

**PREFERENCIA DE HOSPEDERO Y PARÁMETROS DE DESARROLLO DE
Copitarsia decolora SOBRE PLANTAS SELECCIONADAS PARA LA
DIVERSIFICACIÓN DEL CULTIVO DE UCHUVA (*Physalis peruviana*).**

ANDRÉS RICARDO PERAZA ARIAS.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
BOGOTÁ, D. C.
2011**

**PREFERENCIA DE HOSPEDERO Y PARÁMETROS DE DESARROLLO DE
Copitarsia decolora SOBRE PLANTAS SELECCIONADAS PARA LA
DIVERSIFICACIÓN DEL CULTIVO DE UCHUVA (*Physalis peruviana*).**

**ANDRÉS RICARDO PERAZA ARIAS.
Código: 716093**

**Trabajo de grado presentado como requisito
para optar al título de Ingeniero Agrónomo**

**Director
AUGUSTO RAMÍREZ GODOY.
Ing. Agrónomo, M.Sc. Ciencias Agrarias-Entomología**

**Codirectora:
MARÍA ISABEL GÓMEZ JIMÉNEZ.
Bióloga. MSc. Ciencias Agrarias-Entomología**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
BOGOTÁ, D. C.
2011**

AGRADECIMIENTOS

A mis padres **Ricardo** y **Helena** y mi hermano **David** por su apoyo incondicional y confianza.

A **María Isabel Gómez** por su apoyo, colaboración y orientación en la planeación y ejecución de este trabajo.

A **Katja Poveda, Augusto Ramírez, María Fernanda Díaz** y **Alexander Chauta** por su colaboración y conocimientos aportados.

A **Daimy Quintero, Patricia Moreno** y **Diana Zapata** por su apoyo y colaboración.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Obtención de individuos de *C. decolora* y material vegetal.

2.2. Determinación de consumo, cantidad de alimento asimilado y parámetros de desarrollo, de las larvas de *C. decolora*.

2.2.1 Determinación de parámetros de desarrollo.

2.2.2. Consumo durante todo el ciclo de desarrollo.

2.2.3. Consumo y asimilación luego de 24 horas.

2.3. Determinación de la preferencia por hospedero de larvas y adultos de *C. decolora* por medio de pruebas de olfatometría.

2.4. Análisis de datos.

2.4.1. Determinación de parámetros de desarrollo.

2.4.2. Consumo y asimilación.

2.4.3. Determinación de la preferencia por hospedero de larvas y adultos de *C. decolora* por medio de pruebas de olfatometría.

3. RESULTADOS

3.1. Determinación de consumo, cantidad de alimento asimilado y parámetros de desarrollo, de las larvas de *C. decolora*

3.1.1. Determinación de parámetros de desarrollo

3.1.2. Consumo durante todo el ciclo de desarrollo.

3.1.3. Consumo y asimilación luego de 24 horas.

3.2. Determinación de la preferencia por hospedero de larvas y adultos de *C. decolora* por medio de pruebas de olfatometría

4. DISCUSIÓN

5. CONCLUSIONES

6. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dimorfismo sexual de *C. decolora*.

Figura 2. Montaje para la evaluación del desarrollo de las larvas.

Figura 3. Esquema ensayo olfatometría.

Figura 4. Sobrevivencia de larvas.

Figura 5. Días de desarrollo desde primer instar hasta pre-pupa.

Figura 6. Días de desarrollo desde primer instar hasta pupa.

Figura 7. Días de desarrollo desde el primer instar hasta adulto.

Figura 8. Peso de los estados púpales.

Figura 9. Consumo de las larvas a lo largo del ciclo.

Figura 10. Asimilación y consumo de últimos instares larvas durante 24 horas.

Figura 11. Respuesta de hembra y larvas neonatas de *C. decolora* durante el ensayo de olfatometría.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedios de pesos de asimilación consumo y heces de las larvas durante 24 horas.

RESUMEN

En el sistema productivo de la uchuva (*Physalis peruviana*), existen diferentes especies de artrópodos, en su mayoría polípagos como *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae), que se alimentan de hojas jóvenes y frutos afectando la producción. El manejo de nóctuidos en el cultivo incluye el manejo de malezas, control químico y biológico. El objetivo de este estudio fue caracterizar la preferencia por plantas hospedero y los parámetros del desarrollo de *Copitarsia decolora* alimentadas con hojas de maíz, repollo, brócoli, alstroemeria, papa, trébol rojo, romero, ají y cebolla, plantas compatibles con una estrategia de diversificación para manejo de esta especie plaga en el cultivo de la uchuva. Se encontró que las larvas alimentadas con trébol al llegar al estado pupal presentaron un menor peso, en comparación con todos los tratamientos; el consumo durante todo el ciclo fue mayor en el tratamiento de cebolla y menor en ají, mientras en un periodo de 24 horas fue mayor en papa y alstroemeria. En el tratamiento con brócoli se encontró el menor tiempo de desarrollo y la mayor sobrevivencia de individuos en estado larval, en comparación con los tratamientos con cebolla, papa, trébol y uchuva; estos resultados pueden corresponder a diferencias en la calidad nutricional y/o un posible contenido de metabolitos secundarios, que inciden en el desarrollo de *C. decolora*. Por medio de ensayos de olfatometría se determinó que las hembras adultas de *C. decolora*, no prefieren significativamente las plantas de alstroemeria y uchuva frente al tratamiento control, mientras que presentaron una preferencia del 90% con plantas de papa. Por el contrario, las larvas neonatas, mostraron preferencia al estímulo producido por las plantas de alstroemeria, papa y uchuva, sobre el tratamiento control. Los resultados encontrados con las plantas evaluadas, acompañados con posteriores ensayos de oviposición y evaluación en condiciones de campo, permitirán configurar una estrategia de diversificación que involucre el uso de plantas trampa asociadas al sistema productivo de la uchuva.

Palabras clave: Nóctuidos, plantas trampa, hospedero, olfatómetro, parámetros de desarrollo.

ABSTRACT

In the productive system of cape gooseberry (*Physalis peruviana*), different species of arthropods, mostly polyphagous as *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae) feed on young leaves and fruits affecting the production. The management of noctuid moths in the crop includes weed management, chemical and biological control. The aim of this study was to characterize the preference for host plants and development parameters of *C. decolora* fed on leaves of maize plants, cabbage, broccoli, alstroemeria, potato, red clover, rosemary, pepper and onion, plants consistent with a diversification strategy for the management of this pest in cape gooseberry crops. It was found that the larvae fed on clover had the lowest weight when reach the pupal stage compared with the other treatments; consumption in the cycle was higher in onion and lower in pepper, while in a period of 24 hours was higher in potatoes and alstroemeria. In the treatment with broccoli were found the shortest development time and a increased survival of larvae, compared with treatments with onion, potato, clover and cape gooseberry, these results may relate to differences in nutritional quality and/or possible content of secondary metabolites, which affect the development *C. decolora*. Using olfactometry tests it was determined that adult females of *C. decolora* did not significantly prefer alstroemeria and cape gooseberry plants compared with the control treatment, while showed a preference of 90% for potato plants. By contrast, neonate larvae showed preference by the stimulus produced by alstroemeria, potato and cape gooseberry plants over the control treatment. The results with the plants tested, along with further oviposition tests and evaluation in field conditions, will set a diversification strategy that involves the use of trap plants associated with the cape gooseberry production system.

Keywords: Noctuid, trap plants, host, olfactometer, performance parameters.

1. INTRODUCCIÓN.

La uchuva (*Physalis peruviana*), frutal originario de los Andes pertenece a la familia de las Solanáceas y al género *Physalis*, que cuenta con más de ochenta variedades en estado silvestre y crece en las zonas tropicales altas entre los 1.500 y 3.000 m.s.n.m (Fischer y Almanza, 1993). Su cultivo es considerado prioritario dentro del programa especial de las exportaciones del gobierno colombiano. De acuerdo con las cifras del Departamento Nacional de Estadística (DANE) las exportaciones de uchuva en el año 2007 alcanzaron USD 25,6 millones, convirtiéndola en el frutal exótico más exportado por Colombia al concentrar el 75,2% del mercado (Legiscomex, 2008). Los frutos producidos en Colombia se diferencian de los frutos producidos en otros países como Sudáfrica, por tener una mejor coloración y mayor contenido de azúcares, características que la hacen más apetecible en los mercados internacionales (Fischer, 2000; Zapata *et al*, 2002).

En el sistema productivo de la uchuva, existen diferentes poblaciones de artrópodos, en su mayoría polífagos que afectan la producción, los cuales tienen un alto potencial para convertirse en plagas en sistemas productivos de los países importadores (APHIS–USDA,1997);. El complejo de especies de la familia Noctuidae presente en este cultivo, está representado por las especies *Spodoptera frugiperda* y *Agrotis ipsilon* que actúan como trozadores o tierreros, *Heliothis subflexa* que se alimenta de frutos al igual que *Copitarsia decolora* (Guenée) que se alimenta además de hojas jóvenes (Zapata *et al*, 2002; Benavides y Mora, 2005; Jerez, 2006).

C. decolora pertenece a la subfamilia Cuculliinae, se distribuye del sur de México hasta Argentina y es una de las especies que presenta mayor número de hospederos (Angulo y Olivares, 2003). Además del cultivo de la uchuva se reconocen como hospederos plantas de: uva, frambuesa, fresa, feijoa, kiwi, manzana, alcachofa, remolacha, zanahoria, espinaca, cebolla, espárrago,

maíz, girasol, trébol, trigo, pistacho, garbanzo, frijol, alfalfa, tabaco, ají, papa, crucíferas, en plantas ornamentales como alstroemeria, clavel, pompón, rosa y otras de producción menor, y por supuesto, en arvenses asociadas a estos sistemas productivos (Moreno y Serna, 2006, Pogue y Simmons, 2008; Quimbayo *et al*, 2010), Lo anterior, demuestra un alto grado de polifagia y adaptación a diferentes condiciones ambientales y gran variedad de cultivos.

Las prácticas de manejo de *C. decolora* en el cultivo de la uchuva incluyen medidas preventivas como una adecuada densidad de siembra, poda de aireación en V, la destrucción de los frutos afectados, la liberación de insectos benéficos y control químico adecuado (Zapata *et al*, 2002).

Dentro de las estrategias de manejo de plagas, puede considerarse como una metodología alternativa, la manipulación del comportamiento por medio de la diversificación del agroecosistema, técnica que implica la integración del cultivo de interés con plantas acompañantes tales como plantas trampa, plantas repelentes, plantas como recurso para enemigos naturales (Awmack and Leather, 2002; Schoonhoven *et al*, 2005). El interés en esta alternativas de manejo de insectos plaga se ha incrementado en los últimos 30 años, en gran parte, por el deseo de reducir la dependencia a los insecticidas de origen químico (Awmack and Leather, 2002, Fazil y Shafiq, 2011).

Los cultivos trampa, están compuestos de plantas que por sí mismas o por medio de modificaciones, alteran el comportamiento de las poblaciones plaga desviando, interceptando, y/o reteniendo la población, lo que permiten disminuir la presión que se ejerce sobre el cultivo principal (Shelton y Badenes, 2006).

Las estrategias que se fundamentan en la diversificación del agroecosistema, implican el conocimiento del comportamiento del insecto y su relación con las plantas que utiliza como hospedero. Los artrópodos fitófagos se pueden catalogar según el rango de hospederos del cual se alimentan, como monófagos, oligófagos y polífagos. Consideran como monófagos insectos que

se alimentan de un único género o especie de planta, mientras el término oligófagos se usa para referirse a insectos que se alimentan de un número de especies de plantas pertenecientes a la misma familia, e insectos polífagos aquellos que se alimentan de diferentes familias de plantas (Bernays y Chapman, 1994).

Schoonhoven y colaboradores (2005) consideran que la selección de alimento se basa en tres parámetros. El primero es la selección de plantas por el tipo de sustancias químicas que producen y que pueden satisfacer la dieta que el artrópodo necesita para su sobrevivencia, en segundo lugar características morfológicas propias del artrópodo como el aparato bucal o el tamaño y en tercer lugar la selección de la parte de la planta de la cual se alimentan de acuerdo a las características fisiológicas del artrópodo, teniendo en cuenta que la mayoría de estos seres fitófagos se alimentan de partes de la plantas ricas en metabolitos secundarios, por lo cual deben poseer los mecanismos de desintoxicación. Por otra parte, se debe considerar que el hospedero debe satisfacer el desarrollo de la descendencia y en el caso del orden Lepidoptera, la selección de hospedero y el rango de preferencia es determinado en muchos casos por las preferencias del estado adulto para la oviposición (Pöykkö y Hyvärinen 2003), aunque los efectos varían bajo diferentes condiciones y presiones de selección (Awmack y Leather 2002).

El comportamiento de selección de acuerdo con Visser (1988), por parte de los insectos fitófagos puede contemplar dos fases: el reconocimiento y la búsqueda de la planta hospedero. El reconocimiento se refiere a la decisión del insecto por alimentarse y/u ovipositar en una planta hospedero y dejar la planta no hospedante. En cambio la búsqueda de hospedero se relaciona con las acciones del insecto inducidas por características de la planta, involucrado los mecanismos y estructuras que actúan en la percepción de los estímulos principalmente visuales y olfativos, que pueden funcionar de manera aditiva en el sistema nervioso central del insecto.

En los insectos, el desarrollo de sistemas olfativos, les permitió adquirir la capacidad de distinguir los compuestos volátiles específicos que emiten las plantas, y las variaciones que se presentan de acuerdo con: el estado fisiológico y nutricional de la planta, las interacciones entre la planta con otros organismos y los cambios sujetos a condiciones climáticas. La forma y color de las plantas son características menos usadas dado que presentan menor variación entre las especies, pero son necesarias para definir los hospederos dentro una atmósfera atestada de moléculas volátiles (Visser J. 1986; Bernays y Chapman, 1994).

De acuerdo con Schoonhoven y colaboradores (2005), para el estudio de la orientación olfativa, se han desarrollado diferentes metodologías en las cuales varían algunos elementos y dimensiones de acuerdo al tamaño y locomoción del insecto, además del objetivo de la investigación. En pruebas de olfatometría, por lo general se usan tubos en forma de Y, los cuales proveen una manera simple de evaluación del comportamiento de respuesta y de selección a los volátiles provenientes de fuentes emisoras que comúnmente son extracciones de la planta de interés, follaje o la planta en su totalidad.. Los olfatómetros de cuatro y seis brazos han sido diseñados para insectos pequeños como áfidos, micro-hymenopteros y para evaluar uno o más olores o diferentes concentraciones de un olor el mismo tiempo. (Vet *et al*, 1983; Ávila y Rincón 2006).

El olfatómetro de túnel de viento es otra alternativa para el estudio del efecto de los aromas sobre el comportamiento de los insectos. Esta técnica consiste en una cámara alargada con la fuente de olor en uno de los extremos y una corriente de aire que pasa por ésta y se dirige hacia el otro extremo, en donde se ubican los insectos. Este tipo de olfatómetro permite medir la atracción de insectos de amplia capacidad de vuelo hacia la fuente de olor. (Ávila y Rincón, 2006).

El análisis de las relaciones de artrópodos fitófagos y sus posibles hospederos involucra además de los estudios de los mecanismos y variables de la atracción, conocer como la calidad de la planta actúa en el crecimiento y desarrollo de los individuos objeto de estudio. La calidad de la planta como hospedero, hace referencia a la composición nutricional de las plantas que serán incorporadas en la dieta del artrópodo fitófago y se evalúa a partir de la cantidad de alimento consumido, digerido y asimilado, excretado, metabolizado y convertido en biomasa (Scriber y Slansky 1981). Dentro de los componentes nutricionales, el nitrógeno, el carbono, elementos traza y metabolitos secundarios, son componentes determinantes del éxito reproductivo de los insectos herbívoros afectando diferentes aspectos relacionados con su fertilidad y fecundidad como el tamaño y calidad de huevos, selección del sitio de oviposición, el tamaño corporal, longevidad, sobrevivencia, peso pupal y tiempo de desarrollo (Awmack y Leather 2002; Fazil y Shafiq 2011).

Los conocimientos sobre la preferencia y la calidad nutricional de posibles hospederos y su efecto en el comportamiento de *C. decolora* puede generar las bases para el diseño y posible establecimiento de una alternativa de manejo de poblaciones de este insecto plaga dentro de los parámetros de la diversificación de cultivos, como parte de un plan de manejo integrado. Por lo tanto el objetivo de este estudio fue caracterizar la preferencia por plantas hospedero y los parámetros del desarrollo de *C. decolora*, en algunas plantas compatibles con una estrategia de diversificación para el manejo de esta especie plaga en el cultivo de la uchuva.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Obtención de individuos de *C. decolora* y material vegetal.

Para la elaboración de los ensayos se obtuvieron larvas neonatas y adultos hembra de la cría de *C. decolora*, establecida en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia. La cría se mantuvo a una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 2$ y $70\% \pm 2$ de humedad relativa. Bajo estas mismas condiciones se realizaron los ensayos de olfatometría y desarrollo larval. Las larvas se mantuvieron de forma individual en vasos plásticos de una onza y fueron alimentadas con dieta artificial "Southwestern Corn Borer" Bio-Serv[®]. Una vez los individuos entraban al estado pupal, se separaban en hembras y machos considerando las diferencias morfológicas en la genitalia, la hembra presenta la abertura genital entre el octavo y noveno segmento abdominal, mientras en el macho se localiza en el noveno (figura 1) (Moreno y Serna, 2006). Al emerger los adultos, los machos eran marcados con tinta sobre el dorso o las alas. En frascos de vidrio acondicionados con algodones empapados con una solución de agua:miel 10% y tiras de papel absorbente para la oviposición, se colocaban cerca de 30 individuos (en una relación de géneros 1:1). Luego de la oviposición y emergencia de las larvas, estas eran colectadas para la realización de los ensayos con larvas neonatas.

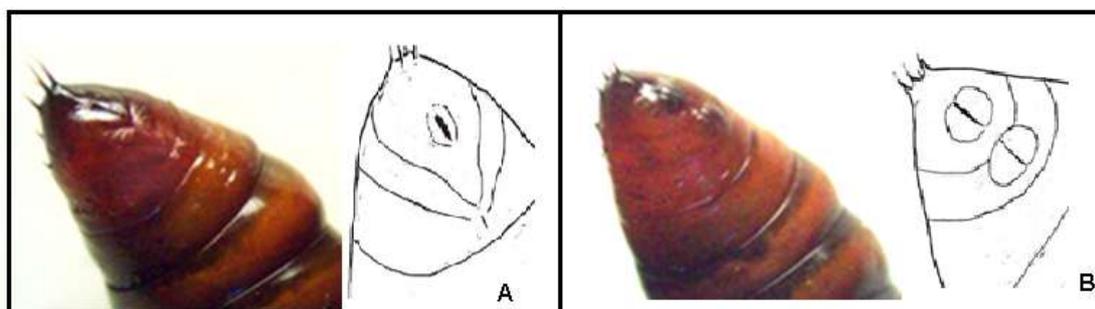


Figura 1. Dimorfismo sexual de *C. decolora*. **A.** hembra, **B.** macho¹.

¹ Tomado de: Ceballos et al, 2006

Las especies de plantas que fueron usadas en este estudio se propagaron en los invernaderos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional sede Bogotá y se seleccionaron con base a la información reportada acerca de hospederos de *C. decolora* (Angulo y Olivares, 2003; Moreno y Serna, 2006, Pogue y Simmons, 2008; Quimbayo et al, 2010) y a evaluaciones preliminares realizadas como parte del proyecto “Diversificación local de cultivos de uchuva para el aumento de la producción a través del control de plagas y aumento de la polinización”. Las plantas evaluadas fueron maíz (*Zea mays*), repollo (*Brassica oleracea* var. *viridis*), brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), alstroemeria (*Alstroemeria* sp.), papa (*Solanum tuberosum*), trébol rojo (*Trifolium repens*), romero (*Rosmarinus officinalis*), ají (*Capsicum annum*), cebolla (*Allium cepa*) y uchuva (*Physalis peruviana*).

2.2. Determinación de consumo, cantidad de alimento asimilado y parámetros de desarrollo, de las larvas de *C. decolora*.

2.2.1. Determinación de parámetros de desarrollo.

Se evaluó el desempeño de las larvas de *C. decolora* alimentadas con las diferentes plantas evaluadas teniendo en cuenta las siguientes variables: porcentaje de sobrevivencia de las larvas, peso de las pupas con un día de edad y tiempo de desarrollo desde primer instar hasta los estados de prepupa, pupa y adulto. Diez larvas neonatas fueron colocadas individualmente en vasos de polipropileno de una onza con trozos de hojas de un área aproximada de entre 7 y 10 cm² de cada una de las plantas evaluadas. Estos trozos fueron reemplazados según su consumo y estado de desecación (figura 2). Se realizaron seis repeticiones de este experimento.

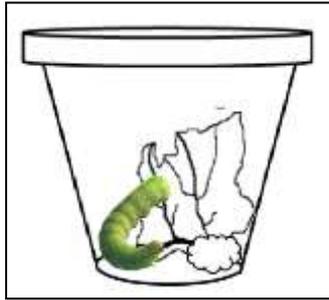


Figura 2. Montaje para la evaluación del desarrollo de las larvas.

2.2.2. Consumo durante todo el ciclo de desarrollo.

Se realizó un segundo ensayo para evaluar la cantidad de material consumido durante todo el ciclo de larva hasta pupa bajo un promedio de temperatura de 25°C, considerando el peso del material vegetal antes y después de ser suministrado a las larvas, el peso del residuo no consumido y las heces totales. Para determinar la pérdida de peso por deshidratación de las partes no consumidas, se pesaron trozos de hojas de cada una de las plantas evaluadas y se mantuvieron en recipientes idénticos a los empleados para el experimento hasta el siguiente cambio de alimento, momento en el cual se volvieron a pesar. Esto se realizó en cada uno de los cambios de alimento hasta completar el ciclo.

2.2.3. Consumo y asimilación luego de 24 horas.

Se evaluó la cantidad de alimento asimilado y la ganancia de peso por larvas de *C. decolora* en un periodo de 24 horas. Este ensayo se realizó bajo una temperatura de 25 °C \pm 2 y se usaron diez larvas de cuarto y quinto instar para cada uno de los tratamientos. Estas larvas habían sido alimentadas con dieta artificial y se mantuvieron sin alimento durante 3 horas antes del inicio del ensayo. Durante este periodo de tiempo solo tuvieron acceso a un algodón empapado como suministro de agua. Para determinar la cantidad de material consumido se tomó el peso inicial y final del alimento suministrado. Se calculó la pérdida de peso por humedad para cada una de las plantas empleando la metodología descrita para el anterior experimento, los trozos se pesaron al inicio del experimento y luego de 24 horas.

También se estableció la pérdida de peso por catabolismo, manteniendo diez larvas solamente con el suministro de agua durante las 24 horas, registrando su peso al inicio y al final del ensayo. Este fue considerado el tratamiento control.

Se calculó la cantidad de alimento asimilado a partir de la siguiente ecuación establecida por Khan y colaboradores (2007):

$$\text{Asimilación de alimento} = W1 \times (C1 - C2) / C1 + (W2 - W1)$$

En donde **W1** y **W2** son respectivamente, el peso inicial y final de cada larva en cada uno de los tratamientos; **C1** es el peso inicial de las larvas control y **C2** el peso final de estas.

2.3. Determinación de la preferencia por hospedero de larvas y adultos de *C. decolora* por medio de pruebas de olfatometría.

Se realizaron ensayos de olfatometría para evaluar la toma de decisión por parte del individuo cuando se le ofrecía el estímulo proveniente de una planta frente a un control. Estos ensayos se realizaron con larvas neonatas de menos de 24 horas de edad y hembras adultas que se mantuvieron durante tres días con machos, para asegurar la ocurrencia de apareamiento. Para el desarrollo de estos ensayos se utilizó la metodología descrita por Koschier y colaboradores (2000) utilizando dos olfatómetros de tubo de vidrio en 'Y', con diámetro interno de 4cm para los adultos de *C. decolora*, mientras que para las larvas se utilizó un tubo de 2cm de diámetro interno (figura 3).

Las especies de plantas evaluadas en los ensayos de olfatometría se seleccionaron a partir de los ensayos de parámetros de desarrollo, consumo y asimilación. Los individuos fueron expuestos a los volátiles producidos por hojas de plantas intactas de alstroemeria (*Alstroemeria* sp.), papa (*Solanum tuberosum*) y uchuva (*Physalis peruviana*). Se seleccionaron hojas del tercio

medio de la planta y se aislaron sin separarlas de la planta introduciéndolas dentro de un vaso de polipropileno a través de un agujero ubicado en la tapa del vaso, el cual fue sellado con algodón posteriormente. El vaso ya cerrado, fue conectado a uno de los brazos del olfatómetro por medio de mangueras de silicón unidas a la base del vaso. El tratamiento control consistió en un vaso de polipropileno sellado y conectado al olfatómetro de igual manera que los usados con las plantas tratamiento, pero sin material vegetal.

El flujo de aire fue generado por una bomba de vacío conectada al extremo del tubo principal del olfatómetro, de forma que extraía el aire desde los tratamientos hacia el segmento recto del tubo Y donde se ubicaba el individuo durante la evaluación. El flujo de aire empleado fue de 50ml min^{-1} para los adultos, mientras que para las larvas se utilizó flujo de 100ml min^{-1} . Todos los tratamientos fueron evaluados bajo condiciones de oscuridad buscando que el individuo solo fuera estimulado por los volátiles generados por la planta.

Se emplearon diez plantas de cada especie, cada una se usaba tres veces para un total de 30 repeticiones por tratamiento. En cada evaluación se empleó un individuo diferente de *C. decolora* que era transferido al tubo principal del olfatómetro por medio de pinzas o pincel de punta delgada en el caso de las larvas. Para cada repetición se rotó el tubo en "Y" para evitar el efecto de la posición de los estímulos y se ajustó el flujo del aire por medio de un regulador y un medidor de flujo de masas (AALBORG®). Cada tres repeticiones, se limpiaba el interior del tubo con alcohol al 70% y no se iniciaban las pruebas, antes de que el interior del tubo estuviera completamente seco.

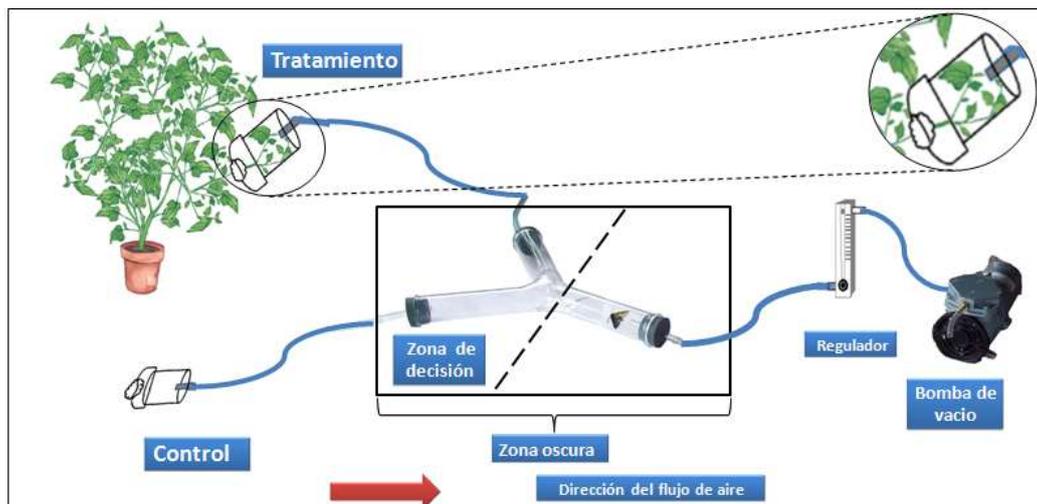


Figura 3. Esquema ensayo olfatometría

Se consideró como respuesta afirmativa cuando el insecto, luego de un lapso de tiempo no mayor a 10 minutos para los adultos y a 15 minutos para las larvas, permanecía dentro de uno de los brazos del olfatómetro luego de superar el centro del tubo de vidrio. Si el insecto no entró dentro de la zona de decisión antes del lapso de tiempo establecido este resultado no se tuvo en cuenta para los análisis estadísticos.

2.4. Análisis de datos.

Las graficas y tabla de datos presentados en el documento se realizaron con los promedios de los datos no transformados.

2.4.1. Determinación de parámetros de desarrollo.

Se realizaron pruebas de los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad para los datos obtenidos en los ensayos de desarrollo, posteriormente, se realizaron análisis de varianza de una vía teniendo como factor a la planta hospedera y como respuesta las variables porcentaje de sobrevivencia de las larvas, peso de las pupas con un día de edad y tiempo de desarrollo desde primer instar hasta los estados de prepupa, pupa y adulto. Cuando se encontró un efecto significativo del tratamiento sobre las variables se realizaron pruebas de Tukey para evaluar diferencias de medias. Estos análisis se realizaron con la ayuda del programa SPSS 17®.

Dado que la variable pesos de las pupas, no cumplió con el supuesto de homogeneidad de varianzas, fue transformada teniendo en cuenta esta ecuación:

$$\frac{-1}{\ln(\textit{peso})}$$

2.4.2. Consumo y asimilación.

Los datos de consumo a una temperatura de 25 °C fueron transformados por medio de la función logaritmo natural (Ln) ya que no cumplieron el supuesto de homogeneidad de varianzas

La relación del alimento asimilado y consumido se analizó por medio del índice de correlación de Pearson con un nivel de significancia del 95%.

El consumo evaluado durante todo el ciclo de desarrollo, también presento falta de homogeneidad, por lo tanto se ajusto utilizando, la misma transformación utilizada con la variable de consumo bajo 25°C, la función de logaritmo natural (Ln), con esto se corrigió la homogeneidad de la variable ($p > 0,05$) y se acepta que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$)

2.4.3. Determinación de la preferencia por hospedero de larvas y adultos de *C. decolora* por medio de pruebas de olfatometría.

Los datos obtenidos en la prueba de olfatometría fueron analizados empleando la prueba de Chi cuadrado con base en la hipótesis nula de que la probabilidad de respuesta al tratamiento ó al control es igual a 50%. Este análisis se realizó con la ayuda de la aplicación de la página web:

<http://people.ku.edu/~preacher/chisq/chisq.htm>, teniendo en cuenta una significancia del 95% ($p = 0,05$).

Para aceptar las diferencias encontradas por medio de la prueba de Chi cuadrado, se realizo el ajuste por medio de la corrección de Yates o de continuidad, que de acuerdo con Steel y Torrie (1980) se debe realizar para

pruebas con un grado de libertad, con el fin de mejorar la aproximación a la distribución X^2 y así poder obtener un valor de probabilidad más exacto para en nivel de significancia dado, que para este ensayo fue del 95%.

3. RESULTADOS.

3.1. Determinación de consumo, cantidad de alimento asimilado y parámetros de desarrollo, de las larvas de *C. decolora*

3.1.1. Determinación de parámetros de desarrollo.

Durante el inicio del desarrollo de los ensayos de sobrevivencia, las larvas neonatas presentaron una mortalidad total sobre hojas de romero. Dada esta situación, se optó por no utilizar esta especie dentro de los otros ensayos realizados.

Para el análisis de la sobrevivencia de larvas de *C. decolora*, se excluyeron los tratamientos de maíz y ají, dado que tan solo sobrevivieron hasta el estado de pre-pupa un individuo en el tratamiento con maíz y dos en el tratamiento de ají, lo cual no permitió tener suficientes grados de libertad para la realización del análisis estadístico. Esto puede ser el resultado, al igual que en las hojas de romero, del efecto de las características físicas y químicas de las hojas sobre el desarrollo de larvas de primer instar.

Se encontró un porcentaje significativamente mayor de larvas que alcanzaron el estado de prepupa en los tratamientos con brócoli, alstroemeria y repollo (76.67, 66.67, 65.0% respectivamente), seguidos por papa (28.0) y trébol (28.33). El porcentaje de sobrevivencia más bajo se encontró en los tratamientos con cebolla (20.0) y uchuva (15.0) (figura 4).

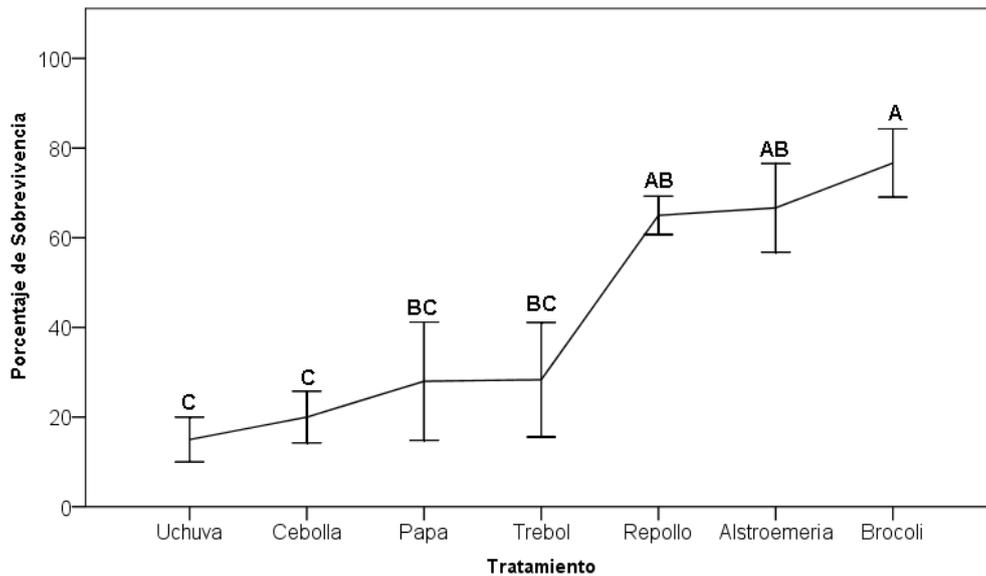


Figura 4. Supervivencia de larvas. (\pm S.E.) $F_{6,29}=6.76$ $p<0,01$. Las barras con diferentes letras son significativamente diferentes. (Prueba de Tukey, $p<0,05$).

El tiempo de desarrollo de primer instar a pre-pupa fue significativamente diferente entre el tratamiento con brócoli y con uchuva siendo de 30.06 y 36.83 días, respectivamente (figura 5). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de desarrollo desde el primer instar hasta los estados de pupa y adulto, sin embargo, para este análisis no se incluyeron los datos de uchuva, ya que ninguna larva llegó al estado de pupa, ni los datos de papa y cebolla las cuales no llegaron al estado adulto (figura 6 y 7).

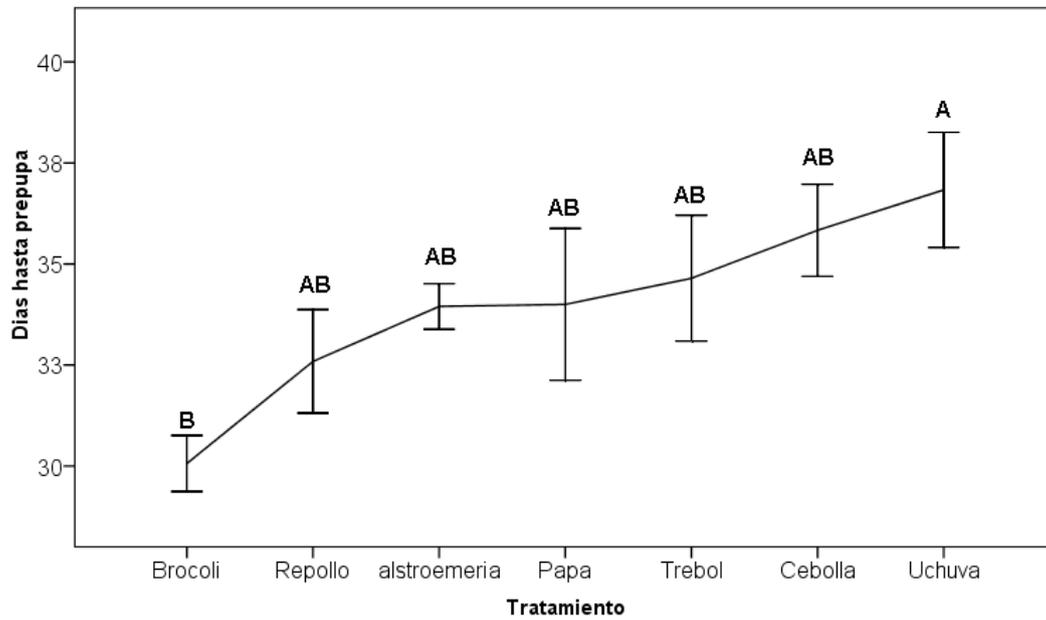


Figura 5. Días de desarrollo desde primer instar hasta pre-pupa (\pm S.E. $p < 0,05$) $F_{6,161} = 3.177$ $p = 0.006$. (Prueba de Tukey, $p < 0,05$).

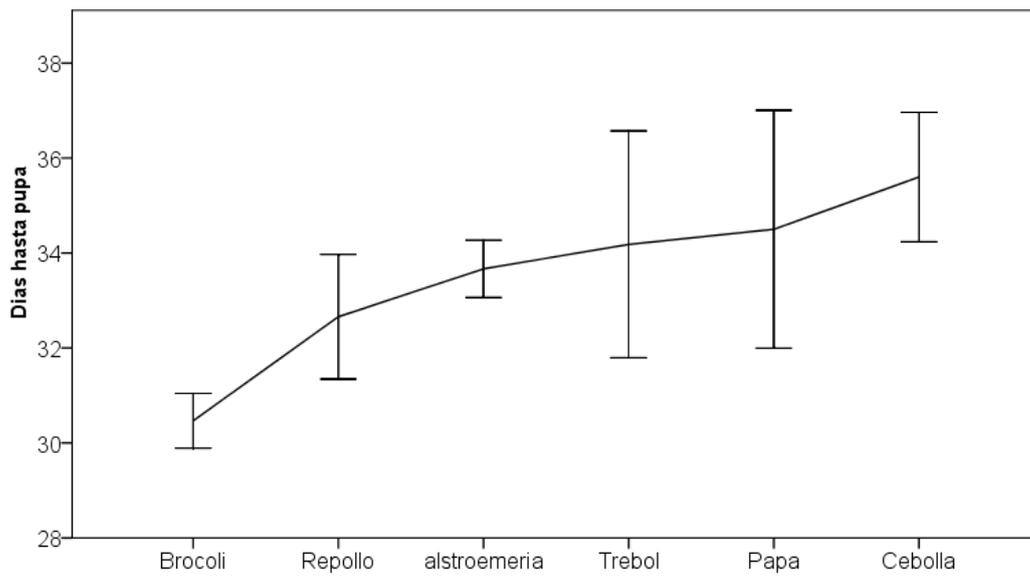


Figura 6. Días de desarrollo desde primer instar hasta pupa. (\pm S.E. $p < 0,05$) $F_{5,139} = 2.067$ $p = 0.073$ (Prueba de Tukey, $p < 0,05$).

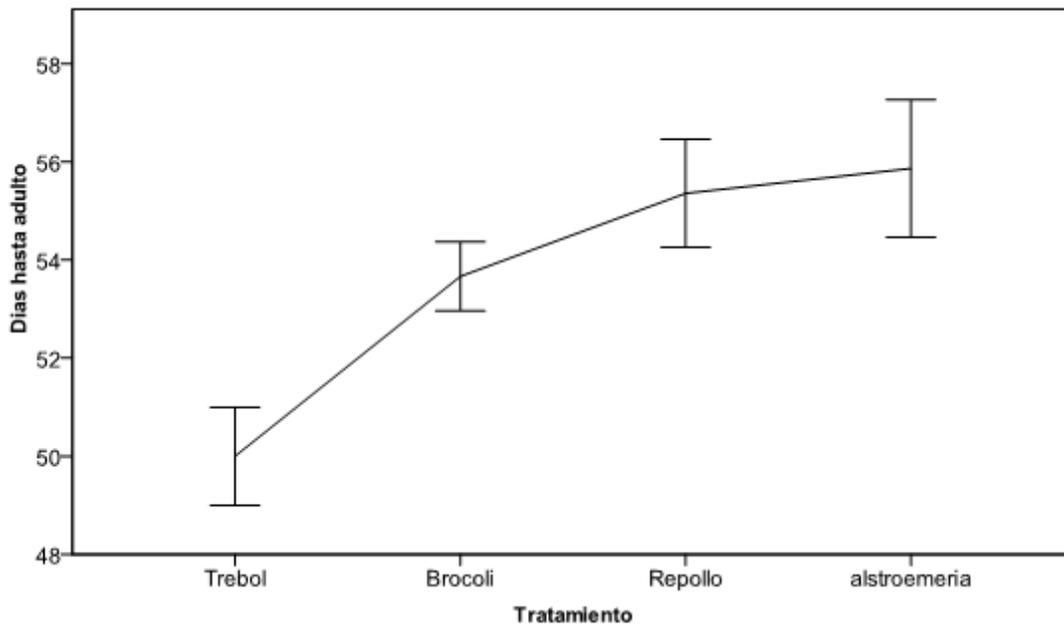


Figura 7. Días de desarrollo desde primer instar hasta adulto. (\pm S.E. $p < 0,05$)
 $F_{3,71} = 1.557$ $p = 0.207$ (Prueba de Tukey, $p < 0,05$).

Se encontró un efecto significativo de la dieta empleada sobre el peso de las pupas ($p < 0,01$). El sexo ($p = 0,7$) y la interacción entre la dieta y este no tuvieron un efecto significativo ($p = 0,46$). El peso fue significativamente menor en el tratamiento con trébol (0,17g) con respecto a todos los demás tratamientos. El peso encontrado en los tratamientos con papa (0,22g) y cebolla (0,23g) fue significativamente menor del encontrado en el tratamiento con repollo (0,27g) que en conjunto con el tratamiento de brócoli (0,26g) y alstroemeria (0,24g) presentaron los mayores promedios (figura 8).

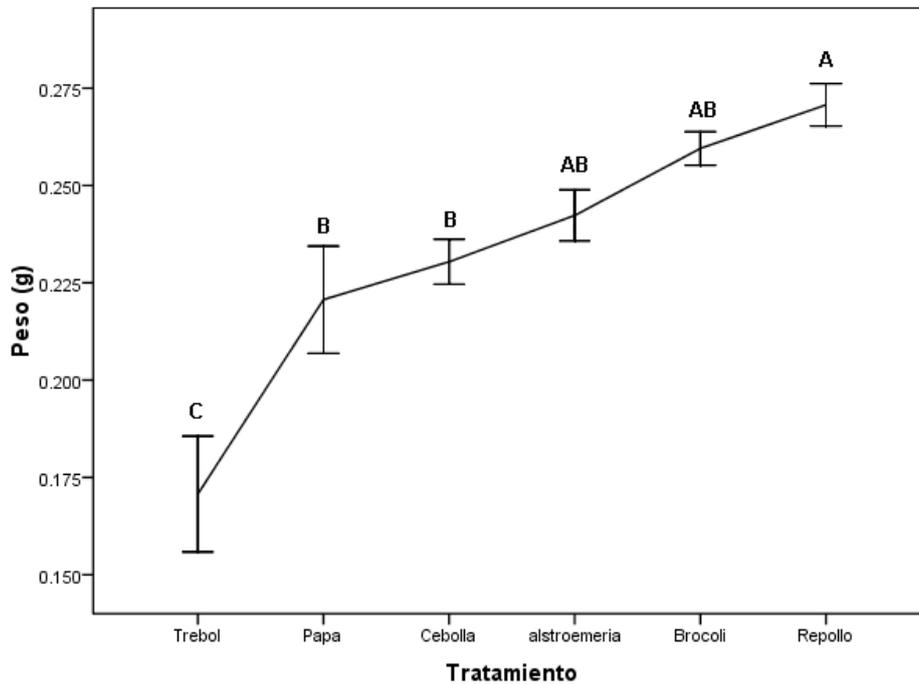


Figura 8. Peso de los estados pupales (\pm S.E. $p < 0,05$) $F_{5,134} = 15.17$. $p < 0.01$. (Prueba de Tukey, $p < 0,05$).

3.1.2. Consumo durante todo el ciclo de desarrollo.

Para las variables de consumo y asimilación no se tuvieron en cuenta los tratamientos con maíz y romero, dado dada la alta mortalidad encontrada previamente. Para la determinación del consumo durante el ciclo de desarrollo de las larvas de *C. decolora* a una temperatura de 25°C, solamente se emplearon los datos tomados los 15 primeros días de desarrollo ya que después de este periodo se encontró una baja sobrevivencia en varios de los tratamientos.

Se encontró un mayor consumo en el tratamiento con cebolla (0.53g) con respecto a todos los otros tratamientos ($p < 0.05$). El consumo de hojas de papa (0.36) y repollo (0.32) fueron significativamente mayor, en comparación a los tratamientos de alstroemeria (0.31), uchuva (0.29), brócoli (0.28) trébol (0.23), y ají (0.22) (figura 9) .

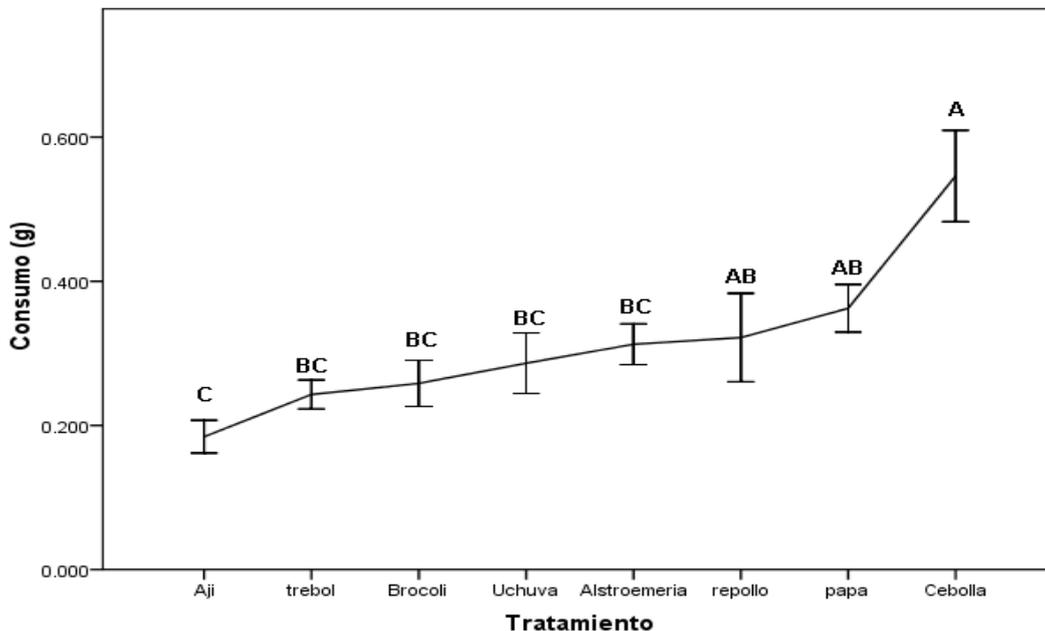


Figura 9. Consumo de las larvas a lo largo del ciclo (\pm S.E. $p < 0,05$)
 $F_{7,96} = 5.648, p < 0.01$ (Prueba de Tukey, $p < 0,05$).

3.1.3. Consumo y asimilación luego de 24 horas.

Siguiendo la propuesta de Khan y colaboradores (2007) se determinó la pérdida de peso por catabolismo tomando el peso inicial y final de las larvas que fueron dejadas sin alimento o larvas control, cuyo promedio fue de 0.4807g y 0.4183g respectivamente. Contrario a lo esperado, en la mayoría de tratamientos se encontró una pérdida de peso luego de 24 horas (tabla 3), este resultado puede ser causado por la excreción de todo el material presente en el intestino, actividad que realiza el individuo en el último instar larval como preparación para el inicio del estado pupal. El peso del material vegetal consumido fue mayor que el peso de las heces en todos los casos excepto en el tratamiento con trébol y aji (tabla 1, figura 10). Los tratamientos de papa y alstroemeria presentaron los valores más altos de consumo (0.345 y 0.406 respectivamente), así como la mayor asimilación por parte de las larvas (0.07 y 0.081 respectivamente) frente a todos los tratamientos.

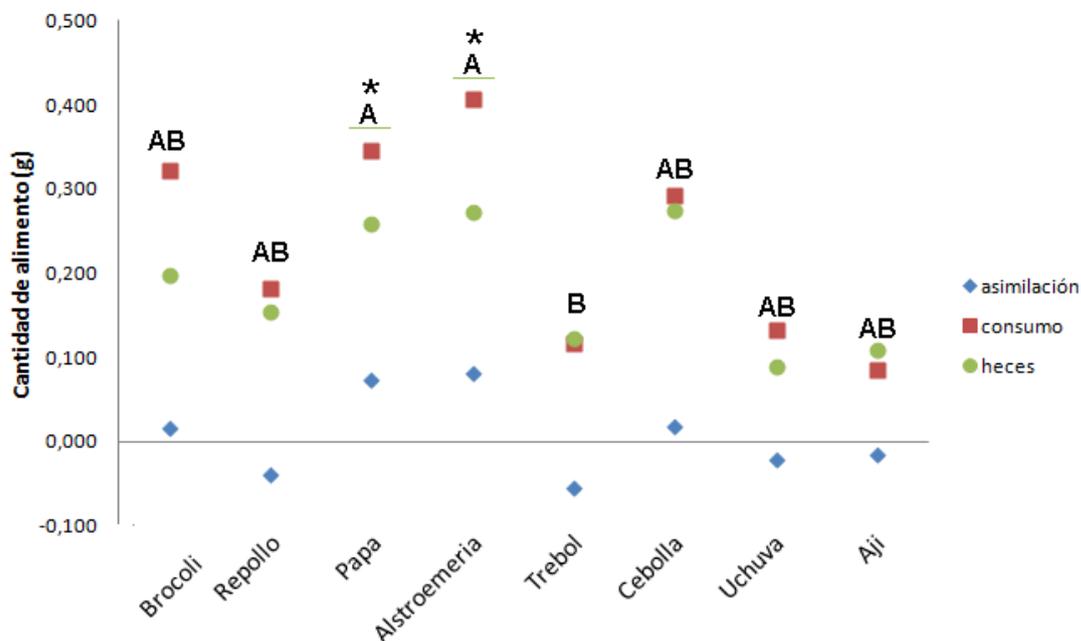


Figura 10. Asimilación ($F_{7,72}=3.13$ $p=0.006$) y consumo ($F_{7,72}=6.78$ $p=0.00$) de últimos instares larvas durante 24 horas. Las letras muestran diferencias para la variable de consumo y el asterisco (*) señala diferencias significativas para la variable de asimilación (Prueba de Tukey, $p<0,05$).

Tabla 1. Promedios de pesos de asimilación consumo y heces de las larvas durante 24 horas.

	Larva			Peso final corregido con la pérdida por catabolismo	Asimilación	Consumo	Consumo corregido por pérdida de Humedad	Heces
	Peso inicial	Peso Final	Diferencia					
Brócoli	0,477	0,431	-0,046	0,369	0,016	0,322	0,293	0,198
Repollo	0,470	0,369	-0,101	0,306	-0,040	0,181	0,149	0,154
Papa	0,474	0,485	0,011	0,423	0,07	0,345	0,329	0,259
Alstroemeria	0,447	0,470	0,023	0,407	0,081	0,406	0,393	0,272
Trébol	0,506	0,386	-0,121	0,323	-0,055	0,117	0,091	0,123
Cebolla	0,402	0,368	-0,034	0,306	0,018	0,291	0,243	0,275
Uchuva	0,457	0,376	-0,082	0,313	-0,022	0,132	0,100	0,088
Ají	0,468	0,392	-0,077	0,330	-0,016	0,085	0,061	0,108

Se encontró una correlación directa entre las variables de consumo y asimilación Pearson ($r=1$, $p=0.679$ $p<0.01$).

3.2. Determinación de la preferencia por hospedero de larvas y adultos de *C. decolora* por medio de pruebas de olfatometría.

Los ensayos de olfatometría se realizaron con plantas de alstroemeria, papa y uchuva. Solamente el 53% de adultos hembra y el 41% de las larvas presentaron respuesta positiva hacia alguno de los estímulos.

No se encontró una respuesta significativa de los adultos hembra hacia el estímulo de las plantas de alstroemeria y uchuva. Se presentó una preferencia de cerca del 90% de las hembras hacia al estímulo con plantas de papa con respecto al control ($p < 0,01$). En los ensayos con larvas neonatas se encontró una preferencia del 100% de estas hacia el estímulo producido por las plantas de alstroemeria. La respuesta de las larvas hacia los volátiles de papa y uchuva fue significativamente mayor que hacia el control ($p < 0,05$) (figura 11).

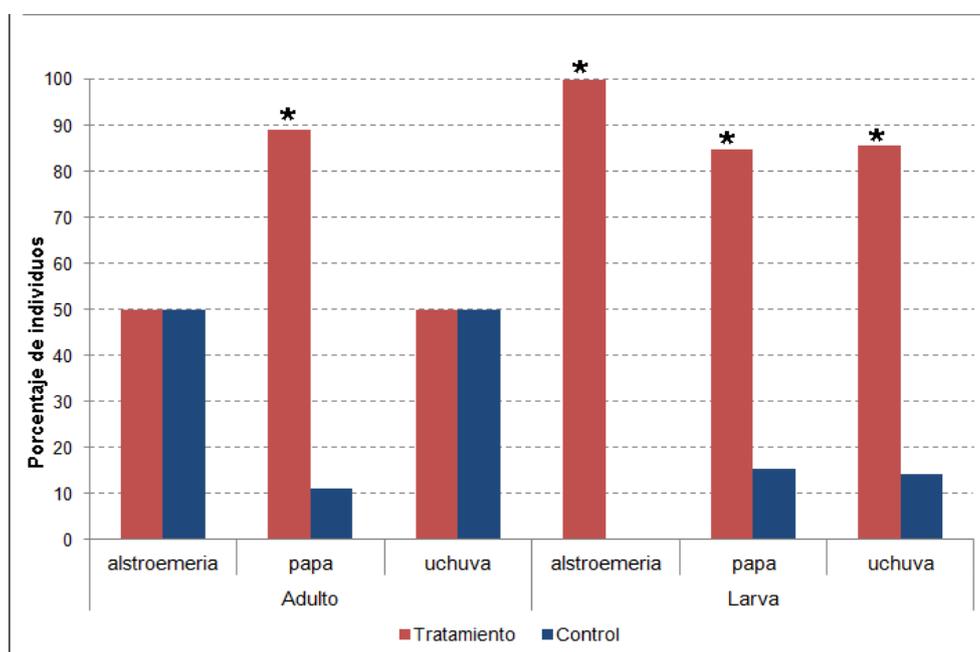


Figura 11. Respuesta de hembras (papa $X^2=9.389$ $p=0.0022$) y larvas neonatas (alstroemeria $X^2=8.1$ $p=0.0044$; papa $X^2=4.92$ $p=0.0265$; uchuva $X^2=.5.78$ $p=0.016$) de *C. decolora* durante el ensayo olfatometría ($X^2=3.84$ para 1gl $p < 0.05$) El asterisco (*) señala diferencias significativas.

4. DISCUSIÓN.

Las larvas de *C. decolora*, en los tratamientos con hojas de cebolla, papa, trébol, uchuva y ají, presentaron los promedios de sobrevivencia más bajos, menor cantidad de individuos en estado adulto y el periodo de desarrollo más largo; a diferencia de los tratamientos de brócoli, repollo y alstroemeria.

De acuerdo con Moreno y Serna (2006) el tiempo de desarrollo hasta el estado de prepupa de *C. decolora* en cultivos de alstroemeria bajo condiciones de invernadero (17,72 °C y 65,26 % HR) se encuentra alrededor de los 35.1 días, tiempo mayor al encontrado en el presente trabajo para las larvas en el tratamiento con hojas de alstroemeria cuyo promedio fue 33.9 días bajo condiciones de laboratorio (20°C±2 y 70%± 2 HR.). En los restantes tratamientos evaluados los individuos tomaron en 30 y 38 días para llegar a prepupa.

El desarrollo hasta el estado adulto en los tratamientos evaluados varía entre 50 y 58 días bajo condiciones de laboratorio, comportamiento equivalente al reportado por Moreno y Serna (2006) que en plantas de alstroemeria bajo invernadero se encuentra alrededor de los 60 días desde el primer instar larval a adulto.

Los resultados encontrados para cada una de las variables de desarrollo de las larvas de *C. decolora*, así como para las variables relacionadas con el consumo y asimilación de alimentos, son un ejemplo de la adaptación de una especie polífaga a un amplio rango de hospederos en su estado larval.

Los parámetros evaluados en general fueron muy variables con cada una de las plantas evaluadas. Así como se encontró que en maíz y romero las larvas no pueden sobrevivir sino unos pocos días y su consumo es prácticamente nulo, en los tratamientos con hojas de cebolla, papa, trébol, uchuva y ají se presentaron los promedios de sobrevivencia más bajos, la menor cantidad de

individuos en estado adulto y el periodo de desarrollo más largo a diferencia de los tratamientos de brócoli, repollo y alstroemeria en donde el porcentaje de sobrevivencia fue el mayor y el desarrollo fue más rápido.

Los resultados encontrados para los diferentes parámetros de desarrollo pueden deberse a diferencias en las características morfológicas, a la calidad nutricional de las plantas y a un posible contenido de metabolitos secundarios, rasgos que pueden afectar el desarrollo post-embrionario del insecto incidiendo tanto en la sobrevivencia y el desarrollo de los individuos hasta el estado adulto, como en su fecundidad (Scriber y Slansky, 1981; Awmack y Leather, 2002; Schoonhoven, *et al* 2005; Khan, *et al* 2006).

Posiblemente el limitado desarrollo de las larvas de primer instar al suministrarles hojas de romero se deba a la constitución química de sus volátiles cuyos componentes principales son 1,8 cineol (21,5%), alcanfor (18,0%) y alfa pineno (15,3%), compuestos que han sido reportados por su acción acaricida e insecticida (Zalucki *et al*, 2002; Romeu *et al*, 2007). Además las hojas se caracterizan por su espesor y la presencia de tricomas glandulares (Marin *et al*, 2006), sistemas que limitan el consumo por parte de larvas de primer instar (Scriber y Slansky, 1981). El efecto causado en la sobrevivencia por parte de mecanismos físicos de defensa se encuentra presente en otros tratamientos, como en hojas de uchuva (Betancourt *et al*, 2008) en donde la sobrevivencia fue menor al 20%.

Otros compuestos cuya acción insecticida ha sido previamente reportada como los glucosinolatos, aparentemente no tienen estos efectos nocivos sobre *C. decolora* (Acatitla, 2010 Gómez, 2010; Pérez, 2010). Los glucosinolatos se encuentran presentes en las crucíferas, tales como el brócoli y el repollo, en las cuales, bajo las condiciones experimentales empleadas en este trabajo, las larvas tuvieron el mejor desarrollo.

Coley y colaboradores (2006), determinaron que la calidad nutricional al igual que las características defensivas de las plantas inciden en la abundancia de los individuos y en el tiempo de desarrollo, aumentando la susceptibilidad a enemigos naturales. De acuerdo a esto, se puede establecer que los resultados encontrados en las variables de desarrollo, indican que las larvas de *C. decolora* alimentadas con plantas de cebolla, trébol, uchuva, ají y papa, puedan ser expuestas por un mayor tiempo a estrategias de manejo, como el uso de enemigos naturales e insecticidas.

Contrario a lo esperado, considerando que las larvas de especies polífagas de los lepidópteros presentan un alto consumo de alimento desde el primer instar, al evaluar el consumo y la asimilación de las larvas, se encontró una reducción en el peso luego de 24 horas con la mayoría de plantas. Esta pérdida de peso puede indicar que las larvas utilizadas en la determinación de la cantidad de alimento asimilado, consumieron bajas cantidades del alimento suministrado en cada tratamiento, posiblemente por encontrarse cerca de la fase de pre-pupa, momento en el desarrollo post embrionario que se caracteriza por el cese de la alimentación (Moreno y Serna, 2006; Carroll, *et al* 2006) y en el que las larvas excretan una gran cantidad de materia fecal.

A partir de los resultados encontrados, se puede observar que las larvas de *C. decolora*, no se desarrollan favorablemente sobre las hojas de uchuva, aunque si existe un alto consumo del recurso desde el primer instar hasta el estado de prepupa similar al presentado en otros tratamientos, como por ejemplo en las dos crucíferas evaluadas. Esto sugiere que las hojas si bien ofrecen una calidad nutricional que permite parcialmente el desarrollo, pueden requerir de un suplemento adicional, tal como el suministrado por los frutos de uchuva que son consumidos en condiciones naturales por las larvas de *C. decolora* (Benavides y Mora, 2005) para completar el ciclo de vida satisfactoriamente, configurando a esta especie como una plaga para este cultivo.

En las pruebas de olfatometría solo se encontró respuesta de las hembras frente al estímulo de plantas de papa. Es posible que el estímulo olfativo generado por alstroemeria y uchuva no sea suficiente para que las hembras tomen una decisión. El comportamiento de las hembras fecundadas de especies de lepidópteros, generalmente sigue una secuencia de patrones que envuelven la orientación, el aterrizaje y reconocimiento bajo diferentes condiciones y presiones de selección, en los cuales el estímulo olfativo puede no ser suficiente para generar la respuesta de búsqueda de recurso y oviposición sobre un hospedero (Visser, 1988; Bernays y Chapman, 1994; Renwick y Chew, 1994; Finch y Collier, 2000; Awmack y Leather 2002; Pöykkö y Hyvärinen 2003). Como es el caso de las hembras de *Busseola fusca* (Lepidoptera: Noctuidae), que se dirigen hacia sus hospederos por la combinación de estímulos visuales y químicos, que le permiten tener una fuerte preferencia al momento de la oviposición en plantas de maíz y sorgo, hospederos que reciben 3,8 veces más huevos que el pasto elefante, planta que se utiliza como hospedero alternativo (Calatayud *et al*, 2008).

En insectos polífagos también se debe considerar que el estado de desarrollo de la planta hospedera puede determinar la preferencia, tal es el caso de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), donde los hospederos principales emiten un conjunto de volátiles muy similares, pero tanto plantas hospederas como no hospederas son más atractivas para esta especie durante los periodos de floración (Rajapakse, 2006). Dados los resultados encontrados en este trabajo, es necesario realizar evaluaciones de olfatometría con más plantas hospederas teniendo en cuenta su estado de desarrollo.

Acatitla (2010) señala que las hembras de *C. decolora*, en ensayos realizados en campo con pantallas de color negro, rojo, verde y blanco, muestran preferencia de oviposición por el color negro, encontrándose sobre las pantallas de este color el 45,6% de los huevos recolectados. Este autor destaca que el comportamiento que presentan las hembras de *C. decolora* al momento de la oviposición, no se caracteriza por mostrar una marcada

preferencia, las hembras no discriminan entre plantas arvenses y objetos cercanos y las plantas hospederas como brócoli y repollo. Igualmente Moreno y Serna (2006), describen que en cultivos de alstroemeria las hembras de *C. decolora* colocan los huevos por lo general en el tercio superior de la planta, en las flores y en estructuras de madera que forman las camas de producción.

En el ensayo de olfatometría con larvas neonatas, a pesar de encontrarse un menor número de individuos en la zona de decisión dentro del tiempo de evaluación, se encontró una mayor preferencia por los tratamientos de alstroemeria, papa y uchuva con respecto al control. Este comportamiento de respuesta positiva a los volátiles emitidos por las plantas evaluadas puede estar sujeto a la necesidad del individuo por alimentarse. En trabajos similares realizados en México, se evaluó la respuesta de *C. decolora* mediante ensayos de olfatometría a los volátiles emitidos por plantas de col (*Brassica oleracea* var. Capitata), maíz, huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.) y epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) y como no hospedero plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (Gómez, 2010; Pérez, 2010). Los resultados de estos trabajos indican que los volátiles producidos por las plantas hospedero, afectan el comportamiento de búsqueda de las larvas neonatas de *C. decolora*, y que éstas tienen la capacidad de discernir entre hospederos mostrando algunas preferencias sin importar si existe daño en el material vegetal.

La diferencia entre el comportamiento presentado por las hembras adultas y por las larvas, puede estar sujeta, a que los adultos hembra durante la búsqueda de hospedero para la oviposición y gracias a la capacidad de dispersión más amplia, buscan asegurar que la planta hospedero garantice el mejor desarrollo de los estados inmaduros, mientras que la descendencia debe aceptar un rango más amplio de hospederos, dada su poca dispersión; esto busca asegurar la sobrevivencia y el mejor desarrollo, frente a la presión de la selección natural (Schoonhoven, *et al* 2005; Carroll, *et al* 2006). Esto es confirmado por Zalucki y colaboradores (2002) quienes afirman que las larvas de las familias Cossidae, Geometridae, Lymantriidae, Noctuidae, Psychidae, y

Pyralidae del orden Lepidoptera, presentan una fase de movimiento de pre-alimentación, que consiste en trasladarse a corta o larga distancia (usando hilos de seda a favor del viento) lo que favorece el desarrollo y amplía el rango de hospederos.

5. CONCLUSIONES

Los resultados encontrados para cada una de las variables de desarrollo de las larvas de *C. decolora*, así como para las variables relacionadas con el consumo y asimilación de alimentos, son un ejemplo de la adaptación de una especie polífaga a un amplio rango de hospederos en su estado larval.

La calidad nutricional de los tratamientos con plantas de cebolla, papa, trébol y ají inciden negativamente en los parámetros de desarrollo disminuyendo la población en estado adulto y aumentando el tiempo de desarrollo y por ende de exposición de los estados inmaduros a mecanismos de control tales como el control biológico y los plaguicidas.

Las plantas de papa, presentan la mayor posibilidad de ser usadas como plantas trampa, dado que además de ofrecer un baja calidad nutricional, las hembras adultas de *C. decolora* presentaron una preferencia del 90% frente al tratamiento control, a diferencia de los tratamiento con plantas de alstroemeria y uchuva. Es necesario evaluar la atracción que ejercen plantas de cebolla, papa, trébol y ají sobre los adultos porque si son altamente atractivas y además afectan el desarrollo serían unas excelentes plantas trampa.

Los resultados encontrados permiten plantear la posibilidad de integrar las plantas evaluadas, en especial las plantas de papa, dentro una estrategia de diversificación como plantas trampa, posible uso que debe ser confirmado por medio de ensayos de oviposición y posterior evaluación en condiciones de campo, que permitan configurar una estrategia de diversificación para sistema productivo de la uchuva.

6. BIBLIOGRAFÍA.

Acatitla C. 2010. *Copitarsia decolora* Guenée: Su preferencia por brócoli, col y coliflor, su caracterización molecular y de tres de sus himenópteros parasitoides. Tesis (Doctor en Ciencias, especialista en Entomología y Acarología).- Colegio de Postgraduados Montecillos México. 68.

Awmack C., Leather S. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 47: 817–844.

Angulo, A., Olivares, T. 2003. Taxonomic update of the species of *Copitarsia* Hampson 1906. (Lepidoptera: Noctuidae: Cuculliinae). *Gayana Zoologica* 67(1), 33-38.

APHIS-USDA.1997, Importation of Cape Gooseberry fruit from Colombia into United States, qualitative, Pathway- Initiated Pest Risk Assessment, 12.

Ávila A., Rincón D. 2006. Diseño de un olfatómetro de flujo de aire para medir respuestas olfativas de insectos de tamaño mediano y pequeño. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 7(1), 61-65.

Benavides, M.A., Mora, H. 2005. Los insectos plaga limitantes en el cultivo de la Uchuva. En: Fischer G., D. Miranda, W. Piedrahita, J. Romero (editores). *Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva Physalis peruviana L. en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos, Bogotá, Colombia.

Bernays E., Chapman R., 1994. Host plant selection by phytophagous insects, *Contemporary Topics in Entomology* 2, Chapman & Hall, New York. London, 312.

Betancourt M., Bonilla M., Espinosa M., Posso A., Vásquez H., Muñoz J., 2008. Caracterización morfológica de 24 accesiones de uchuva del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira *Acta Agronómica*, Vol. 57, 2: 101-108.

Calatayud P., Guénégo H., Ahuya P., Wanjoya A., Le Rü B., Silvain J., Frérot B. 2008. Flight and oviposition behaviour of the African stemborer, *Busseola fusca*, on various host plant species. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 129 : 348–355, 2008.

Carroll M., Schmelz E., Meagher R, Teal P. 2006. Attraction of *Spodoptera frugiperda* Larvae to Volatiles from Herbivore-Damaged Maize Seedlings *J Chem Ecol*, 32: 1911–1924.

Ceballos, R., Brito, A., Ortiz, L., Hormazabal, E. y Gerding, M 2006. Respuesta olfatométrica de *Copitarsia decolora* hacia extractos de espárragos (*Asparagus officinalis*). XXVIII Congreso Nacional de Entomología. 29-30 Nov. y 1º Diciembre de 2006. Universidad de La Frontera Temuco, Chile.

Coley P., Bateman M., Kursar. A. 2006. The effects of plant quality on caterpillar growth and defense against natural enemies. *OIKOS* 115: 219-228.

Fazil H., Shafiq M. 2011. Effects of different brassicaceous host plants on the fitness of *Pieris brassicae* (L.) Crop Protection 30, 854- 862.

Finch S., Collier R. 2000. Host-plant selection by insects a theory based on 'appropriate/inappropriate landings' by pest insects of cruciferous plants Entomologia Experimentalis et Applicata 96: 91–102.

Fischer, G., Almanza, P. 1993. La uchuva (*Physalis peruviana* L.) una alternativa promisoriosa para las zonas altas de Colombia. Agricultura Tropical 30(1), 79-87.

Fischer, G. 2000. Crecimiento y desarrollo de la uchuva. En: Florez, V. J., G. Fischer y A. Sora (eds). Producción, poscosecha y exportación de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogota. 9-26.

Gómez N. 2010. Estímulos químicos y físicos en el comportamiento de larvas de *Copitarsia decolora* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae), Tesis de maestría en Ciencias en Manejo agroecológico de plagas y enfermedades Instituto Politécnico Nacional - Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Morelos Mexico.

Jerez, C. 2006. Reconocimiento de la entomofauna mayor presente en el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en el departamento de Cundinamarca; Bogotá. 39.

Khan Z, Midega C., Hutter N., Wilkins R., Wadhams L. 2006. Assessment of the potential of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) varieties as trap plants for management of *Chilo partellus*. Entomologia Experimentalis et Applicata 119: 15–22.

Khan Z., Midega C., Wadhams L., Pickett J., Abdulai M. 2007. Evaluation of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) varieties for use as trap plants for the management of African stemborer (*Busseola fusca*) in a push–pull strategy, Entomologia Experimentalis et Applicata 124 : 201–211.

Koschier, E. R., Jan De Kogel W. Visser H. 2000. Assessing the Attractiveness of Volatile Plant Compounds to Western Flower Thrips *Frankliniella occidentalis*, Journal of Chemical Ecology, 26, (12), 2643-2655.

Legiscomex: Frutas exóticas en Colombia /Inteligencia de mercados. 2008 [consultado 20 de mayo 2011]. Disponible en: <http://www.legiscomex.com>.

Marin M., Koko V., Duletić-Laušević S., Marin P., Rančić D., Dajic-Stevanovic Z. 2006. Glandular trichomes on the leaves of *Rosmarinus officinalis*: Morphology, stereology and histochemistry. South African Journal of Botany, 72, 3, 378-382.

Moreno O., Serna F. 2006. Biología de *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae: Cuculliinae), en flores cultivadas del híbrido comercial de *Alstroemeria* spp. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín 59.

Pérez C. 2010. Respuesta de atracción y preferencia alimentaria de larvas de *Copitarsia decolora* (guenée) (lepidoptera: noctuide) hacia plantas hospederas. Tesis de maestría en Ciencias en Manejo agroecológico de plagas y enfermedades Instituto Politécnico Nacional - Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Morelos Mexico.

- Pogue M., Simmons R. 2008. A New Pest Species of *Copitarsia* (Lepidoptera: Noctuidae) from the Neotropical Region Feeding on Asparagus and Cut Flowers, *Ann. Entomol. Soc. Am.* 101(4): 74-762.
- Pöykkö H., Hyvärinen M. 2003. Host preference and performance of lichenivorous *Eilema* spp. larvae in relation to lichen secondary metabolites *Journal of Animal Ecology* 72, 383–390.
- Poveda, K., Gomez, M.I., Martínez, E. 2008. Diversification practices: their effect on pest regulation and production. *Revista Colombiana de Entomología*, 34, 131-144.
- Quimbayo, N., Serna. F., Olivares, T., Angulo A., 2010. Nóctuidos (Lepidoptera) en cultivos de flores colombianas. *Revista Colombiana de Entomología* 36 (1): 38-46.
- Rajapakse C., Walter G., Moore C., Hull C., Cribb B. 2006. Host recognition by a polyphagous lepidopteran (*Helicoverpa armigera*): primary host plants, hostproduced volatiles and neurosensory stimulation. *Physiological Entomology*, 31, 270–277.
- Renwick J., Chew F. 1994. Oviposition behavior in Lepidoptera *Annu. Rev. Entomol.* 39:377-400.
- Romeu C., Botta E., Díaz Y. 2007. Caracterización fotoquímica del aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y evaluación in vitro de su actividad acaricida.. fitosanidad. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Ciudad de La Habana, Cuba 11, 2. 75-78.
- Schoonhoven L., van Loon J., Dicke M. 2005. Insect- plant biology, Laboratory of Entomology Wageningen University, The Netherlands. Second edition, Oxford University Press, 421.
- Scriber J., Slansky F. 1981. The Nutritional Ecology of Immature Insects *Ann. Rev. Entomol.* 26:183-211.
- Shelton A. Badenes F. 2006. Concepts and Applications Of Trap Cropping In Pest Management. *Annu. Rev. Entomol.* 51:285–308.
- Steel R., Torrie J. 1980. Bioestadística principios y procedimientos, 622.
- Vet L., Lenteren J., Heymans M., Meelis E. 1983. An airflow olfactometer for measuring olfactory responses of hymenopterous parasitoids and other small insects. *Physiological Entomology*, 8: 97–106.
- Visser J. 1988. Host plant finding by insects: orientation, sensory input and search patterns. *J Insect Physiol.* 34 3 259-268 UK.
- Visser J. 1986. Host Odor Perception in Phytophagous Insects. *Annu. Rev. Entomol.* 31:121-44.
- Zalucki M., Clarke A., Malcolm S. 2002. Ecology and behavior of first instar larval lepidoptera. *Annu. Rev. Entomol.* 47:361–93.

Zapata, J., Saldarriaga, A., Londoño, M., Díaz, C. 2002. Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Regional 4, Centro de Investigación «La Selva». Rionegro, Antioquia, Colombia. Boletín Técnico. 42.