se hace en las hojas nuevas y peciolo
- El adulto puede adherirse a cualquier superficie
- En los estados inmaduros la plaga produce una secreción cerosa
- La plaga solo se aparea cuando puede notar nuevos brotes en la planta
- la plaga solo ovoposita en los nuevos brotes de la planta después del apareamiento

- el insecto plaga tiene una duración desde huevo hasta ser adulto de 15 a 17 días
- las hembras adultas pueden durar de 31 – 33 días y los machos de 20 -22 días
- las hembras depositan aproximadamente de 500 - 800 huevos durante su vida
- la temperatura optima de reproducción comprende desde los 23 ° a 30° C
- la plaga se alimenta de la savia de las plantas durante toda su vida
- el adulto tiene unas dimensiones de 3,3 mm de largo y 1 mm de ancho

De la Avispa

- La avispa no posee aguijón, sino un ovopositor con el cual coloca sus huevos
- La avispa tiene unas medidas de 1.43 mm y 1.22mm
- la avispa coloca 1 huevo por ninfa de Diaphorina
- la avispa solo coloca los huevos durante los estados ninfales 3, 4 y 5 de la plaga
- en estado natural se alimentan de el néctar de las flores, y de la plaga.
- la avispa se reproduce dentro del cuerpo momificado de la Diaphorina
- las hembras se alimentan de la hemolinfa de la plaga
- la avispa es atraída por la luz
- puede volar

De la Planta

- Es un arbusto tropical
- Tiene gran floración y ramificaciones
- Tiene un atractivo follaje con flores blancas
- Las flores, fruto y hojas expelen un olor dulce
- Tiene frutos comestibles
- Se alimenta de sustratos compostados y con gran capacidad de drenaje
- Absorbe gran cantidad de agua del suelo
- Se marchita y no florece en ambientes cerrados
- Posee hojas gruesas y fuertes
- No resiste heladas o bajas de temperatura
- Es una planta perene

Requerimientos

Requerimientos Contextuales

- El sistema debe ser apto para funcionar dentro de invernaderos y fincas de producción biológica, a temperaturas entre 25 y 30°C
- Debe funcionar en lugares con o sin energía
- Ser adaptable a diferentes calidades de terrenos, cemento, tierra, siempre y cuando la superficie este lisa
- El sistema debe ser ubicado en un ambiente al aire libre

Requerimientos de uso

- La planta debe tener la capacidad moverse por los diferentes módulos del sistema
- No se debe usar energía eléctrica

Requerimientos de función

- La planta debe permanecer dentro del sistema, desde el cultivo y su mantenimiento.
- Cada planta debe ser sembrada y permanecer de manera individual
- La planta debe tener un sistema de auto riego constante por goteo.
- La planta debe recibir un fotoperiodo de 12 horas/día
- El espacio de plantación para cada planta debe ser de 25cm³
- La planta no debe sobrepasar los 45 cms de alto en su crecimiento. Desde la base de plantación hasta su tope máximo
- El sistema debe permitir la entrada de aire, impidiendo las ráfagas de viento
- Se debe tener brotes tiernos en la planta hospedera para que la plaga pueda aparearse
- Se debe contar dentro del modulo de infestación una sección de reserva de la reproductora.
- La planta debe rotar por todo el sistema
- Debe haber almacenamiento de plaga, avispa y plantas de reservas.
- En el modulo de infestación debe tener espacio de entrada y salida de la planta y de los insectos.
- La reserva reproductora de la plaga se debe alimentar de la planta
- Se debe permitir la retroalimentación de los insectos plagas reproductivos después del cumplimiento del ciclo de vida
- Las avispas deben recibir una alimentación de néctar de flores, miel y plaga.

- El modulo de reproducción de la avispa debe permitir recibir luz solar y en momentos obscurecerse.
- El modulo de reproducción debe tener focos de luz ya sea natural o artificial

Requerimientos estructurales

- Cada modulo debe tener un peso menor a 5 kg
- Cada modulo debe estar en la capacidad de soportar 3 plantas de mirto de 2 kg al mismo tiempo.
- Los diferentes módulos deben tener acceso por parte de las personas que trabajen allí. Para introducir las plantas e insectos y extraer los mismos.
-

Requerimientos Productivos

- El sistema debe producir 200 cada 9 días, al comienzo del sistema y después cada 7 días.

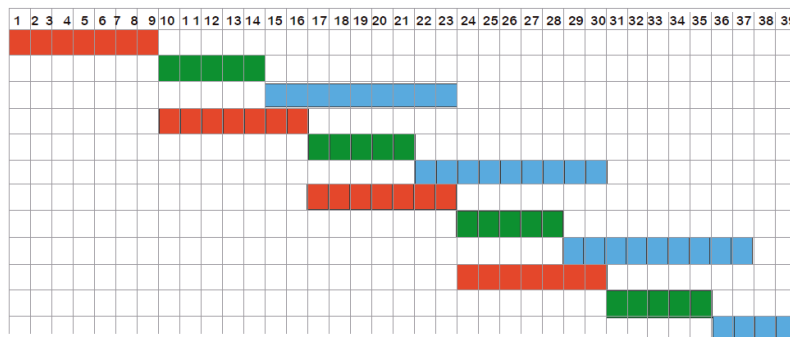


Ilustración 8: Tiempos de funcionamiento del sistema

Requerimientos económicos o de mercado

- Debe tener un costo menor a 500 por sistema

Requerimientos de identificación

- Debe identificarse cada etapa del ciclo, recuperación de mirto, infestación, maduración y parasitación.
- La ubicación de las plantas dentro del sistema debe ser de tipo formal
- No posee displays eléctricos

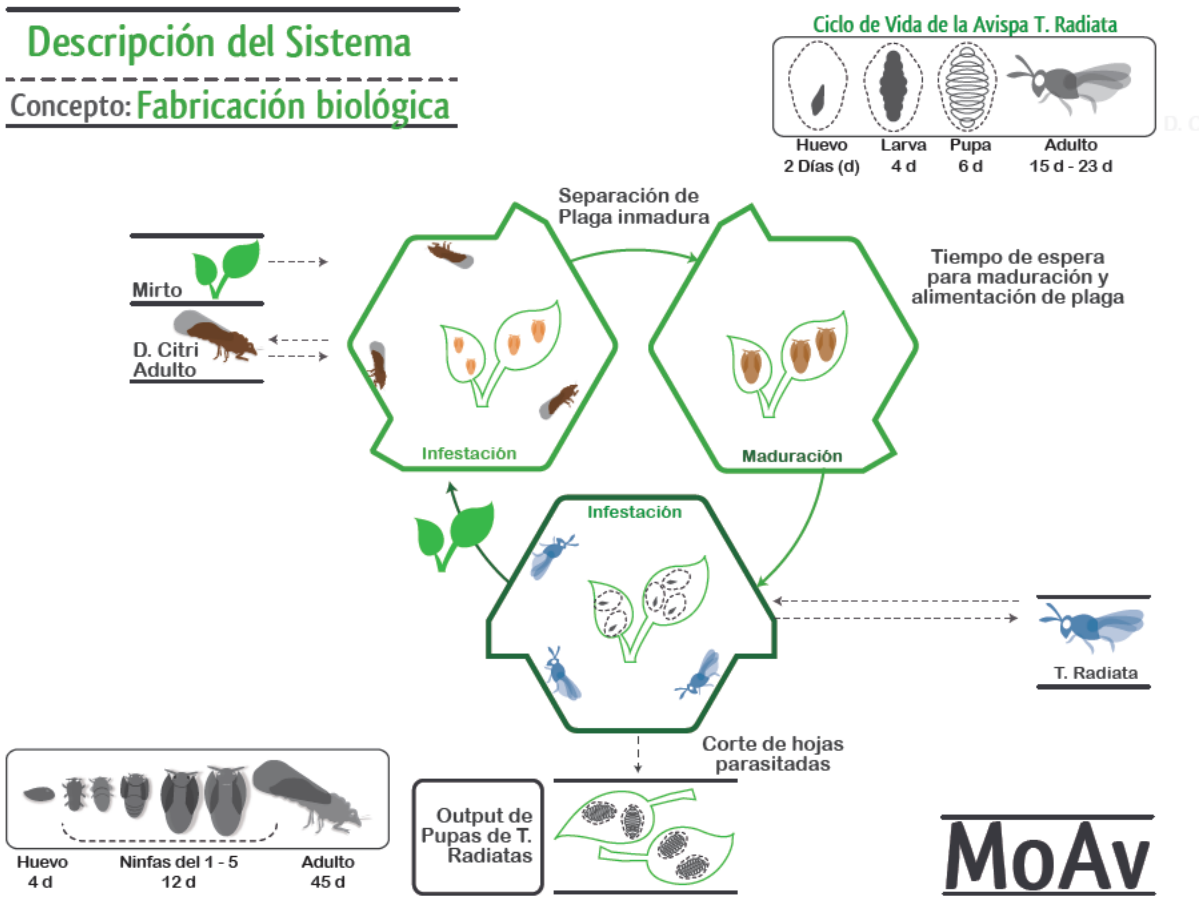
Requerimientos legales

La ley 101 de 1993 (Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero) declara en su: ARTÍCULO 60. Que el gobierno “otorga prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales y su comercialización, para el desarrollo rural”

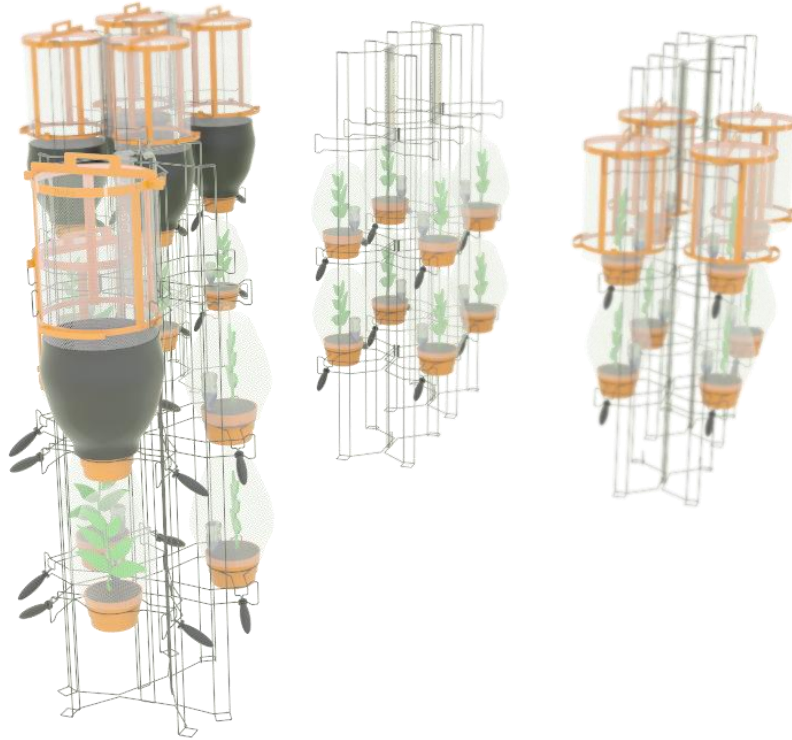
El estado por medio de organismos como Colciencias y el Ica, apoyan proyectos que generen biodiversidad y desarrollo para el sector agroindustrial. Por esto proyectos con la intención de generar diferentes tecnologías limpias para la producción agrícola son altamente deseados. MoAv es un sistema que permite desarrollar biológicamente un producto para ser comercializado y reemplazar así la contaminación medio ambiental generada por productos químicos como insecticidas y plaguicidas.

Concepto

Fabricación Bilógica:



Propuesta



El sistema permite el crecimiento y la relación entre varios Moavs, así dependiendo del tamaño de producción deseada y los recursos monetarios disponibles, se pueden adquirir las cantidades de sistemas necesarios para la producción.

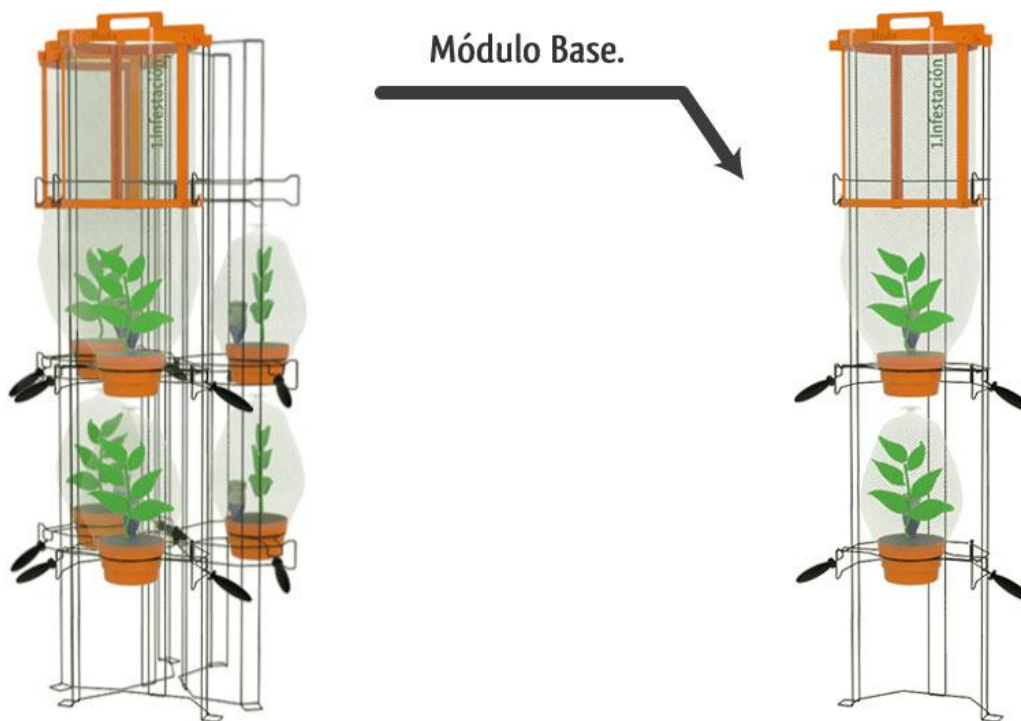
Hay 2 posibilidades de Funcionamiento del sistema en la cual la primera opción, las plantas rotan alrededor del sistema MoAv, para que esta pueda desarrollarse en los diferentes momentos de la producción, usando solo un sistema para cumplir todas las funciones de producción. La segunda opción es que se usen varios sistemas y en cada uno se realice solo una etapa del proceso, así se tendría un sistema para infestación, parasitación, recuperación de plantas y almacenamiento de insectos.

El sistema MoAv se encarga de proporcionar los elementos necesarios para desarrollar las diferentes actividades en la producción masiva de *T. Radiata*. Comenzando por 1 el almacenamiento y cuidado de la planta (Murray

Paniculata), siguiendo por los diferentes habitáculos especiales para la reproducción de D. Citri y la T. Radiata.

Funciones específicas

Soporte y organización de Mirtos: Con la intención de optimizar el espacio de producción, brindar protección a las plantas al mantenerlas libres de otros insectos, tener un control de cuantas plantas se poseen y una secuencia en la producción respecto al momento del ciclo en el que están, cada modulo tiene la capacidad de adaptar 3 plantas antes y después de la producción (Cuando las plantas están en recuperación) y 2 plantas cuando se encuentre en el proceso



Infestación y parasitación.

Las plantas de Mirto, son una materia prima para la producción de la avispa y al no encontrarse fijas en cada modulo, tienen la disposición para adaptarse y pasar por los diferentes momentos de producción, teniendo un movimiento cíclico de las plantas dentro del sistema, disminuyendo los altos costos que simbolizan tener cultivos fijos, las posturas incorrectas de los trabajadores y el daño de las mismas.

Mantener la planta regada en los diferentes momentos, evitar infecciones, enfermedades y hongos por exceso y acumulación de agua, eliminar el desperdicio de agua y disminuir el tiempo de frecuencia de riego de las plantas a cada 3 semanas, son los beneficios que trae el sistema por goteo individual de la planta. Este sistema cuenta con un contenedor principal reusable el cual distribuye el agua por una manguera con reguladores, dispuesta alrededor de la planta.



d Deslizamiento del habitáculo de Malla A: cuando la planta está en los módulos de Infestación y Parasitación, el deslizamiento de esta malla permite la inserción segura de los insectos que son base de cría (adultos productores) al momento, al igual que la separación de la base de cría a los que son ovopositados (la producción). Cuenta con una guía que siendo insertada en la estructura de alambazón, admite el deslizamiento de la malla por medio del elemento estructural del modulo.

e Seguro y Separación de la Malla A y B:

Mantener

hermético el input y output de insectos en los diferentes momentos del proceso permite que no se altere el dinamismo de la producción. La unión de la malla A y la B por medio de amarres temporales, evita que algún insecto pueda salirse y entrar, así cuando la malla A se encuentre en el top de la estructura, la malla B se encuentra desplegada y viceversa. Los amarres constituidos de velcro, se encuentran en 2 puntos, el primero se



encuentra en la parte de debajo de la malla A y el segundo en la parte de arriba de la malla B.

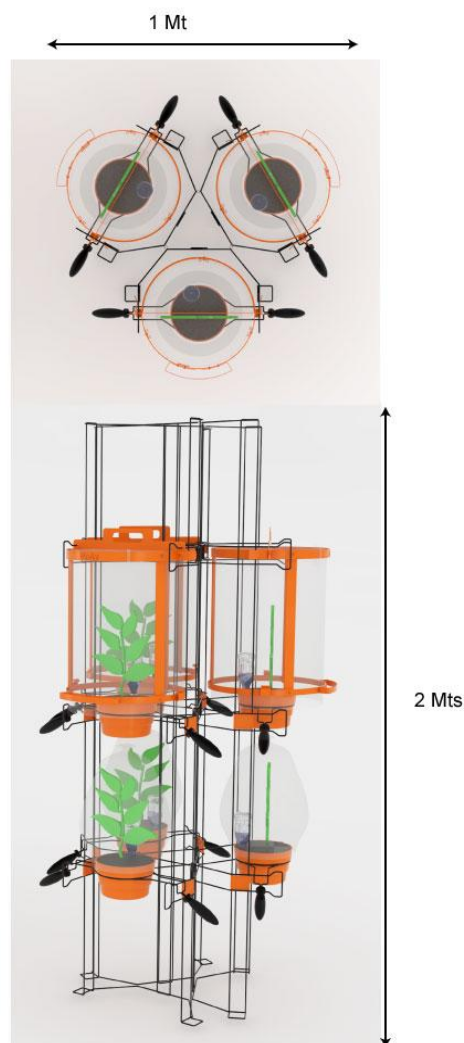
Fototactismo positivo y negativo: Una vez se logra obtener las avispas *T. Radiatas* la manera en que se pueden seleccionar estas es por medio del fototactismo positivo y negativo, el cual consiste en atraer a la avispa por medio de estímulos luminosos, así se atraerá por la luz.

Para esto se cuenta con una tela negra que impermeabiliza la entrada de luz de acuerdo al momento que sea usada.

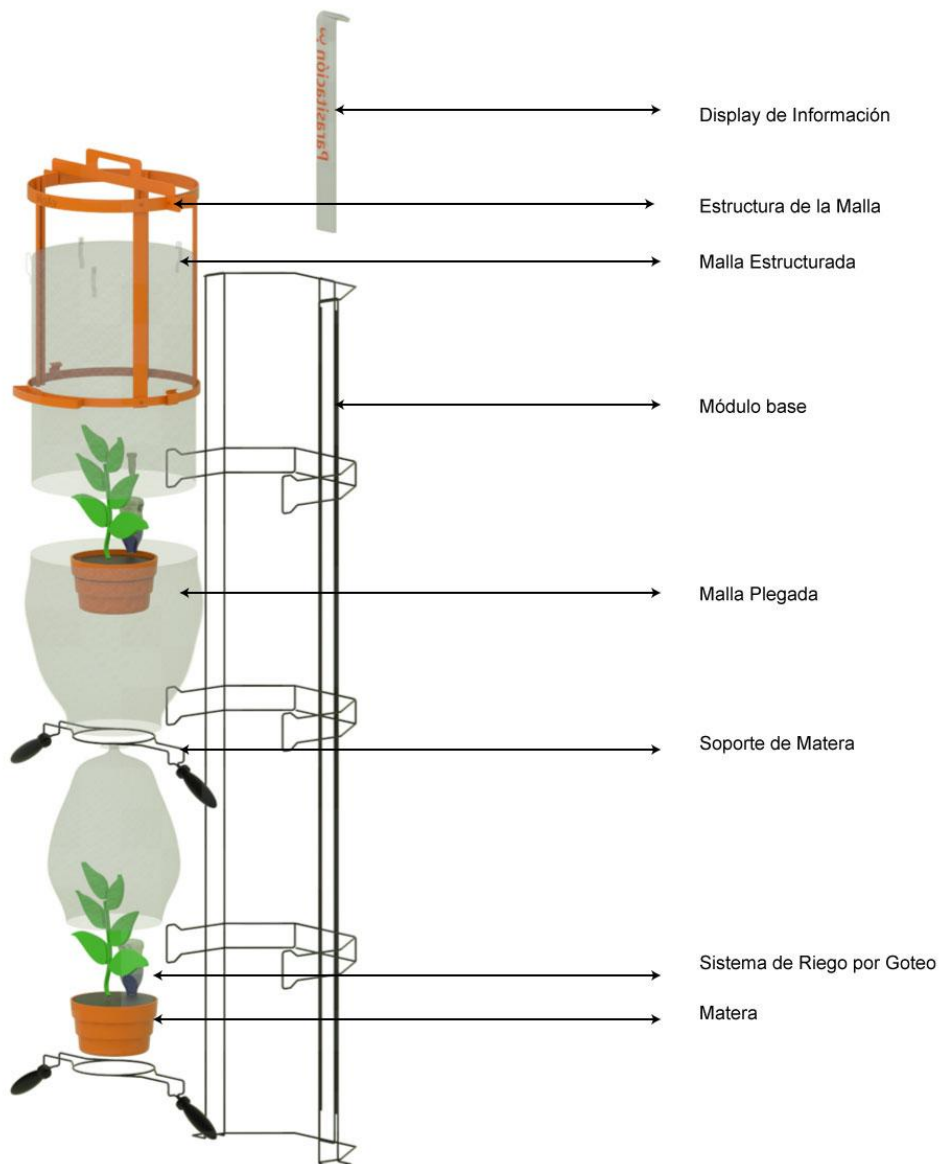
Recolección y empaque de pupas de avispas:

Para el almacenamiento de las pupas dentro de la nevera se usa una superficie en la cual se intersecan las ramas para ser vendidas y enviadas

Medidas Generales



Explosión de Módulo Base



Movimientos del sistema

El sistema permite el crecimiento y la relación entre varios Moavs, así dependiendo del tamaño de producción deseada y los recursos monetarios disponibles se pueden adquirir las cantidades de sistemas necesarios para la producción.

Posibilidad # 1:



- Las plantas rotan alrededor del sistema MoAv, para que esta pueda desarrollarse en los diferentes momentos de la producción.
- Las plantas son medidas manualmente para la separación de Adultos y ninfas de D. Citri.
- El deslizamiento vertical de la malla estructurada (A); dependiendo si deseo introducir, cubrir o sacar la planta. Esta se desliza entre las guías que genera la estructura general.

Posibilidad # 2: además de las posibilidades anteriores, las mallas estructuradas son extraídas e insertadas en otros MoAvs, moviéndose entre el almacén de avispas o plagas, dependiendo del caso a los MoAvs de Producción



Fuerzas

Las columnas rectangulares y las vigas hexagonales, son los que dan estructura al modulo, en el cual las mallas con su estructura y las macetas con las agarraderas son las que ejercen la fuerza. Por medio de la unión de varios módulos las diferentes fuerzas son equilibradas, para que este no se caiga.

La malla estructurada ejerce una fuerza vertical por su peso y por el uso manual del trabajador que la desliza de arriba hacia abajo y viceversa, pero esta (La malla) al estar encajada dentro de las columnas verticales, solo se mueve en este eje y tiene un tope que le limita del deslizamiento por la estructura.

- Las materas ejercen una fuerza vertical que es contrarrestada por la unión de los demás módulos. Estas macetas con su estructura son soportadas por el modulo en los extremos sobresalientes de este y las manijas de la estructura de la maceta. Como este soporte de la estructura de la maceta se encuentra alineada con el centro de gravedad de la misma, se genera entonces otro tope perpendicularmente que limita las manijas para que la maceta no pivotee.

Aspectos Productivos y de impacto ambiental

Para medir el impacto ambiental del sistema MoAv, se tiene en cuenta aspectos de fabricación, transporte, uso y Vida útil.

El Sistema MoAv reduce el consumo de materiales en comparación con las grandes construcciones usadas, usa módulos para que su uso y transporte, bajas cantidades de embalaje y espacio.

Fabricación

MoAv usa materiales convencionales para reducir los costos y procesos.

Con el motivo de reducir la diversidad de materiales, reducir el peso del producto, y generar una producción accesible para el entorno donde se manufactura y se usa, el sistema Moav está estructurado con alambón de 6 mm, junto con accesorios como matera y malla hecha en plásticos.

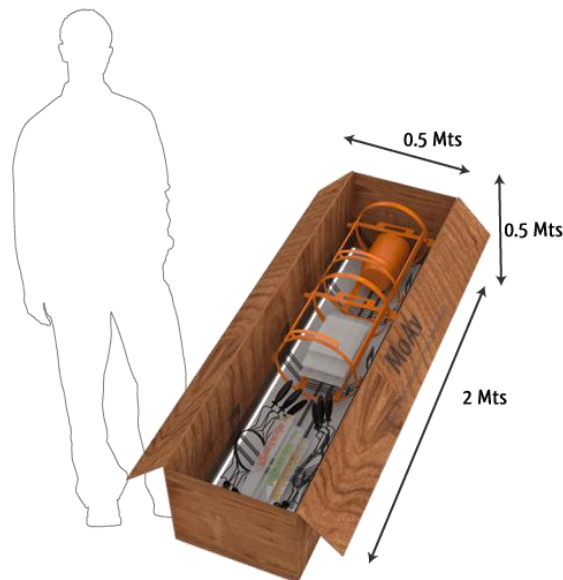
Para curvar el alambón se necesita una matriz de acero que no consume energía eléctrica y es curvado por medio de herramientas manuales. Por este lado es bueno porque no se consume agua para fabricar

las piezas y no se esta contaminado la naturaleza. El sistema solo usa energía eléctrica cuando los módulos son juntados y la soldadura no necesita elementos adicionales para su realización. Las piezas de alambón son unidas con soldadura de arco en para los ensambles permanentes y por módulos tenemos 50 puntos de soldadura. . El sistema no usa herrajes o tornillos.

La fabricación de este elemento puede ser realizada desde pequeños talleres o lugares en los que posean soldadura de arco, no necesita maquinaria especializada para la producción de los módulos y por esta parte es beneficio para su producción.

La materia es una pieza convencional que se adapta al sistema mas no producidos en la fabricación, se usa una materia plástica estándar #20. Por esta parte es beneficioso para la producción pues se reducen las partes que tienen que ser producidas y es un producto que se consigue comercialmente. La malla antiafidos que posee es confeccionada por el sistema usando maquina plana de coser, usa energía eléctrica para su fabricación, también esta lleva secciones con velcro y cincha plástica en aplicaciones de los bordes.

Transporte



13 Kg
Sistema de 3
Módulos

Peso

El uso de módulos por parte del sistema, permite que en su transporte pueda ser más compacto y reducido, este se hará en camiones, camionetas o carros de carga, en outsourcing con otra empresa de transporte.

El sistema compacto ocupa un Volumen de 0.25 Mt^3 para su transporte. Este se hará en cajas de cartón, estándares.

El peso también es un factor importante puesto cada modulo excederá los 5 kg por modulo, así que se hace más fácil de cargar transportar.

Uso

En el uso del producto tenemos que para su funcionamiento no son necesarias materias primas como agua o energía puesto que funciona mecánicamente, mediante la adaptación de piezas y elementos especiales.

El sistema posee elementos que son intercambiables y pueden ser reemplazados por piezas mas no todo el modulo como la estructura de la materia, la materia, las mallas y la estructura de las mallas, así cada vez que alguno de estos por el desgaste o daño pueden ser reemplazados, sin comprar toda la estructura. Esto permite que el sistema pueda ser flexible en su uso y mantenimiento, así aprovechando cada parte de este sin desperdiciarlo si en algún momento se llega a averiar Según los materiales usados en el producto este puede tener una vida útil de 8 años.

En el uso del producto no es necesario el uso de materiales adicionales para la estructura como líquidos o engrases.

Vida Útil

Gracias a las características del material y acabados La vida útil de este producto es de 8 años para su estructura y 2 años para las mallas, las cuales permiten que la pieza no se dañe con el uso pues posee una capa de pintura electrostática que evita las peladuras y que el material sea resistente al agua y la intemperie.

No posee mecanismos espaciales como engranes, tornillos u otros así que no es necesario el engrase o mantenimiento de mecanismos. Para su mantenimiento solo se hace necesario limpiar periódicamente el polvo con un paño y la pieza que se dañe por el uso puede ser comprada de nuevo.

Aspectos de Costos



Precio de fabricación
\$ 215.000

Rentabilidad: 40%
\$86.000

Valor de venta por sistema
\$330.000

El precio de fabricación equivale a \$215.000 pesos con una rentabilidad del 40%, se vende este producto en \$330.000.

Aspectos de mercado y modelo de negocio

Aplicabilidad del proyecto.

a) Público objetivo o target group:

El público objetivo del sistema MoAv son las empresas (pequeñas o grandes) de fabricación biológica y bioinsumos, en el país, que son proveedoras de productos biológicos para cultivos nacionales e internacionales.

b) Estudio de actitudes y expectativas del público objetivo:

A través del trabajo conjunto con diferentes empresas de producción biológica, se lograron identificar expectativas como:

- Bajo costo de los productos, debido al tamaño de las empresas que son Pymes tienen bajo presupuesto en para invertir.
- Adaptabilidad de los sistemas que usan, que se puedan comprar fácilmente intercambiar piezas o reemplazarlas. Optan por no tener estructuras rígidas, sino por sistemas dinámicos que puedan adaptarse con recursos comerciales
- Adaptación a diferentes espacios, puesto que las localizaciones de estas empresas son zonas rurales, desean que los sistemas usados puedan adaptarse a las condiciones ambientales, del suelo y de los recursos como agua o electricidad.
- Aspiran a que los sistemas que se usen sean el 100% funcional posible, para lo requerido y aun para otras que puedan ser subyacentes.
- El aprovechamiento al máximo de los recursos como: el espacio que tienen para la producción, reducción de costos y maximizar el rendimiento de los objetos que usen.
 - Innovar en temas de investigación, por medio de alianzas con Colciencias y entidades que financien proyectos de investigación para el agro.

c) Segmentación del mercado con sus variables de segmentación:

- Para el Sistema MoAv el mercado se puede segmentar así:
- Actividad empresarial: empresas productoras biológicas, de bioinsumos producción de insectos para controles de plagas, empresas de investigación y estudios biológicos.
- Sector Industrial: Producción agrícola y de bioinsumos
- Tamaño de las empresas: Pueden ser desde micro empresas hasta grandes empresas, ya que el sistema puede funcionar por unidad o en conjunto con otros.
- Localización Geográfica: aplica para las empresas que están en zonas accesibles (Carreteras), a las afueras de las ciudades, mas no las que están en zonas muy apartadas o de difícil acceso.
- Tecnología: Pueden ser empresas con poca tecnología en producción de insectos, puesto que el sistema no usa ninguna en especial, solo las existentes.

d) Cliente:

En Colombia se cuenta con el Ica y Corpolca que son los entes encargados de supervisar a todas las empresas agrícolas, de producción biológica, y todo lo relacionado con el agro y a nivel local, se encuentran pequeñas y medianas

empresa dedicada a la venta de productos agrícolas, como Insectos, bacterias, organismos vivos, semillas y otros para los cultivos. Nuestros clientes son las empresas encargadas de suplir todos los elementos para producción en el campo.

e) Usuario:

Los operarios de las empresas son los encargados de operar el sistema MoAv, personas con conocimientos técnicos y entendimiento de zootecnia, biología, entomología y otros afines o conocimientos básicos en la producción de insectos. Estos también pueden ser capacitados por las mismas empresas de producción biológica.

f) Consumidor:

El consumidor del producto, son los citricultores que necesitan proteger sus cultivos de la plaga D. Citri. Personas con conocimientos agrícolas. Personas que viven en campo.

Aspectos demográficos: la mayoría de cultivos están ubicados sobre las cordilleras colombianas, y los consumidores son personas que viven en estas regiones.

Aspectos Culturales: el consumidor está acostumbrado a usar productos químicos para liberar de plagas a sus cultivos, y ahora por medio de esta propuesta puede acceder a mercados más grandes, porque puede ofrecer productos libres de contaminación agroquímica.

g) Mercado potencial: 5000 Unidades

Según el Ica, en Colombia existen 63 mil hectáreas en cítricos, y aproximadamente 71 empresas registradas y avaladas por el ICA para la producción de bioinsumos, que están encargadas de cubrir toda el área colombiana y que en un 93 % son Pymes.

Debido a que muchos citricultores están acostumbrados a los agroquímicos, que viven en zonas muy apartadas y que las costumbres para cultivar están muy arraigadas el sistema MoAv pretende cubrir una area de 1000 ha de las 63.000 que existen. Para esto son necesarias (son necesarias 5 Unidades/ hectárea) para cubrir aproximadamente 1000 Ha, son necesarias 5000 mil unidades de Sistemas MoAv.

h. Competencia:

El sistema MoAv no compite directamente con productos, o elementos específicos, sino que lo hace contra objetos de reciclaje como cajas, bolsas de papel, estructuras improvisadas, carpas u objetos fabricados hechizamente.

2. Mezcla de mercadeo

a. Análisis del producto:

- Definición

MoAv es un sistema de reproducción y venta masiva de la Avispa Tamarixia Radiata. El sistema MoAv es pensado para empresas de fabricación biológica en todo el país.



Identificación: Sistema de cría y producción de la avispa Tamarixia radiata

Marca: **MoAv**

b. Análisis del precio:

Este producto no puede ser comparado con los objetos que usan actualmente para la reproducción de la Avispa porque no existen productos especiales para esta actividad, sino que se adecuan elementos improvisados en cada región. MoAv es un sistema creado a partir de las necesidades actuales, más no para ser competencia o reemplazar un producto ya existente, de acuerdo a el análisis hecho a los diferentes empresas de fabricación biológica que buscan disminuir al máximo los precios usando productos improvisados en su mayor parte del proceso.

Para obtener el precio de este producto, se ha tomado el precio de producción por unidad que es \$ 215.000 pesos añadiéndole el 39% (\$ 85.000 Pesos) como ganancia, el producto MoAv costaría en el mercado \$ 300.000 pesos para redondear la cifra.

c. Análisis de la política de comunicación:

El sistema MoAv comunica en su gran parte el arreglo de los diferentes objetos en el sistema. Se enviara un manual de uso del sistema por la compra, que ayudara a desarrollar las actividades del operario el proceso. Por el diseño del sistema, este necesita de un plegable que, indique de una secuencia de armado, para la acomodación de los elementos en el sistema (los objetos que componen el

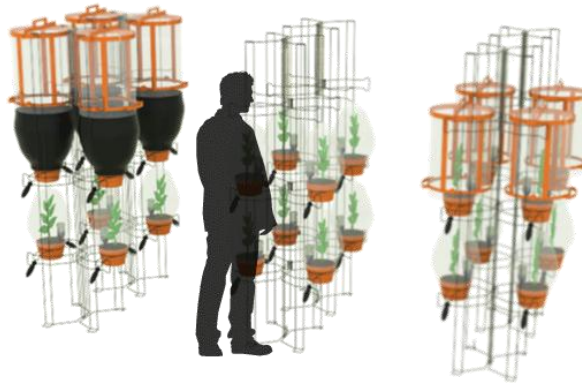
sistema son de fácil reconocimiento porque son diferentes todas las partes), cuantas piezas vienen por caja y la denominación de cada una. La política de comunicación de nuestro producto será que el usuario podrá comunicarse por medio telefónico o Web, con la empresa para solicitar nuevos módulos o elementos.

d. Análisis de la distribución:

- transporte, empaque y venta

Para la distribución se hará de forma directa, no habrán intermediarios y cuando el Sistema MoAv es fabricado y empaçado este será apilado en cajas rectangulares, enviado a las diferentes empresas de fabricación biológica (Por medio de pedidos). Para el acceso de las diferentes zonas que en la mayoría son rurales, a las afueras de las ciudades, es necesario el transporte en camiones.

Beneficios



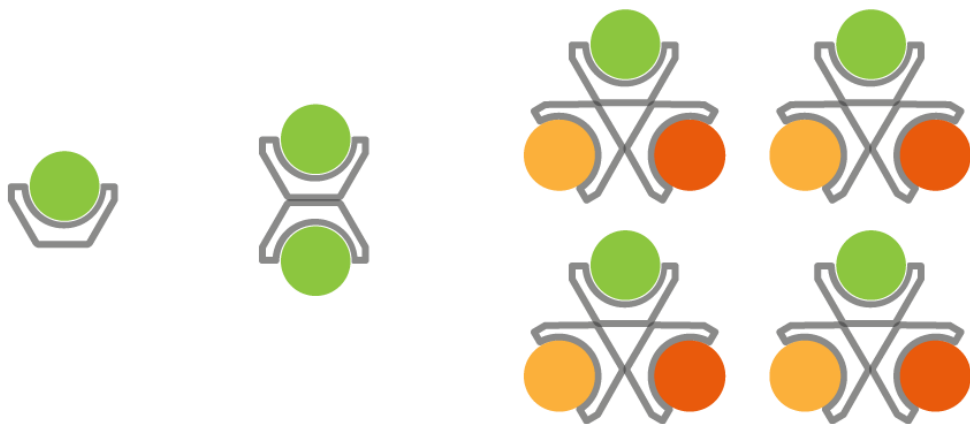
1.

Único sistema de producción de T. Radiata en Colombia

Es el único sistema en Colombia de reproducción de la avispa



En comparación con los costos actuales de producción de la avispa, el sistema tiene un valor muy bajo permitiendo que este sea asequible para las pequeñas y medianas empresas de fabricación. El sistema con 3 módulos cuesta 330 mil pesos.



3.

Crecimiento progresivo

El sistema permite un crecimiento progresivo y una integración entre varios sistemas, teniendo diferentes configuraciones, adecuándose a las funciones específicas del proceso de producción.

CONCLUSIONES

A través del proceso de investigación y diseño, se logra identificar elementos para el desarrollo de la propuesta. Se ha podido concluir que:

1. La manera de disponer los recursos para la producción de avispas parasitadoras es muy precario, pues poseen conocimiento de los procedimientos necesarios y cuidados, pero usan elementos que no les brindan seguridad, elementos improvisados y los más económicos, no porque no se posea el recurso monetario sino porque es la solución más fácil
2. Se puede incrementar el aprovechamiento de recursos por medio de recuperarlos dentro del sistema recibiendo un tratamiento, como las plantas y los insectos.
3. Al usar un sistema especializado para la producción de la avispa permite reducir el uso de materiales usados para la construcción de hábitat de los insectos, de invernaderos y otros como mampostería.
4. El problema consistía en saber organizar a los insectos de para darle continuidad dentro de un ciclo así como en la naturaleza
5. El espacio pudo ser reducido en comparación al que usan actualmente en los laboratorios
6. Se pueden disminuir pasos en el proceso de producción de la avispa como extraerlos por medio de bombas.
7. Se pudo proponer una nueva forma de vender a estos insectos antes de nacer y no cuando están adultos
8. Se pueden tener bajas producciones a bajos costos de acuerdo al presupuesto de la empresa que compre

Bibliografía

- Aleman, J. & Banos, H. y. R. J., 2007. Diaphorina citri Y LA ENFERMEDAD HUANGLONGBING: UNA COMBINACIÓN DESTRUCTIVA PARA LA PRODUCCIÓN CITRÍCOLA. *Revista de Protección Vegetal*, pp. 154 - 165.
- Banos, H. L., 2012. Ciclo y tablas de vida horizontal de Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) sobre Muralla paniculata L. *Revista de protección vegetal*, 27(2), pp. 95 - 101.
- Cisneros, F., 1995. Control de Plagas Agrícolas. En: s.l.:Grupo Entomológico Molinero - GEM, pp. 102-107.
- Corpoica, 2010. *Panorama para el manejo de Diaphorina citri, vector del HLB, en la citricultura colombiana.*, Medellín: s.n.
- Florida, U. o., 2011. *Features creatures*. [En línea] Available at: <http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures/citrus/acpsyllid.htm#top> [Último acceso: 03 2013].
- Grupo de diagnóstico fitosanitario, 2008. *www.ica.gov.co*. [En línea] Available at: <http://www.ica.gov.co/getdoc/77e880b7-40d6-4144-a398-e7dd3a855237/DIAPHORINA.aspx> [Último acceso: 13 02 2013].
- ICA, 2010. *VIGILANCIA FITOSANITARIA SOBRE HLB (Huanglonbing) Y SU VECTOR EL PSILIDO ASIÁTICO DE LOS CITRICOS (Diaphorina citri Kuwayama) EN COLOMBIA*, s.l.: s.n.
- ICA, 2012. *Boletín epidemiológico vigilancia fitosanitaria sobre HLB (huanglonbing) y su vector el psilido asiático de los cítricos (diaphorina citri kuwayama) en Colombia*, s.l.: s.n.
- Ignacio Amortegui Ferro, 2001. *El cultivo de los cítricos*. Ibagué: Prohaciendo.
- J. Alemán, H. B. y. J. R., 2007. Diaphorina Citri y la enfermedad de Huanglongbing: una combinación destructiva para la producción citricola. *Revista protección Vegetal*, pp. 154-165.
- Jawwad A. Qureshi, P. A. S., s.f. Cornell University. [En línea] Available
- Proyecto de Grado 1 Página 42
- <http://www.biocontrol.entomology.cornell.edu/parasitoids/Tamarixia.html> [Último acceso: 03 2013].
- Maier, H. P., 2003. *Citricos Ornamentales*. s.l.:Hispano Europea.
- Miguel Huerga, S. S. J., 2004. *EL CONTROL DE LAS PLAGAS EN LA AGRICULTURA ARGENTINA*, Argentina: Banco Mundial/Centro de Inversiones FAO.
- Paulo Paiva, E. B. a. J. R. P., 2012. Natural parasitism of Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera, Psyllidae) nymphs by Tamarixia radiata Waterston

(Hymenoptera, Eulophidae) in São Paulo orange groves. Revista brasileira de entomología, p. 499.

- Ravelo, E. E. E., González, L. T. R. & Costa, V. A., 2011. Primer Registro de *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae) en Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín.
- Rogers, M. E., 2011. La más grave enfermedad de la citricultura [Entrevista] (11 2011).
- Ruiz, R. V., 2011. Seminario Internacional de Plaguicidas- Residuos de Plaguicidas en alimentos. Medellín, s.n.
- Serie Lasallista Investigación y Ciencia, 2012. Citricos: Cultivo, Poscosecha y comercialización. Caldas: Serie Lasallista Investigación y Ciencia.
- Stansly, P., 2012. El ICA continúa preparándose ante la eventual llegada al país del HLB [Entrevista] (11 2012).