UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN ENTOMOLOGÍA

BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y PLANTAS HOSPEDERAS DE *Conotrachelus reticulatus* CHAMPION (1904) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).

Ingº Agr. Oona S. Delgado

Universidad Central de Venezuela

Maracay, Octubre 2013

TESIS DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE “DOCTORA EN CIENCIAS, MENCIÓN ENTOMOLOGÍA”

PROF. JOSÉ A. CLAVIJO A.
TUTOR

COMITE ASESOR:

PROFA. NEREIDA DELGADO P.

PROF. ARMANDO NOTZ

AGRADECIMIENTOS

A Costas Zachariades y Lorraine Strathie por su apoyo, confianza y respaldo todos estos años, al Plant Protection Research Institute – Agricultural Research Country por su apoyo y consideración.

A José Clavijo A., quien me dio la oportunidad de alcanzar objetivos y me animó a superarme cada día.

A las personas que me acompañaron en la larga cruzada siendo leales y buenos compañeros, sin ellos ésto no sería posible: Tania Malpica, Dumas Conde, Luis Sequera, Franklin Rojas, Robert Silva, Bernardo Soscún, GRACIAS!!!.

A mi mamá quien hizo otra tesis conmigo, dio ánimos y acompañó en cada reto que enfrente. Gracias! Loviu! A mi tia Miriam que me ha brindado soluciones y dado ánimos. A Ronald que me acompañó sin interés a sembrar y ha colaborado en momentos de necesidad. A Amanda por su interés y motivación.

A Yris Obregón por su ánimo, compañía y colaboración para llevar adelante este proyecto.

Al apoyo invaluable y buena disposición de Nereida Delgado durante los años de formación. Al Profesor L.J. Joly, quien siempre colaboró de una u otra forma con bibliografía, experiencia y ánimos. A Vilma Savini, por sus correcciones y enseñanzas de vida. A Rosana Figueroa por la desinteresada y gran ayuda que me ha brindado. A Oscar Lasso por sus correcciones y tiempo. A Armando Notz por sus sugerencias.

A Sr. Juan de Dios en Valera por su brindarnos su casa para buscar bichos.

Hay muchas personas a las que agradecer intentaré no dejarlos por fuera y si lo hago sepan que siempre les estaré agradecida de corazón, Gracias… por invertir su tiempo y experiencia en asesorias a Daniel Gandolfo (quien fuera la primera persona en instruirme en este tema), Alejandro Sosa, Fernando McKay y Juan Briano. A mi compañera de fines de semana Francia Torres. Por su motivación y apoyo logístico a Damarys Grance, Mónica Mejía, Alfonso Castro, Danys, Cate, Jaque, Karina, Milagros López, Franklin Morillo, Alecio Solorzano, Alejandro Grotto, Rodolfo Marcano y John Lattke.

A Dios por darme la fortaleza en todo sentido para llegar al día de hoy. A los favores de San Expedito que también nos protegió a todos los que trabajamos y resolvió lo imposible!.
Y por supuesto… por último pero no menos importante a mis fieles compañeras Marrona y Manchitas. Hay apoyos que se dan sin palabras.

RESUMEN

Por primera vez desde su descripción se estudió la morfología externa, biología, plantas hospederas y la fluctuación poblacional de *Conotrachelus reticulatus* (Coleoptera: Curculionidae) Champion (1904). Las evaluaciones de laboratorio se realizaron en Instituto de Zoología Agrícola, Universidad Central de Venezuela, Maracay- estado Aragua y las de campo en el estado Trujillo, Venezuela. Se determinó el dimorfismo sexual de adultos usando caracteres externos. Con base a ejemplares criados en el laboratorio se evaluó y caracterizó las fases de desarrollo de ésta especie. El ciclo de vida es de 405,64 ± 112,05 días, la fase adulta es la de mayor duración y variabilidad. *C. reticulatus* se alimenta de plantas *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson (Asteraceae: Eupatorieae). En laboratorio se obtuvo una generación por año, en campo hubo solapamiento de generaciones. La oviposición tuvo lugar en *C. odorata* y *Ageratum conyzoides*; y hubo consumo de *C. odorata, Fleishmannia pratensis y A. conyzoides*, pero la alimentación en estas dos últimas plantas pueden deberse a falsos positivos, pues en campo no hubo evidencia del consumo de otra especie diferente *C. odorata*. En las pruebas de elección se concluyo que el desarrollo larval ocurre solo en *C. odorata*.

Palabras claves: Asteraceae, control biológico, dimorfismo, elección, especificidad.

ABSTRACT

For the first time since the description of *Conotrachelus reticulatus* Champion (1904) (Coleoptera: Curculionidae) was studied its external morphology, biology, host plants and population fluctuation. Laboratory evaluations were performed at Instituto de Zoología Agrícola, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Aragua State and the field experiments at Trujillo State, Venezuela. Adult sexual dimorphism using external characters was determined. Based on laboratory-reared specimens was evaluated and characterized the development stages of this species. The life cycle is 405.64 ± 112.05 days, the adult stage is the most time and variability. *C. reticulatus* feeds on plants *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson (Asteraceae: Eupatorieae). In laboratory conditions there is one generation per year, but in field conditions there was overlapping generations. Oviposition took place in *C. odorata* and *Ageratum conyzoides*, and in lab experiments it feed on *C. odorata*, *Fleishmannia pratensis* and *A. conyzoides*, but those last two plants may be due to false positives, as there was no evidence in the field of the consumption of another species other than *C. odorata*. The choice tests concluded that larval development occurs only in *C. odorata*.

Key words: Asteraceae, biological control, dimorphism, choice, specificity.

INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
AGRADECIMIENTOS	*III*
RESUMEN	*IV*
ABSTRACT	*V*
INDICE DE CONTENIDO	*VI*
INDICE DE CUADROS	*X*
INDICE DE FIGURAS	*XI*
INTRODUCCIÓN GENERAL	*1*
REVISIÓN DE LITERATURA	*12*
OBJETIVOS	*16*
OBJETIVO GENERAL	*16*
OBJETIVOS ESPECIFICOS	*16*
CAPITULO I. MORFOLOGÍA EXTERNA DE LAS FASES DE DESARROLLO DE *Conotrachelus reticulatus* CHAMPION (1904)	*17*
INTRODUCCIÓN	*17*
MATERIALES Y MÉTODOS	*18*
Huevo	*18*
Larva	*18*
Pupa	*19*
Adulto	*20*
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	*22*
DESCRIPCIÓN DE LAS FASES INMADURAS	*22*
Huevo	*22*
Larva de I instar	*22*
Larva de último insta_	*23*
Pupa	*27*
DESCRIPCIÓN DE LA FASE ADULTA	*31*
Descripción general	*31*
Cabeza	*35*
Protórax	*37*
Mesotoráx y metatórax	*37*
Abdomen	*38*
Patas	*38*

Alas posteriores 39
Dimorfismo sexual 40
Hembra 41
Macho 41
Genitalia 45
Hembra 45
Macho 45
CONCLUSIONES 48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 50
CAPITULO II. ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA DE *Conotrachelus reticulatus* CHAMPION (1904) EN *Chromolaena odorata* (L.) R. M. KING & H. ROBINSON 52
INTRODUCCIÓN 52
MATERIALES Y MÉTODOS 55
COLECTAS EN CAMPO 55
PROCEDENCIA DE LOS EJEMPLARES DE *Conotrachelus reticulatus* USADOS EN LOS EXPERIMENTOS 55
CULTIVO DE *Chromolaena odorata* 55
ALIMENTACIÓN DE *C. reticulatus* CON PLANTAS DE *C. odorata* EN CONDICIONES DE LABORATORIO 58
ESTUDIO DE LA FASE DE HUEVO 59
ESTUDIO DE LA FASE LARVAL 59
ESTUDIO DE LA FASE DE PUPA 60
ESTUDIO DE LA FASE DE ADULTO 61
Tabla de vida adultos 62
FORMACIÓN DE AGALLAS 63
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 64
DESCRIPCIÓN, DURACIÓN Y COMPORTAMIENTO GENERAL PARA LAS DIFERENTES FASES DE *Conotrachelus reticulatus* 64
FASE DE HUEVO 64
FASE LARVAL 65
FASE DE PUPA 67
FASE DE ADULTO 68
Preoviposición, oviposición y postoviposición 68
Fertilidad y fecundidad 73
Proporción de sexos 74
Longevidad 75

Voltinismo 76
FORMACIÓN DE AGALLAS 77
DESARROLLO DE *Conotrachelus reticulatus* EN PLANTAS DE *Chromolaena odorata* 78
Generalidades de la alimentación 79
Daños en plantas de *C. odorata* 80
Tabla de vida de adultos 81
CONCLUSIONES 88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 91
CAPITULO III. EVALUACIÓN DE LA ESPECIFICIDAD DE *Conotrachelus reticulatus* CHAMPION (1904) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN PLANTAS DE LA FAMILIA ASTERACEAE 94
INTRODUCCIÓN 94
MATERIALES Y MÉTODOS 99
EVALUACIÓN DE ESPECIFICIDAD DE *C. reticulatus* EN CAMPO 99
EVALUACIÓN DE LA ESPECIFICIDAD de *C. reticulatus* CON ELECCIÓN MÚLTIPLE 101
Pruebas con elección pareada 102
Prueba de elección múltiple con bouquet 105
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 107
EVALUACIÓN DE ESPECIFICIDAD EN CAMPO 107
Presencia de posturas 107
Presencia de agallas 108
Daños por alimentación y presencia de adultos 109
EVALUACIÓN DE LA ESPECIFICIDAD CON ELECCIÓN MULTIPLE 111
Pruebas con elección pareada 112
Prueba de elección múltiple con bouquet 115
CONCLUSIONES 118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 120
CAPITULO IV. FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *Conotrachelus reticulatus* CHAMPION (1904) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN PLANTAS DE *Chromolaena odorata* (L.) R. M. KING & H. ROBINSON EN DOS LOCALIDADES DEL ESTADO TRUJILLO 122
INTRODUCCIÓN 122
MATERIALES Y MÉTODOS 125
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 131
FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE LOS ADULTOS, HUEVOS Y AGALLAS DE *Conotrachelus reticulatus* EN LA GUACA Y SANTA ELENA 131

Adultos_____ *131*
Huevos_____ *136*
Agallas_____ *137*
Alimentación y plantas con daños_____ *138*
INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA, HUMEDAD REÑATIVA Y PRECIPITACIÓN SOBRE *C.reticulatus* *141*
RELACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS PLANTAS DE *C. odorata* CON LA PRESENCIA DE ADULTOS, OVIPOSICIÓN Y ALIMENTACIÓN_____ *150*
HORAS NOCTURNAS Y PRESENCIA DE ADULTOS_____ *151*
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *C.reticulatus* EN SANTA ELENA_____ *151*
CONCLUSIONES _____ *157*
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____ *160*
CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES GENERALES_____ *162*
ANEXO A. Esquema de aspectos relevantes en el estudio de *C. reticulatus*_____ *167*
ANEXO B. Especies del género *Conotrachelus* con distribución, hábito alimenticios y fuente de alimentos conocidos_____ *168*
Otras especies del género Conotrachelus no consideradas plagas en Venezuela_____ *170*
ANEXO C. Entomofauna relacionada con *C. odorata* encontrada en el proceso de observación y cultivo_____ *172*
ANEXO D. Ubicación geográfica de La Guaca (1) y Santa Elena (2) en el estado Trujillo, Venezuela_____ *174*
ANEXO E. Análisis estadísticos con la prueba de medias de Kruskal -Wallis para la localidad de Santa Elena_____ *175*
Análisis estadísticos con la prueba de medias de Kruskal -Wallis para la localidad de La Guaca_____ *180*
ANEXO F. Pruebas T de Student para evaluación pareada_____ *186*

INDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1.	Localidades de colecta de *C. reticulatus* en el estado Trujillo	*21*
Cuadro 2.	Parámetros a calcular para los adultos de *Conotrachelus reticulatus* según tabla de vida propuesta por Rabinovich (1980)	*63*
Cuadro 3.	Número de huevos por hembra por semanas de *C. reticulatus* en laboratorio	*70*
Cuadro 4.	Porcentaje de plantas con lesiones realizadas por adultos de *Conotrachelus reticulatus* desde el año 2006 al 2009	*81*
Cuadro 5.	Tabla de vida de adultos de *C. reticulatus*	*82*
Cuadro 6.	Lista de especies pertenecientes a la familia Asteraceae evaluadas en pruebas con elección pareada	*104*
Cuadro 7.	Lista de especies de plantas de la familia Asteraceae y cantidad de plantas evaluadas en campo	*108*
Cuadro 8.	Número de plantas con posturas, agallas, daños y número de individuos de *C. reticulatus* evaluadas en campo	*110*
Cuadro 9.	Resultados de las pruebas de elección pareada de *C. reticulatus*	*113*
Cuadro 10.	Resultados de las evaluaciones de *C. reticulatus* en plantas de *C. odorata* en las localidades La Guaca y Santa Elena, Edo. Trujillo (2006-2007)	*133*
Cuadro 11.	Prueba de correlación de Spearman para Santa Elena	*146*
Cuadro 12.	Prueba de correlación de Spearman para La Guaca	*149*
Cuadro 13.	Prueba de correlación de Spearman referente al tamaño (largo x ancho en m^2) de *C. odorata* con la preferencia de oviposición, alimentación y presencia de adultos en ambas localidades	*150*
Cuadro 14.	Medias $\bar{x}$, varianzas S^2 y $\chi 2$ de las colectas de adultos de *C. reticulatus* junto al índice de dispersión de Southwood (1966) y la distribución de Poisson para determinar la distribución espacial en Santa Elena, Edo. Trujillo	*156*

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Huevo de *C. reticulatus* 24
Figura 2. Larva de instar I saliendo del huevo de *C. reticulatus* y restos de tricomas 24
Figura 3. Mapa setal de la cápsula cefálica de larva de último instar 25
Figura 4. Mandíbula de larva de último instar de *C. reticulatus* 26
Figura 5. Mapa setal de segmentos torácicos y abdominales de larva de último instar de *C. reticulatus* 26
Figura 6. Vista dorsal de la pupa 29
Figura 7. Vista ventral de la pupa 30
Figura 8. Adulto de *C. reticulatus* en vista dorsal y lateral 33
Figura 9. Vista lateral del protórax señalando borde anterior del esterno sinuoso y proyecciones semi-triangulares hacia abajo 34
Figura 10. Vista ventral del proesterno con detalle en las proyecciones semi-triangulares que protegen la cabeza 34
Figura 11. Vista posterior del ápice de los élitros 37
Figura 12. Mandíbulas de adulto de *C. reticulatus* 38
Figura 13. Vista ventral del rostrum con detalle de labio y maxila 38
Figura 14. Antena de *C. reticulatus* 39
Figura 15. Vista lateral cara externa de las patas anteriores, medias y posteriores 38
Figura 16. Venación del ala posterior 40
Figura 17. Vista ventral del abdomen de hembra 43
Figura 18. Espina metatibial de hembra 43
Figura 19. Vista ventral abdomen de macho 44
Figura 20. Espina metatibial de macho 44
Figura 21. Genitalia de hembra 46
Figura 22. Vista dorsal y lateral del *aedeago* 47
Figura 23. Espícula gastrale 47
Figura 24 Propagación de “Pesebrito o cruzeta” *Chromolaena odorata* (Asteraceae) 58
Figura 25 Jaula tipo 1 para cría de *C. reticulatus* en laboratorio 62
Figura 26 Postura de *C. reticulatus* en plantas de *C. odorata* 64
Figura 27. Agalla con orificios producidos por larvas de *C. reticulatus* 66

Figura 28. Promedio de huevos/hembras por semana_____ *72*

Figura 29. Adultos emergidos desde 2006 a 2009 en condiciones de laboratorio_____ *76*

Figura 30. *C. reticulatus* alimentándose de brote de *C. odorata*_____ *80*

Figura 31. Curva de supervivencia (lx) de adultos_____ *84*

Figura 32. Expectativa o esperanza de vida de adultos_____ *85*

Figura 33. Curvas de promedio de huevos por semana y longevidad de hembras_____ *87*

Figura 34. Jaula Tipo 2 para pruebas con elección pareada_____ *104*

Figura 35. Esquema de la prueba de elección pareada para determinar las preferencias de alimentación, oviposición y desarrollo larval de *C.reticulatus*_____ *105*

Figura 36. Prueba de elección múltiple con bouquet_____ *116*

Figura 37. Zona de muestreo La Guaca (Localidad 1), estado Trujillo_____ *126*

Figura 38. Zona de muestreo Santa Elena (Localidad 2) estado Trujillo_____ *127*

Figura 39. División de sectores, medición y marcaje al borde de la vía_____ *128*

Figura 40. Observación diurna de plantas y revisión nocturna de lona de batido_____ *130*

Figura 41. Fluctuación de adultos, huevos y agallas de *C. reticulatus* en Santa Elena_ *134*

Figura 42. Fluctuación de adultos, huevos y agallas de *C. reticulatus* en La Guaca____ *135*

Figura 43. Cantidad de plantas lesionadas en La Guaca y Santa Elena_____ *140*

Figura 44. Fluctuación de la temperatura (°C) con los valores de adultos, huevos, agallas y plantas dañadas encontrados en Santa Elena_____ *143*

Figura 45. Fluctuación de la humedad relativa (%) con los valores de adultos, huevos, agallas y plantas dañadas de *C. reticulatus* encontrados en Santa Elena___ *144*

Figura 46. Fluctuación de la precipitación (mm) con los valores de adultos, huevos, agallas y plantas dañadas encontrados en Santa Elena_____ *145*

Figura 47. Fluctuación de la temperatura (°C) y humedad relativa (%) con los valores de adultos, huevos, agallas y plantas dañadas de *C. reticulatus* encontrados en La Guaca_____ *148*

INTRODUCCIÓN GENERAL

La utilización de herbicidas a nivel mundial como solución a los problemas de malezas, representa uno de los mayores mercados e implica miles de millones de dólares de inversión para el control de plantas indeseables. Según FAO (2010), el consumo mundial de herbicidas registrado para el año 2007 fue de 194.158 Ton. Es por esto, que se han tomado en cuenta soluciones a largo plazo que puedan establecer una regulación natural, que no impliquen un gasto elevado y frecuente de dinero, a la vez que se mida por las ventajas hacia el hombre, biodiversidad y ambiente, de manera que puedan protegerlos de los efectos negativos que ocasionan las malezas y la aplicación de herbicidas. De esta manera se ha planteado y desarrollado una estrategia que ha sido implementada en varios países, en relación a plantas introducidas cuyo nivel de invasión o propagación es alto (Harley y Forno 1992). Estas estrategias están insertas bajo el marco del control biológico. En nuestro caso nos referimos al Control Biológico de Malezas (CBM), que incluye diversos aspectos de la planta a controlar o maleza, del ambiente en el que se ha establecido y por supuesto del agente a utilizar como controlador.

El principio del CBM se fundamenta en el uso de organismos vivos (agentes de control) para regular el impacto de una planta que ocasiona pérdidas económicas o causa algún perjuicio al hombre. Con el fin de disminuir la masa vegetal de estas malezas, se utilizan los enemigos naturales de la planta, o se

intenta debilitarlas hasta su muerte como ocurre en el caso de las enfermedades cuando se utilizan hongos, bacterias y virus (Debach 1974, Cock 2010). En cualquier caso, se busca la máxima especificidad del agente o especie de control. Por lo general, la utilización de insectos es más frecuente y es en la que se han realizado mayor número de investigaciones. Sin embargo, también pueden ser usados ácaros y nemátodos, dependiendo de la especificidad de estos (Medal et al. 2002).

El CBM difiere principalmente del control biológico de insectos, en que este último causa la muerte directa de los individuos, es decir la acción de los enemigos naturales disminuyen a los insectos plaga; en cambio en el CBM varios mecanismos pueden o no causar directamente la mortalidad de las plantas, sino que debilitan su desarrollo o crecimiento propiciando su muerte a corto plazo (Van Driesche y Bellows 1996). Lo común en ambos tipos de controles es que el fin es mantener la población plaga bajo el nivel económico de infestación o que no produzcan pérdidas económicas, ni ponga en juego la estabilidad del ecosistema (FAO 1982; Blossey 2007).

La regulación de malezas utilizando insectos en función de disminuir su vigor, abundancia y productividad, permitiendo su coexistencia con las plantas deseables (cultivos y ornamentales), ha involucrado en un 76% a los ordenes: Lepidoptera con las familias Pyralidae (8%), Tortricidae (4%), Noctuidae (3%);

Diptera con Tephritidae (7%) y Coleoptera representado por: Curculionidae (19%), Chrysomelidae (17%), Cerambycidae (4%) y Bruchidae (3%). Actualmente se reconoce la aplicación del control biológico en 135 especies de malezas, siendo las familias principales: Asteraceae, Cactaceae y Mimosaceae (Van Driesche et al. 2008). Sin embargo, los agentes de control de las malezas pueden ser insectos pertenecientes a cualquier orden y familia, por tanto no caen en grupos taxonómicos especializados como ocurre con los entomófagos (DeBach 1974).

Si bien el CBM involucra una alta inversión inicial por los estudios básicos que deben establecerse, tales como: ecología de la planta a controlar, búsqueda de enemigos naturales, bioecología del agente de control y conocimiento del rango de hospederos, también es una inversión a mediano y largo plazo, una vez realizados los controles y fases de cuarentena, limpieza de la cría y producción masiva. El CBM no es contaminante y suele ser exitoso al establecerse en el tiempo, mientras que otro tipo de controles como el mecánico, manual o químico, raramente es completamente efectivo (DeLoach et al. 1989; Luwum 2002; Cordo 2004; Van Driesche et al. 2008).

En cuanto a la historia del CBM, se dice que los primeros registros en los cuales utilizaron insectos, datan de 1863 en la India y 1865 en Sri Lanka, donde se introdujeron cochinillas *Dactylopius ceylonicus* (Green) con el fin de controlar el cactus *Opuntia vulgari* Mill. La primera publicación de importación deliberada

para el control de una maleza, se realizó en Hawai en 1902 para *Lantana camara* L. El caso más famoso de control biológico de malezas es el control de los cactus *Opuntia* spp. en Australia, con la introducción del lepidóptero *Cactoblastis cactorum*. Desde entonces, se fomenta el uso de este método de control en varios países como Australia, Estados Unidos, Francia, África, Canadá, Argentina, entre otros y se afina cada vez más la metodología en cuanto a la seguridad y búsqueda de los insectos controladores (DeLoach et al. 1989; Medal et al. 2002).

En Latinoamérica, se han obtenido resultados positivos aplicando el CBM. Chile es el país pionero en la práctica de esta técnica debido al éxito obtenido al controlar dos malezas: *Hypericum perforatum* L. con la introducción de *Chrysolina quadrigemina* y *C. Hyperici*; y la especie *Rubus constrictus* Lef. Et M. controlada con el hongo *Phragmidium violace* (DeLoach et al. 1989; Medal et al. 2002; Norambuena 2003). En Argentina, se realizó la liberación del picudo *Rhinocylus conicus* Froel. (Coleoptera: Curculionidae), como estrategia exitosa para el control de las especies de cardo europeas *Carduus* spp. y especialmente *C. thoermeri* Weinm (DeLoach et al. 1989). Y recientemente en Estados Unidos la exitosa liberacion de *Gratiana boliviana* (Coleoptera: Chrysomelidae) para el control de *Solanum viarum* (Medal et al. 2002).

El control biológico en Venezuela se ha desarrollado principalmente para disminuir la problemática de insectos plaga de cultivos de importancia económica

como el maíz, caña de azúcar y frutales, lo cual se ha mantenido en el tiempo. Casos de control biológico bandera por la eficiencia de los programas de este tipo en el país son los dirigidos a los lepidópteros *Diatraea* spp. y *Spodoptera frugiperda* (Hernández et al. 1988; UCV 2003; Weir et al. 2007). Sin embargo, no se conoce hasta la fecha algún programa de control biológico de malezas o intento para aminorar el impacto de alguna mala hierba que afecten cultivos o espacios recreativos en Venezuela, en el cual se hayan utilizando insectos.

Fuera de nuestro continente es usual observar la aplicación del CBM con resultados exitosos, donde la problemática de malezas genera un costo económico considerablemente alto, impulsando la investigación de los enemigos naturales y la ecología de la maleza, para procurar disminuir los niveles poblacionales de esta última. En Asia y África se observa con frecuencia la planta *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson (Asteraceae), la cual es mejor conocida como una planta invasora, incluida en la lista de las 100 peores especies invasoras del mundo (McFayden 1988; Global invasive species database 2010). Originalmente, el género *Eupatorium* contenía más de 1200 especies, pero en 1970, King y Robinson reubicaron varias especies en otros géneros. Como resultado de estas divisiones la planta anteriormente conocida como *Eupatorium odorata*, adquirió el sinónimo de *Chromolaena odorata*. El género *Chromolaena* contiene alrededor de 129 especies todas de Suramérica, Centroamérica y de las Antillas inglesas. Otras especies conocidas del género que están distribuidas ampliamente y son reconocidas como malezas de menor importancia económica, estas son: *C. ivaefolia* y *C. laevigata*.

Sin embargo, sólo *C. odorata* ha sido introducida más allá del hemisferio occidental, transformándose en una planta que representa un gran problema para Asia y África debido a la alta densidad que presenta en espacios abiertos, fácil propagación en esas condiciones climáticas, presencia en cultivos, capacidad de retención de agua de precipitación, obstaculización de la vista en zonas turísticas y propiedad para avivar el fuego en época de verano.

Toda esta problemática está respaldada por la falta de enemigos naturales, ya que la carencia de estos, junto con la adaptabilidad de la planta a condiciones ambientales en otros continentes, permite la amplia dispersión. Como estrategia para disminuir la infestación de *Chromolaena odorata*, se han implementado programas de CB donde se han importado, criado y liberado agentes de control, logrando reducir la densidad de la planta. Este tipo de experiencias también se han desarrollado en Indonesia, Ghana, Congo, Nueva Guinea, Filipinas, donde fue necesario estudiar la biología y las plantas hospederas de los agentes de control, para así tener seguridad sobre las preferencias alimenticias del insecto (Aterrado y Bachiller 2002; Bani 2002; Desmier de Chenon et al. 2002; Orapa et al. 2002; Timbilla y Braimah 2002). En Sudáfrica, se han hecho pruebas con posibles agentes de control de esta maleza, desarrollando estudios de biología, plantas hospederas y efectividad a tres insectos provenientes de Sudamérica (Zachariades et al. 2002).

De acuerdo con Strathie y Zachariades (2002) en la búsqueda de agentes de control de *C. odorata*, se exploró el área de distribución natural o nativa de la planta. Larvas y adultos fueron capturados en Venezuela en 1996, 1998 y 1999 con este fin y fueron identificados por Charles O´Brien en el 2000 como *Conotrachelus reticulatus* Champion (1904) ((Curculionidae: Cryptorhynchinae: Ithyporini) siguiendo a O´Brien y Wibmer (1982).

Conotrachelus reticulatus Champion 1904 es un insecto taladrador del tallo, formador de agallas y consumidor de los brotes tiernos. Este comportamiento es favorable para disminuir el crecimiento de *C. odorata*, lo cual lo hace posible candidato como agente de control biológico exitoso para regular su densidad poblacional (Strathie y Zachariades 2002).

La biología de *C. reticulatus* parece ser ideal para desacelerar el crecimiento y desarrollo de la maleza *C. odorata*. Las características favorables que tiene este insecto para el control de la maleza, radica en que principalmente deposita los huevos en el envés de la hoja de *C. odorata* cubriéndolos con tricomas, ubicándolos cercanos a un orificio que realizan con el aparato bucal cerca del pecíolo de la hoja, promoviendo su posterior caída. Las larvas taladran el tallo y forman agallas en las yemas, además de atrofiar el crecimiento del tallo. Los adultos se alimentan de los brotes apicales y axilares, evitando su crecimiento (Strathie y Zachariades 2002). Todo este comportamiento afecta el vigor de la planta, ya que la larva al

alimentarse del tallo destruye la conducción de nutrientes y fluidos a través de la planta. Al alimentarse de los brotes, se destruyen las hojas nuevas y los órganos reproductivos, lo cual disminuye la capacidad que tiene la planta de propagarse sexualmente y también la capacidad de reemplazar el tejido dañado. Y finalmente, las agallas pasan a ser un sumidero de energía donde se reduce la fotosintasa, lo cual puede llevar a reducir la producción de flores, a la vez que producen hipertrofia en los tejidos de la planta (Van Driesche et al. 2008). Se piensa que pueda adaptarse a las condiciones climáticas de Sudáfrica, ya que en Venezuela está presente en zonas con condiciones similares de temperatura y humedad relativa justificando por tanto la realización de estudios biológicos de esta especie (Strathie y Zachariades 2002).

Así mismo, se han realizado investigaciones muy preliminares, no publicadas, en cuanto a la biología y las condiciones reproductivas de *C. reticulatus* (Comunicación Personal C. Zachariades 2005), cuyos resultados señalan la alta posibilidad como agente de control biológico, debido a que puede permanecer por varios años en las áreas con presencia de la maleza y especialmente en regiones propensas a incendios ya que, la fase de pupa ocurre en el suelo y por tanto hay menos probabilidad de que los individuos sean eliminados por el fuego (Strathie y Zachariades 2002).

Con respecto a *Chromolaena odorata*, conocida en el país como “Cruceta” y “Pesebrito”, está presente desde el Sur de la Florida hasta el Norte de Argentina. En

Centroamérica y Suramérica, es común en bosques secundarios y áreas por debajo de los 1000 msnm y con precipitaciones alrededor de 1500 mm anuales (McFayden 1988). En Venezuela, es común en lugares sombreados de la faja superior de la tierra caliente y en la faja inferior de la tierra templada (Schnee 1973; McFayden 1988; Noguera y Ruiz 2003). En nuestro país y en el resto de continente americano, no hay registros que indiquen que esta planta cause pérdidas económicas en cultivos, solamente se reseña como una maleza ruderal (Schnee 1973; McFayden 1988).

La cruceta puede llegar a tener 20 o más tallos de diferentes tamaños. El área de sombra llega hasta 3,5 m^2 (McFayden 1988). Y tiene como característica principal su inflorescencia blanca o lila pálido que se desarrolla presentando numerosos capítulos cilíndricos, los cuales pueden tener entre 1 a 1,5 cm de largo, con catorce a quince flores que producen muchas semillas; las que a través del viento son fácilmente dispersada y con unos pequeños ganchos que tienen pueden engancharse a ropa, cabello, material vegetal, etc. (Schnee 1973). Las semillas no presentan dormancia y la germinación comienza en tanto se den las condiciones hídricas óptimas (McFayden 1988).

Según Muniappan (2002), la introducción de esta especie en Asia ocurrió en el año 1800, como planta ornamental en el Jardín Botánico de Calcuta, India y luego fue accidentalmente introducida en Nigeria (1937), para luego distribuirse en el norte de India, Nepal, Sur de China y Sur de África. La introducción en ese

último país tiene dos posibles explicaciones, una que fue traída en 1966 como planta ornamental desde las Antillas Inglesas, mientras que otra hipótesis sugiere que durante la segunda guerra mundial llegó a través de naves y mercancías (Zachariades y Goodall 2002).

La diferencia en los patrones de distribución de *C. odorata* en el continente americano, y los continentes asiático y africano, se presume se debe a la competencia en su área de distribución natural con otras especies de *Chromolaena* y especies antes ubicadas dentro del género *Eupatorium;* así como se le atribuye también al ataque de insectos y enfermedades encontradas en América que no están presentes en Asia y África y que pueden representar su control (McFayden 1988).

Por su volumen, fácil propagación y adaptabilidad a condiciones de tierras cálidas, en países como Sudáfrica, *C. odorata,* ha tenido un impacto negativo debido a que ha afectado principalmente la biodiversidad al desplazar especies ya que, las hojas, semillas, tallos y los exudados de las raíces contienen inhibidores de crecimiento, que son altamente alelopáticos, los cuales impiden el crecimiento de otras plantas nativas y de cultivos. Mientras que la parte aérea libera inhibidores volátiles de crecimiento, los residuos dejados en el suelo ofrece por más de 6 meses, sustancias tóxicas para otras especies de plantas (Ambika y Poornima 2004).

También ha ocasionado disminución de la calidad de vida del hombre al impedir eficiente uso del agua, debido a la interceptación en un dos por ciento del agua de lluvia, lo que equivale a 68 millones m^3 de agua que pueden ser aprovechados por los pobladores y por otras especies de plantas nativas (Zachariades y Goodall 2002). Así mismo, compite con cultivos, como ocurre en Malasia y Nueva Guinea donde afecta al caucho, palma aceitera, coco y tabaco. Así mismo ha invadido las zonas de ecotono de los bosques, pastizales y áreas de uso forestal, así como a zonas rurales en Indonesia, Ghana y Congo (Azmi 2002; Bani 2002; Braimah y Timbilla 2002; Orapa et al. 2002; Wilson y Widayanto 2002).

Los planteamientos expuestos permiten destacar la importancia de investigar por primera vez aspectos de morfología, biología y ecología del gorgojo *C. reticulatus*. En este trabajo describiremos y analizaremos factores fundamentales que intervienen en el desarrollo de esta especie sobre *C. odorata,* especie invasora en otros continentes.

REVISIÓN DE LITERATURA

- Ambika, S. y Poornima, S. 2004. Allelochemicals from *Chromolaena odorata* (L.) King and Robinson for increasing crop productivity. En: *Proceedings of the 6th International Workshop on biological control and management of Chromolaena held*. Cairos. Australia. Mayo 2003. p 19 – 24.

- Aterrado, E. y Bachiller, N. 2002. Biological control of *Chromolaena odorata*: preliminary studies on the use of the gall-forming fly *Cecidochares connexa* in the Philippines. En: *Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of Chromolaena odorata*. ARC - PPRI. Octubre 2000. Durban. Sudáfrica. p 137-139.

- Azmi, M. 2002. Status and biological control of *Chromolaena odorata* in Malaysia. En: *Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of Chromolaena odorata*. ARC – PPRI. Octubre 2000. Durban. Sudáfrica p 27-28.

- Bani, G. 2002. Status and management of *Chromolaena odorata* in Congo. En: *Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of Chromolaena odorata* ARC - PPRI. Octubre 2000. Durban. Sudáfrica. p 71 – 73.

- Blossey, B. 2007. Biological control of weeds using arthopods. En: Non-chemical weed management: principles, concepts and technology. Upadhyaya, M. K. y Blackshaw, R. (Eds.).CABI.UK. 79 p.

- Champion, G. 1904. Insecta. Coleoptera. Rhynchophora. Curculionidae. Curculioninae (Part.) Volume IV , Part 4. [London : published for the editors by R.H. Porter]: 1902-1906. 389 p.

- Cock, M. (17 de octubre de 2010). Control biológico de malezas. FAO. [On line]. http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s0d.htm.

- Cordo, H. 2004. El Control Biológico de Malezas, una alternativa factible para la lucha contra las plantas invasoras exóticas en Áreas Protegidas de la Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent.63(1-2):1-9.

- Debach, P. 1974. Biological control by natural enemies. EE. UU. Cambridge University. 323 p.

- DeLoach, C.; Cordo, H. y Crouzel, I. 1989. Control Biológico de Malezas. Argentina. Editorial El Ateneo. 266 p.

- Desmier de Chenon, R., Sipayung, A. y Sudharto, P. 2002. A decade of biological control against *Chromolaena odorata* at the Indonesian Oil Palm Research Institute in Marihat. En: *Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of Chromolaena odorata*. ARC - PPRI. Octubre 2000. Durban. Sudáfrica. p 46 – 51.

- Flanagan, G. y Ostermeyer, N. 2000. Biological control of *Mimosa pigra*. Agnote. Nº 77. p 1 – 6.

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1982. Improving weed management: proceedings of the FAO/IWSS expert Consultation. 185 p.

- Global invasive species database. (19 de junio de 2010). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. [On line]. http://www.issg.org/database/ .

- Harley, K. y Forno, I. 1992. Biological control of weeds a handbook for practicioners and students. CSIRO. Inkata Press. Brisbane, Australia. 74 p.

- Hernández, D.; Ferrer, F. y Linares, B. 1988. Introducción de *Telenomus remus* NIXON (HYM.: SCELIONIDAE) para controlar *Spodoptera frugiperda* (LEP.: NOCTUIDAE) *en* Yaritagua Venezuela. Agronomía Tropical. 39: (4-6)199-205.

- Luwum, P. 2002 Control of Invasive *Chromolaena odorata*. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede, The Netherlands. 37 p.

- McFadyen, R. 1988. (10 de agosto de 2005). History and distribution of *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson. En: *First International Workshop. Biological Control of Chromolaena*

odorata. Bankok, Tailandia. Marzo. [On line]. http://www.ehs.cdu.edu.au/chromolaena/1/1hist.html .

- Medal, J., Norambuena, H. y Gandolfo, D. 2002. Memorias del I Curso Latinoamericano de Control Biológico de Malezas. University of Florida. Nicaragua. 158 p.

- Muniappan, R. 2002. History of *Chromolaena odorata* biological control programmes. En: *Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of Chromolaena odorata*. ARC - PPRI. Octubre 2000. Durban. Sudáfrica. 12 p.

- Noguera, E. y Ruiz, T. 2003. (12 de octubre de 2005). Cactaceae de la zona xerófila del Estado Mérida. Venezuela. Resumen del XV Congreso Venezolano de Botánica. [On line]. http://www.forest.ula.ve/~herbamer/Resumenes.htm .

- O´Brien, C. y Wibmer, G. 1982. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of North America, Central America, and the West Indies (Coleoptera: Curculionoidea). Memoirs of the American Entomological Institute. 34: 1-382.

- Orapa, W., Bofeng, I. y Donnelly, G. 2002. Management of *Chromolaena odorata* in Papua New Guinea: status of a biological control programme. En *Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of Chromolaena odorata*. ARC - PPRI. Octubre 2000. Durban. Sudáfrica. p 40 – 45.

- Pedrosa-Macedo, J., Olckers, T., Vitorino, M., y Caxambu, M. 2003. Phytophagous arthropods associated with *Solanum mauritianum* Scopoli (Solanaceae) in the first Plateau of Paraná, Brazil: a cooperative project on biological control of weeds between Brazil and South Africa. Neotropical Entomology. 32 (3): 519 – 522.

- Norambuena, H. 2003. Control biológico de malezas en Chile: experiencias para la implementación rápida de proyectos. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 69 p.96-98, 2003.

- Schnee, L. 1973. Plantas comunes de Venezuela. 2ª Ed. Caracas, Venezuela. Universidad Central de Venezuela. 806 p.

- Strathie, L. y Zachariades, C. 2002. Biological control of *Chromolaena odorata* in South Africa: developments in research and

implementation. En: *Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of Chromolaena odorata*. ARC - PPRI. Octubre 2000. Durban. Sudáfrica. p 74 – 79.

- Timbilla, J. y Braimah, H. 2002. Successful biological control of Siam leed, *Chromolaena odorata*, in Ghana: lessons and future plans. En: *Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of Chromolaena odorata*. ARC - PPRI. Octubre 2000. Durban. Sudáfrica. p 66 - 70.

- Universidad Central de Venezuela. 2003. Entomofauna Agrícola Venezolana. Facultad de Agronomía. Departamento de Zoología Agrícola. Fundación Polar. 93 p.

- Van Driesche, R. y Bellows, T. 1996. Biological control. Chapman & Hall. EE.UU. 539 p.

- Van Driesche, R., Hoddle M. y Center, T. 2008. Control of pests and weeds by natural enemies. An introdution to biological control. Blackwell Publishing. 473 p.

- Weir, E., Contreras, W. y Gil, K. 2007. Biological control of *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) in sugarcane crops in Central Venezuela. Rev. Biol. Trop. 55 (2): 655-658.

- Wilson, C. y Widayanto, B. 2002. The biological control programme against *Chromolaena odorata* in eastern Indonesia. *En*: *Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of Chromolaena odorata*. Durban. Sudáfrica. Octubre 2000. ARC - PPRI. p 53 – 57.

- Zachariades, C. y Goodall, J. 2002. Distribution, impact and management of *Chromolaena odorata* in Southern Africa. En *Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of Chromolaena odorata*. Durban. Sudáfrica. Octubre 2000. ARC - PPRI. p 34 – 39.

- Zachariades, C., Strathie, L. y Kluge, R. 2002. Biology, host specificity and effectiveness of insects for the biocontrol of *Chromolaena odorata* in South Africa. En *Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of Chromolaena odorata*. Durban. Sudáfrica. Octubre 2000. ARC - PPRI. p 160.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Describir aspectos de la biología, ecología y plantas hospederas de *Conotrachelus reticulatus* Champion (1904) (Coleoptera: Curculionidae).

Objetivos Específicos:

1. Realizar la descripción de la morfología externa de las fases de huevo, larva de último instar, pupa y adulto.
2. Determinar las diferencias morfológicas de ambos sexos en adultos.
3. Describir el ciclo de vida, longevidad del adulto, número de generaciones por año.
4. Determinar las preferencias para la oviposición y el desarrollo larval, en plantas pertenecientes a diferentes tribus de la familia Asteraceae, aplicando pruebas de elección "pareada".
5. Determinar las preferencias de alimentación de adultos en plantas pertenecientes a diferentes tribus de la familia Asteraceae, aplicando pruebas de elección múltiple "pareada".
6. Estudiar la fluctuación poblacional de adultos en plantas de *Chromolaena odorata* a lo largo de un año en dos localidades del Estado Trujillo, Venezuela.

CAPITULO I

MORFOLOGÍA EXTERNA DE LAS FASES DE DESARROLLO DE *Conotrachelus reticulatus* CHAMPION (1904).

INTRODUCCIÓN

Conotrachelus reticulatus (Coleoptera: Curculionidae) fue descrito por Champion (1904), con registros de San Andrés Tuxtla, Veracruz, México y Cahabon, Guatemala. Años más tarde según O´Brien y Wibmer (1982) es registrado para Honduras y Panamá.

Considerando que el género *Conotrachelus*, comprende alrededor de 1100 especies (O´Brien y Wibmer 1982), la biología, morfología y los aspectos ecológicos no han sido investigados para muchas especies, sino tan sólo para aquellas reconocidas como plagas de cultivos, o que han sido utilizadas como agentes de CBM. Por tanto, la información derivada de éste trabajo servirá entre otros fines para tener una descripción mas extensa de las fases del gorgojo así como para realizar comparaciones morfológicas con otras especies del género que ya han sido estudiadas, tales como: *Conotrachelus* sp., *C. psiidi* Marshall, *C. albocinereus* Fiedler, *C. nenuphar* (Herbst), *C. perseae* Barber y *C. neomexicanus* Fall 1913, entre otras (Bodenham et al. 1976, Coria-Avalos 1999; Cruttwell 2000; Rodríguez y Casares 2003; Bailez et al. 2003; Horton y Ellis 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se describen diferentes fases del ciclo de vida de *Conotrachelus reticulatus*. La cría y evaluación del material se realizó en Instituto de Zoología Agrícola en el Laboratorio de Especies Invasoras y Control Biológico del Museo del Instituto de Zoología Agrícola, en la Facultad de Agronomía - Universidad Central de Venezuela (10°16.397´ N, 67°36.633´ O, 462 msnm). En la misma dependencia se hizo la siembra y cultivo de plantas de *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson (Asteraceae). A continuación se expone la metodología utilizada para cada fase de desarrollo.

Huevos

Para la descripción de los huevos se tomaron 60 ovipuestos en hojas de *C. odorata*, provenientes de la cría establecida en el Laboratorio de Especies Invasoras y Control Biológico del Museo del Instituto de Zoología Agrícola "Francisco Fernández Yépez" (MIZA) y de los que fueron colectados en viajes de campo al estado Trujillo, en las zonas: La Virgen de la Paz – San Lázaro (09°19.33´N,70°26.32´O; 1142 msnm), Fundación del Niño (09°21.827´N, 70°26.800´O, 911 msnm) y Turagual arriba (09° 23.589´N; 70°34.680´O, 374 msnm).

Para la observación de dichos huevos se retiró previamente la capa de tricomas que la hembra usa para protegerlos. Los materiales utilizados para tal fin

fueron: agujas de disección, cápsulas de petri y una lupa esteroscópica marca Wild M-7.

Larva

Luego de los diez primeros días luego de la oviposición se tomaron cinco larvas para la observación del instar I. Se esperó tal cantidad de días para asegurar que la larva ya se encontrara formada y estuviera viva dentro del tallo.

Para el estudio del instar más avanzado, se tomaron cinco larvas provenientes de cinco diferentes tallos de *C. odorata,* disectándolos luego de cuatro meses, esto con el fin de tener seguridad de obtener larvas del último instar. Esta metodología debió ser aplicada debido a la baja sobrevivencia de las plantas de *C. odorata* ovipuestas en laboratorio, lo cual trajo como consecuencia la importante pérdida de material para examinar y poder determinar los diferentes instares. La quetotaxia de las larvas se hizo siguiendo los lineamientos de Anderson (1947). Las larvas fueron preservadas en tubos de ensayo con alcohol etílico al 98% y depositadas en la colección de inmaduros en el Laboratorio de Especies Invasoras y Control Biológico del MIZA, en la Facultad de Agronomía – UCV.

Pupa

Se examinaron cinco ejemplares. Luego de esperar un periodo de seis días después de comenzada dicha fase, esto fue para garantizar que el insecto tuviera por completo los caracteres típicos de esta fase. Las larvas en prepupa fueron tomadas de la tierra en macetas sembradas con *C. odorata,* que previamente

fueron ovipuestas, ya que éstas abren un orificio el tallo y caen al sustrato. Por tanto, las larvas fueron reubicadas en recipientes de plástico de 12 cm largo x 4 cm ancho, con una tapa plástica y abertura rectangular cubierta con malla anti-áfidos, conteniendo tierra cernida con un bajo componente de materia vegetal. La nomenclatura citada para quetotaxia fue la utilizada por Delgado (2008). La preservación se realizó en tubos de ensayo con alcohol etílico al 98% y depositadas en la colección de inmaduros en el Laboratorio de Especies Invasoras y Control Biológico del MIZA, en la Facultad de Agronomía – UCV.

Adulto

Para realizar los estudios morfológicos de la fase de adulto se tomaron individuos capturados en campo en el Estado Trujillo (Cuadro 1) y que murieron posteriormente con el tiempo de forma natural en laboratorio. En campo los insectos fueron capturados al caer en una trampa de batido, constituida por una lona blanca que abarca una superficie de 1 m^2 y un par de barras de madera para sostenerla y que se pone debajo de la planta; una vez identificados los gorgojos en la lona fueron ubicados en recipientes circulares de 5 cm de diámetro y tapa plástica con brotes de *C. odorata* hasta su traslado al laboratorio.

Los ejemplares muertos fueron puestos en una solución de KOH en baño María para desarticular los apéndices y escleritos. Cada individuo y sus partes, fueron preservados en tubos de ensayo con alcohol etílico al 98%. Las descripciones fueron posibles con el uso de una lupa estereoscópica marca Wild M-

7, en el MIZA. Se realizó el estudio del ala membranosa utilizando la nomenclatura de Kukalova-Peck y Lawrence (1993).

Cuadro 1. Localidades de colecta de *C. reticulatus* en el estado Trujillo.

Localidad	**Coordenadas**	**Altitud (msnm)**
Curva Colorada	09°21'0.34"N 70°26'35.68"O	1089
Virgen de la Paz– San Lázaro	09°19.33´N 70°26.32´O	1142
El Prado	09°25.329´N 70°26.800´O	570
Fundación del Niño	09°21.827´N 70°26.800´O	911
Autopista vía Valera	09°24.480´N 70°33.740´O	400
Vía Santa Elena	09°28.922´N 70°25.787´O	676
Vía Santa Elena	09°28.674´N 70°26.260´O	590
Pampanito	09°24.244´N 70°31.155´O	323
Turagual arriba	09° 23.589´N 70°34.680´W	374

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DESCRIPCIÓN DE LAS FASES INMADURAS

Huevos

Huevo de color blanco, forma ovalada, tamaño promedio 0,57 ± 0,6 mm de largo y 0,31 ± 0,4 mm de ancho. Superficie con puntuaciones pequeñas y poco profundas. En los polos no presenta orificio ni coloración. Corión poco quitinizado (Figura 1).

Larva de instar I

Cabeza hipognata, desarrollada y esclerotizada; de color castaño oscuro (Figura 2). Sutura epicraneal en forma de "Y" invertida. Sutura epicraneal (SE) elongada, endocarina (Enc) ligeramente marcada, sutura frontal (SF) alargada y curvada hasta llegar a los estemmatos (St). Sutura frontoclipeal (Sfc) visible y ligeramente curvada. Clípeo (Cl) rectangular y transverso. Por su tamaño, Labro (Lm) difícilmente visible en este instar. Antena (An) difícilmente visible. Un par de estemmatos (St) situados lateralmente a las antenas. Mandíbulas (M) bipalmeadas. Maxila (Mx) dificilmente visible. Tórax y abdomen pubescente, blando, de color amarillo pálido. Ápodas. Longitud 0,425 mm.

Larva de último instar

Cabeza hipognata, desarrollada y esclerotizada de color castaño oscuro. Sutura epicraneal en forma de "Y" invertida. Sutura epicraneal (SE) elongada y completa hasta la parte de atrás de la cápsula cefálica. Endocarina (Enc) bien marcada e igualmente que en la larva de primer instar, la sutura frontal (SF) alcanza los estemmatos (Figura 3). Sutura frontoclipeal (Sfc) claramente apreciable, oscurecida, ligeramente curvada. Clípeo (Cl) subrectangular, con bordes redondeados. Labro (Lm) semitriangular con margen anterior redondeado, que cubre parcialmente la porción anterior de ambas mandíbulas. Antena (An) de tres segmentos. Estemmatos (St) ubicados a cada lado de las antenas. Con un ocelo (Oc) a cada lado. Mandíbulas (M) bipalmeadas (Figura 4). Maxila (Mx) con palpos maxilares (PMx) de dos segmentos; mala (Ma) con 5 sensilas. Palpos labiales (Plb) de dos segmentos. Se pueden observar las siguientes setas: Seta lateral epicraneal 1 (Sle1), la más cercana al ocelo dorsalmente. Seta dorsal epicraneal 1 (Sde1), cercana a la sutura frontal, seta más larga. Seta dorsal epicraneal 2 (Sde2), seta dorsal y más corta que Sde1. Seta posterior epicraneal 1 (Spe1), seta dorsal o superior. Seta ventral epicraneal 2 (Sve2), la seta más ventral cercana a la mandíbula. Tórax y abdomen con pocas setas, blando, de color amarillo pálido. Ápodas. Espiráculos bilobulares (Figura 5). Longitud aproximada 1,14 ± 0,10 mm.

Figura 1. Huevo de *Conotrachelus reticulatus*.

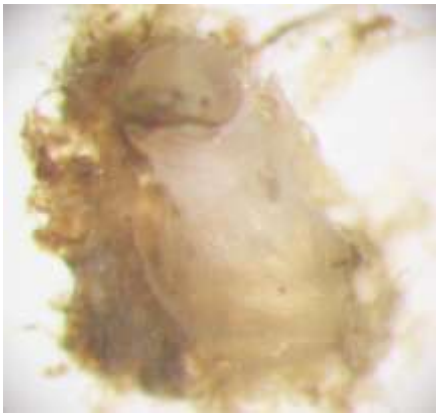


Figura 2. Larva de instar I saliendo del huevo de *Conotrachelus reticulatus* y restos de tricomas.

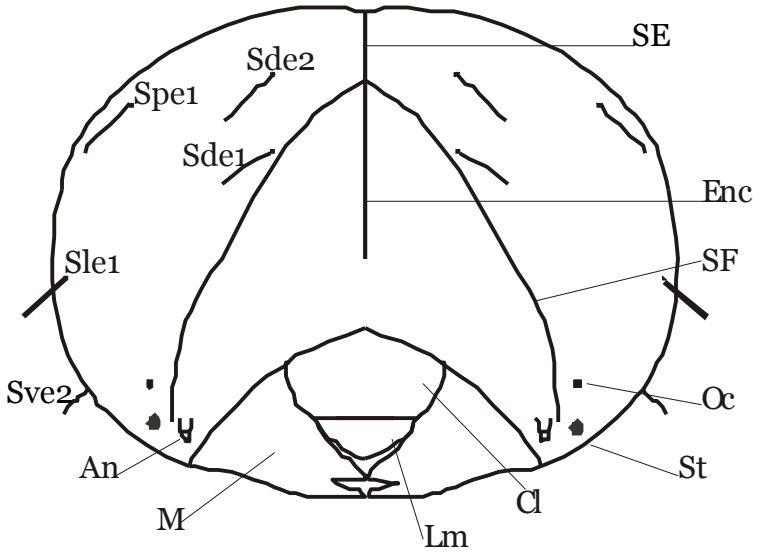


Figura 3. Mapa setal de la cápsula cefálica de larva de último instar de *Conotrachelus reticulatus. (Sde1): Seta dorsal epicraneal 1,(Sde2): Seta dorsal epicraneal 2, (Spe1): Seta posterior epicraneal 1, (Sle1): Seta lateral epicraneal 1, (Sve2): Seta ventral epicraneal 2, (ES): Sutura epicraneal, (Enc): Endocarina, (SF): Sutura frontal, (Oc): Ocelo, (St): Estemmato, (Cl): Clípeo, (Lm): Labro, (M): Mandíbula y (An): Antena.*

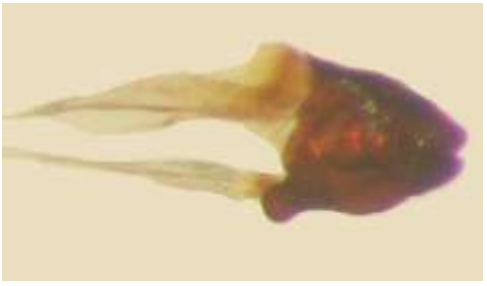


Figura 4. Mandíbula de larva de último instar de *Conotrachelus reticulatus*.

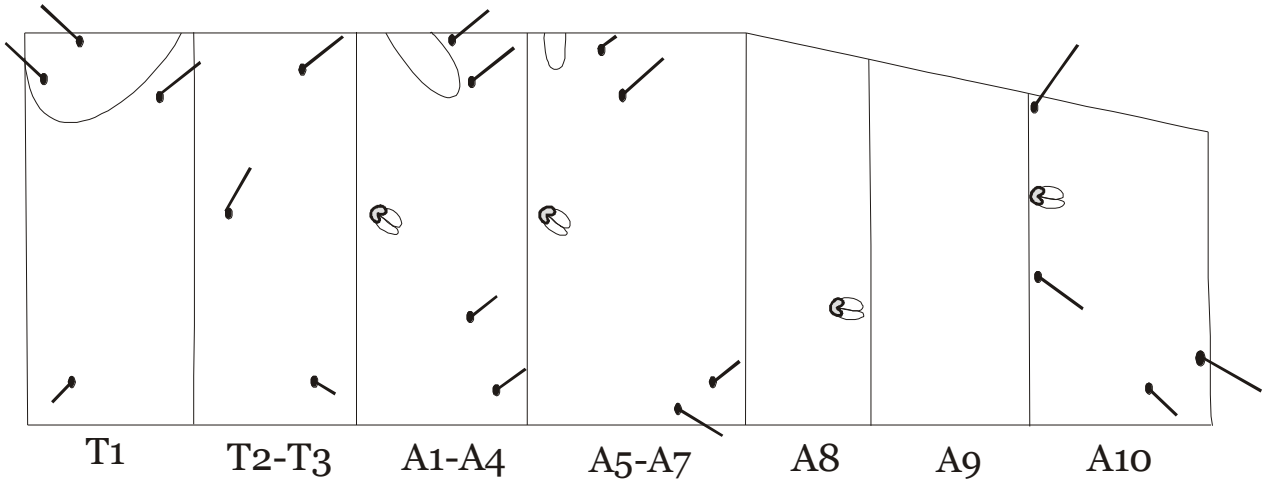


Figura 5. Mapa setal de segmentos torácicos y abdominales de larva de último instar de *Conotrachelus reticulatus*.

Pupa

La pupa es del tipo exárate. De color blanco, se observan los ojos compuestos como una mancha negruzca y cuerpo con pocas setas de color rojizo. Se caracteriza por ser sensible al movimiento y se desarrolla en una cavidad realizada en tierra por la larva antes de comenzar el proceso de pupa. Longitud de 5,95 ± 0,20 mm.

Cabeza con seis setas (cefálicas) en posición dorsal, justo en el tope de la misma (Figura 6). Entre los ojos compuestos, se encuentran tres Setas Frontales (SF); más abajo, en lo que será el aparato bucal, se distinguen tres Setas de Rostro (SR). También, se pueden distinguir las antenas geniculadas (An) a cada lado del rostro. Dos setas (protorácicas) a nivel central del protórax. Diez setas mesotorácicas en grupos de dos y ubicadas en el centro del dorso; seis anteriores transversales y cuatro posteriores. A cada lado de las bolsas alares anteriores (Baa), se encuentran dos setas metatorácicas con disposición longitudinal. En el dorso y hacia los lados del abdomen, pueden observarse seis setas fuertes en cada segmento y en grupo de tres a cada lado, excepto en los segmentos IV, VI y VII donde presentan ocho setas (Figura 6). Dorso del segmento VIII con dos setas largas y fuertes. Ápice del último segmento con una proyección aguda a cada lado. Espiráculos muy pequeños, se encuentran lateralmente en todos los terguitos.

La vista ventral de la pupa, permite ver los apéndices libres y se reconocen algunas setas que no pueden ser vistas dorsalmente (Figura 7). A nivel del tórax, y hacia los lados del cuerpo, se encuentran cuatro abultamientos claramente visibles y cada uno con una Seta Torácica (ST). Protegidas por las bolsas alares anteriores y posteriores (Bap), se encuentran las patas anteriores, medias y posteriores, sin poderse identificar claramente ninguna de éstas, excepto por la parte sobresaliente de la tibia posterior, la cual se evidencia por la presencia de dos setas en cada pata (s). La bolsa alar anterior presenta una serie de proyecciones pequeñas y una sobresaliente, que constituirá en el adulto, la elevación característica de los élitros. Abdomen con seis segmentos poco definidos, lisos y de largo similar, excepto el segmento V que tiene mayor longitud. Base del segmento VI con una seta a cada lado y hacia el ápice de las proyecciones laterales, dos setas pequeñas y rojizas, definidas como Setas Terminales (Stl) (Figura 7).

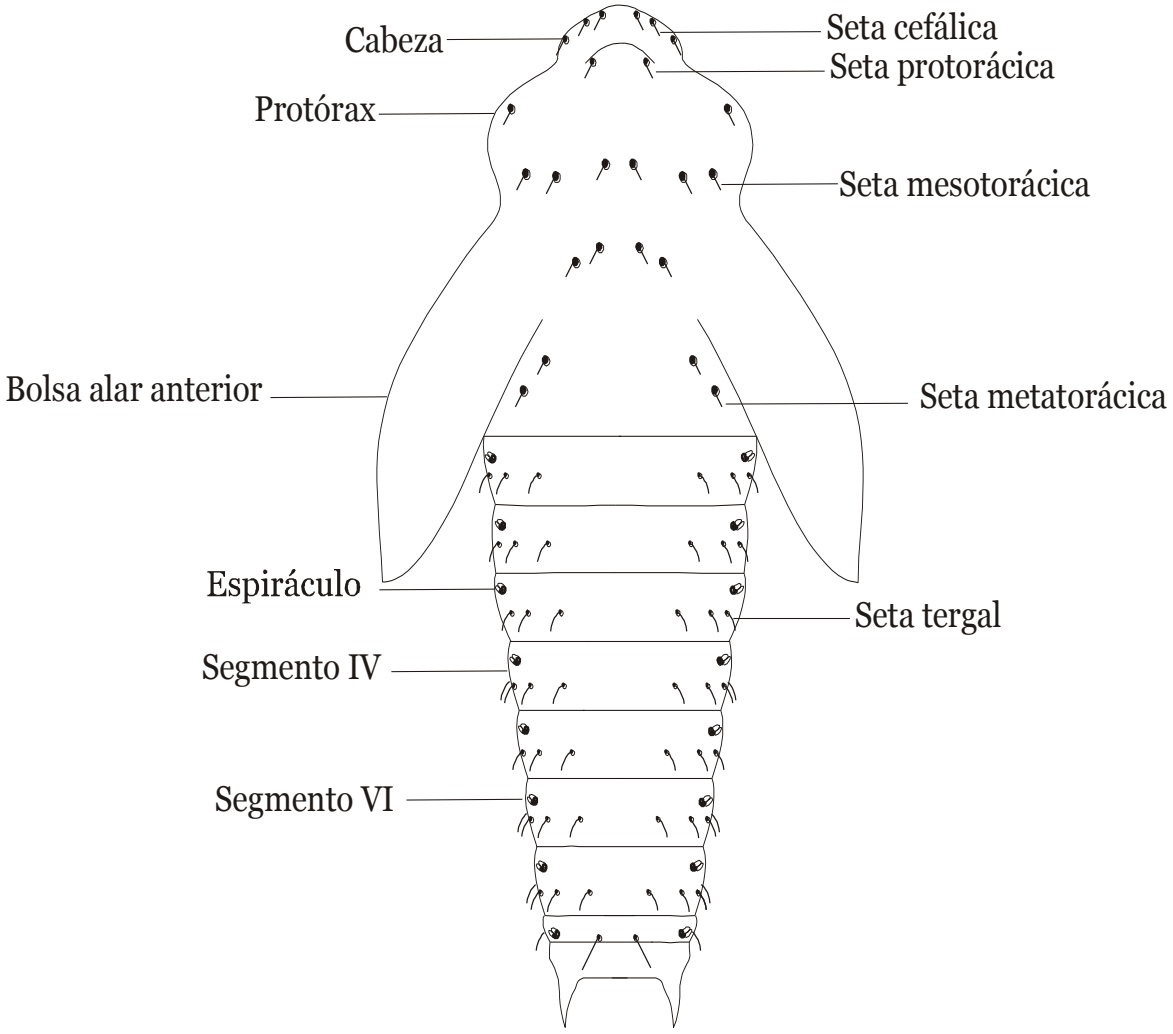


Figura 6. Vista dorsal de la pupa de *Conotrachelus reticulatus*.

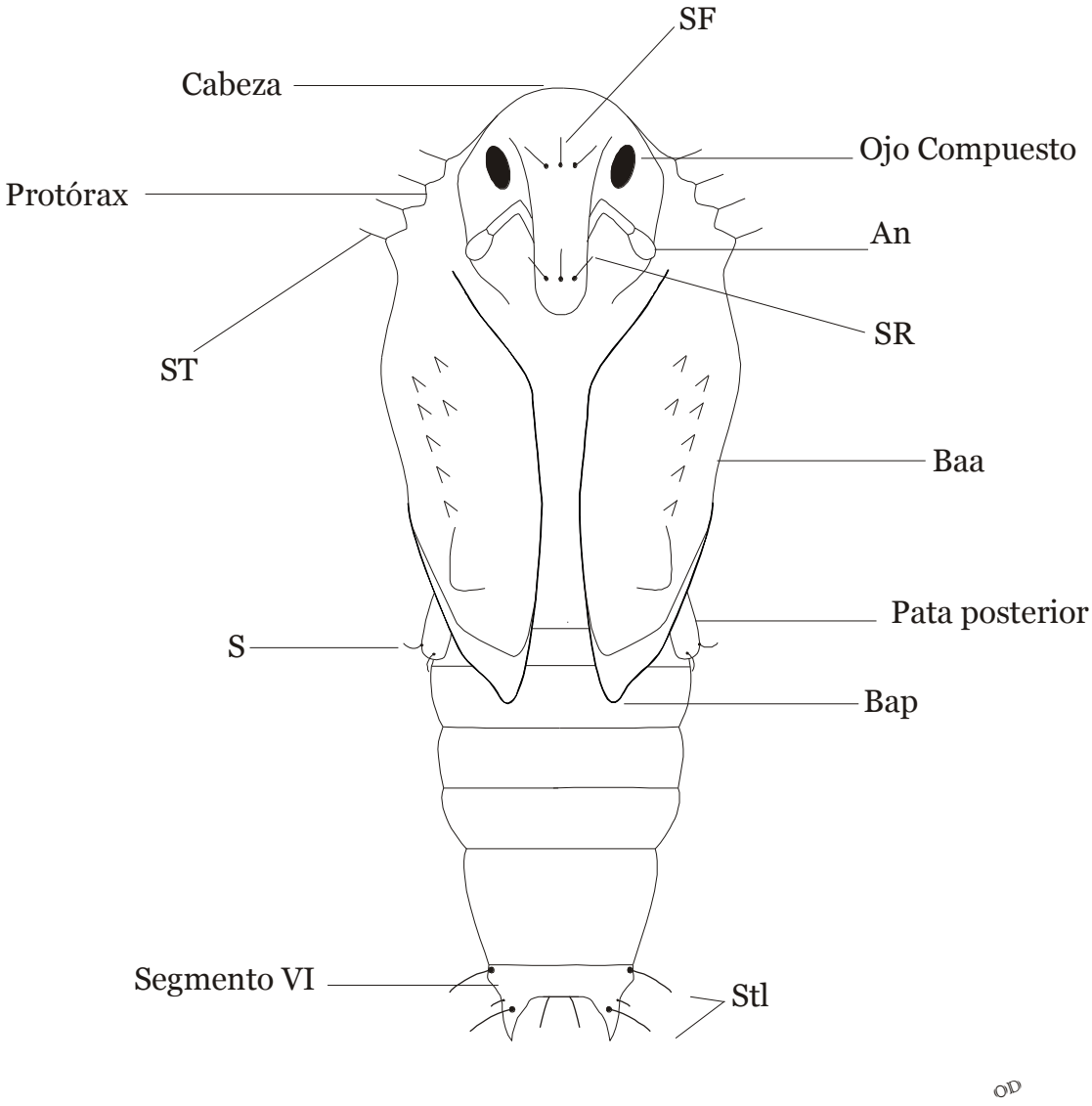


Figura 7. Vista ventral de la pupa de *Conotrachelus reticulatus*. *(SF): Seta frontal, (ST): Seta torácica, (SR): Seta de rostro, (Stl): Setas terminales,* (*An): Antena, (Baa): Bolsa alar anterior, (Bap): Bolsa alar posterior y (S): Seta pata posterior*.

DESCRIPCIÓN DE LA FASE ADULTA

Descripción general

Color castaño oscuro, opaco y de forma semi ovalada, 6,07 ± 0,69 mm de largo y 3,36 ± 0,29 mm de ancho (Figura 8). Pronoto: dorsalmente con líneas blancas que conforman dos celdas triangulares y un par de líneas diagonales blancas hacia los lados, que forman también una celda triangular (Figura 8). Ventralmente, castaño oscuro, opaco, con finas puntuaciones dispersas y pocas setas. Hacia la región ventral anterior, se observan un par de proyecciones semi-triangulares dirigidas hacia abajo (Figura 9) y también su borde tiene una sinuosidad la cual protege la cabeza (Figura 10).

Mesonoto y metanoto castaños. Cuerpo cubierto por setas de diversos tamaños. Cabeza, protórax y patas con setas pequeñas y delgadas. Esterno del meso y metanoto con puntuaciones gruesas y setas largas amarillo claro.

Élitros con setas largas y gruesas, castaño oscuro hasta la zona posterior donde tiene un par de proyecciones. Posterior a estas proyecciones, hay una banda gruesa de color blanco formada por setas que alcanza el tercer ventrito. Cada élitro tiene dos crestas longitudinales desde la base hasta el ápice. Cercana a su base, se forma una primera pequeña proyección. A dos tercios del punto de inserción de los élitros, la cresta longitudinal más interna se engrosa y constituye una proyección de

forma triangular. Resaltan tres crestas longitudinales, ya que, se dibujan sobre éstas líneas de color amarillo claro que se unen antes del final del ala (Figura 11).

Figura 8. Adulto de *C. reticulatus* en vista dorsal y lateral.

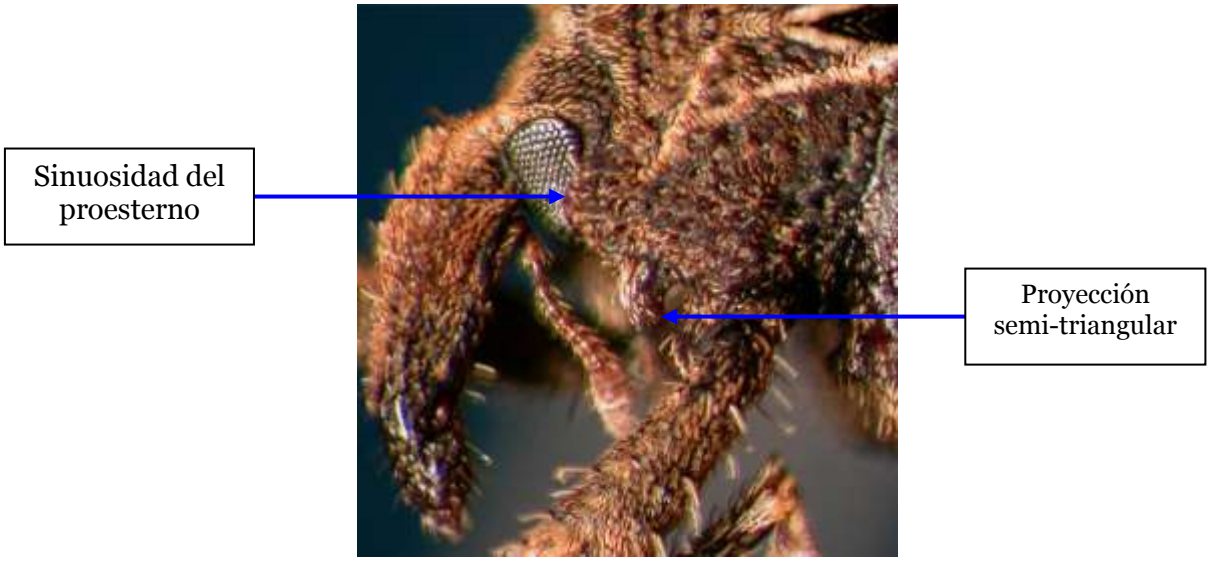


Figura 9. Vista lateral del protórax señalando borde anterior del esterno sinuoso y proyecciones semi-triangulares hacia abajo.

Figura 10. Vista ventral del proesterno con detalle en las proyecciones semi-triangulares que protegen la cabeza.

Figura 11. Vista posterior del ápice de los élitros de *Conotrachelus reticulatus*. Con detalle en las tres líneas de cada élitro que se unen antes de llegar al extremo.

Cabeza

Cabeza hipognata, castaño oscuro, con vértice y frente cubiertos de setas blancas. Los ojos compuestos no ocupan completamente la cabeza, separados, por una pequeña sutura por debajo de la base del pico y están protegidos ventralmente por el borde anterior del proesterno convexo, que se proyecta anteriormente en forma sinuosa (Figuras 9 y 10). La cabeza alongada en forma de pico esclerotizado y curvado, cubierta de setas blancas; longitud de 1,05 ± 0,30 mm, no más largo que la longitud de la cabeza y protórax juntos. Ápice del pico con algunos puntos, sin setas. Mandíbulas bipalmeadas (Figura 12). Palpos maxilares de dos segmentos y palpos labiales de tres segmentos (Figura 13). Antenas insertas a ¼ del extremo

apical del pico y resguardadas en el surco antenal. Flagelo de nueve segmentos. Primer segmento dos veces más largo que el segundo segmento flagelar (Figura 14).

Figura 12. Mandíbulas de adulto de *Conotrachelus reticulatus*.

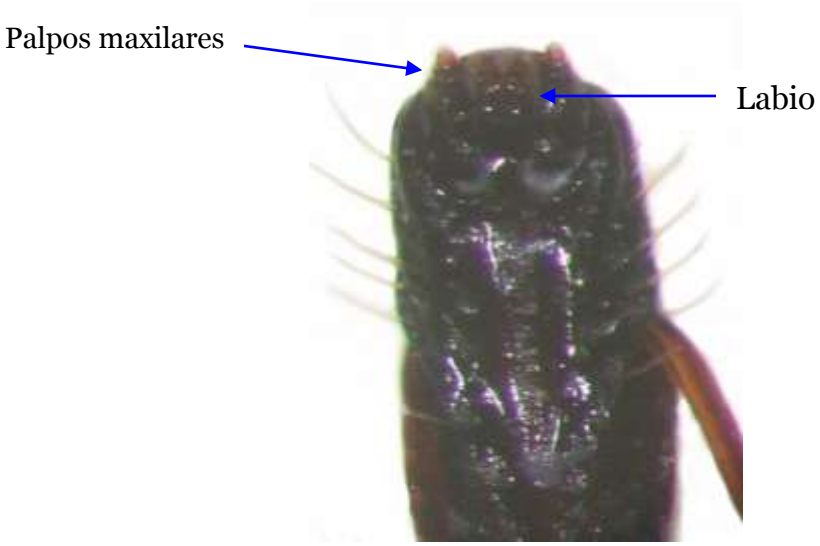


Figura 13. Vista ventral del rostrum con detalle de labio y maxila de *Conotrachelus reticulatus*.

Figura 14. Antena de *Conotrachelus reticulatus*.

Protórax

Pronoto subrectangular, convergente hacia adelante. Margen anterior con dos sinuosidades hacia la mitad, cubiertos con setas blancas. Ángulos posteriores agudos y bien proyectados (Figura 9). Coxas anteriores contiguas que ocupan toda la región ventral. Proesterno, con dos pares de proyecciones, unas redondeadas dirigidas hacia delante que sirven de protección a la región ventral de la cabeza y otros de forma semi-triangular dirigidas hacia abajo.

Mesotórax y metatórax

Mesotórax, con coxas redondeadas y globosas, más unidas que las del metatórax, las cuales son transversales y menos globosas. Ambas coxas con setas cortas amarillo claro.

Abdomen

Ventralmente castaño oscuro, con puntuaciones. Cinco esternitos visibles.

Patas

Las patas anteriores, medias y posteriores se caracterizan por presentar fémures engrosados. En la cara ventral del fémur presentan un pequeño diente. Ápice de las tibias con una espina esclerotizada y un grupo de aproximadamente 12 setas, largas y gruesas, las cuales están dispuestas en dos hileras (Figura 15). Uñas bífidas.

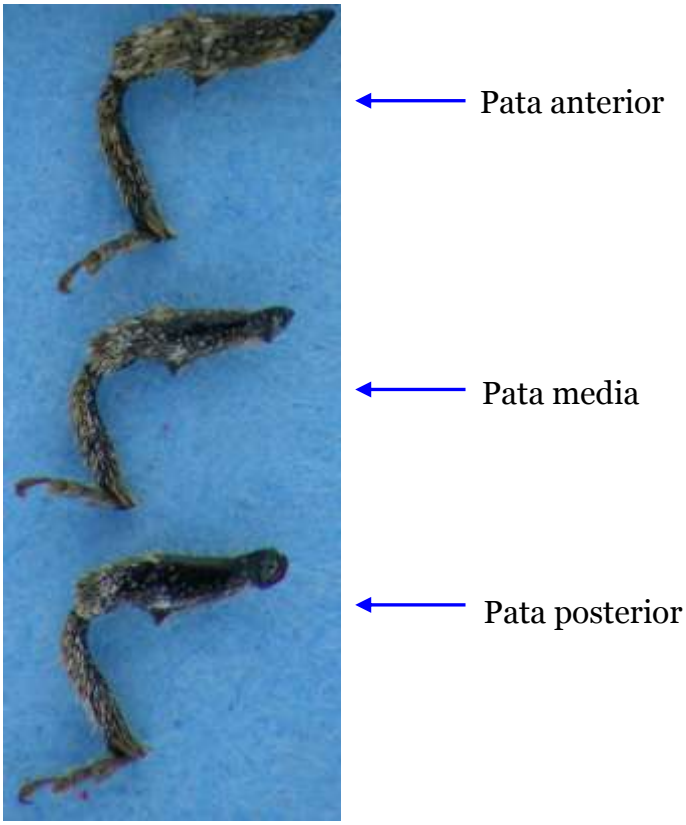


Figura 15. Vista lateral cara externa de las patas anteriores, medias y posteriores.

Alas posteriores

Ala membranosa (Figura 16) con una serie de venas que se describen a continuación: plato humeral (Hp) engrosado y muy evidente, al igual que la subcosta (Sc). Vena radial (R) quitinizada. Radial tres y cuatro (R3 y R4), poco nítidas. Celda radial (CR), difusa pero de amplia área. Radio posterior uno (Rp1), engrosada en su inicio y estrecha al final, casi llegando al margen del ala. Radio posterior dos (Rp2) delgada en toda su extensión, llegando completamente al margen del ala. Ambas venas fuertes. Media posterior (MP) quitinizada en su extensión y curva. Espina medial (Ms) recta y luego cambia a un ángulo de 120° en su mitad posterior. Cubital anterior (CuA), de presencia suave, ancha, un poco transparente en su relleno, con un engrosamiento en su parte media que parece conecta con la Anal (A). Ésta última vena, recta y apenas quitinizada en su origen, finalmente curva y empalmando con CuA (Figura 16).

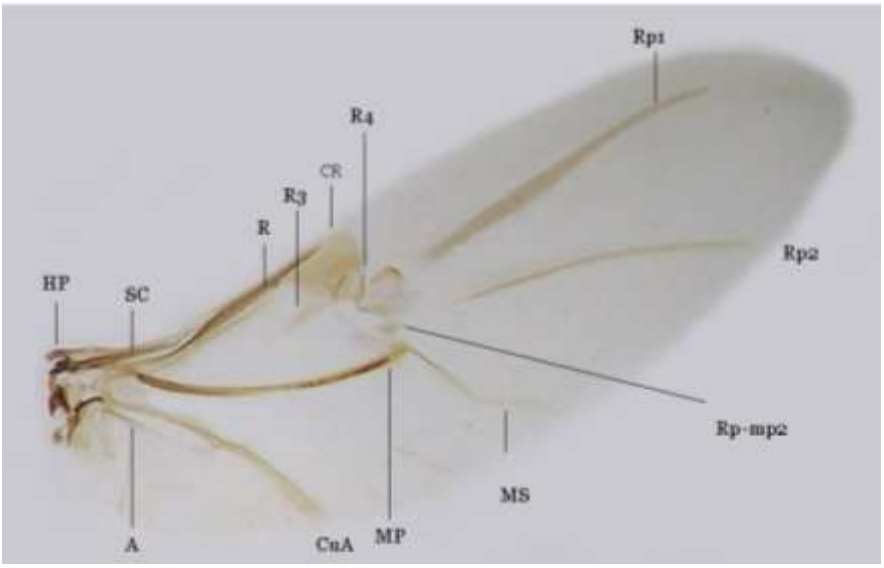


Figura 16. Ala posterior de *Conotrachelus reticulatus*. HP= plato humeral, SC= subcosta, R= Radial, CR=Celda Radial, R3= vena radial 3, R4= vena radial 4, Rp1= radio posterior 1, Rp2= radio posterior 2, Rp-mp2= radio medial vena transversa 2, Ms= espina medial, Mp= media posterior, CuA= cubital anterior, A= anal.

Dimorfismo sexual

La importancia de la identificación de sexos en los insectos viene dada por la facilidad para realizar la cuantificación de los individuos, por ejemplo, en las poblaciones para el conocimiento de su biología y en la organización de los ensayos. Por tanto, la determinación práctica del sexo a partir de la morfología externa, facilita el reconocimiento de insectos cuya coloración es similar para hembras y machos. Especies de la familia Curculionidae, han sido diferenciadas por características externas, tales como: elevaciones o cavidades en los esternitos, la longitud del rostro, entre otras (Cabezuelo y Santiago 1981; Anderson 1995; Silva-

Filho et al. 2007). Para los individuos de *C. reticulatus*, se pudo definir en ésta investigación características que diferencian fácilmente los sexos usando una lupa estereoscópica, lo cual se plantea a continuación.

Hembra

El primer (I) ventrito de superficie plana, con setas, sin cresta y puntuaciones grandes. El quinto (V) ventrito presenta dos cavidades profundas y de forma ovoidal, que se ubican lateralmente a una depresión pequeña central (Figura 17). Desde el Segundo (II) al quinto (V) ventrito con puntuaciones pequeñas y setas escasas.

Espina metatibial delgada, con ápice agudo, tres veces y media menor que el ancho de la metatibia (Figura 18). Diferencias en los primeros segmentos abdominales visibles y en las espinas metatibiales, han sido descritas para *Conotrachelus retenus*. En cuanto al ventrito 1°, las hembras tienen convexidad o elevación (Blair y Kearby 1979) mientras que para *C. reticulatus*, este ventrito no presenta ni elevación ni convexidad evidente. La espina metatibial de *C. retenus* es similar a la de *C. reticulatus,* en el sentido de que es aguda y sin dientes (Taylor y Kearby 1976).

Macho

Los machos tienen en el primer (1°) ventrito una cresta transversal y puntuaciones grandes junto con setas. Quinto (5°) ventrito con depresiones

similares a las hembras en cuanto a su ubicación, pero menos profundas y no se observa claramente la depresión central. Igualmente todos los ventritos a partir del segundo presentan pequeñas puntuaciones y setas escasas (Figura 19).

Espina metatibial gruesa, con ápice redondeado y su largo una vez y media menor que el ancho de la metatibia (Figura 20).

Para los machos de *C. retenus* se presentan diferencias en comparación con la hembra en el 1° ventrito, el cual es plano (Blair y Kearby 1979); mientras que para *C. reticulatus* la diferencia radica en la cresta que allí tienen los machos. En cuanto a la *espina metatibial* en los machos de *C. retenus* y *C. reticulatus*, se presenta la diferenciación, en el primero siendo dentada (Taylor y Kearby 1976) y en el último siendo la espina gruesa y redondeada su ápice.

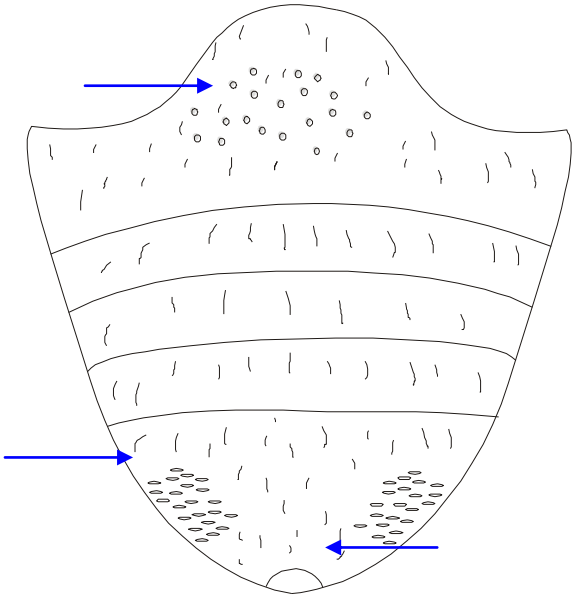


Figura 17. Vista ventral del abdomen de hembra.

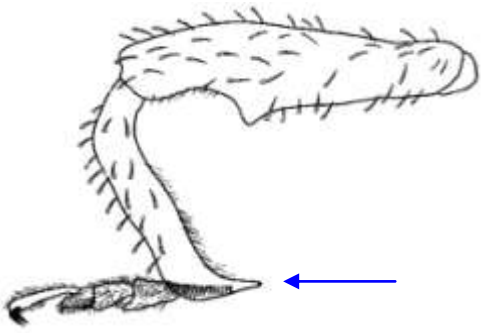


Figura 18. Espina metatibial de hembra.

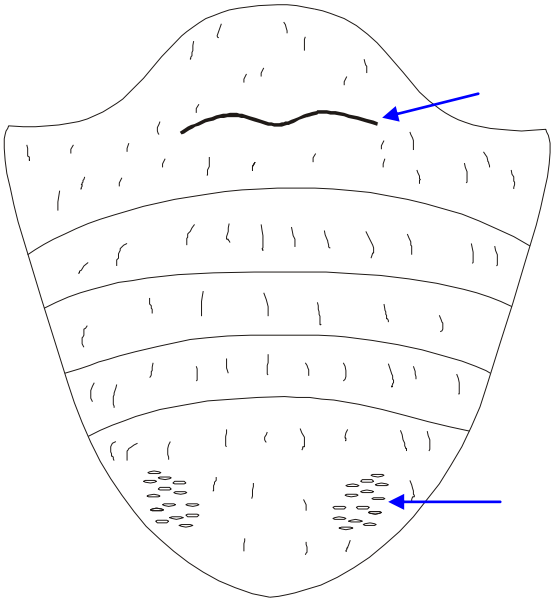


Figura 19. Vista ventral abdomen de macho.

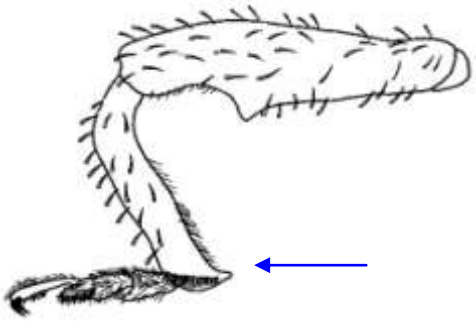


Figura 20. Espina metatibial de macho.

Genitalia

Hembra

Tignum alargado en forma de "Y" invertida (Figura 21), de base recta. Brazos esclerotizados en su totalidad, ligeramente engrosados en la base y estrechos hacia el ápice, y rectos hasta llegar al apodema, donde presentan un ligero arqueamiento. Apodema con base dilatada de forma triangular. Coxitos pseudo ovalados, con base anterior redondeada, anchos en la parte media y estrechos en unión con los estilos (Figura 21). Estilos cilíndricos, delgados y alargados, ligeramente más esclerotizados que los coxitos con los que se articulan (Figura 21). Sin sénsulos visibles. Espermateca esclerotizada con forma de "U" abierta, abultada en su parte media. Brazos cortos y gruesos. El que conecta con glándula espermática, es grueso y corto, mientras que el que conecta con el ducto espermático ligeramente más alargado y delgado.

Macho

Lóbulo medio del *aedeago* subcilíndrico, lados rectos, con el mismo ancho en toda su extensión; ápice, arqueado (Figura 22). Saco interno corto sin sobrepasar los apodemas, membranoso y con microtriquias. *Tegmen* largo y delgado, rodea completa y cercanamente al *aedeago* sin tocarlo y se conectan con los apodemas (Figura 22). *Espícula gastrale* con placa cuticular del esternito VIII, gruesa, bilobulada, con brazos cortos redondeados. Cuerpo de la espícula en

espiral, del mismo grosor en toda su extensión hasta volverse agudo en el ápice (Figura 23).

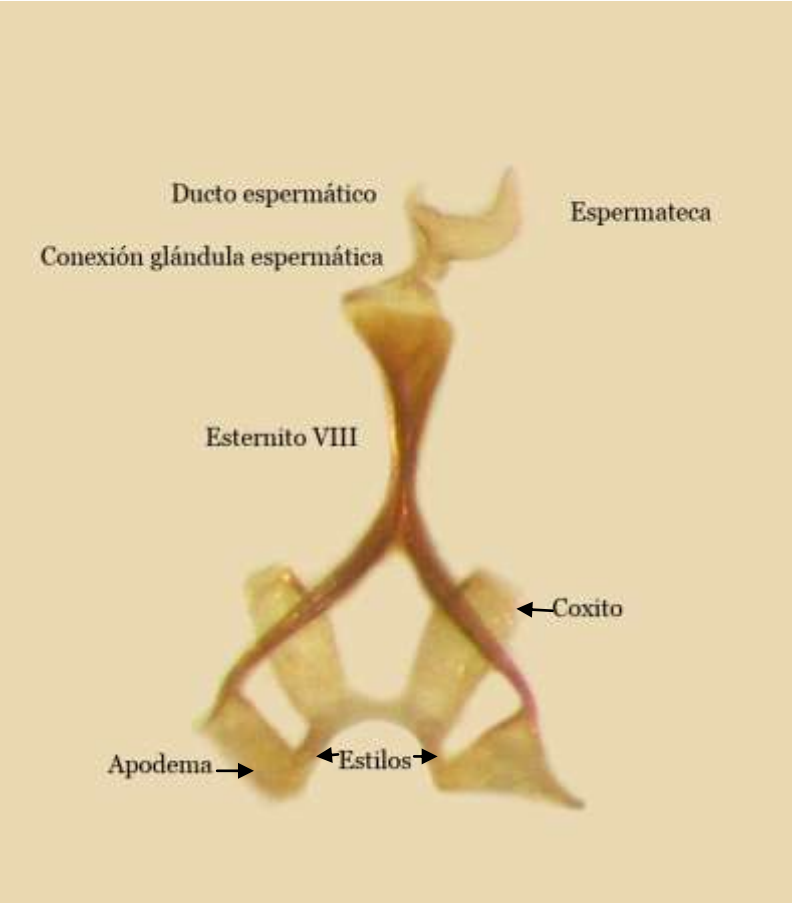


Figura 21. Genitalia de hembra.

Figura 22. Vista dorsal y lateral del *aedeago*.

Figura 23. Espícula gastrale.

CONCLUSIONES

Se describieron aspectos de importancia con respecto a la morfología externa de las fases de huevo, larva (de primer y último instar), pupa y adulto. Se definieron características que facilitan la identificación del gorgojo al usar la lupa estereoscópica. Las descripciones morfológicas son fundamentales para la correcta identificación de la especie y también para su reconocimiento entre las especies de Coleoptera asociadas a la planta *C. odorata*.

Se estudió el dimorfismo sexual a partir de caracteristicas externas. En las hembras está ausente una cresta transversal que los machos tienen en el ventrito I. En en el ventrito V, en las hembras se observa un par de cavidades profundas ovoidales y en el medio un pequeño orificio, mientras que los machos presentan las cavidades menos profundas y sin orificio. En cuanto a las patas posteriores el grosor y largo de la espina metatibial sirven de referencias secundarias para su distinción, pues la de la hembra es delgada y aguda, y la del macho gruesa y redondeada. También se logró describir la genitalia para ambos sexos.

Fueron elaborados mapas setales de la larva de último instar que facilitara comparaciones morfológicas con otras especies del género presentes en el país. Se recomienda considerar para próximas investigaciones profundizar la fase de crecimiento con el fin de establecer el número de instares. También se realizó la

descripción y el mapa setal de la pupa. Para completar esta información se sugiere evaluar las características que puedan diferenciar los sexos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, W. 1947. A Terminology For The Anatomical Characters Useful In The Taxonomy of Weevil Larvae. Proc. Entomol. Soc. Of Wash. 49(5):123-132.

- Anderson, R. 1995. An evolutionary perspective on Diversity in Curculionoidea. En: Memoir entomol. Soc. Wash. 14. pp. 103-114.

- Bailez, O.; Viana-Bailez, A.; De Lima, J. y Moreira, D. 2003. Life-History of The Guava Weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae), Under Laboratory Conditions. ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS. April - June.

- Bodenham, J.; Stevens, R. & Thatcher, T.O. 1976. A cone weevil, *Conotrachelus neomexicanus*, on Ponderosa pine in Colorado: Life history, habits, and ecological relationships (Coleoptera: Curculionidae). Can. Ent. 108:693-699.

- Cabezuelo, P. y Santiago, C. 1981. Dimorfismo sexual en pupas y adultos de *Aubeonymus mariaefranciscae* (Coleoptera: Curculionidae) plaga de la remolacha. Bol. Serv. Plagas, 7:207-210.

- Champion, G. 1904. Insecta. Coleoptera. Rhynchophora. Curculionidae. Curculioninae (Part.) Volume IV , Part 4. [London : published for the editors by R.H. Porter]: 1902-1906. 389 p.

- Coria-Ávalos, M. 1999. Ciclo de vida, fluctuación poblacional y control del barrenador de la semilla del aguacate (*Conotrachelus perseae* Barber, *C. aguacatae* B.) (Coleoptera: Curculionidae) en Ziracuaretiro, Michoacán, Mexico. Revista Chapingio Serie Horticultura 5: 313-318.

- Delgado, O. 2008. Morfología externa de las fases de larva y pupa de *Carmenta* sp. nov. (Lepidoptera: Sesiidae). Universidad Central de

Venezuela. Problema especial. Postgrado en Entomología. Maracay, Venezuela. 26 p.

- Horton, D. y Ellis, C. 2008. (05 de enero 2010). *Conotrachelus nenuphar*. The University of Georgia, Department of Entomology. [On line]. http://wikibugwood.org/archive:GATop50/Plum_Curculio .

- Kukalová-Peck, J. y Lawrence, J.1993. Evolution of the hind wing in Coleoptera. The Canadian Entomologist. 125: 181-258.

- O´Brien, C. y Wibmer, G. 1982. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of North America, Central America, and the West Indies (Coleoptera: Curculionoidea). Memoirs of the American Entomological Institute. 34: 1-382.

- Rodríguez, G. y Cásares, R. 2003. Algunos aspectos bioecológicos del gorgojo del níspero, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). Entomotropica. Venezuela. Vol 18(1): 57-61.

- Silva-Filho, G.; Bailez, O.; y Viana-Bailez, M. 2007. Sexual dimorphism of guava weevil *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). Neotrop Entomol. 2007 Jul-Aug;36(4):520-4.

CAPITULO II
ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA DE *Conotrachelus reticulatus* CHAMPION (1904) EN *Chromolaena odorata* (L.) R. M. KING & H. ROBINSON.

INTRODUCCIÓN

El género *Conotrachelus* Dejean (Coleoptera: Curculionidae) está compuesto por más de 1100 especies, concentradas en el Neotrópico (O'Brien y Couturier 1995). Para algunas de éstas se han realizado estudios biológicos y ecológicos ya que representan un problema en cultivos o son utilizadas como agentes de control para alguna maleza (O´Brien 1995). Cualquiera que sea el motivo de las investigaciones, es importante tener más información para reconocer las relaciones insecto-planta.

El género *Conotrachelus* es asociado comúnmente en nuestro país con la especie *C. psiidi* Marshall, conocida como plaga de importancia de la guayaba *Psidium guajava* L., debido a que se alimenta de sus frutos (Boscán 1980). Se ha señalado otra especie causando daños en frutos de níspero *Achras sapota* L., en este caso *Conotrachelus* sp. cerca *mamillatus* Boheman (Boscán de Martínez y Godoy 1983). Así mismo, Rodríguez y Cásares (2003) estudiaron la presencia de otra especie de gorgojo atacando los frutos de níspero que hasta el momento no ha sido completamente identificada, y reseñada como *Conotrachelus* sp.

Se conocen varias especies del género distribuidas en el hemisferio occidental, de algunas de ellas se conoce su planta hospedera y parte de su comportamiento (Anexo B). Para Venezuela, se han reportado cinco especies de *Conotrachelus* que no son consideradas especies plagas (Anexo B) (Maes y O´Brien 1990).

La presencia de *Conotrachelus reticulatus* (Curculionidae: Cryptorhynchinae: Ithyporini) fue detectada durante colectas realizadas en Venezuela por un grupo de investigadores del Plant Protection Institute Research - Agricultural Council of South Africa en 1999, que buscaban entomofauna asociada a la planta considerada maleza en Asia y África *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson antes conocida como: *Eupatorium odoratum*, de la familia Asteraceae. El único estudio conocido del gorgojo es el de su descripción en 1904 por Champion, en este trabajo cita registros para México y Guatemala. Luego la especie es mencionada por Papp (1979) en el catálogo de Cryptorhynchinae del Nuevo Mundo y más recientemente es citada en Honduras y Panamá por O´Brien y Wibmer (1982).

La información conocida de *C. reticulatus* hasta el inicio de ésta investigación era básicamente observaciones de campo que no han sido publicadas (Comunicación Personal Strathie y Zachariades, 2006), por esto la importancia que tienen los resultados derivados de la experimentación en laboratorio y campo que

se realizó en esta investigación, ya que, ofrecen datos del comportamiento y desarrollo relacionado con la planta hospedera.

La planta *C. odorata* es considerada una especie nociva debido al impacto ecológico y económico en el continente asiático y africano, lo que la hace atractiva para la aplicación de métodos de control alternativos al químico, poniendo especial enfasis al control biológico de malezas. En éste orden de ideas, la búsqueda de agentes potenciales de control en el centro de origen de la planta dio como resultado el hallazgo de *C. reticulatus* alimentándose de dicha planta en Venezuela.

Por lo anteriormente expuesto, se propuso como objetivo de la presente investigación estudiar el ciclo de vida del gorgojo y su comportamiento en laboratorio, ya que, a partir de los datos obtenidos tendríamos una aproximación de las condiciones óptimas en su ambiente natural para alimentarse y desarrollarse en su hospedera *C. odorata*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las evaluaciones se llevaron a cabo en el invernadero del Instituto de Zoología Agrícola y en el Unidad de Especies Invasoras y Control Biológico del Museo del Instituto de Zoología Agrícola, ambos ubicados en la Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía; coordenadas 10°16.397´N, 67°36.633´O; altitud 462 msnm. Los experimentos se desarrollaron desde el año 2006 hasta el 2009. Las condiciones promedio de temperatura y humedad relativa en laboratorio fueron de 27°C y 75%, respectivamente.

COLECTAS EN CAMPO

Para establecer la cría en laboratorio se llevaron a cabo varios viajes de colecta al estado Trujillo, desde el año 2005 hasta el año 2009 (Cuadro 1) y en el estado Aragua sólo se realizaron colectas en el Campus de Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay cuyas coordenadas: 10°16´22,83”N, 67°36´14,58”O; altitud 479 msnm. En estas localidades se encontraban gran cantidad plantas de *C. odorata* y se había determinado con antelación la presencia de huevos, larvas y adultos de *C. reticulatus*.

PROCEDENCIA DE LOS EJEMPLARES DE *Conotrachelus reticulatus* USADOS EN LOS EXPERIMENTOS

Los individuos utilizados en los experimentos se dividieron en dos grupos, el primero fue colectados en campo durante las repetidas visitas a las zonas señaladas en el Cuadro 1 del estado Trujillo, los cuales denominamos "**Colectados en campo**" y el otro grupo, proveniente de las crías desarrolladas en laboratorio en Maracay, estado Aragua, denominados como "**Cría de laboratorio**", en la que se obtuvieron 13 hembras y 24 machos, con los cuales se realizaron algunas de las evaluaciones presentadas en éste capítulo. Los nacimientos en laboratorio fueron asincrónicos, lo cual dificultó la conformación de parejas y de cohortes de estudio.

CULTIVO DE *Chromolaena odorata*

Se cultivó la planta *Chromolaena odorata* en un invernadero dentro de las instalaciones del Instituto de Zoología Agrícola, Universidad Central de Venezuela (Figura 24). Se probaron diferentes mezclas para ser usadas como sustrato, encontrándose mejores resultados en arena: turba (50:50) y con esta mezcla se llenaron los potes de 22 cm de diámetro usados para sembrar las plantas. Se propagaron y mantuvieron en los potes antes mencionados, más de 900 plantas, a las cuales se les fertilizó con abono foliar NITROFOSKA 15-15-15 (N-P-K).

Parte de la problemática que se presentó en el desarrollo del experimento y limitó el estudio de algunas fases del insecto, fue la presencia en todo momento de

diversas especies de Mosca Blanca (Homoptera: Aleyrodidae), tales como: *Trialeurodes* sp., *T. floridensis*, *Tetraleurodes mori, Bemisia* sp., *B. tabaci*, *Aleurodicus* sp., éstas últimas tres especies fueron citadas por Crutwell (1973) alimentándose en *C. odorata*. También se encontraron áfidos y ácaros atacando ésta planta (Delgado et al. 2007), (Anexo C). Éstos ataques combinados impidieron el desarrollo normal de los huevos de *C. reticulatus* ya que ocasionaron la muerte de las plantas. Esta misma situación se presentó en la fase larval, pues las plantas a pesar de ser tratadas con varias medidas de control, perdían vigor y tendían a marchitarse de forma rápida. En un principio se utilizó Thionil 35 EC (Endosulfan) cuyo modo de acción es por ingestión y contacto, asperjándose a un lote de plantas, las cuales luego de cuatro meses fueron ofrecidas a los adultos, sin detectarse daño alguno por consumo. También se aplicó chimó o nicotina en dosis de 300 g por 2 l agua. Otras medidas que se realizaron frecuentemente fueron: lavado de las plantas con agua, colocación de bandejas amarillas con pegamento y liberación de *Coleomegilla maculata* e *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). Así mismo, se observaron larvas de Syrphidae (Diptera) encontradas de manera natural alimentándose de áfidos y moscas blancas. A pesar de esto, la presencia de insectos indeseados no cesó por completo durante toda la experimentación.

Figura 24. Propagación de “Pesebrito o cruzeta” *Chromolaena odorata* (Asteraceae).

ALIMENTACIÓN DE *C. reticulatus* CON PLANTAS DE *C. odorata* EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Para la alimentación de los adultos, se ofreció tanto a los individuos colectados en campo, como a los criados en laboratorio, las plantas de *C. odorata* cultivadas en las instalaciones del Instituto de Zoología Agrícola, UCV. Se toma como alimentación o consumo de la planta cuando los individuos roen los brotes, por ello cada planta en cuyos brotes se observe el roído característico del gorgojo se

tomó como señal de que ha sido aceptada y registró como positiva. La data obtenida sobre la alimentación se basó en registros tomados desde el 2006 al 2009, de 694 plantas que fueron evaluadas a nivel de laboratorio.

ESTUDIO DE LA FASE DE HUEVO

Se tomaron para éste experimento un total de 20 parejas entre individuos de cría de laboratorio y colectados en campo. Las condiciones promedio de temperatura y humedad relativa en laboratorio fueron de 27°C y 75%.

La determinación del número de días para la eclosión de los huevos, se realizó mediante la observación de hembras que recién colocaban los huevos en hojas de *C. odorata*. Se tomaron 16 hojas con huevos cortandose a nivel del tallo principal y se colocaron dentro de cápsulas de Petri con papel absorbente humedecido, logrando así mantenerlas en buen estado. Para la observación de los huevos se removieron los tricomas que los cubrian. Diariamente las hojas se observaron con lupa estereoscópica para determinar la presencia de las larvas recién emergidas.

ESTUDIO DE LA FASE LARVAL

Para el estudio de la duración de la fase larval se seleccionaron plantas en donde se confirmó la eclosión del huevo y la formación de agallas. Las plantas que cumplieron con esas características fueron chequeadas diariamente en búsqueda de larvas que salían de las agallas y se colocaban en la tierra alrededor del tallo

pudiéndose así determinar el tiempo de la prepupa y del desarrollo completo de la larval. Se estudiaron un total de diez larvas de *C. reticulatus*.

ESTUDIO DE LA FASE DE PUPA

Para estudiar la duración de dicha fase, se removieron 20 larvas provenientes de plantas de las cuales se sabia el tiempo que dichas larvas habian eclosionado de los huevos y formado agalla. Éstas larvas fueron removidas de los tallos a los cuatro meses, período para el cual (por observaciones previas realizadas por Zachariades y Strathie Comunicación personal, 2005) estaban en último instar para ello se utilizó un bisturí y luego fueron manipuladas con un pincel #3 y trasladada a recipientes de plástico de 12 cm largo x 4 cm ancho, con tapa y malla anti-áfidos conteniendo tierra cernida con un bajo componente de materia vegetal para darle estructura y porosidad a la mezcla. Antes de colocar la larva se humedeció la tierra y se drenó en caso de tener exceso de agua. Las condiciones promedio de temperatura y humedad relativa en laboratorio fueron de 27°C y 75%, respectivamente.

ESTUDIO DE LA FASE ADULTA

El número de generaciones por año se determinó a partir de la cría de laboratorio desde el año 2006 hasta 2009 (n=37). Las condiciones promedio de temperatura y humedad relativa fueron de 27°C y 75%, respectivamente.

Con respecto a la observación del comportamiento de *C. reticulatus*, se manejaron dos grupos. En el primero se evaluó la movilidad y alimentación, registrándose la actividad de siete parejas por dos días seguidos, desde las 8 am a 12 am; 12 pm a 6 pm y 6 pm a 8 am, con observaciones cada 20 minutos. Éstas parejas fueron colocadas en vasos transparentes marca "Selva #5", con tapa plástica y ventana de tela anti-áfidos. La temperatura fue de 26 °C y la humedad relativa de 78%. En el segundo grupo se evaluó el comportamiento de apareamiento de ocho parejas por cuatro días consecutivos. Para determinar la hora y duración del apareamiento estas se colocaron en jaula tipo 1 (Figura 25) con una planta de *C. odorata* y se observó la actividad cada 20 minutos, desde las 6 am a 12 m y desde las 12 m a 6 am. La temperatura fue de 25 °C y humedad relativa de 75%.

Para determinar la proporción de sexos, se utilizaron tanto los individuos de las colectas realizadas en el estado Trujillo desde 2005 a 2009 (n=173) en las localidades señaladas anteriormente (Cuadro 1), como los individuos nacidos en la cría de laboratorio (n=37).

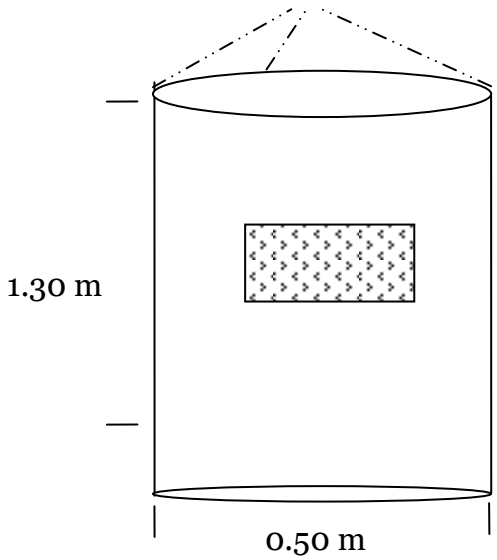


Figura 25. Jaula tipo 1 para cría de *C. reticulatus* en laboratorio.

Tabla de vida de adultos

Por problemas presentados en el desarrollo de la cría debido a la marchitez de las plantas por ataque de insectos, alta mortalidad de huevos y larvas no se dispuso de material suficiente para realizar el estudio de las fases de huevo, larva y pupa. Por ésta razón la tabla de vida sólo se hizo para adultos. Se tomaron 31 adultos de la cría de los cuales 11 eran hembras y 20 machos (no se incluyeron seis individuos por falta de la fecha exacta de nacimiento o deceso), a pesar de no pertenecer a una misma cohorte se conocía el número de semanas desde la

emergencia del adulto, es por ello, que se optó realizar una tabla de vida vertical con los 31 individuos pues permite manejar este tipo de datos. Se calcularon los parámetros propuestos por Rabinovich (1980) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros a calcular para los adultos de *Conotrachelus reticulatus* según tabla de vida propuesta por Rabinovich (1980).

Parámetro	Definición	Fórmula
N_x	Número de individuos vivos en cada una de las edades *x* (Semanas)	
X	Edad en semanas	
l_x	Proporción de supervivientes a la edad *x*	l*x*=N*x*/No
d_x	Número de individuos que mueren entre las edades *x* y *x*+1	d*x*=N*x*-N*x*+1
q_x	Probabilidad de morir entre la edad *x* y *x*+1	q*x*=d*x*/N*x*
L_x	Media de la probabilidad de supervivencia entre dos edades sucesivas	L*x*=(l*x*+l*x*+1)/2
T_x	Número total de días que quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado la edad *x*	∑ L*x*
e_x	Esperanza de vida	T*x*/*lx*

FORMACIÓN DE AGALLAS

En condiciones de laboratorio se registró el grosor de las agallas en un grupo de 221 plantas de *C. odorata* a partir de los 15 días luego de la oviposición, las cuales se midieron a los 30, 60 y 120 días. Las condiciones promedio de temperatura y humedad relativa fueron de 27°C y 75%, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DESCRIPCIÓN, DURACIÓN Y COMPORTAMIENTO GENERAL PARA LAS DIFERENTES FASES DE *Conotrachelus reticulatus*.

FASE DE HUEVO

Las hembras colocan posturas individuales cerca de la base de la nervadura principal en las hojas de *C. odorata*, escogen brotes jóvenes y generalmente que estén al final de los tallos más desarrollados. Justo al lado de la postura, realizan un orificio pequeño en la hoja con su aparato bucal, de cuyo material toman la masa de tricomas con la que recubren la postura adhiriéndola completamente a la hoja, para protegerla de desecación y de enemigos naturales. Una situación similar se da en el caso *Conotrachelus albocinereus* (Crutwell 2000). Una postura se puede reconocer si es reciente o de varios días por la coloración de los tricomas, ya que al pasar una semana se tornan del color naranja al castaño claro, lo cual señala están secos (Figura 26).

Figura 26. Postura de *C. reticulatus* en plantas de *C. odorata*.

Es difícil observar a simple vista la eclosión del huevo debido a la gran cantidad de tricomas, que protegen la postura y que a su vez, entorpecen la observación de la penetración de la larva de instar I en la nervadura principal, luego pasa al pecíolo y finalmente al tallo principal, donde forma una agalla.

La duración de la fase de huevos fue de 3,33 ± 1,03 días (n=16) a una temperatura 27°C y humedad relativa de 75%. Este corto periodo disminuye el riesgo de depredación. Otras especies pertenecientes al género también presentan una corta duración de la fase de huevo, éste es el caso de *Conotrachelus* sp., que fue identificado vinculado a frutos de níspero y cuya duración es de 4,59 ± 0,05 días (Rodríguez y Cásares 2003). Estudios de *C. psidii*, plaga de los frutos de guayaba realizados tanto en Brasil como en Venezuela reflejan una duración de 3,9 y 3,6 días, respectivamente (Boscán 1980; Bailez et al. 2003) y *C. dubiae* O´Brien 1995, en Camú camú *Myrciaria dubia* presenta también una duración de 5,5 días (Pérez y Iannacone 2008).

FASE LARVAL

Una vez que eclosiona el huevo, la larva ingresa a la nervadura principal, pasa por el pecíolo de la hoja y se aloja en el tallo a nivel de los nudos de la planta, desarrollándose una agalla. Éstas se observan mejor a los dos o tres meses de formadas En la agalla se observan a cada lado orificios pequeños que realizan las larvas para sacar el material descompuesto y el parénquima (Figura 27). Sólo en

prepupa salen del tallo para caer en la tierra y pupar. La fase larval es taladradora, fotosensible y cualquier perturbación promueve su muerte, por ello los problemas causados por las moscas blancas disminuyeron la cantidad de larvas disponibles para evaluar cada instar; sin embargo se estimó la duración total de la fase.

La duración total fue de 140,9 ± 4,70 días. Lo cual implica que el período más importante para el desarrollo de la especie es el larval, ya que gran parte de su ciclo de vida lo invierte en un aproximado de 4,5 meses en el tallo de *C. odorata*, por lo que depende de las buenas condiciones de la planta. Su desarrollo evita que en la rama donde crece se formen inflorescencias, disminuyendo así la propagación sexual de la maleza.

Figura 27. Agalla con orificios producidos por larvas de *C. reticulatus*.

FASE DE PUPA

Las larvas en el período de prepupa se caracterizan por color amarillo opaco, movimientos lentos y fotosensibilidad, por tanto una vez que eran removidas del tallo y colocadas en los recipientes plásticos procedían a enterrarse rápidamente en la tierra. Al entrar en contacto con la tierra formaban una cámara en el fondo del recipiente, donde se pudo observar todo el proceso metamórfico hasta la formación del adulto. La larva en estado de prepupa se posicionó en forma de "C", para luego formarse la pupa tipo exárate, blanca y muy activa al movimiento del recipiente, una vez que la cámara pupal estaba formada, se observó el cambio de color a castaño claro y finalmente la transformación a adulto, cuya coloración fue castaño oscuro rojizo y brillante. Seguidamente, el adulto subió a la superficie del recipiente plástico en búsqueda de alimento.

El período de prepupa, es completado en 11,32 ± 4,05 días. El período de pupa tuvo una duración de 10,45 ± 3,34 días. Valores similares a estos han sido observados en *C. dubiae* (Pérez y Iannacone 2008), mientras que en *C. albocinereus* la duración es de 30 días (Crutwell 2000). El cambio de color en *C. reticulatus* se pudo evidenciar a los 8,7 ± 2,31 días desde el momento en que la pupa tomó su forma exárate. En general, de acuerdo a los resultados obtenidos la fase de pupa tuvo una duración de 19,41 ± 8,54 días, es decir, desde que la prepupa está en tierra hasta la emergencia del adulto completamente formado y activo.

FASE DE ADULTO

Tanto hembras como machos desarrollan su fase adulta asociados a *C. odorata*. Una vez sale el adulto de la tierra se suben por los tallos hasta llegar a los brotes apicales, de los cuales se alimentan realizando un roído en el tejido tierno. El comportamiento de los adultos se caracteriza por muy poca movilidad en horas diurnas, manteniéndose en reposo, escondiéndose en la base de la planta entre la tierra o en hojas secas. En horas nocturnas, a partir de las 6:30 pm, los individuos van desde el suelo al follaje a donde se trasladan para alimentarse. La movilidad cesa con la llegada del día, pues para las 8 am, los individuos tienden a protegerse como se dijo anteriormente entre hojas, tallos o tierra. Los gorgojos se movilizan caminando rápidamente, no han sido vistos en vuelo a pesar de poseer alas posteriores funcionales. Las horas de mayor movimiento y alimentación de los adultos fue entre 6:00 pm a 8:00 am. Las parejas se aparearon entre 12:00 m a 6:00 am, con una duración promedio de diez minutos.

Preoviposición, oviposición y postoviposición

En la cría de laboratorio nacieron 13 hembras, de las cuales siete pusieron huevos. Se tomaron los datos prevenientes de seis para evaluar la oviposición, pues la séptima hembra presentó mayor tiempo de oviposición y mayor longevidad (oviposición desde la semana 33 a 59 y longevidad hasta la semana 70) saliendo de los rangos pautados por las seis hembras antes mencionadas, por ello no fue

tomada en cuenta para los cálculos, sin embargo es importante reseñar que existió un individuo con éstas características ya que, cabe la posibilidad de que algunas hembras presenten comportamientos similares. Las hembras restantes nunca colocaron huevos ni en hojas, ni en otra parte de la jaula de confinamiento (jaula tipo 1) (Figura 28).

El ***período de preoviposición*** de *C. reticulatus* fue de 6,66 ± 2,33 semanas a 27°C y 75%; período considerado largo al ser comparado con *C. albocinereus* Fiedler el cual tiene de 1 a 2 semanas de preoviposición, en condiciones controladas de 20 a 25 ˚C (Cruttwell 2000). La ***oviposición*** comienza en la 7,66 ± 2,33 semana, a 27°C y 75%. En el Cuadro 3, puede observarse el número de huevos/hembra/semana colocados por las 13 hembras de laboratorio (total de la cría), aquí observamos la variación del número de huevos, oscilando desde cero hasta 44. Algunas hembras vivieron unos días o par de semanas, lo cual impidió llegaran a su madurez fisiológica para aparearse y oviponer.

Cuadro 3. Número de huevos por hembra por semanas de *C. reticulatus* en laboratorio.

Rango de semanas	*Hembra N°*												
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*
1-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-8	-	-	0	1	1	0	2	1	13	3	3	-	0
9-12			4	6	0	-	3	21	32	-	-		0
13-16			0	3	0		1	17	15				0
17-20			0	0	1		-	3					0
21-24			0	0	0			2					0
25-28			0	6	13			-					0
29-32			2	41	40								0
33-36			4	13	8								3
37-40			11	0	0								0
41-44			0	7	9								3
45-48			-	0	18								0
49-52				-	-								2
53-56													2
57-60													3
61-70													-

Individuo muerto: (-)

A pesar de nacer en tiempos diferentes se puede observar que seis hembras sobrevivieron hasta la semana 16. Desde las semanas 17 a la 24, la producción de huevos fue realizada por cuatro hembras y para las semanas 25 a la 44, por tres hembras. Y de la semana 45 a la 48, sólo dos. También se puede notar que la oviposición comienza a partir de la quinta semana hasta la semana 48. En la mayoría de las hembras se observó que llegando al final de su vida colocaban la mayor cantidad de huevos. Esto podría deberse a que la mayor fecundidad es alcanzada en una etapa avanzada de la fase (Cuadro 3).

La cantidad de huevos promedio por hembra es de 54,5 ± 33,27. Estos datos proceden de un pequeño grupo fértil (n=6) con alta desviación estándar, del cual se registraron tres máximos de oviposición (los cuales probablemente afectaron el valor de la desviación estándar). De estos valores resalta que la mayor oviposición ocurrió desde la semana 28 a la 36. Dicho grupo de hembras demuestran que su mayor esfuerzo de oviposición se concentra en una etapa de su vida, pero que continúan reproduciéndose hasta su deceso, lo cual sin duda es una estrategia de supervivencia. No se conoce información tan detallada como la aquí presentada de especies cercanas para apoyar los resultados obtenidos, pero sin duda la capacidad reproductiva observada marca la tendencia de lo que puede ocurrir en su hábitat y con un grupo número de hembras (Figura 28).

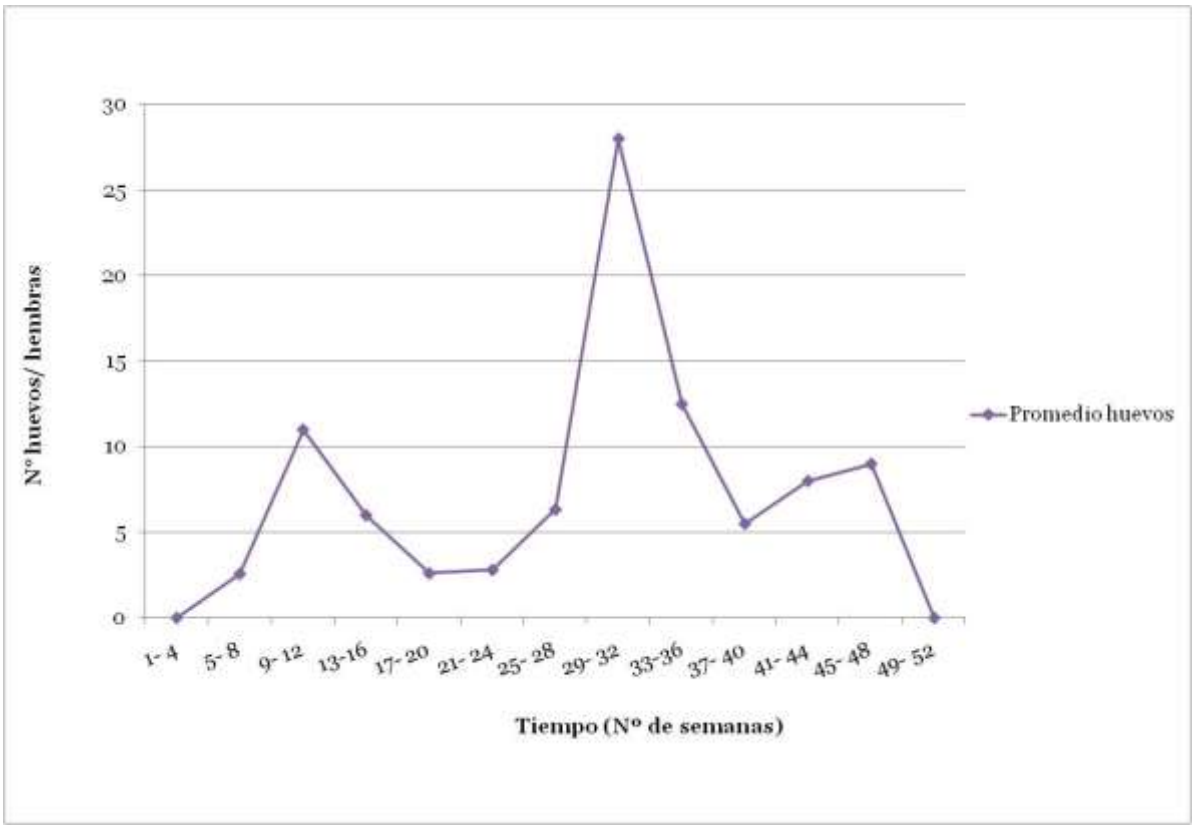


Figura 28. Promedio de huevos/hembras por semana.

Algunas de las hembras al morir se les disecó y se encontraron huevos en formación, lo cual indica que tenían capacidad para oviponer pero quizás, su longevidad no les permitió concluir con la oviposición, el gasto energético de la oviposición promovió su pronto deceso o en la fase larval no se acumuló la suficiente energía de reserva.

Los resultados obtenidos indican que el ***intervalo entre posturas*** es de 14,33 ± 13,17 semanas, con un rango entre postura y postura que oscila de una a 19 semanas. El ***período postoviposición*** es de 1,5 ± 0,54 semanas con temperatura

de 27°C y humedad relativa de 75%. Éste último valor apoya la idea comentada anteriormente, las hembras producen huevos hasta el final de su vida.

Fecundidad y fertilidad

Se contó el número de huevos eclosionados observando la senescencia del pecíolo de la hoja y la formación de agallas en el tallo de *C. odorata*. Se registraron en total 304 huevos de los cuales eclosionaron 234, representando 76,97% de fertilidad. El porcentaje de fertilidad en especies del género que se encuentran en el país, tales como, *Conotrachelus* sp. en Níspero *Manilkara zapota,* fue de 90,91% (Rodríguez y Cásares 2003) y para *C. psidii* en Guayaba *Psidium guajava,* fue de 80,21% (Boscán 1980), mayores que el presentado por *C. reticulatus*. Sin embargo, estos valores reflejan la alta viabilidad de los huevos de *C. reticulatus* bajo las condiciones de laboratorio**.**

Los valores de oviposición y de sobrevivencia de las larvas, pudieron ser afectados por la calidad del alimento, ya que estudios han demostrado que las plantas pueden ejercer efecto en el crecimiento y desarrollo de los insectos (Osborne 1973). La edad o componentes específicos de las hojas y tallos consumidos por *C. reticulatus* pudieron disminuir la fecundidad, lo cual es factible debido a lo planteado anteriormente con respecto al estado de las plantas. A su vez, los productos volátiles de la planta no sólo funcionan como medio de

reconocimiento de las plantas hospederas sino que funcionan como reguladores del crecimiento y comportamiento de los insectos (Osborne 1973), por tanto la sobrevivencia de larvas pudo estar afectada por la calidad del parénquima ingerido, el cual no debió tener los componentes necesarios para promover el crecimiento de las mismas.

Proporción de sexos

Se realizó una comparación de los adultos obtenidos de la cría en laboratorio con las colectas realizadas en los estados Trujillo y Aragua, a partir de estos datos podemos inferir si la proporción de sexos en laboratorio coincide con la proporción de sexos observada en campo. Para los individuos obtenidos en cría (37 en total), 13 fueron hembras y 24 machos, siendo la proporción de sexos (1:2) (Hembra: Macho) mientras que para los individuos capturados en campo la proporción fue (1:1), correspondiendo a 65 hembras y 71 machos. Esto indica que la proporción de hembras de laboratorio fue la misma que las colectadas en el campo; mientras que, los machos en laboratorio fue mayor a la proporción colectada. Los datos nos ofrecen una idea aproximada de lo que podríamos obtener en su hábitat. Resultados como estos vinculados a plantas son importantes ya que, no suelen ser evaluados en estudios de relaciones planta-insecto (Jervis 2005).

Longevidad

Los adultos de la especie son longevos, sin embargo la duración en cada sexo fue variable. La duración de la fase adulta en hembras tuvo en promedio 242 ± 155 días, oscilando entre 107 a 452 días. Los machos por su parte, vivieron en promedio 185 ± 153 días, oscilando entre 50 a 496 días. Se ha observado en *Conotrachelus* sp. plaga de níspero, una longevidad mayor para todos los individuos en campo con dieta de miel y flores, llegando a los 415,75 ± 29,66 días (Bailez et al. 2003); otro registro señalando la larga duración para el género lo presenta *C. psidii*, llegando a 153 ± 92 días (Rodríguez y Cásares 2003). La longevidad de *C. reticulatus* en condiciones de laboratorio fue muy variable y ésta podría ser mayor si son criados en plantas más vigorosas.

Voltinismo

A partir de las fechas de la emergencia de los adultos en cría se pudo determinar la cantidad de generaciones por año del gorgojo. En la figura 29 se observa que los máximos de emergencias se encuentran concentrados, con pequeñas variaciones para el 2008 desde mayo a noviembre, diferenciándose de los registros en años anteriores. En general los nacimientos se concentran desde octubre a enero, por lo que *C. reticulatus*, de acuerdo al resultado en laboratorio se comporta como un insecto univoltino.

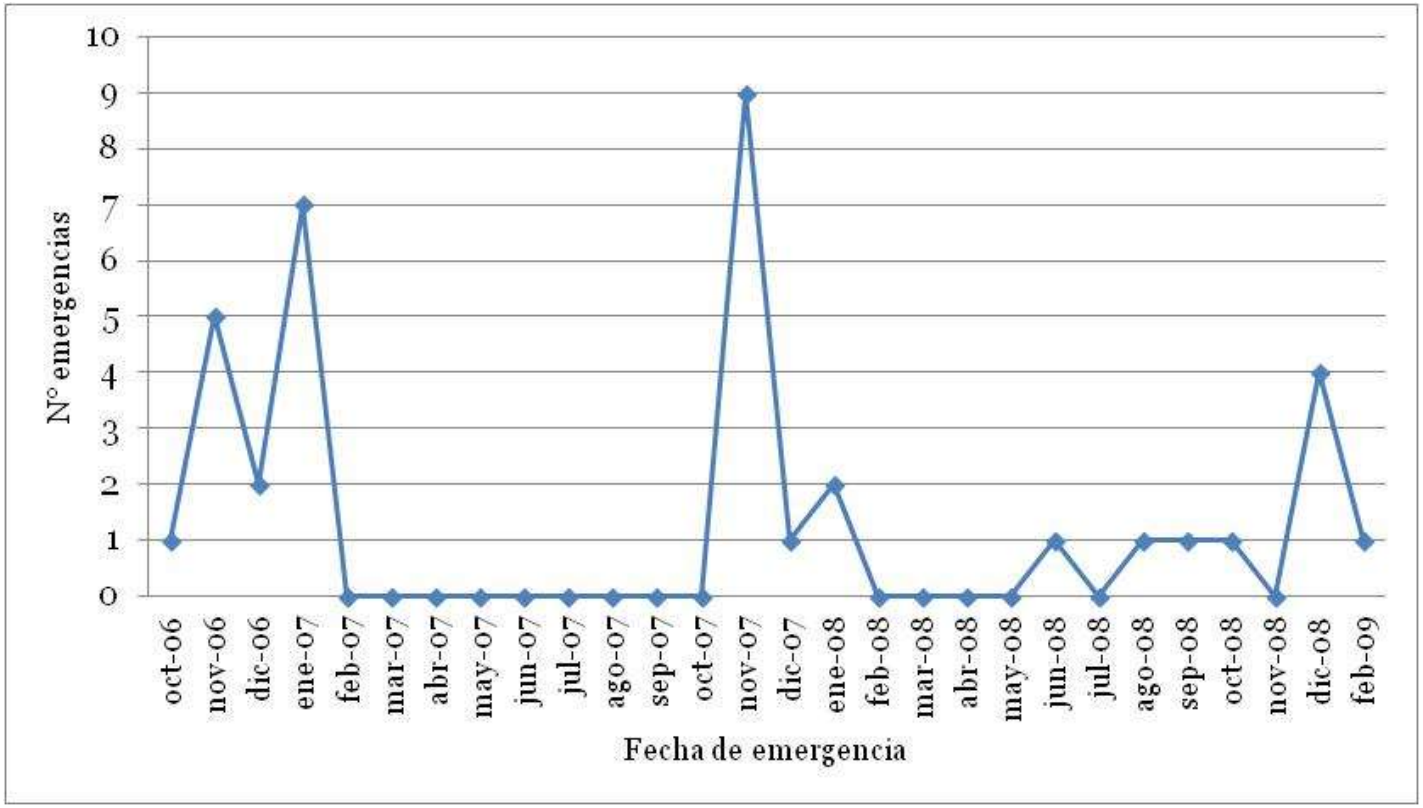


Figura 29. Adultos emergidos desde 2006 a 2009 en condiciones de laboratorio.

FORMACIÓN DE AGALLAS

Durante los primeros quince días se realizó la medición de 221 agallas, luego con el paso del tiempo las plantas iban muriendo o el proceso de crecimiento de la agalla se detenía, pero de igual forma se prosiguió con el registro de medidas. Los valores promedio a los quince días fueron de 0,37± 0,08 mm; para los 30 días de 0,38 ± 0,08 mm; a los 60 días de 0,40 ± 0,1 mm y a los 120 días 0,43 ± 0,09 mm. Su crecimiento osciló entre 0,01 a 0,03 mm, para cada ocasión de chequeo. El engrosamiento no es muy evidente entre una fecha y otra pero denota que ocurrió al menos en los primeros 60 días modificación en el nudo, lo que significa que la larva estuvo activa. Repetidamente, se observó una larva por agalla en cada tallo, a menos que la hembra pusiera huevos en ambas hojas opuestas, en esos casos puede encontrarse dos larvas y ambas forman agallas separadas, de igual forma en los nudos del tallo; sin embargo, ésta situación no fue común.

Sin duda el desarrollo por varios meses de las larvas de *C. reticulatus* en la planta es reflejo de su adaptación y la especificidad que presenta con su hospedero. Brues (1946), afirma que los insectos formadores de agallas demuestran el alto grado de especificidad con la planta hospedera mejor que cualquier otro insecto fitófago. Esto se debe a que los formadores de agallas, como *C. reticulatus*, deben encontrar al parénquima de la planta en buen estado para poder desarrollarse completamente, y por tanto el interés hacia otra planta es menos probable; en su

defecto se presentarían casos de oligofagia con una serie muy restringida de plantas hospederas dentro del mismo género, o si no presentarían la condición de monofagia. *C. albocinereus*, al igual que *C. reticulatus* suele realizar agallas en los tallos de la planta y este comportamiento permite el control de la planta, pues promueve la muerte del tallo (Cruttwell 2000).

DESARROLLO DE *Conotrachelus reticulatus* EN PLANTAS DE *Chromolaena odorata*

Luego de las observaciones se evidenció una estrecha relación entre *C. reticulatus* y *C. odorata,* debido a que las actividades de alimentación, crecimiento, cópula y movilización estuvieron vinculadas a esa planta. La hembra del gorgojo ovipone en hojas de la parte más apical de la planta; la fase larval se desarrolla en el tallo principal donde se alimenta del parénquima y forma agallas; luego pupa en el suelo y el adulto retorna a la planta con el fin de alimentarse de los brotes. En torno a la planta se reúnen adultos de ambos sexos y se protegen con las raíces, ramas y hojas de *C. odorata*, por tanto su presencia es importante para su ciclo de vida.

Generalidades de la alimentación

En laboratorio se usó la planta *C. odorata* como fuente de alimento para criar a todos los individuos por varios años. La selección del hospedero se debió a la relación anteriormente explicada y a las observaciones de campo, las cuales afirmaban que el hospedero preferencial de *C. reticulatus* era la mencionada planta. En su ambiente natural, ante la gama de plantas asteráceas que acompañan a *C. odorata* llama la atención cómo los roídos (los cuales son señales de alimentación) y presencia de adultos ocurren solamente en ella. Por tanto, podríamos inferir la atracción que tiene el gorgojo por los compuestos químicos de la planta siendo un factor predominante en la selección del hospedero en insectos, lo cual han demostrado diversos autores en investigaciones sobre relaciones insecto – planta (Bernays 2001).

El daño provocado por los adultos en la planta puede describirse como un roído longitudinal en los brotes (Figura 30), la marca característica permite determinar la alimentación de los adultos y su presencia en la zona (en caso de muestreos en campo); es similar al comportamiento de *C. albocinereus* e igualmente lo hace en la noche. En laboratorio se observó a *C. reticulatus* sin alimentarse de manera gregaria sino de 1 a 2 individuos por brote. En las plantas pueden encontrarse varios adultos más no alimentándose en el mismo lugar, también se observó lo mismo en campo.

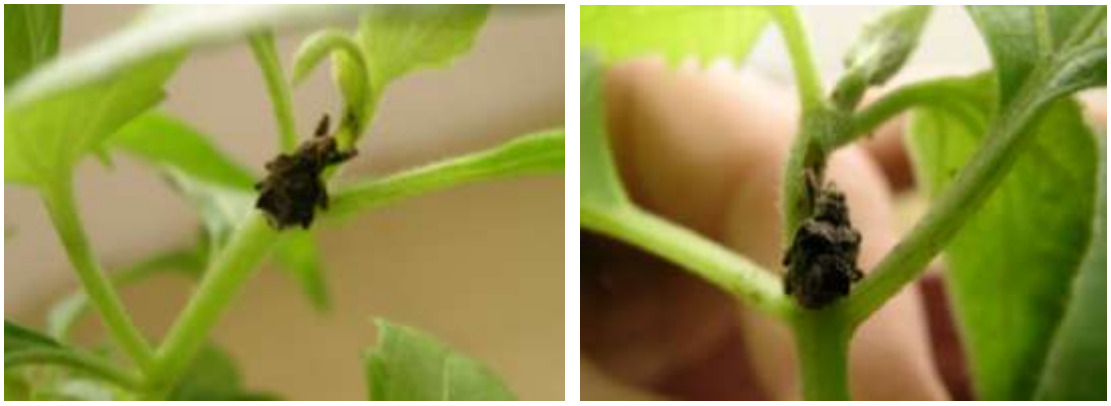


Figura 30. *C. reticulatus* alimentándose de brote de *C. odorata*.

Daños en plantas de *C. odorata*

Los adultos traídos de campo y los criados en laboratorio se alimentaron siempre de *C. odorata*, durante los cuatro años que duraron los experimentos. Se ofrecieron a los individuos un total de 694 plantas. El porcentaje de plantas con daños varió entre 88% y 93% (Cuadro 4).

En el caso de *C. albocinereus* los adultos producen lesiones en las hojas jóvenes que no representan un daño significativo en el vigor de *P. hysterophorus* y tampoco afectan sus puntos de crecimiento (Crutwell 2000); mientras que las lesiones hechas por *C. reticulatus* causan la perdida de los brotes y yemas terminales, impidiendo el crecimiento del tallo y floración.

Cuadro 4. Porcentaje de plantas con lesiones realizadas por adultos desde el año 2006 al 2009.

Año	Total de plantas evaluadas	N° plantas lesionadas	%
2006	203	186	91,62
2007	133	118	88,72
2008	198	178	90,00
2009	160	150	93,75
Total plantas	694	632	91,06

Tabla de vida de adultos

Con todos los individuos criados en laboratorio fue posible realizar una tabla de vida temporal permitiendo conocer datos de la mortalidad por edades de los individuos de *C. reticulatus* (Cuadro 5). Derivada de la tabla de vida de *C. reticulatus* se puede observar la curva de sobrevivencia (Figura 31) en la cual está representado un descenso paulatino del número de individuos, hasta llegar a la semana 61.

Cuadro 5. Tabla de vida de adultos de *C. reticulatus*.

x	Nx	Lx	Lx	Dx	qx	Tx	Ex
0	31	1,00	0,97	2,00	0,065	20,68	20,68
1	29	0,94	0,90	2,00	0,069	19,71	20,96
2	27	0,87	0,87	0,00	0,000	18,81	21,62
3	27	0,87	0,85	1,00	0,037	17,94	20,62
4	26	0,84	0,81	2,00	0,077	17,08	20,33
5	24	0,77	0,74	2,00	0,083	16,27	21,12
6	22	0,71	0,69	1,00	0,045	15,53	21,87
7	21	0,68	0,68	0,00	0,000	14,84	21,82
8	21	0,68	0,68	0,00	0,000	14,16	20,82
9	21	0,68	0,63	3,00	0,143	13,48	19,82
10	18	0,58	0,56	1,00	0,056	12,85	22,15
11	17	0,55	0,55	0,00	0,000	12,29	22,34
12	17	0,55	0,53	1,00	0,059	11,74	21,34
13	16	0,52	0,48	2,00	0,125	11,21	21,55
14	14	0,45	0,44	1,00	0,071	10,73	23,84
15	13	0,42	0,42	0,00	0,000	10,29	24,50
16	13	0,42	0,40	1,00	0,077	9,87	23,50
17	12	0,39	0,39	0,00	0,000	9,47	24,28
18	12	0,39	0,39	0,00	0,000	9,08	23,28
19	12	0,39	0,39	0,00	0,000	8,69	22,28
20	12	0,39	0,37	1,00	0,083	8,31	21,31
21	11	0,35	0,34	1,00	0,091	7,94	22,68
22	10	0,32	0,31	1,00	0,100	7,60	23,75
23	9	0,29	0,29	0,00	0,000	7,29	25,13
24	9	0,29	0,29	0,00	0,000	7,00	24,13
25	9	0,29	0,29	0,00	0,000	6,71	23,13
26	9	0,29	0,29	0,00	0,000	6,42	22,13
27	9	0,29	0,29	0,00	0,000	6,13	21,13
28	9	0,29	0,29	0,00	0,000	5,84	20,13
29	9	0,29	0,29	0,00	0,000	5,55	19,13
30	9	0,29	0,27	1,00	0,111	5,26	18,13
31	8	0,26	0,26	0,00	0,000	4,98	19,15
32	8	0,26	0,26	0,00	0,000	4,73	18,19
33	8	0,26	0,26	0,00	0,000	4,47	17,19

x	Nx	Lx	Lx	Dx	qx	Tx	Ex
34	8	0,26	0,26	0,00	0,000	4,21	16,19
35	8	0,26	0,26	0,00	0,000	3,95	15,19
36	8	0,26	0,24	1,00	0,125	3,69	14,19
37	7	0,23	0,23	0,00	0,000	3,45	15,00
38	7	0,23	0,23	0,00	0,000	3,23	14,04
39	7	0,23	0,23	0,00	0,000	3,00	13,04
40	7	0,23	0,23	0,00	0,000	2,77	12,04
41	7	0,23	0,23	0,00	0,000	2,55	11,08
42	7	0,23	0,23	0,00	0,000	2,32	10,08
43	7	0,23	0,21	1,00	0,143	2,10	9,13
44	6	0,19	0,19	0,00	0,000	1,89	9,94
45	6	0,19	0,19	0,00	0,000	1,69	8,89
46	6	0,19	0,19	0,00	0,000	1,50	7,89
47	6	0,19	0,18	1,00	0,167	1,31	6,89
48	5	0,16	0,13	2,00	0,400	1,13	7,06
49	3	0,10	0,10	0,00	0,000	1,00	10,00
50	3	0,10	0,10	0,00	0,000	0,90	9,00
51	3	0,10	0,10	0,00	0,000	0,81	8,10
52	3	0,10	0,10	0,00	0,000	0,71	7,10
53	3	0,10	0,10	0,00	0,000	0,61	6,10
54	3	0,10	0,10	0,00	0,000	0,52	5,20
55	3	0,10	0,10	0,00	0,000	0,42	4,20
56	3	0,10	0,08	1,00	0,333	0,32	3,20
57	2	0,06	0,06	0,00	0,000	0,24	4,00
58	2	0,06	0,06	0,00	0,000	0,18	3,00
59	2	0,06	0,06	0,00	0,000	0,11	1,83
60	2	0,06	0,05	1,00	0,500	0,05	0,83
61	1	0,03	0,00	1,00	1,000	0,00	0,00

También, la curva muestra que luego de la emergencia, la sobrevivencia de los individuos va disminuyendo, hasta llegar a la semana 17, donde los restantes tienden a mantenerse activos mientras que otros van muriendo hasta el punto de inflexión en las últimas semanas donde los pocos sobrevivientes perecen.

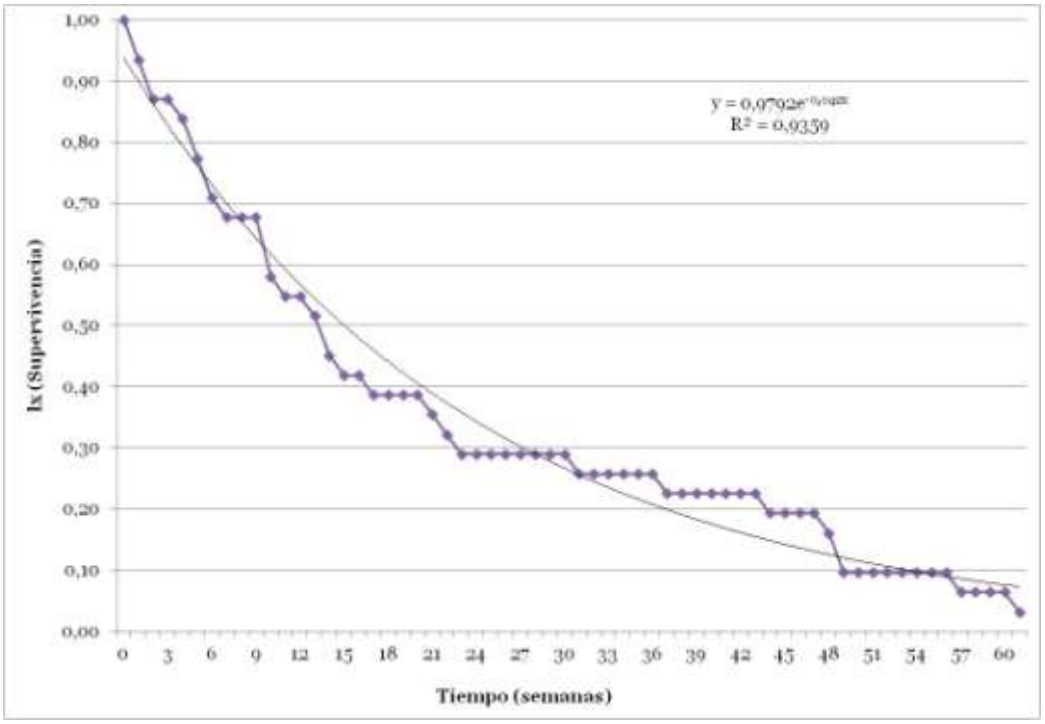


Figura 31. Curva de supervivencia (lx) de adultos.

El comportamiento de dicha curva se asemeja a la curva de supervivencia tipo III, en la cual, un número constante de individuos fenecen a cada intervalo de edad, es decir, el número de adultos de *C. reticulatus* que mueren a medida que la cría envejece es cada vez menor, debido a que los sobrevivientes van disminuyendo con la edad (Rabinovich 1980). Esta situación se ve reflejada claramente en el comportamiento de la curva entre las semanas 19 y 51. La tendencia de la curva es de tipo exponencial, cuya ecuación que la explica es: $y=0.9792e^{-0.0419x}$; $R^2 = 0.9359$.

La curva de expectativa de vida (Figura 32), refleja que los individuos en las 25 primeras semanas de vida (aproximadamente 6 meses) tienen riesgos de mortalidad menores a los que se presentan a partir de la semana 31. Según la data tanto hembras como machos tienen un aumento de la mortalidad al superar los siete meses aproximadamente de vida.

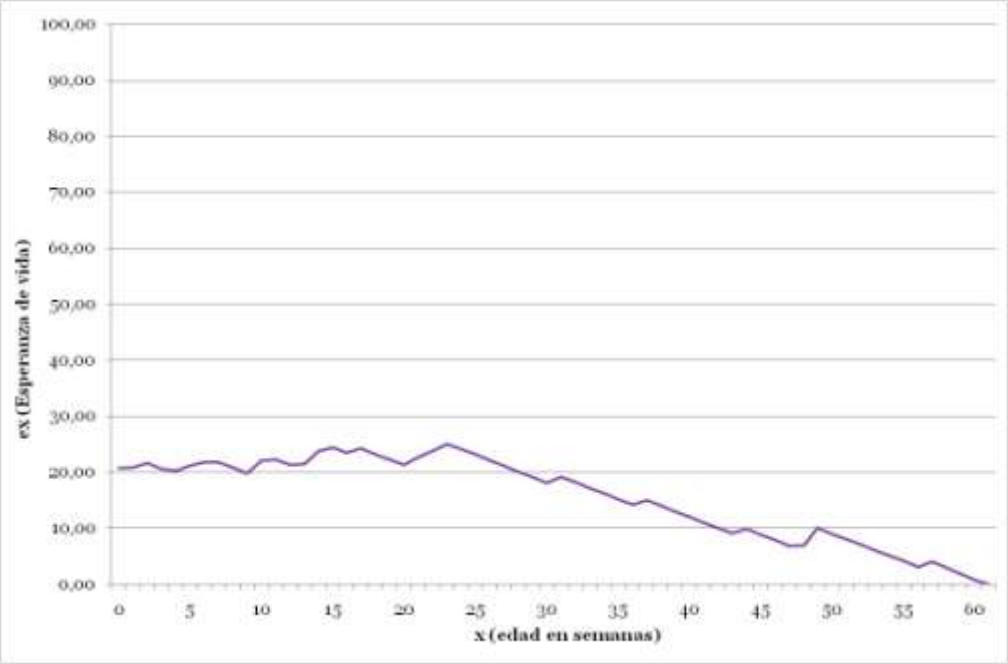


Figura 32. Expectativa o esperanza de vida de adultos.

En la Figura 33, se observa que las hembras presentan tres máximos de oviposición, el primero, en las semanas iniciales de vida hasta la semana 17, luego al empezar la etapa comentada de desaceleración de la mortalidad, se da un descenso en el número de huevos promedio por semana. El segundo máximo

mucho más destacado, es justo en la etapa en que la mortalidad parece haberse hecho constante y a pesar de la existencia de pocos individuos y estando cercana la muerte, los promedios de oviposición son mucho mayores que a temprana edad. En el tercer máximo, las hembras son activas hasta casi el final de su vida, dejando de colocar huevos pocas semanas antes de su muerte. Todo esto puede deberse a la madurez fisiológica, lo que se traduciría en que hembras de mayor edad están más aptas para la producción de huevos a pesar de la cercanía de su muerte.

En general, la relación insecto – planta trae consigo consideraciones en el ámbito de la sobrevivencia en su medio natural que vale la pena mencionar, pues la atracción de *C. reticulatus* por *C. odorata* está caracterizada por la eficiencia de selección de hospedero, lo cual permite que de forma rápida y certera el insecto tenga el insumo adecuado para prolongar su especie, disminuyendo así la exposición a depredadores a la que otros insectos pueden verse mayormente expuestos al visitar varios hospederos, como es el caso de lepidópteros, homópteros, himenópteros, etc.; y disminuyendo el gasto energético en la búsqueda de diversos hospederos para la alimentación y oviposición, que tal vez no

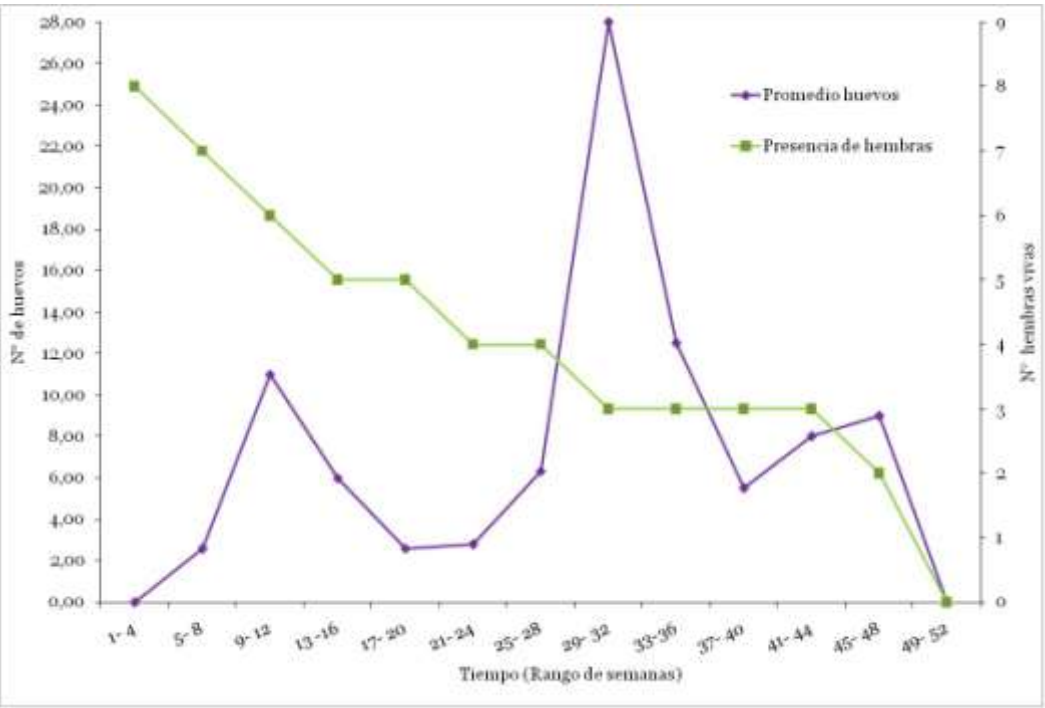


Figura 33. Curvas de promedio de huevos por semana y longevidad de hembras.

tengan las características óptimas de durabilidad y nutrición para el desarrollo de las fases. Creándose así un “compromiso” o “trade-off” en relación a la capacidad del insecto para utilizar la misma especie de planta (Anaya et al. 2001; Bernays 2001).

CONCLUSIONES

En la relación insecto-planta entre *C. reticulatus* y C. odorata se observa en la especialización del gorgojo para desarrollarse por completo en dicha planta, comenzando al oviponer en la hoja de forma que la larva entra directamente en la nervadura de la planta, para luego a través del pecíolo ingresar al tallo donde se establece por meses formando una agalla en el nudo y de ésta sale para pupar en el suelo; y seguirse alimentando como Imago para repetir el ciclo.

Del estudio de la biología de *C. reticulatus* se obtuvieron datos básicos que eran desconocidos para la especie y que por primera vez son estudiados, sin embargo hay un factor que afectó la cantidad de individuos nacidos en laboratorio e interfirió con la cantidad de data, y esto fue la problemática ocasionada por otros insectos alimentándose de *C. odorata* lo cual impactó el vigor y calidad de las plantas, por tanto disminuyó la calidad del alimento, comparado al que puede encontrarse en condiciones naturales, donde también hay una mayor oferta de plantas las cuales crecen en zonas con los requerimientos nutritivos necesarios y con regulaciones bióticas - abióticas para las moscas blancas y áfidos.

Si bien la calidad del alimento pudo no haber satisfecho los requerimientos fisiológicos para una producción mayor de huevos, también se observó que parte de los huevos eclosionados no pudieron aumentar la población de cría por la muerte

prematura de los tallos; lo cual a su vez influyó en la cantidad de hembras y machos presentes en la cría de laboratorio. Por ello, asumimos que en condiciones naturales, donde las plantas se encuentran en una interacción suelo-planta equilibrada, la cantidad de individuos de *C. reticulatus* debe ser mayor.

La cantidad de huevos producidos por seis hembras demuestran la capacidad de la especie para reproducirse, presentando variabilidad en el número de huevos así como, variabilidad en los intervalos de oviposición. Este comportamiento puede ser beneficioso, ya que aseguraría la presencia de individuos en diferentes momentos de la población y no concentrada en un sólo período. Los valores de preoviposición y postoviposición en cambio demostraron ser más homogéneos. La fase larval es primordial en el desarrollo de la especie por el tiempo que invierte en la acumulación de energía. La formación de agallas en la planta permite evidenciar la presencia de nuevas generaciones de la población. La capacidad de pupar en tierra es un factor positivo como estrategia de sobrevivencia, sobretodo en zonas secas propensas al fuego o en zonas de constante desmalezamiento. Siendo esta la única fase no vinculada a la planta.

La proporción de sexos de las capturas en campo fue 1:1 mientras que los nacimientos en laboratorio fue 1:2. La longevidad entre hembras 242 ± 155 y machos 185 ±153 tuvo diferencias. El ciclo de vida se estimó en 405,64 ± 112,05 días, siendo la fase adulta la más larga. Los adultos realizan actividades

generalmente en la noche. Las emergencias en condiciones de laboratorio (25°C-75%) se concentran en los meses desde octubre a enero, por tanto es un insecto univoltino.

Inferimos que el consumo de brotes por adultos en poblaciones en campo es continuo regulando así el crecimiento de los tallos, lo cual manifiesta la importancia que pueden tener los gorgojos al poder interrumpir el crecimiento de la planta y la formación de la inflorescencia; y por otro lado, es interesante desde el punto de vista del control biológico.

La planta hospedera en la cual se ha visto desarrollar el ciclo de vida de *C. reticulatus* es *C. odorata*; siendo así, *C. reticulatus* puede ser catalogada como una especie monófaga o muy específica. Sin embargo, es recomendable realizar pruebas de especificidad para comprobar totalmente la idea.

Se sugiere que para estudios futuros se tome en cuenta la pérdida del recurso alimentario causada por otros insectos asociados a *C. odorata*, ya que, esta situación puede mermar la cantidad de individuos disponibles para los ensayos. Por tanto tener un ambiente cuarentenario para la realización de los experimentos sería pertinente. También se recomienda realizar evaluaciones con un mayor número de hembras y comparar los resultados obtenidos en este trabajo sobre la variabilidad de la oviposición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaya, A. L.; Espinoza, F.; Cruz, R. 2001. En: Relaciones químicas entre organismos: aspectos básicos y perspectivas de su aplicación. Plaza y Valdes, S.A. Mexico.

- Bailez, O.; Viana-Bailez, A.; De lima, J. y Moreira, D. 2003. Life-history of the guava weevil, *Conotrachelus psidii* marshall (Coleoptera: curculionidae), under laboratory conditions. Neotropical Entomology 32(2):203-207.

- Bernays, E. A. 2001.Neural limitations in phytophagous insects: Implications for diet breadth and evolution of host affiliation. Annu. Rev. Entomol. 46:703-727.

- Boscán de Martínez, N. y Godoy, F. 1983. Nuevo registro de plaga en Venezuela *Conotrachelus* sp. cerca *mamillatus* Boheman Gorgojo del fruto del níspero *Achras sapota* L. Agronomía Tropical. 33 (1-6): 543-546.

- Boscán, N. 1980. Biología y ecología del gorgojo de la guayaba: *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) en Cagua, Aragua, Venezuela. pp.122. Trabajo de Grado para obtener el título de Magíster Scientiarum en Entomología.

- Brues, C. 1946. Insects, food and ecology. Dover Publications, INC. USA. 466 p.

- Cruttwell, R. 1973. An annotated list of the insects and mites recorded from *Eupatorium odoratum* L., with a key to types of damage found in Trinidad. En: Insects and mites attacking *Eupatorium odoratum* in the Neotropics. Commonwealth Institute of Biological control. Technical bulletin N° 16. Pp. 87 – 125.

- Cruttwell, R. 2000. Biology and Host Specificity of the Stem Galling Weevil *Conotrachelus albocinereus* Fiedler (Coleoptera: Curculionidae), a Biocontrol Agent for Parthenium Weed *Parthenium hysterophorus* L. (Asteraceae) in Queensland, Australia. Biocontrol Science and Technology. Volumen 10(2):195 – 200.

- Delgado,O.; Clavijo, J.; Arnal, E.; Ramos, F. y Savini, V. 2007.Insectos asociados a *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson. XX

Congreso Venezolano de Entomología. Desde el 22 al 27 de Julio 2007.

- Jervis, M. 2005. Insects as Natural Enemies: A Practical Perspective. Springer. Pp 551.

- Maes, J.M. y O´Brien,C. 1990. Lista anotada de los Curculionoidea (Coleoptera) de Nicaragua. Rev. Nica. Ent., 12:1-78.

- O´Brien, C. y Wibmer, G. 1982. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of North America, Central America, and the West Indies (Coleoptera: Curculionoidea). Memoirs of the American Entomological Institute. USA. Número 34. 382 p.

- O'Brien, C. 1995. Curculionidae, premiere biocontrol agents (Coleoptera: Curculionidae). En: Biology and Phylogeny of Curculionoidea. Memoir Entomol. Soc. Wash. 14, 1995. pp. 119-128.

- O'Brien, C. y Couturier, G. 1995. Two new agricultural pest species of *Conotrachelus* (Coleoptera : Curculionidae : Molytinae) in South America. Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.). 31 (3): 227-235.

- Osborne, D. 1973. Mutual regulation of growthand development in plants and insects. En: Insects-plants relationship. (Eds.) Van Emden, H.F. The Royal Entomological Society. London. pp. 33-42.

- Papp, C. S. 1979. An illustrated catalog of the Cryptorhynchinae of the New World with generic descriptions, referentes to the literature and deposition of type material (Coleoptera: Curculionidae). State of California, Department of Food and Agriculture, Division of Plant Industry, Laboratory Services - Entomology. 467 p.

- Pérez, D. y Iannacone, J. 2008. Ciclo biológico, comportamiento y censo del picudo del Camú Camú, *Conotrachelus dubiae* O'Brien 1995 (Coleoptera: Curculionidae) en Pucallpa, Perú. Acta Amazónica. vol. 38(1) 2008: 145 – 152.

- Rabinovich, J. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales.1° edición. Editorial Continental S. A. pp. 313.

- Rodríguez, G. y Cásares, R. 2003. Algunos aspectos bioecológicos del gorgojo del níspero, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae).

Revista Entomotropica. Sociedad Venezolana de Entomología Vol. 18(1): 57-61.

- Strathie, L. y Zachariades, C. 2006. Cría de *Conotrachelus reticulatus* y observaciones de campo. Maracay, Venezuela, UCV (Comunicación personal).

CAPITULO III

EVALUACIÓN DE LA ESPECIFICIDAD DE *Conotrachelus reticulatus* CHAMPION (1904) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN PLANTAS DE LA FAMILIA ASTERACEAE.

INTRODUCCIÓN

El control de plagas por muchos años ha sido llevado a cabo exclusivamente a través de la aplicación de insecticidas, herbicidas etc., siendo éstos los tipos de control que mayormente son utilizados. Sin embargo, el hombre se vio en la necesidad de desarrollar controles alternativos a los agroquímicos al ver que todos los problemas de plagas no podían ser solucionados con las mismas técnicas de siempre; y en este pasar del tiempo han ido evolucionando con la intención de que sean menores los impactos a los ecosistemas, agro-ecosistemas y recursos.

El control biológico, nace promovido por la necesidad de regular los insectos que afectan las siembras, de forma menos perjudicial al medio ambiente, siendo éste método también aplicado para otros organismos considerados plagas. De aquí surge la propuesta del control biológico de malezas, definiéndose como la regulación de especies de plantas indeseables o nocivas para el hombre con el manejo que se le pueda dar a los enemigos naturales, empleando distintas tácticas según la circunstancia (DeLoach et al. 1989).

Puede considerarse que los elementos básicos para desarrollar este tipo de control son: conocimiento de la ecología de la maleza y el conocimiento del enemigo natural, siendo el último en el que se hace hincapié pues determinar el enemigo natural más ideal trae como resultado la verdadera disminución de la capacidad de competencia de la maleza, la reducción de los problemas de impacto a especies nativas de plantas, intervenciones en los ciclos ecológicos naturales, reducción del impacto a las actividades antrópicas y riesgos de salud pública (Medal et al. 2002).

En sus inicios, control biológico de maleza tenía menores procedimientos y protocolos para su aplicación; hoy día, la importancia de asegurar la efectividad y especificidad es primordial, convirtiéndose en sus principales objetivos. De esto se desprende una serie de pasos vitales para la selección del enemigo natural de la maleza. Conocer las preferencias alimenticias y de crecimiento del enemigo natural, como el determinar las características que le sean favorables para considerarlo como agente potencial de control, son los pasos más importantes para la consolidación del programa de control biológico de malezas.

En las investigaciones de mediados del siglo XX hasta la actualidad, se ha evaluado tanto para malezas acuáticas y terrestres, insectos que presentan comportamientos de alimentación y oviposición vinculados con ellas, con la intención de poder estimar su especificidad (Heard y van Klinken 1998). En la

determinación de la especificidad del enemigo natural, se logra reconocer su rango de plantas hospederas, lo cual es uno de los resultados beneficiosos derivados del programa de control biológico de malezas.

Para un insecto fitófago el conjunto de especies que puede percibir, aceptar y/o usar dependiendo del entorno donde se encuentre es lo que conocemos como rango de hospederas. Para las evaluaciones de especificidad podemos ir más allá hasta determinar el rango de hospederas específicas para un enemigo natural, es decir, podemos observar cómo la preferencia y el comportamiento varía dentro un rango de hospederas, pero se aprecia la inclinación por una o por un grupo de plantas (Sheppard et al. 2005). Por tanto, esta apreciación del rango de hospederas es vital para tomar decisiones que definen en último término la escogencia de un enemigo natural, lo que conlleva al éxito o no de un programa de control biológico. La amplitud en el rango de hospederas de una especie es la característica biológica tal vez más importante comparado con la morfología, fisiología y factores ecológicos, ya que, presenta información a nivel de selección natural y de evolución referente a un conjunto de plantas (Schoonhoven et al. 2005).

El uso de la información aportada tanto por los casos exitosos como por los fracasados de control biológico de malezas, ha permitido entender que los resultados de este tipo de pruebas (determinación de hospederas), es sólo información del insecto, más no verdades absolutas (su fortaleza como información

recae en que permite entender los gustos que tiene el insecto ante ciertos recursos alimenticios). Dichos datos luego se hacen relevantes y primordiales para la evaluación de los riesgos, pues recordemos que el comportamiento de un insecto en condiciones diferentes a las naturales y nativas, puede cambiar a partir de una serie de factores que incluyen: el ámbito ecológico de la maleza y del insecto, factores climáticos y antrópicos (Cruttwell 1998). Con respecto a la aplicación del control biológico de malezas siempre han existido dudas ante los resultados de las pruebas de especificidad, puesto que los riesgos son grandes al realizar la liberación de organismos, por ésta razón, candidatos potencialmente eficientes han sido rechazados debido a que se alimentaron o desarrollaron en otra planta al evaluarlas en laboratorio, pero que en campo es poco probable que esto ocurra (Kluge 2000). Sin embargo, las evaluaciones han corroborado las hipótesis de especificidad insecto-maleza en 603 casos de estudio, de los cuales 259 especies de insectos se han establecido exitosamente al ser liberados sobre 111 especies de malezas, realizados estas evaluaciones en unos 70 países. Con lo expuesto se resalta que el temor a que la especificidad de los insectos no sea cierta se ha manifestado muchas veces, pero hasta el momento no se ha comprobado que no sean específicos a la maleza; por tanto, siendo los estudios básicos de especificidad junto con aspectos de biología del insecto, altamente determinantes para la liberación del agente de control y es lo que a su vez ha disminuido el riesgo de una liberación equivocada en diversos programas (Kluge 2000).

En el capítulo anterior, se describió cómo el desarrollo de las fases de crecimiento de *C. reticulatus* en *C. odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson trae la posibilidad de que el gorgojo tenga las condiciones necesarias para ser catalogado como un agente de control de dicha maleza de importancia económica en África y Asia (Cruttwell 2000a), (así como lo afirma O´Brien (1995) ha ocurrido con otras especies de curculiónidos en varios programas de control de malezas exitosos a partir de la vinculación estrecha con la planta), y que al parecer se define como su hospedera principal. En éste capítulo disiparemos las interrogantes relacionadas con la capacidad de *C. reticulatus* de seleccionar entre una gama de plantas y *C. odorata* con la intención de alimentarse, oviponer y desarrollarse, parcial o completamente en ella (Heard y van Klinken 1998; Van Drieshe et al. 2008), lo que permitirá perfilar el rango de plantas hospederas del gorgojo así como definir su potencialidad como controlador de la mencionada maleza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron diversas evaluaciones con plantas pertenecientes a la familia Asteraceae, incluyendo a *C. odorata* para determinar el rango de hospederas y preferencia de desarrollo de *C. reticulatus*. Se incluyeron pruebas de campo, pruebas de elección pareada y de elección múltiple. Fueron llevadas a cabo desde el año 2005 hasta el 2010.

EVALUACIÓN DE ESPECIFICIDAD DE C. reticulatus *EN CAMPO*

La evaluación de especificidad de *C. reticulatus* en campo, fue realizada en el año 2005 (localidad Santa Elena) y en el año 2006 (localidades Santa Elena y Mercado Valera). En la localidad llamada Santa Elena, la evaluación fue hecha en Noviembre 2005 y en Agosto 2006, cuyas coordenadas son 09°28.922´ N, 70°25.787´ W; 676 msnm; está ubicada en la carretera Trujillo – Boconó en el estado Trujillo. La zona fue elegida debido a que en muestreos previos, durante el 2003, se reportaron numerosos individuos de *C. reticulatus* y abundante presencia de *C. odorata*, por tanto se decidió realizar una evaluación en esta zona de bosque secundario, la cual presentaba bajo nivel de perturbación y una gama de especies de la familia de las Asteraceae, tales como: *Condylidium iresinoides* (Kunth) R. King et H. Rob., *Ayapana elata* (Steetz) R. King et H. Rob., *Calea berteriana* DC., *Synedrella nodiflora* (L.) Garren., *Bidens pilosa* L., *Fleishmannia pratensis* (Klath)

R. King et H. Rob., *Clibadium surinam*ense L., *Mikania micrantha* Kunth., entre otras.

La localidad Mercado Valera, se encuentra ubicada en el eje vial hacia Valera, en un área intervenida con gran cantidad de plantas de *C. odorata*, al pie del cerro y de un barranco, con las siguientes coordenadas: 09°23.589' N, 70°34.680' W; y una altitud de 374 m. En la zona había presencia de varias especies de asteráceas y de gramíneas entre las cuales podemos destacar: *Conyza laevigata* (Rich.) Pruski, *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass*., Tridax procumbens* L*., Cyperus* spp. L. *, Panicum maximum* Jacq*., Cenchrus* spp. L., entre otras plantas.

La metodología para la evaluación de campo, consistió en observar las plantas pertenecientes a la familia Asteraceae que estuvieran presentes en la localidad y se encontraran cercanas espacialmente a *C. odorata*. Se tomaron en total 16 especies de plantas más *C. odorata*, y de cada una se evaluaron la mayor cantidad de plantas posibles.

Se registró la presencia de: huevos, agallas, señales de alimentación (roído) y cantidad de adultos de *C. reticulatus*, en las plantas seleccionadas para la revisión. El procedimiento se realizó en un espacio de 200 m lineales para el 2005 (localidad Santa Elena) y 500 m lineales para el 2006 (localidades Santa Elena y Mercado

Valera), seleccionando las muestras al azar. La diferencia en tamaño de las áreas muestreadas vino limitada por el acceso y presencia de las plantas a muestrear.

EVALUACIÓN DE LA ESPECIFICIDAD de C. reticulatus CON ELECCIÓN MÚLTIPLE

Para la realización de las pruebas de elección, la selección de las plantas se realizó tomando en cuenta varios aspectos: (i) la cercanía filogenética que tuvieran las otras especies a *C. odorata*, que en nuestro caso es la planta de interés (o target) (Wapshere 1974); (ii) la presencia de las especies de plantas en zonas donde nuestro target crece abundantemente y (iii) la adaptabilidad al lugar donde se realizarían los ensayos. La escogencia de las plantas se realizó con la colaboración del Dr. Víctor M. Badillo y se observaron las características morfológicas en exicatas depositadas en el Herbario "Dr. Víctor Badillo (MY)" en la Facultad de Agronomía, UCV. Una vez identificadas las plantas a evaluar fueron ubicadas en el campo y en diversas zonas de la Facultad de Agronomía, para luego ser sembradas con raíces en porrones de 22 cm de diámetro, con una mezcla de 1:1:1 de tierra: arena: turba. Las plantas se mantuvieron en el invernadero del Laboratorio de Especies Invasoras y Control Biológico en el Instituto de Zoología Agrícola (IZA), 10°16.397´N, 67°36.633´O; 462 msnm, en condiciones de temperatura y humedad relativa no controladas.

Pruebas con elección pareada

Para la realización de ésta prueba fueron utilizados individuos colectados en el Estado Trujillo, ya que, en condiciones normales están continuamente expuestos a diversas plantas, es decir, siempre están expuestos a una selección múltiple y al estar confinados en una jaula con dos opciones su patrón de comportamiento no se verá modificado, sintiéndose libres de alimentarse de cualquier especie que les agrade. La jaula, denominada Tipo II, tuvo un diámetro de 0,75 m; 1,30 m de alto y 0,50 m de largo (Figura 34), construida con tela tipo Dopiobello, con dos ventanas cubiertas de Tull de 0,20 m de ancho y largo, para poder observar el interior y una abertura ubicada en la parte frontal para poder introducir y retirar las plantas. La jaula se sostiene por cuatro cordones que se atan a un soporte ubicado en la parte superior de la jaula. Adentro se colocó una lámina de anime que uniformiza el borde de las macetas y permite la movilidad de los insectos de una planta a otra y se les ajusta con goma espuma entre el borde de la maceta y el anime.

Se ubicaron en una jaula ocho individuos de *C. reticulatus*, cuatro hembras y cuatro machos junto con dos tipos de plantas: una planta constante en todas las evaluaciones que fue *C. odorata* (target), y la segunda opción, una de las ocho especies de plantas seleccionadas (Cuadro 6). Se eligieron de la tribu Eupatorieae tres especies, más *C. odorata*. Y una especie por cada una de las tribus: Heliantheae, Senecioneae, Astereae y Vernonieae (Cuadro 6). La escogencia de las

plantas se hizo tomando en cuenta las plantas vistas en campo y el cultivo de dichas plantas en el invernadero. Se realizaron tres repeticiones de cada combinación de plantas (Figura 35). Las pruebas tuvieron una duración de veinte días en total; luego de los primeros diez días se cambiaron las plantas por unas nuevas, asegurando alimento fresco y hojas disponibles para la oviposición. Por tanto, las observaciones se tomaron a los diez y a los veinte días. Para cada cambio de plantas se retiraban los individuos manteniéndolos aislados en un recipiente de plástico, sin alimento hasta que la jaula estuviera lista, el proceso tomó alrededor de cuatro horas cada vez. Al final de todas las pruebas se evaluaron 192 individuos.

Los datos registrados en esta evaluación fueron: a) Alimentación de adultos (presencia de señales de alimentación y de cuál planta se alimentaron). b) Oviposición (se observó la presencia de posturas sobre las plantas expuestas, se registró la cantidad de huevos eclosionados y el porcentaje de plantas con posturas). c) Desarrollo larval (se observó la sobrevivencia de las larvas hasta la fase de pupa). Los resultados fueron analizados con la prueba de T de Student usando el programa estadístico STATISTIX 8.0.

Cuadro 6. Lista de especies pertenecientes a la familia Asteraceae evaluadas en pruebas con elección pareada.

Tribu	Especie	Uso	Hábito	Estados con presencia
Eupatorieae	*Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson	Ornamental, medicinal	Ruderal	Aragua, Trujillo
	Ageratum conyzoides L.	Maleza	Ruderal	Aragua, Trujillo
	Fleishmannia microstemon (Cass.) R.M. King & H. Rob.	Maleza	Ruderal	Aragua, Trujillo
	Fleishmannia pratensis (Klath) R. King et H. Rob.	Maleza	Ruderal	Trujillo
Heliantheae	*Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.	Maleza	Ruderal	Aragua, Trujillo
Senecioneae	*Emilia sonchifolia* (L.) DC.	Maleza	Ruderal	Aragua, Trujillo
Astereae	*Conyza laevigata* (Rich.) Pruski	Maleza	Ruderal	Trujillo
Vernonieae	*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.	Maleza introducida	Ruderal	Aragua, Trujillo

Fuente: PNUD (1998).

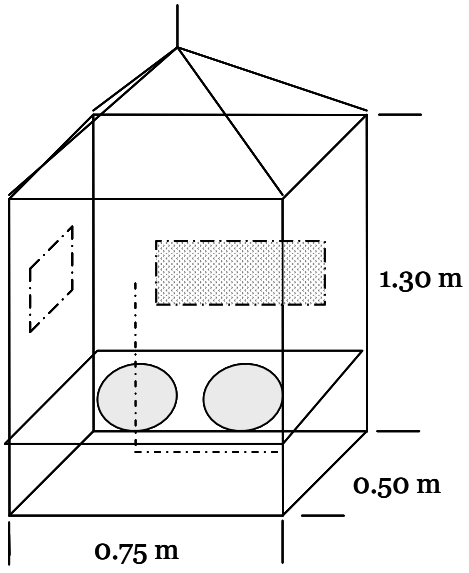


Figura 34. Jaula Tipo II para pruebas con elección pareada.

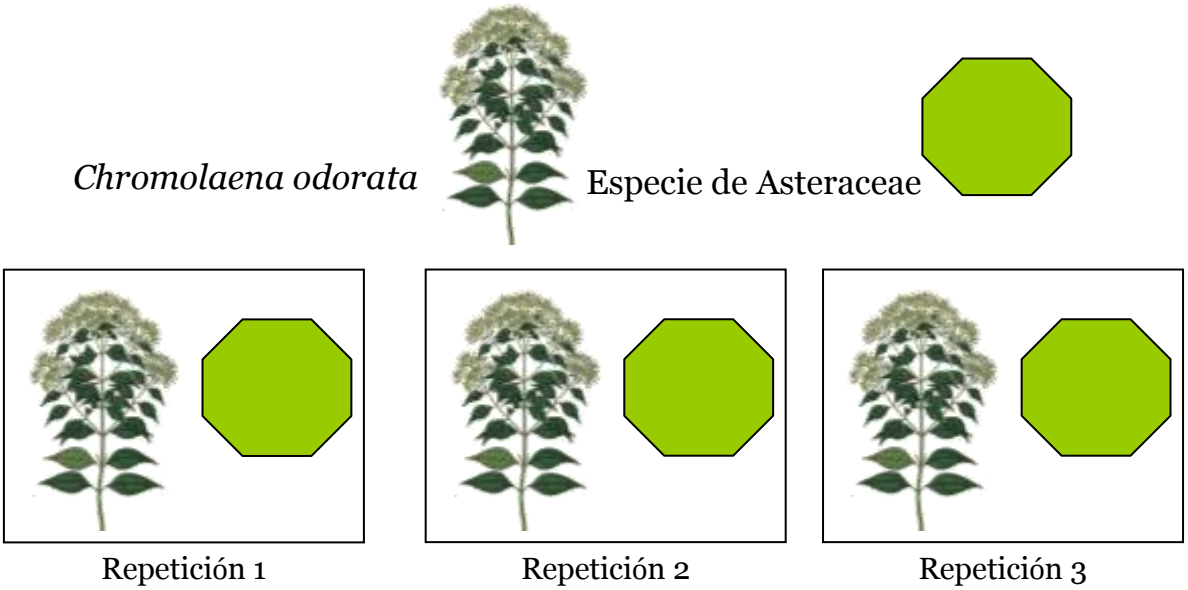


Figura 35. Esquema de la prueba de elección pareada para determinar las preferencias de alimentación, oviposición y desarrollo larval de *C. reticulatus*.

Prueba de elección múltiple con bouquet

Se evaluó la preferencia alimenticia de adultos de *C. reticulatus* con cuatro especies de plantas pertenecientes a la familia Asteraceae: *C. odorata* y *Ageratum conyzoides* ambas pertenecientes a la tribu Eupatorieae; *Synedrella nodiflora* (Heliantheae) y *Cyanthilium cinereum* (Vernonieae). Se utilizaron jaulas de cría plásticas transparentes, de forma cilíndrica con una ventana superior cubierta por organza y con tapa removible plástica también en la parte inferior. Las medidas de las jaulas fueron de 14 cm de diámetro x 22 cm alto.

Se buscaron en el campo las plantas y luego fueron llevadas al Laboratorio de Especies Invasoras y de Control Biológico del MIZA – UCV, 10º16.397' N, 67º36.633' O; 462 msnm, en donde fueron cortados los tallos, escogiendo los que poseían brotes y retirando las hojas dañadas y descartando los tallos con algún tipo de lesión previa. Para la realización de la prueba de elección múltiple, se organizaron trece bouquets, cada uno constituido por un tallo de cada una de las especies de plantas mencionadas. Estos tallos estaban cubiertos en su extremo inferior por un algodón empapado en agua y recubierto por una tira de papel aluminio. Se ubicó un individuo por jaula (n=13). Siete ejemplares provenían de colectas realizadas en el estado Trujillo y otros seis provenían de la cría de laboratorio; en total se evaluaron ocho hembras y cinco machos.

La prueba fue realizada bajo un diseño completamente al azar. Con temperatura de 26°C y humedad relativa de 72%. La duración del estudio fue de 48 horas, ya que el vigor de los tallos, en especial de *C. odorata* en estas condiciones, no es mayor a tres días, lo cual podía conllevar al rechazo del alimento ofrecido por no estar fresco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EVALUACIÓN DE ESPECIFICIDAD EN CAMPO

En las localidades seleccionadas: Santa Elena y Mercado Valera, se procedió a revisar la mayor cantidad posible de plantas de la familia Asteraceae (Cuadro 7), evaluándose en total 80 plantas de *C. odorata* y de las otras especies cinco o más plantas como mínimo de las otras especies. Las plantas estaban ubicadas en todo el terreno sin patrón específico por tanto se consideró aleatoria su distribución espacial.

Presencia de posturas

En el cuadro 8, pueden observarse los resultados de la evaluación de las 17 especies de plantas pertenecientes a la familia Asteraceae. Se halló presencia de huevos de *C. reticulatus* en 67 plantas de *C. odorata*, representando el 83.75% del total de plantas de la especie. En las plantas: *S. nodiflora, C. iresinoides, A. elata* y *P. ruderale*, se observaron posturas que no presentaban las características típicas de la oviposición de *C. reticulatus*, por ejemplo, la cobertura con tricomas y ubicación cercana al peciolo. Sin embargo, fueron registradas para ser consideradas hasta confirmar la presencia del adulto en la planta. En el resto de las plantas evaluadas no se encontraron posturas.

Cuadro 7. Lista de especies de plantas de la familia Asteraceae y cantidad de plantas evaluadas en campo.

Tribu	Plantas	N° plantas		N° total
		Año 2005	Año 2006	
Astereae	*Calea berteriana*	10	10	20
	Conyza laevigata	-	10	10
	Baccharis trinervis	-	19	19
Cichorioideae	*Lepidaploa gracilis*	-	15	15
Coreopsideae	*Bidens pilosa*	10	-	10
Eupatorieae	*Micranta micrantha*	-	10	10
	Ayapana elata	7	9	16
	Fleischmannia pratensis	10	10	20
	Condylidium iresinoides	8	17	25
	Chromolaena odorata	20	60	80
Heliantheae	*Clibadium surinamense*	5	-	5
	Verbesina sp.	-	10	10
	Synedrella nodiflora	7	10	17
Millerieae	*Melampodium divaricatum*	-	10	10
	Tridax procumbens	-	10	10
Senecioneae	*Emilia sonchifolia*	-	10	10
Tageteae	*Porophyllum ruderale*	-	15	15

Presencia de agallas

Se encontraron 67 plantas con agallas formadas por *C. reticulatus* representando 83.75% de las plantas muestreadas. En *S. nodiflora* y *P. ruderale*, se observaron agallas pero no presentaban los orificios típicos que realizan las larvas de *C. reticulatus*. En el resto de las especies evaluadas no hubo registro (Cuadro 8).

Daños por alimentación y presencia de adultos

Los resultados en cuanto a señales de alimentación (Cuadro 8) indican que 63 plantas revisadas de *C. odorata* (78.75%) presentaron brotes con el roído característico. Los adultos se encontraron únicamente en *C. odorata* colectándose 57 individuos (Cuadro 8). En *S. nodiflora, C. iresinoides, A. elata, F. pratensis, P. ruderale* y *B. trinervis* se encontraron marcas parecidas a roídos; esto llevo a pensar en dos posibilidades: la primera, que la preferencia del gorgojo no se limitara a *C. odorata* y la otra que su rango de hospederas fuera mayor al esperado, pero al no capturar adultos en estas plantas estas posibilidades fueron descartadas. Hay que considerar que existen insectos que pueden alimentarse de las mencionadas asteráceas de los cuales no poseemos información, así que podrían ser los causantes de las marcas. También cabe destacar que las plantas registradas presentan dos factores importantes que impiden sustentar el crecimiento del gorgojo en ellas: (i) el tipo de crecimiento (herbáceo) y (ii) la duración de la planta; por ello no se considera que posturas, agallas y daños fuesen ocasionados por *C. reticulatus*. Como recomendación se sugiere considerar en próximos estudios, pruebas sin elección y/o de elección múltiple sin el control con las especies que generaron duda de si eran o no hospederas de *C. reticulatus*.

Cuadro 8. Número de plantas con posturas, agallas, daños y número de adultos colectados de *C. reticulatus* en campo.

Plantas	N° plantas con posturas		N° plantas con agallas		N° plantas con daños		N° adultos	
	Año 2005	*Año 2006*	*Año 2005*	*Año 2006*	*Año 2005*	*Año 2006*	*Año 2005*	*Año 2006*
C. odorata	15	52	15	52	48	15	45	12
A. elata	0	*	0	0	0	*	0	0
B. pilosa	0	-	0	-	0	-	0	-
B. trinervis	-	0	-	0	-	*	-	0
C. berteriana	0	0	0	0	0	0	0	0
C. iresinoides	0	*	0	0	0	*	0	0
C. surinamense	0	-	0	-	0	-	0	-
C. laevigata	-	0	-	0	-	0	-	0
E. sonchifolia	-	0	-	0	-	0	-	0
F. pratensis	0	0	0	0	0	*	0	0
L. gracilis	-	0	-	0	-	0	-	0
M. divaricatum	-	0	-	0	-	0	-	0
M. micrantha	-	0	-	0	-	0	-	0
P. ruderale	-	*	-	*	-	*	-	0
S. nodiflora	0	*	0	*	0	*	0	0
T. procumbens	-	0	-	0	-	0	-	0
Verbesina sp.	-	0	-	0	-	-	-	0

No aplica: (-) No confirmado: (*)

Los datos registrados en las evaluaciones de campo son primordiales, debido a que no considera alguna manipulación en la distribución espacial de las plantas por parte del hombre (en estos casos las plantas estuvieron dispersas sobre el terreno), ni en la densidad de individuos que intervienen en las evaluaciones así como tampoco hay restricciones en la edad y sexo de los individuos, por tanto los resultados son absolutamente espontáneos y la intervención es al azar, dependiendo en 100% del comportamiento del gorgojo y su desarrollo en el hábitat natural. Por otro lado, también evidencia el proceso de selección del insecto, es decir, los individuos tienen la libertad de escoger la fuente alimenticia óptima para satisfacer sus necesidades, así como el mejor sustrato para el desarrollo de la progenie, lo que no sólo implica la selección de su hospedero específico, sino también nos da información de cómo puede ser su comportamiento en caso de ser introducido en un nuevo rango de especies de plantas, ya considerándolo como agente de control en un programa para *C. odorata* (Heard y van Klinken 1998).

EVALUACIÓN DE LA ESPECIFICIDAD CON ELECCIÓN MÚLTIPLE

La evaluación con respecto a la elección múltiple se llevó a cabo con dos tipos de pruebas que complementaron la información concerniente al rango de plantas hospederas. Los resultados obtenidos al someter a los individuos a un número menor de especies en laboratorio, permite que su conducta sea similar a la que presentarían en momentos en que el recurso favorito no está presente o donde

deben elegir entre éste y otra posibilidad, obligándolos a definir su mejor opción para la supervivencia (Medal et al. 2002).

Prueba de elección pareada

Al finalizar las evaluaciones se hallaron vivos los adultos de *C. reticulatus* inicialmente ubicados en las jaulas (n=192). Se encontraron en la tierra o reposando en las hojas de *C. odorata*, con la excepción de un par de individuos que fueron encontrados en tallos de *A. conyzoides*.

El mayor porcentaje de brotes dañados se encontró para cada una de las pruebas en *C. odorata* (Cuadro 9), resultando estadísticamente significativa en su mayoría. Se registraron brotes dañados de *F. pratensis* (21,81%) y *A. conyzoides* (6,77%). La oviposición en todas las pruebas ocurrió sobre *C. odorata*, con la excepción de dos posturas halladas en *A. conyzoides*. Se desarrollaron agallas en todas las plantas de *C. odorata* y se logró realizar la primera medición de éstas, indicando el desarrollo larval. Emergieron sólo tres adultos. No se desarrollaron larvas en *A. conyzoides*. Los resultados estadísticos pueden ser explicados por el número de repeticiones.

Cuadro 9. Resultados de las pruebas de elección pareada.

	Plantas															
Evaluación	***CO***	*FL 1.*	***CO***	*CC*	***CO***	*AC*	***CO***	*CL*	***CO***	*ES*	***CO***	*SN*	***CO***	*AD*	***CO***	*FL2.*
Alimentación (si/ no)	**si**	si	**si***	no	**si**	si	**Si**	no	**si**	no	**si**	no	**si***	no	**si**	no
% brotes dañados	**38,88**	21,81	**37,5***	0	**39,39***	6,77	**53,84***	0	**54,76***	0	**92,00***	0	**52,30***	0	**60,00***	0
$\bar{x}$ huevos por hembra °°	**0,16**	0	**0,33**	0	**2,16**	0,16	**0,5**	0	**0,08**	0	**2,16**	0	**0,33**	0	**0,08**	0
N° agallas desarrolladas	**1**	0	**3**	0	**4**	0	**1**	0	**1**	0	**4**	0	**3**	0	**2**	
Medición 1 (cm)	**0,3**		**0,3**		**0,4**		**0,4**		**0,4**		**0,4**		**0,4**		**0,3**	
Medición 2 (cm)	**0**		**0,3**		**0,4**		**0,4**		**0**		**0,4**		**0,4**		**0,4**	
Medición 3 (cm)	**0**		**0,4**		**0,5**		**0**		**0**		**0,4**		**0,4**		**0**	
Medición 4 (cm)	**0**		**0,4**		**0,4**		**0**		**0**		**0,4**		**0**		**0**	

(*) Diferencia significativa con α=0,05 (°°) Cálculo realizado con base a doce hembras

CO= C. odorata Tribu: Eupatorieae	*AC= Ageratum conyzoides* Tribu: Eupatorieae	*SN= Synedrella nodiflora* Tribu: Heliantheae
FL1= Fleischmannia pratensis Tribu: Eupatorieae	*CL=Conyza laevigata* Tribu: Astereae	*AD= Aldama dentata* Tribu: Heliantheae
CC=Cyanthillium cinereum Tribu: Vernonieae	*ES=Emilia sonchifolia* Tribu: Senecioneae	*FL2=Fleischmannia microstemon* Tribu: Eupatorieae

Desde el punto de vista como controlador de *C. odorata* los resultados obtenidos señalan lo específico que es el gorgojo, ya que tuvo tendencia a relacionarse con plantas cercanas a nivel de tribu, lo cual es positivo por tener una preferencia restringida (Wapshere 1974). Un caso reciente cuyo comportamiento fue similar al estudiado en estas pruebas de elección fue el de *C. albocinereus*, quien se alimentó de especies relacionadas filogenéticamente y posteriormente se consideró su comportamiento general para ser calificado como específico para la maleza *Parthenium hysterophorus* (Cruttwell 2000b). En general, los insectos especialistas tienden a escoger la planta donde el desarrollo de su progenie se ajuste mejor (Schoonhoven et al. 2005).

Por otra parte, se generó la duda de que los gorgojos se desarrollen en *A. conyzoides*, pero es poco probable pues su crecimiento es herbáceo dificultando la formación de agallas y la duración de la planta es corta; por estas mismas razones no se observó desarrollo en la planta con postura. En cuanto a los daños por alimentación, si bien se registró 21,81% brotes roídos de *F. pratensis*, en contraparte para *C. odorata* se obtuvo 38,88% reflejando así la preferencia por esta planta. En la evaluación de campo la planta *S. nodiflora*, presentó posturas, daños y agallas que se sospecharon eran de *C. reticulalus* pero al momento de capturar los adultos no se hallaron en ella. En esta nueva evaluación comparándola con *C. odorata* no fue utilizada por los gorgojos, por tanto esta planta no forma parte de su rango de hospederas. Estos resultados deben considerarse para reevaluar el

alcance del rango de hospederas del gorgojo, pues podríamos estar en presencia de falsos positivos con especies cercanas a *C. odorata* a nivel de tribu y que pueden aumentar su rango sin ser una elección natural (DeLoach et al. 1989, Briese 1999, Medal et al. 2002).

Las especies *P. ruderale, C. iresinoides* y *A. elata*, no fueron incluidas en las pruebas de elección pareada porque no pudieron ser propagadas a pesar del intento.

Prueba de elección múltiple con bouquet

El 92,3% de los individuos se alimentaron de *C. odorata*., mientras que 15,38% se alimentaron de *A. conyzoides*. Las especies *S. nodiflora* y *C. cinereum* no fueron consumidas por ningún ejemplar (Figura 36). La aceptación de *A. conyzoides* como fuente de alimento se observa también en esta prueba y de igual forma que en la prueba pareada ocurrió en baja proporción. Esta situación implica que *A. conyzoides* la cual es cercana filogenéticamente a *C. odorata* (Schmidt y Schilling 2000) puede ser considerada como parte de su rango de hospederas de forma tentativa o como un falso positivo hasta no realizarse *pruebas de sin elección* para definir la capacidad de desarrollo del gorgojo sobre dicha planta.

Figura 36. Prueba de elección múltiple con bouquet.

Nuevamente, el gorgojo no se alimento de *S. nodiflora*, lo cual confirma la idea anteriormente expuesta de que no es de su preferencia. Luego de observar los resultados cabe destacar que a pesar que el insecto es capaz de alimentarse de otras especies de géneros cercanos a *C. odorata*, el aspecto más importante a destacar es que las plantas atacadas no están dentro del género de los cultivos de relevancia económica para el hombre (Wapshere 1974) y más allá de ésto se debe considerar que la predilección del gorgojo por *C. odorata* ante varias plantas es indicativo de su especificidad (Van Driesche et al. 2008).

En general, cuando se realizan pruebas de especificidad y dan una respuesta positiva en otras plantas que no son el target se deben tomar con consideración los resultados, ya que éstas pruebas son útiles para conocer el rango de plantas hospederas del insecto en éste caso las de *C. reticulatus*, sin embargo, no tiene un carácter predictivo absoluto desde el punto de vista como agente de control de la

maleza, porque el comportamiento y su éxito como controlador se debe a múltiples factores comenzando por la biología del insecto y yendo más allá hasta la interacción que tenga con los factores abióticos, depredadores y parasitoides (Cruttwell 1998). En definitiva, el éxito y establecimiento de *C. reticulatus* depende de: (i) el daño que pueda ocasionarle a la planta; (ii) su ecología, lo cual va a determinar su establecimiento y la densidad poblacional que éste pueda alcanzar en el nuevo ambiente; (iii) y la ecología de la maleza según las condiciones donde haya sido introducida (Cruttwell 1998).

A manera de cierre con respecto a los ensayos de las preferencias alimentarias realizadas en laboratorio, ahora se tiene idea de cómo el insecto puede comportarse bajo condiciones limitadas y aumentó la información disponible sobre la especie. Finalmente, con la realización de las pruebas de elección pareada y de elección múltiple con bouquet el gorgojo expresó aspectos de comportamiento de manera natural, demostrando así su preferencia al tener alternativas en cuanto a la hospedera a pesar de las restricciones que implica el confinamiento en jaula; sin embargo puede expresarse con mayor libertad que en las *pruebas sin elección*.

CONCLUSIONES

En la evaluación de la especificidad de un insecto debe tomarse muy en cuenta la capacidad de discernimiento que pueda tener tanto en laboratorio como en campo para poder elegir entre la oferta de plantas teniendo *C. reticulatus* una preferencia definida en cuanto a la planta hospedera, ya que en todas las evaluaciones realizadas se evidenció su predilección y desarrollo completo en *C. odorata*.

En las revisiones de campo es importante destacar que ningún gorgojo fue hallado en plantas diferentes a *C. odorata*. La presencia del adulto confirma que las posturas, agallas y daños por alimentación son ocasionadas por la especie en cuestión. En cuanto a las otras especies en campo, las cuales carecen de importancia económica y son malezas ruderales, no hay confirmación de que *C. reticulatus* tenga vinculación alguna.

En las pruebas de elección múltiple desarrolladas en laboratorio, la mayor oviposición en todos los casos se observó en *C. odorata* y con desarrollo normal de las larvas hasta llegar a adultos. A pesar de existir un estímulo para la postura en otra especie de planta, no se desarrollaron larvas, por ejemplo en *A. conyzoides*. El consumo de los brotes de *A. conyzoides* y *F. pratensis* (tribu Eupatorieae igual que *C. odorata)* se interpreta como un falso positivo pues como se expuso

anteriormente las condiciones de las plantas deben ser aptas en crecimiento y duración de la planta como para sostener las fases de *C. reticulatus*. Por tanto hasta no realizarse pruebas que garanticen que *C. reticulatus* puede sobrevivir y dar progenie alimentándose de *A. conyzoides* y *F. pratensis* no se puede afirmar que pertenezcan a su rango de hospederas. Es por esto que la recomendación principal en éste trabajo es la de realizar *pruebas sin elección* en especies de la tribu Eupatorieae, para definir si el rango de hospederas es más amplio y no exclusivo para *C. odorata*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Briese, D. 1999. Open field host-specificity test: is “natural” good enough for risk assessement?. En; Host specificity testing in Australasia: towards improved assays for biological control. CRC for Tropical Pest Management. Brisbane, Australia Eds: Withers,T.; Browne,B. & Standley,J. pp. 44-59.

- Cruttwell, R. 1998. Biological control of weeds. Annu. Rev. Entomol. 43:369-393.

- Cruttwell, R. 2000 a. *Chromolaena* in Asia and the Pacific: spread continues but control prospects improve. En: Proceedings of the fifth international workshop on Biological control and Management of *Chromolaena odorata*, Durban, South Africa, 23-25 october 2000. Eds: Zachariades, C.; Muniappan, R. & Strathie, L. ARC-PPRI (2002) pp. 13-18.

- Cruttwell, R. 2000 b. Biology and host specificity of the Stem Galling Weevil *Conotrachelus albocinereus* Fiedler (Coleoptera: Curculionidae), a biocontrol agent for Parthenium Weed *Parthenium hysterophorus* L. (Asteraceae) in Queensland, Australia. Biocontrol Science and Tecnology (2000) 10, 195-200.

- DeLoach, C. ; Cordo, H. y Crouzel, I. 1989. Control biológico de malezas. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. pp. 266.

- Heard, T. y Dekker van Klinken, R.1998. An analysis of tests designs for host range determination of insects for biological control of weeds. En: M. Zalucki, R. Drew y G. White (eds.). Proceedings of the Sixth Australasian Applied Entomological Research Conference. University of Queensland. Brisbane. Nº 1. pp. 539 - 546.

- Kluge, R. 2000. The future of Biological Control of Weeds with insects: no more “paranoia”, no more “honeymoon”. En: Proceedings of X International Symposium on Biological Control of Weeds. 4-14 July, Montana State University, Bozeman, Montana, USA. Neil Spencer (Eds). pp. 459-467.

- Medal, J., Norambuena, H. y Gandolfo, D. 2002. Memorias del I Curso Latinoamericano de Control Biológico de Malezas. University of Florida. Nicaragua. pp.158.

- O´Brien, C. 1995. Curculionidae, premiere biocontrol agents (Coleoptera: Curculionidae). Memoir Entomol. Soc. Wash. 14. pp. 119-128.

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 1998. Listado de trabajo para el Nuevo catalogo de la Flora de Venezuela. Global Enviromental Facilities (GEF). Noviembre 1998. Venezuela.

- Schmidt, G. y Schilling, E. 2000. Phylogeny and biogeography of Eupatorium (Asteraceae: Eupatorieae) based on nuclear its sequence data. American Journal of Botany 87(5): 716–726. 2000.

- Schoonhoven, L; van Loon, J. y Dicke, M. 2005. Insect-plant Biology. Oxford Press. Pp. 417.

- Sheppard, A.; van Klinken, R. y Heard, T. 2005. Scientific advances in the analysis of direct risks of weed biological control agents to nontarget plants. Biological Control 35 (2005) 215–226.

- Van Driesche, R.; Hoodle, M. y Center, T. 2008. Control of pest and weeds by natural enemies, an introduction to biological control. Blackwell Publishing. USA. pp. 473.

- Wapshere, A. 1974. A strategy for evaluating the safety of organisms for biological weed control. Annals of Applied Biology. Vol. 77. 201 – 211.

CAPITULO IV
FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *Conotrachelus reticulatus* CHAMPION (1904) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN PLANTAS DE *Chromolaena odorata* (L.) R. M. KING & H. ROBINSON EN DOS LOCALIDADES DEL ESTADO TRUJILLO

INTRODUCCIÓN

La fluctuación poblacional es un aspecto importante para conocer el comportamiento de los insectos en condiciones naturales, pues los factores climáticos, como responsables del crecimiento de las poblaciones insectiles, pueden disminuir o equilibrar las densidades poblacionales. También, los factores bióticos y abióticos actúan de forma mancomunada y por períodos de tiempo variable sobre la población de los insectos (Clavijo 1980). Al igual que nos permite tener un conocimiento del número de individuos en las distintas fases en determinado período de tiempo, bajo condiciones naturales en cierta zona y los daños que presentan a las plantas en ese período de tiempo (Mc New 1972; Nicholls 2008).

Los estudios de fluctuación poblacional suelen realizarse con el fin de: conocer los períodos de desarrollo óptimo del insecto plaga sobre la planta, para predecir con mayor seguridad el resultado de introducciones de enemigos naturales, pero también permite definir el momento oportuno para medidas de control biológico y facilita la toma de decisiones en cuanto al manejo del insecto (DeLoach et al. 1989; Vargas y Rodríguez 2008).

En esta investigación, tenemos la oportunidad de registrar información sobre la ecología de *Conotrachelus reticulatus*, vinculado a la planta *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson, (Asteraceae: Eupatorieae), llamada Cruceta o pesebrito en nuestro país, lo que significa adición de datos al género *Conotrachelus* (Coleoptera: Curculionidae) el cual es conocido por su diversidad y número de especies (O´Brien y Wibmer 1982).

En Venezuela, la especie cuyos estudios de fluctuación poblacional se han realizado durante largo tiempo es *Conotrachelus psidii* (Marshall) debido al impacto económico en el cultivo de Guayaba *Psidium guajava* L. (Boscán 1980; Boscán y Cásares 1980; Rodríguez 1988). *C. reticulatus*, es una especie de la cual no existe información referente a su bio-ecología y que no ha sido descrita como plaga, pues su fuente de alimento es la mencionada asterácea, la cual en nuestro país es considerada como una maleza ruderal siendo común en sitios sombreados en zonas cercanas a montañas y sin impacto económico (Schneé 1973; Noguera y Ruiz 2003). Sin embargo, la presencia de la cruceta en Asia y África, donde fue introducida, es importante pues ha invadido áreas con fines agrícolas y turísticos, intercepta grandes cantidades de agua de lluvia y sirve como combustible en los incendios de verano. Es por ésta razón que se consideró determinar cómo pueden fluctuar poblaciones del gorgojo a diferentes pisos altitudinales en condiciones climáticas similares a las registradas en Sudáfrica, pues esta información es útil al momento de decidir sobre la posibilidad de realizar control biológico de malezas. Al

igual que con los insectos, con las malezas se deben conocer ciertos aspectos básicos de la especie que ejercerá el control sobre el otro organismo. En nuestro caso estamos hablando específicamente de dos organismos: i) una planta reconocida como maleza altamente invasiva como *C. odorata* (Goodall & Erasmus 1996; Mc William 2000; Zachariades et al. 2007) y ii) un enemigo natural, *C. reticulatus*, quien vendría siendo el agente potencial de control. En éste marco debemos tener presente la importancia de todos los aspectos del comportamiento del gorgojo y observar cómo pueden manifestarse y sobrellevar los cambios que en su hábitat se presenten.

En este capítulo se determinará por primera vez para la especie la fluctuación poblacional en plantas de *C. odorata* a lo largo de un año, en localidades del Estado Trujillo, con la información obtenida se busca conocer cómo varían las fases del gorgojo ante factores propios del hábitat y complementar los datos referentes a su biología y ecología.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de realizar el registro de la fluctuación poblacional de *C. reticulatus* se llevó a cabo un muestreo mensual por un año (2006-2007) en el estado Trujillo, Venezuela. Debido a colectas previas en el citado estado y en otros del país, se observó que la mayor presencia de adultos se encontraban en las zonas cercanas a la ciudad de Trujillo y alrededores de la ciudad de Valera, siempre sobre plantas de *C. odorata,* observándose la presencia de todas las fases del insecto.

Para determinarse la fluctuación poblacional de este insecto, se definieron dos localidades de muestreo. La primera, cercana a la ciudad de Trujillo de nombre La Guaca, coordenadas 09°28.690´N, 70°28.173´W; 406 msnm. (Localidad 1) y la segunda ubicada en la vía Trujillo – Boconó de nombre Santa Elena, coordenadas 09°28.922´N, 70°25.787´W; 676 msnm. (Localidad 2) (Anexo D). La Guaca (Localidad 1) (Figura 37), se caracterizó al momento de la investigación por ser una zona con intervención frecuente pues se encuentra limitada por dos vías muy transitadas. La composición vegetal de la zona consistía en su mayoría de gramíneas y asteráceas, tales como: *Panicum maximun* Jacq, *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Emilia sonchifolia* (L.) DC., *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson, *Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob., *Bidens pilosa* L., *Tridax procumbens* L. y *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., entre otras.

Figura 37. Zona de muestreo La Guaca (Localidad 1), estado Trujillo.

Santa Elena (Localidad 2) (Figura 38), se caracterizó por ser una zona menos intervenida y que a pesar de tener una vía transitada, el impacto por el hombre no era muy evidente al comienzo de los muestreos pero eventualmente se fue agudizando pues se produjeron podas y quemas en el área. La composición vegetal de la zona consistía básicamente de asteráceas, como: *Ayapana elata* (Steetz) R.M. King & H. Rob., *Condylidium iresinoides* (Kunth) R. King et H. Rob., *Calea berteriana* DC., *Synedrella nodiflora* (L.) Garren., *Bidens pilosa* L., *Baccharis trinervis* (Lam.) Pers., *Fleishmannia pratensis* (Klath) R. King et H.

Rob., *Clibadium surinamensis* L. y *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson.

Figura 38. Zona de muestreo Santa Elena (Localidad 2) estado Trujillo.

En cada localidad se estableció una transecta de 100 m de largo y de tres a siete m de ancho, dependiendo de las condiciones del terreno, desde el borde de la carretera al pie de cerro. A su vez, los 100 m de longitud fueron divididos en sectores de 1 m para constituir los espacios a muestrear. Las divisiones se

realizaron utilizando cinta métrica y pintura de aceite en colores visibles (rojo y azul). Los sectores y plantas a evaluar fueron escogidos aleatoriamente (Figura 39).

Figura 39. División de sectores, medición y marcaje al borde de la vía.

En la Localidad 1, por ser una zona con menor presencia de plantas se seleccionaron cinco sectores y en cada uno se evaluó una planta escogida al azar, para hacer en total cinco plantas por día de muestreo. En la Localidad 2, se seleccionaron diez sectores y en cada uno se eligió al azar una planta, para hacer un total de diez plantas evaluadas por día de muestreo. Mensualmente se realizaron dos días de muestreo, por tanto para la Localidad 1 “La Guaca” tenemos diez plantas muestreadas por mes y para la Localidad 2 “Santa Elena” tenemos veinte plantas; para hacer un total de 360 plantas de *C. odorata* revisadas en un año.

En la mañana y tarde se procedió a registrar la presencia de huevos, agallas y señales de alimentación (roídos) de los adultos de *C. reticulatus*. También se registró el número de ramas en las cuales se presentaron algunos de estos casos, el número de tallos que tiene la planta y el volumen de cada planta (Figura 40). En la noche se procedió a muestrear las plantas mediante el método de golpeo, haciéndolo fuertemente en las plantas previamente seleccionadas e identificadas, con el fin de capturar adultos (Figura 40). Este procedimiento fue realizado en cada planta, por un período de diez segundos, utilizando una malla de batido, compuesta por una lona blanca que abarca una superficie de 1 m^2 y un par de barras de madera para sostenerla. Una vez que los individuos caían en la trampa se registró su presencia en la planilla de datos y se les liberó en las plantas donde fueron capturados.

Los valores de temperatura (°C) y humedad relativa (%) fueron tomados de los muestreos mensuales con un termohigrómetro digital marca TAYLOR en ambas localidades. Los datos de precipitación (mm) sólo se hallaron para Santa Elena y fueron facilitados por personal del INIA – Trujillo, provenientes del M.A.R.N. - Dirección de Hidrológica y Meteorología. Ya que los datos no tienen distribución normal se procedió a realizar los cálculos a través de las pruebas no paramétricas de: Kruskal Wallis y Spearman usando el programa Statistix 8.0 para tal fin.

Con respecto a la distribución espacial de los adultos, se decidió tomar la localidad de Santa Elena por presentar mayor número de plantas evaluadas y

mayor presencia de adultos en ellas. Desde octubre 2006 a febrero 2007 se realizaron podas y quemas eventuales en todos los sectores que fueron delimitados para la investigación; sin embargo, ésta situación evidenció la capacidad de propagación y reproducción de la planta y del gorgojo, respectivamente, observándose características interesantes para la introducción como controlador en otras zonas en condiciones similares. Este evento permitió ver como se desenvuelve *C. reticulatus* ante la alteración ambiental.

Para el análisis se calculó el promedio, varianza y $\chi 2$ utilizando el programa Excel de Microsoft Office 2007. En general, las actividades en campo fueron desarrolladas con un esfuerzo de muestreo de 480 horas/hombre/año.

Figura 40. Observación diurna de plantas y revisión nocturna de lona de batido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE LOS ADULTOS, HUEVOS Y AGALLAS DE *Conotrachelus reticulatus* EN LA GUACA Y SANTA ELENA.

Los resultados obtenidos luego de doce meses de colectas en las dos localidades del estado Trujillo, evidencian las variabilidad de *C. reticulatus* en cuanto a la presencia de los adultos, posturas, alimentación y formación de agallas en plantas de *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Robinson según su ubicación (Cuadro 10). En general, se recabó mayor número de registros de huevos, agallas, adultos y señales de alimentación en el sector de Santa Elena identificado como “Localidad 2”, que en el sector La Guaca “Localidad 1”.

Adultos

Para Santa Elena (Figura 41) el promedio de adultos por mes fue de 4,33 ± 2,23, mientras en La Guaca los valores de captura promedio fueron de 0,83 ± 1,03 individuos/mes (Cuadro 10). Comparativamente se encontró mayor número de adultos en Santa Elena 0,21 adultos/planta que en La Guaca 0,08 adultos/plantas. Los meses con presencia continua de adultos en Santa Elena fueron desde Junio a Enero. En líneas generales el imago estuvo tanto en los meses de lluvia y como de sequía, destacándose el máximo valor de captura en los meses de Junio y Julio. En La Guaca, hubo variabilidad debido al número de adultos capturados (de cero a tres individuos por mes) (Figura 42).

Al realizar el análisis estadístico (Anexo E) para los valores mensuales de captura de adultos en Santa Elena, no se encontraron diferencias significativas (p= 0,34) para el estadístico de Kruskal-Wallis. Este valor representa la probabilidad de que todos los meses muestreados sean similares, por tanto al ser mayores los valores del estadístico con α=0,05 no son estadísticamente significativos. Es decir, la posibilidad de hallar adultos es igual en todo el año.

En cuanto a La Guaca, al igual que en Santa Elena no se detectaron diferencias significativas para el valor de probabilidad del estadístico de Kruskal-Wallis (p=0,26), por tanto todos los meses son estadísticamente similares en cuanto al número de adultos que se encuentren.

Cuadro 10. Resultados de las evaluaciones de *C. reticulatus* en plantas de *C. odorata* en La Guaca y Santa Elena, Edo. Trujillo (2006-2007).

	Año 2006										Año 2007				
Guaca - Localidad 1	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Total	$\overline{x}$	Desv.
N° adultos	1	0	1	0	2	1	3	0	2	0	0	0	10	0,83	1,03
N° adultos /planta	0,1	0	0,1	0	0,2	0,1	0,3	0	0,2	0	0	0	1	0,08	0,10
N° huevos	0	15	0	1	5	0	5	1	1	0	0	2	30	2,50	4,34
N° huevos/planta	0	1,5	0	0,1	0,5	0	0,5	0,1	0,1	0	0	0,2	3	0,25	0,43
N° agallas	2	8	6	7	13	3	8	6	2	1	1	1	58	4,83	3,79
N° agallas/planta	0,2	0,8	0,6	0,7	1,3	0,3	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	5,8	0,48	0,37
N° plantas dañadas	2	0	2	2	3	9	4	1	2	1	3	1	30	2,5	2,31
Temperatura (°C)	27,5	26,5	24	27,5	27	26,5	24,5	27	27	28	22,5	25	313	26,08	1,69
Humedad Relativa (%)	73	78	78,5	75,5	72,5	76,5	75	74,5	70	67,5	78,5	80	900	74,96	3,73
Santa Elena-Localidad 2	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Total		Desv.
N° adultos	2	5	1	7	7	5	2	5	6	5	6	1	52	4,33	2,23
N° adultos /planta	0,1	0,25	0,05	0,35	0,35	0,25	0,1	0,25	0,3	0,25	0,3	0,05	2,6	0,21	0,11
N° huevos	33	15	11	5	2	12	17	9	6	21	2	5	138	11,50	9,03
N° huevos/planta	1,65	0,75	0,55	0,25	0,1	0,6	0,85	0,45	0,3	1,05	0,1	0,25	6,9	0,58	0,45
N° agallas	4	12	12	17	9	5	38	2	2	8	12	8	129	10,75	9,71
N° agallas/planta	0,2	0,6	0,6	0,85	0,45	0,25	1,9	0,1	0,1	0,4	0,6	0,4	6,45	0,54	0,48
N° plantas dañadas	5	6	3	2	10	11	7	6	4	5	7	7	73	6,08	2,60
Temperatura (°C)	26	24,5	23	25,5	25	25,5	23,5	26	22,5	27	22,5	22,5	294	24,46	1,60
Humedad Relativa (%)	78,5	78	80	80,5	76	79,5	77,5	74	84	65,5	69,5	86	929	77,42	5,70
Precipitación (mm)	157,1	91,1	87,9	7,8	14,8	41,6	27,9	115,9	55	46,3	65,1	8,7	719,2	59,93	46,02
														$\overline{x}$	

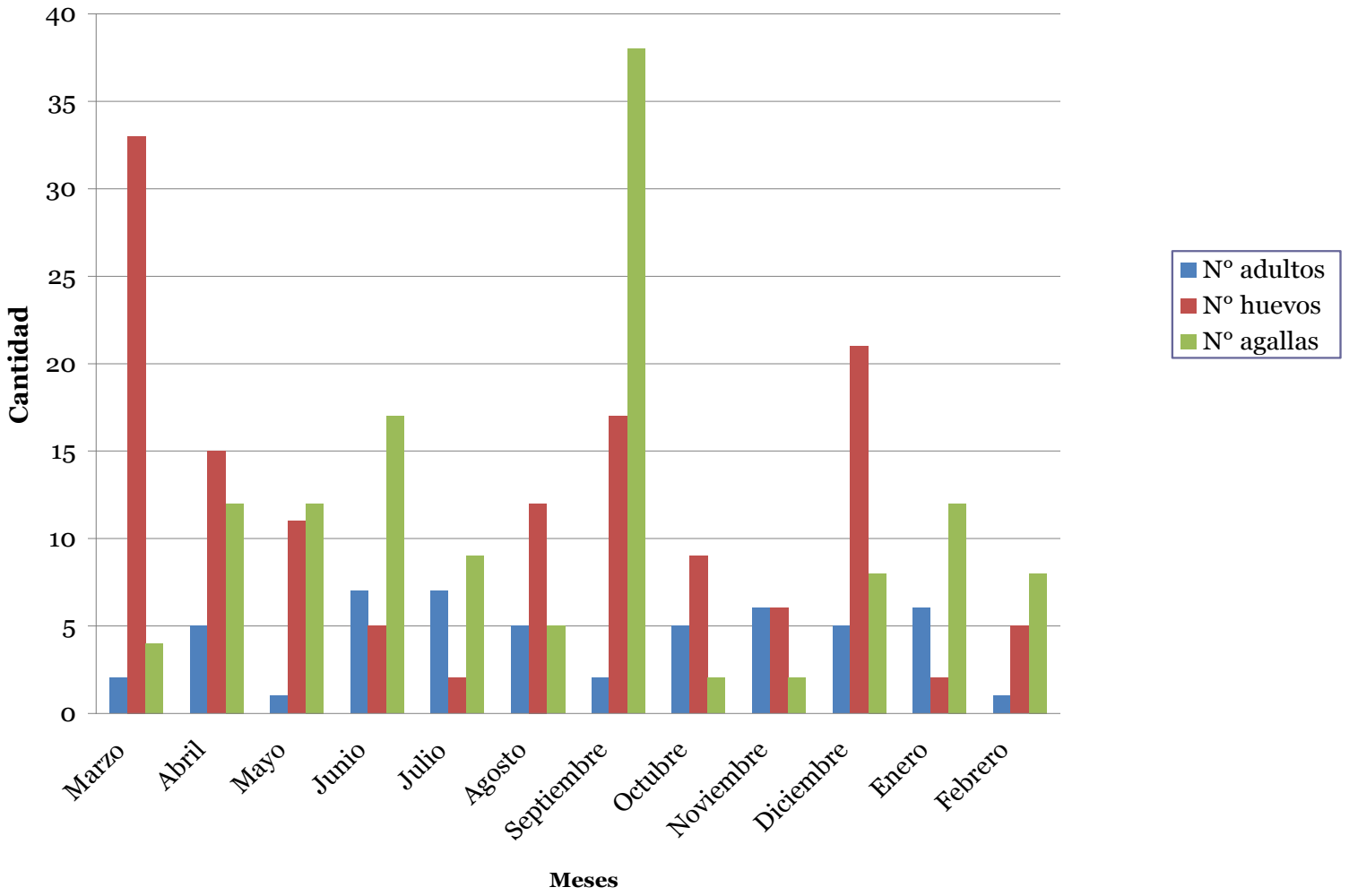


Figura 41. Fluctuación de adultos, huevos y agallas de *C. reticulatus* en Santa Elena.

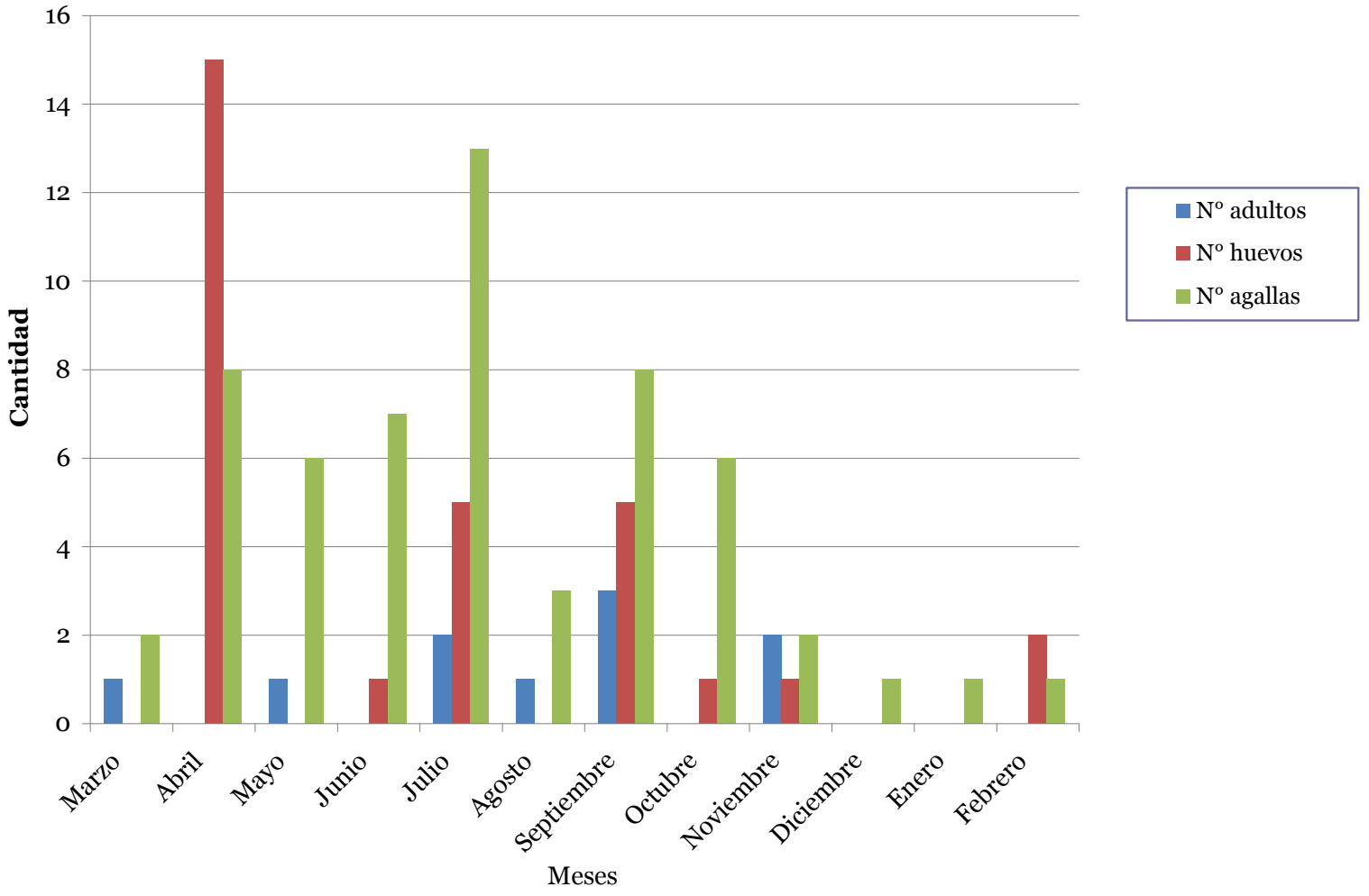


Figura 42. Fluctuación de adultos, huevos y agallas de *C. reticulatus* en La Guaca.

Huevos

En cuanto al número de huevos hallados, ambas localidades presentaron diferencias, siendo mayor la cantidad registrada en Santa Elena 0,58 huevos/planta a la encontrada en La Guaca 0,25 huevos/planta. En Santa Elena hubo registro de huevos todos los meses mientras que en La Guaca no ocurrió esto.

En la localidad 2, Santa Elena, se notan dos períodos de oviposición, uno que va desde Marzo a Junio y luego un período un poco más largo, que va desde agosto hasta diciembre (Figura 41). En la localidad 1, La Guaca, no se puede definir periodos de oviposición. La mayor cantidad de huevos se concentró en el mes de abril, luego los meses de junio, julio, septiembre, octubre y noviembre se registraron posturas en poca cantidad (Figura 42).

En La Guaca según la prueba de Kruskal-Wallis hay diferencias significativas (P>0,00) indicando que la probabilidad de encontrar posturas es diferente al menos en dos meses, sin embargo la prueba de comparación de medias no detectó tal diferencia y manifiesta que todos los meses tienen la misma probabilidad, pues las medias no se diferencian tanto entre sí como para formar grupos. Por ello asumimos que en La Guaca existe la misma probabilidad mensual de encontrar

posturas. Por otra parte, en Santa Elena todos los meses tienen la misma probabilidad de encontrar posturas (P>0,13).

Agallas

Con respecto a las agallas, hubo diferencias entre las localidades y dentro de ellas. En La Guaca el valor registrado 0,48 agallas/planta fue menor que para Santa Elena 0,54 agallas/plantas. El promedio de las observaciones mensuales fue 4,83 ± 3,79 agallas en Guaca y 10,75 ± 9,71 Santa Elena, ambas con registros todo el año. Desde mayo a noviembre se observó incremento en la cantidad de agallas en La Guaca y desde abril a octubre en Santa Elena.

La prueba de Kruskal- Wallis con α=0,05 para La Guaca (Anexo E) no indica diferencias significativas, es decir, hay constancia en la presencia de agallas y los meses son estadísticamente iguales (P>0,12). Notamos que la formación de agallas es una señal de constante desarrollo del gorgojo en la zona a pesar de que hubo ausencia de adultos en algunos meses (Figura 42). La prueba de correlación de Spearman reflejó asociación entre huevos y agallas (r=0,63; p=0,02), indicando que la cantidad de posturas condicionan el número de las larvas más que cualquier otra variable evaluada en esta localidad.

En cuanto a Santa Elena, hubo diferencias significativas para el estadístico de Kruskal-Wallis (P>0,00), diferenciándose dos grupos en la comparación de

medias (Anexo E). Dichas diferencias estadísticas se deben a que existe amplitud en el número de agallas. Mientras que en La Guaca la variación es tan baja que así estén presentes o no agallas la probabilidad de encontrarlas es la misma a lo largo del año (P>0,12).

Lo anteriormente expuesto nos señala cómo pueden fluctuar las fases de *C. reticulatus* en su hábitat y cómo se complementan en el tiempo. De alli interpretamos que por la poca cantidad de adultos se realiza un esfuerzo mayor para reproducirse y por ello encontramos una buena cantidad de posturas en las plantas. A medida que llega la época lluviosa donde las condiciones para las plantas son más favorables, se puede ver la sobrevivencia de las larvas la cual es evidenciada por la formación de agallas, por tanto sus registros aumentan, al mismo tiempo tenemos nuevas posturas lo cual promueve el desarrollo de larvas en el transcurso de los meses siguiente, asegurando la presencia del insecto en el lugar.

Alimentación y plantas con daños

Santa Elena presentó mayor cantidad de plantas dañadas en todo el muestreo (Cuadro 10 y Figura 43), siendo los meses desde julio a octubre los de relevancia. Se revisaron 1.425 brotes de los cuales 80 tenían el roído característico de *C. reticulatus*, lo cual representa 5,61% de brotes dañados. No existe correlación entre los adultos y las plantas dañadas.

En La Guaca, el período comprendido de julio a septiembre fue el de mayor incidencia de daños. En abril no hubo plantas dañadas, ni adultos (Figura 43), en los meses de junio, octubre, diciembre, enero y febrero se observó al menos una planta dañada en ausencia de adultos. Sin embargo, los meses con mayor cantidad de daños son los que tuvieron mayor número de imagos. Por ello se infirió una asociación entre la cantidad de adultos y las plantas dañadas, la cual fue confirmada a través de la prueba de correlación de Spearman (r=0,65; p=0,02) (Cuadro 11). Se revisaron 1.618 brotes en total de los cuales 29 estaban roidos, representando 1,79% de daño. Este resultado, aunado al obtenido en Santa Elena, señala que a pesar de la baja cantidad de individuos que existen en la localidad ellos se alimentaron de *C. odorata*, afectando los puntos de crecimiento y por ende la capacidad de propagación.

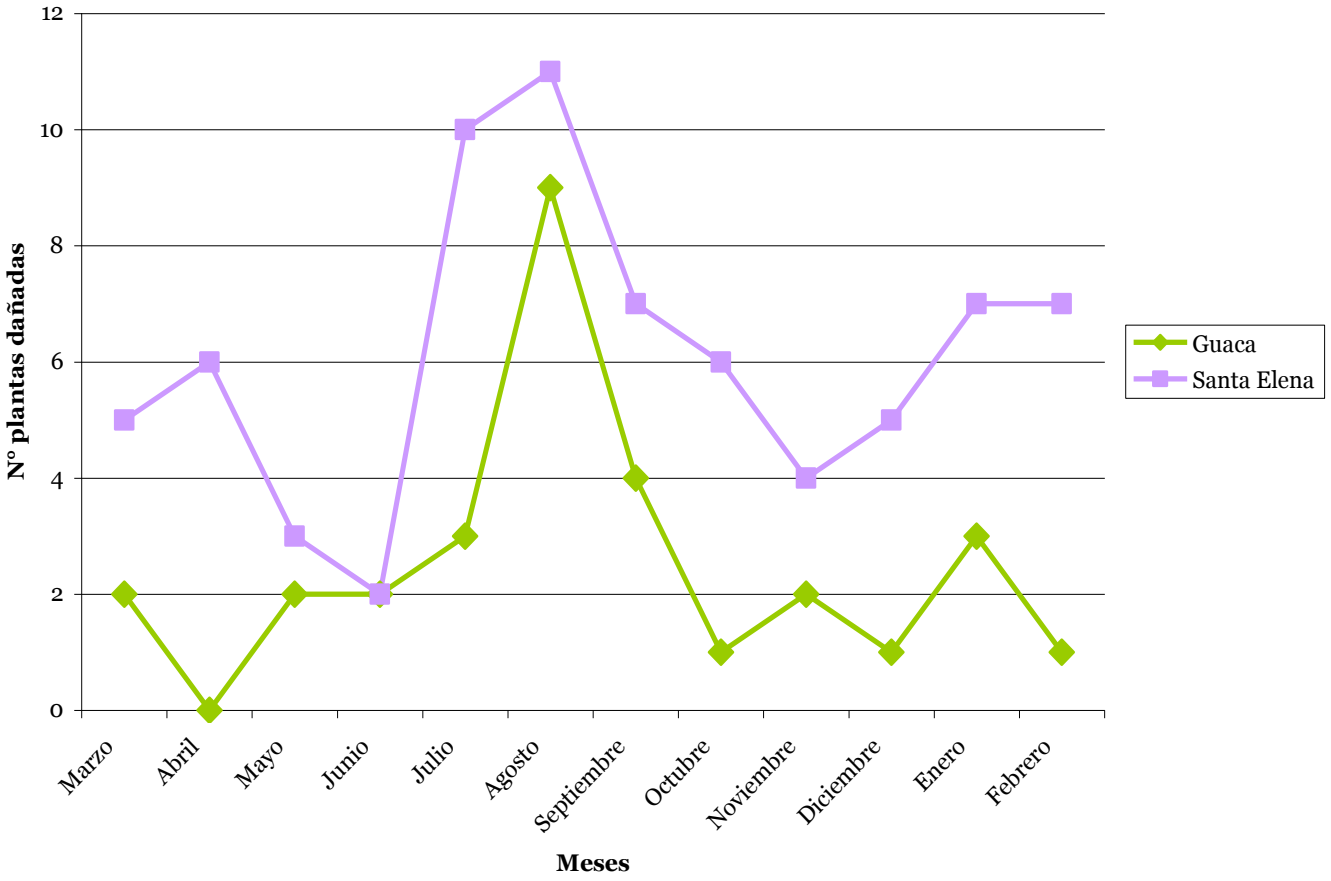


Figura 43. Cantidad de plantas lesionadas en La Guaca y Santa Elena.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y PRECIPITACIÓN SOBRE *C. reticulatus*.

En la figura 44, cuadros 10 y 11, se puede apreciar la fluctuación de la temperatura (°C), con las variables evaluadas de *C. reticulatus* en Santa Elena. La temperatura varió desde 22,5 a 27 °C en todo el muestreo; sin embargo no es evidente un incremento o descenso marcado de la misma en los períodos de sequía e invierno, respectivamente. No existe asociación de la temperatura con la presencia de adultos (r=0,10; p=0,73), huevos (r=0,48; p=0,10), agallas (r=-0,26; p=0,39)o sobre el consumo de alimento (r=-0,10; p=0,70). En cuanto a la humedad relativa (%) no se determinó asociación de ningun tipo (Figura 45, Cuadros 10 y 11).

En cuanto a la precipitación (Figura 46, Cuadros 10 y 11) presentó alta variabilidad durante todo el año. Los meses de marzo y octubre fueron los que mayor lámina de agua presentaron. Gráficamente se puede identificar dos períodos, uno inicia en marzo hasta mayo 2006, y otro desde agosto 2006 a febrero del 2007, estos períodos no compaginan con el verano e invierno que suele ser muy marcado en otros lugares del país. Llama la atención que la lluvia no está concentrada en unos meses, sino que se encuentra distribuida en el año, ésto podría ser la garantía de que las plantas se mantengan con condiciones hídricas favorables para crecer y favorecer el proceso de las larvas dentro de las agallas, a la vez que el alimento de los adultos esta disponible en el año lo cual también es

beneficioso para la oogénesis. No se encontró ninguna asociación con la precipitación.

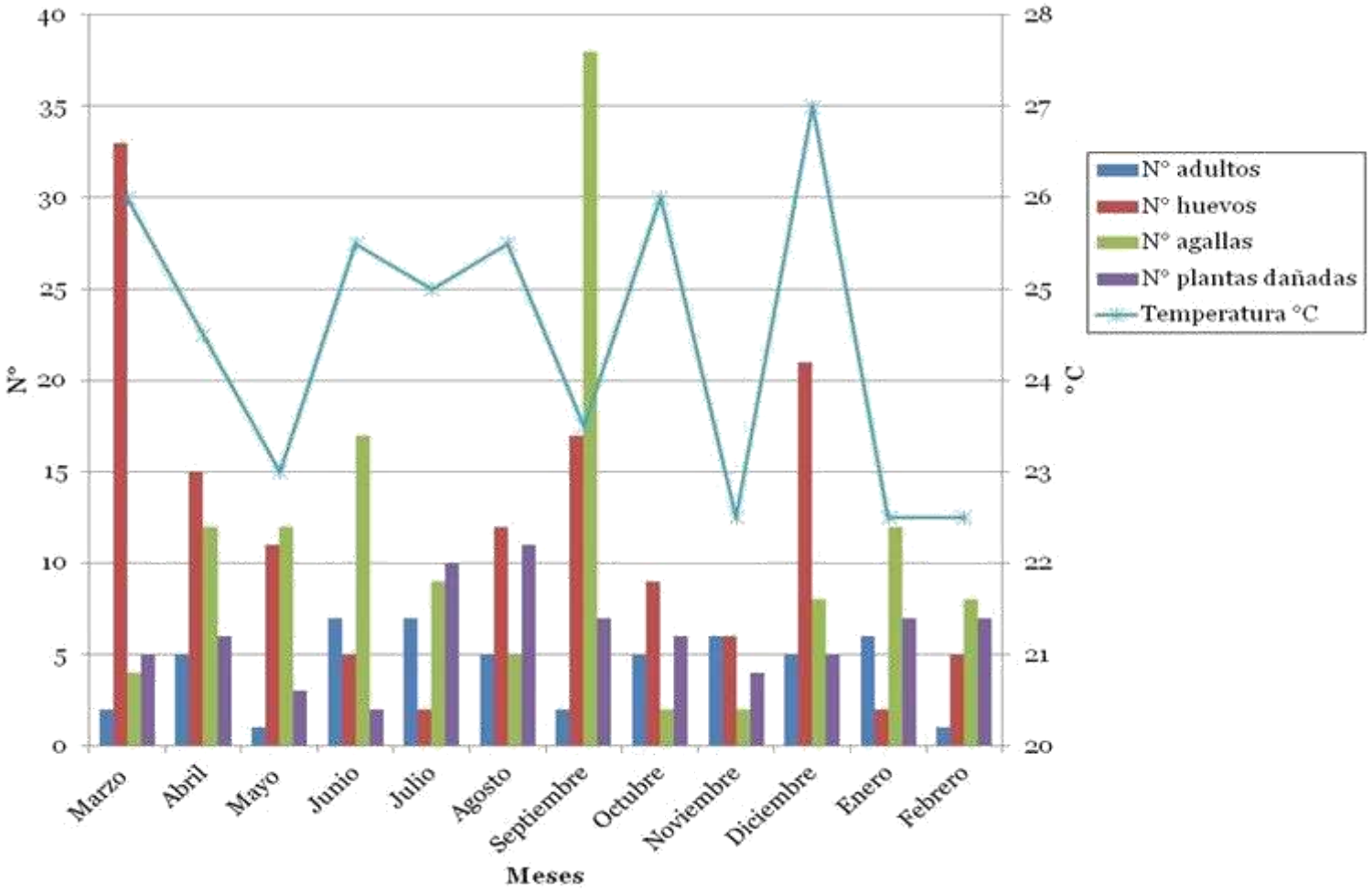


Figura 44. Fluctuación de la temperatura (°C) con los valores de adultos, huevos, agallas y plantas dañadas hallados en Santa Elena.

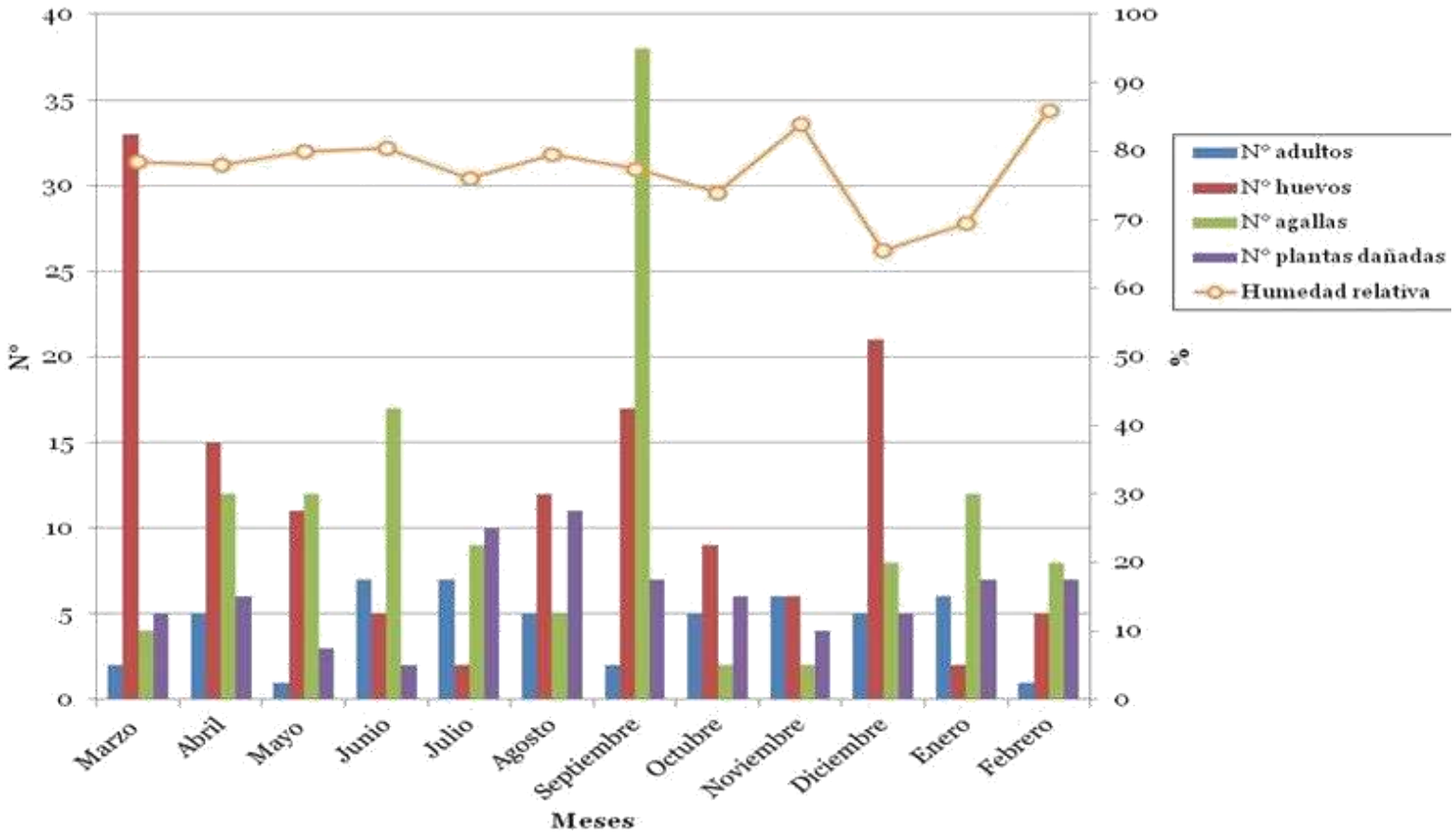


Figura 45. Fluctuación de la humedad relativa (%) con los valores de adultos, huevos, agallas y plantas dañadas hallados en Santa Elena.

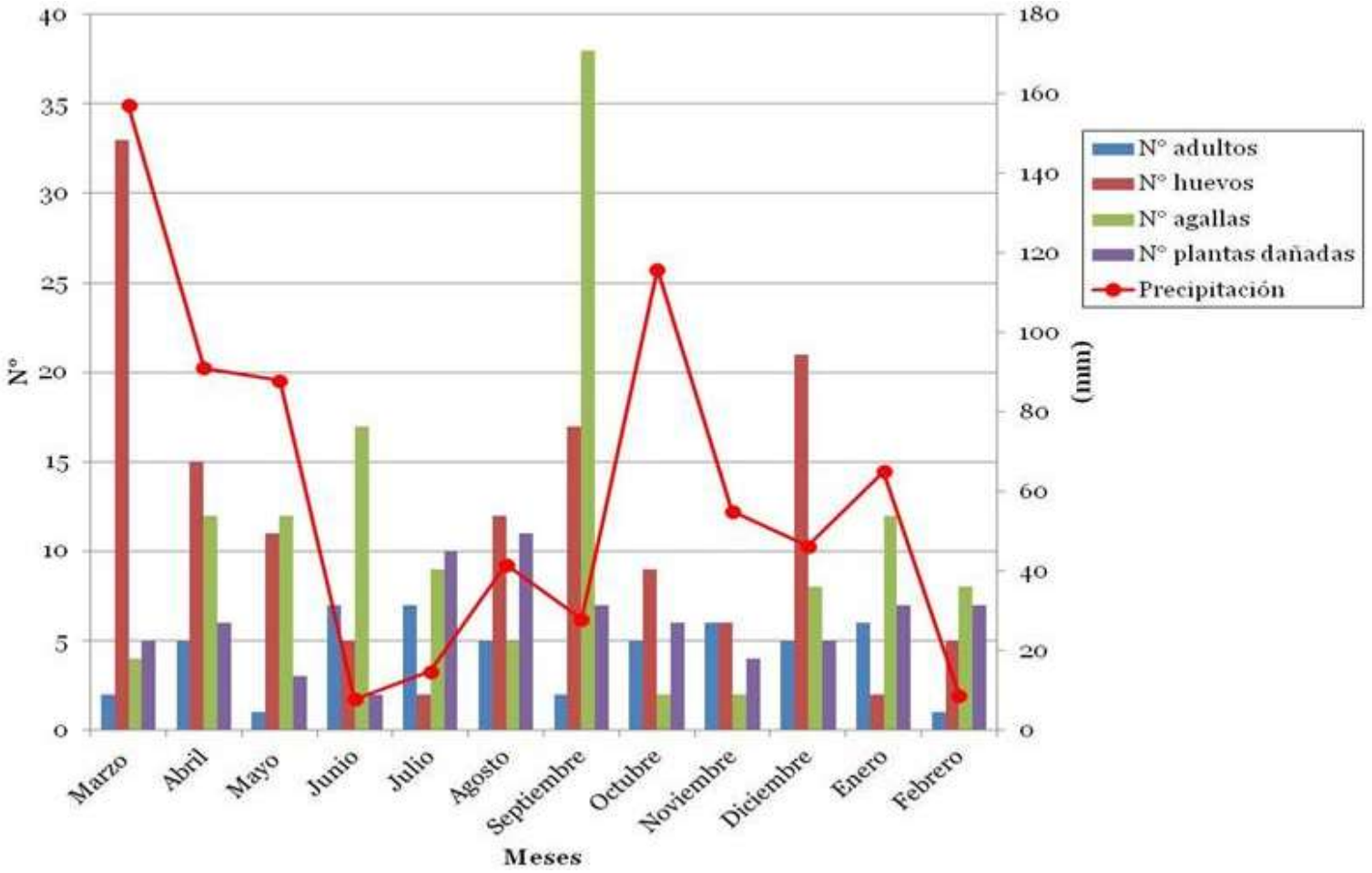


Figura 46. Fluctuación de la precipitación (mm) con los valores de adultos, huevos, agallas y plantas dañadas hallados en Santa Elena.

Cuadro 11. Prueba de correlación de Spearman para Santa Elena.

	Adultos	Huevos	Agallas	Plantas	Temperatura	Humedad
Huevo	-0,53⊕					
Valor P	0,07*					
Agallas	0,02	-0,11				
Valor P	0,92	0,71				
Plantas	0,00	-0,18	-0,02			
Valor P	0,99	0,55	0,93			
Temperatura	0,10	0,48	-0,26	-0,10		
Valor P	0,73	0,10	0,39	0,70		
Humedad	-0,25	-0,15	-0,06	-0,27	-0,49	
Valor P	0,41	0,63	0,85	0,37	0,10	
Precipitación	-0,27	0,44	-0,40	-0,21	0,22	-0,28
Valor P	0,39	0,14	0,19	0,49	0,48	0,36

Valores con (⊕) indican correlación entre variables $\rho > 0$
Valores con (*) indican significancia con $\alpha = 0.05$

En cuanto a la temperatura y la humedad relativa en La Guaca, no se registraron grandes variaciones entre meses (Figura 47), los valores promedios y desviaciones estándar fueron de 26,08 °C ± 1,69 y 74,96 % ± 3,73; respectivamente. No hay asociación entre las variables evaluadas referentes a *C. reticulatus* y dichos factores (Cuadro 12). Sólo se encontró asociación negativa entre temperatura y humedad relativa (r=-0,8; p=0,00).

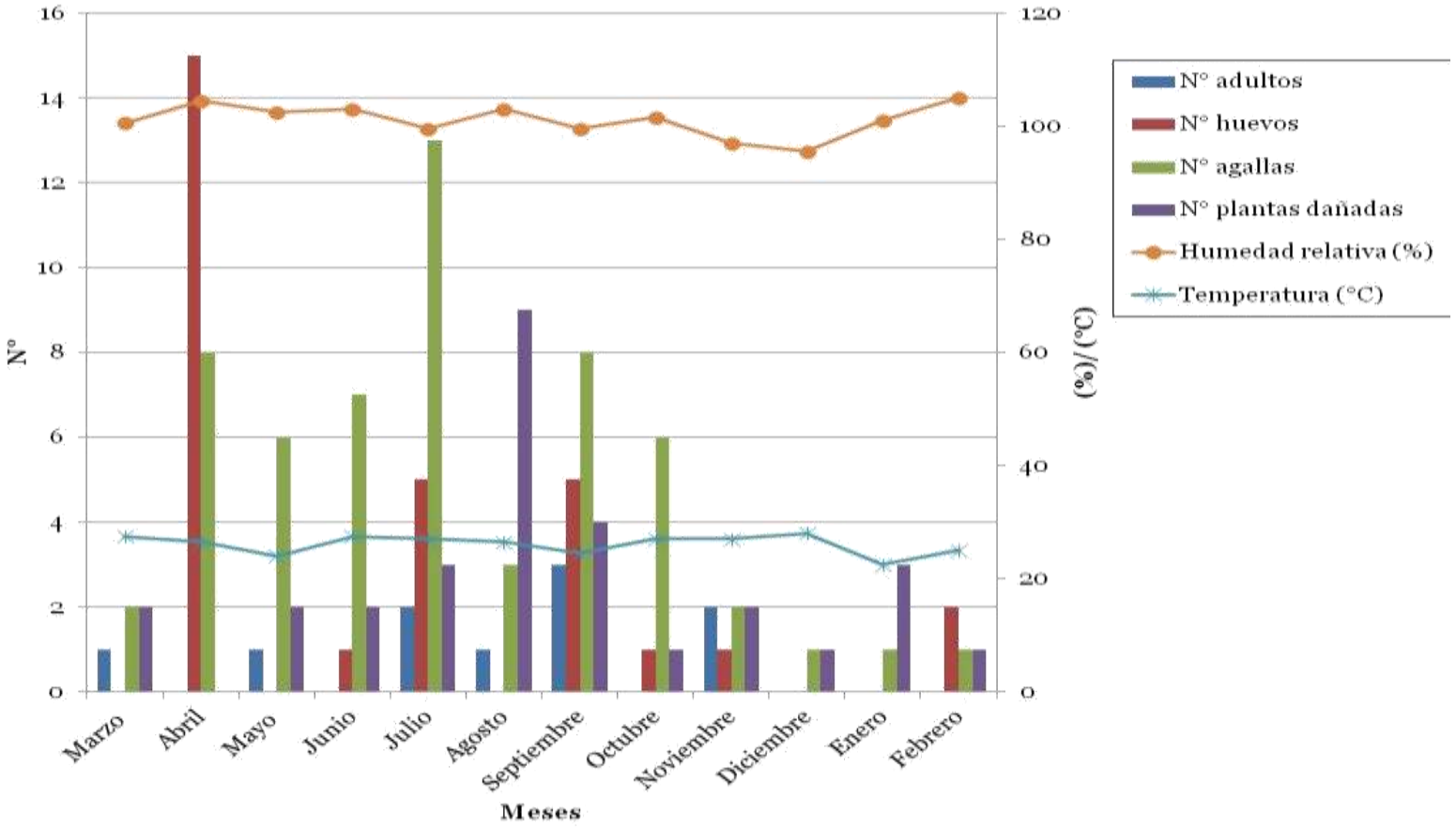


Figura 47. Fluctuación de la temperatura (°C) y humedad relativa (%) con los valores de adultos, huevos, agallas y plantas dañadas hallados en La Guaca.

Cuadro 12. Prueba de correlación de Spearman para La Guaca.

	Adultos	Huevos	Agallas	Plantas	Temperatura
Huevos	0,14				
Valor P	0,65				
Agallas	0,39	0,63⊕			
Valor P	0,20	0,02*			
Plantas	0,65⊕	-0,21	0,17		
Valor P	0,02*	0,44	0,57		
Temperatura	-0,08	-0,04	0,00	-3,45	
Valor P	0,80	0,90	0,99	0,26	
Humedad	-0,34	0,10	-0,04	-0,04	-0,82⊕
Valor P	0,27	0,73	0,90	0,90	0,00*

Valores con (⊕) indican correlación entre variables $\rho > 0$
Valores con (*) indican significancia con $\alpha = 0.05$

RELACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS PLANTAS DE *C. odorata* CON LA PRESENCIA DE ADULTOS, OVIPOSICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Se aplicó la prueba de Spearman para identificar relaciones de dependencia que explicaran la presencia y criterios de selección de *C. reticulatus* ante las plantas, considerando que su tamaño varia mensualmente. En el cuadro 13, se observa que existe una asociación positiva que indica que los gorgojos prefieren las plantas más grandes para colocar las posturas en Santa Elena, sin embargo el valor de correlación es bajo (r=0,16; p=0,01) por tanto seria recomendable realizar otras evaluaciones con estas variables para determinar si hay una tendencia definida.

Cuadro 13. Prueba de correlación de Spearman referente al tamaño (largo x ancho en m^2) de *C. odorata* con la preferencia de oviposición, alimentación y presencia de adultos en ambas localidades.

	Localidades	
Variables	La Guaca	Santa Elena
Tamaño planta- Adultos	r= -0,12 p= 0,18	r= 0,09 p= 0,14
Tamaño planta- Huevos	r= -0,10 p= 0,23	r= 0,16⊕ p=0,01*
Tamaño planta – Alimentación	r=0,04 p= 0,61	r= 0,11 p=0,66

Valores con (⊕) indican correlación entre variables $\rho > 0$.
Valores con (*) indican significancia con $\alpha = 0,05$.

HORAS NOCTURNAS Y PRESENCIA DE ADULTOS

El horario de captura de adultos es un registro valioso, ya que permite estimar la dinámica del insecto y en este caso indica cuando *C. reticulatus* sale de su zona de resguardo para alimentarse, copular y oviponer sobre las plantas. Para dicho aspecto, no estudiado en campo, se establecieron dos horarios a partir de la puesta del sol (6:30 pm) los cuales también se vieron afectados debido a las limitaciones por seguridad personal en las localidades estudiadas.

La Guaca, en el período entre las 7:00 pm -10:00 pm fueron capturados, dos (02) adultos. Desde las 10:00 pm-12:00 am, se capturaron ocho (08) individuos. El análisis estadístico usando Spearman arrojó que no hay asociación entre las horas y las capturas ($r=0,13$; $p=0,13$). Para Santa Elena, entre las 7:00 pm-10:00 pm se capturaron 37 adultos y desde las 10:00 pm a las 12:00 am, 21 gorgojos. Con el análisis estadístico no se detectó correlación ($r=-0,03$; $p=0,61$).

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *C. reticulatus* EN SANTA ELENA.

Parte importante a considerar en la realización de estudios de insectos directamente en el campo, es conocer la distribución espacial que pueda presentar en condiciones naturales, donde el organismo no esté afectado por la carencia de algún recurso o sea limitada su movilidad.

Como parte complementaria a la fluctuación poblacional de *C. reticulatus* en plantas de *C. odorata*, se analizaron los datos tomados en Santa Elena (debido a que presentaba mayor cantidad de plantas por cada sector), tomando los siete primeros muestreos para conocer la distribución espacial de los insectos. En los últimos cinco muestreos de la zona hubo cambios importantes, ya que, en varias oportunidades fue afectada la vegetación por quemas y poda de las plantas por parte de los habitantes de la zona, lo cual modificó completamente la distribución y abundancia de las plantas de *C. odorata* de los primeros siete muestreos. Sin embargo, tanto la planta como el insecto se desarrollaron continuamente y se pudieron registrar los aspectos biológicos del mismo. Para los años 2008-2009, la zona estaba completamente diferente en cuanto a la composición vegetal, pues esta fue removida por completo, se produjeron invasiones por parte de habitantes de la zona y se le dio uso agrícola a la tierra, con la siembra de plantas de yuca *Manihot esculenta*; es por ello que para los años post muestreo afirmamos que la zona tiene alta perturbación. Por estas razones, se decidió tomar los primeros siete muestreos donde no había una modificación progresiva del ambiente y las condiciones eran óptimas para el desarrollo de *C. reticulatus* y de *C. odorata*.

Se realizó el cálculo de la media y varianza primeramente, con el fin de obtener la distribución espacial de *C. reticulatus*, pues la comparación de estos parámetros puede dar una aproximación de cómo se distribuye la población en la localidad estudiada.

Utilizando la razón propuesta por Southwood (1966), $S^2/\overline{x}$, se procedió a evaluar los registros del número de adultos colectados para los meses de marzo 2006 a febrero 2007. Se tomó en cuenta que la población seguiría la distribución de Poisson, es decir, los individuos se distribuyen en el espacio completamente al azar cuando la media y la varianza resultaran iguales ($\overline{x}=S^2$). Si la media es mayor que la varianza ($\overline{x}>S^2$), entonces nos encontraremos ante una población que se distribuye uniformemente. Si la media resulta menor que la varianza ($\overline{x}<S^2$), entonces estaríamos frente a una población con distribución agregada en el espacio.

Se observó que varias de las medias y varianzas tenían valores similares o muy cercanos (Cuadro 14) como en el caso de los muestreos n° 1, 3, 4, 5 y 7, lo cual sugería que la distribución era al azar. Mientras que el resto de los muestreos presentaron varianza mayor que la media, sugiriendo una distribución agregada. Se realizó también el cálculo de la distribución de Poisson (Southwood 1966). La fórmula utilizada para ello fue:

$$\chi 2 = S^2 (N-1)/ \overline{x}$$

$\chi 2$= Chi cuadrado

S^2 =Varianza

N= Número de muestras

$\overline{x}$= Media

En este caso que la población presenta una distribución de Poisson, de acuerdo a la fórmula anterior, debe tener unos valores fijados por los $\chi 2$ τabulados de 0,95 y 0,05, con N-1 grados de libertad. Así que tenemos los siguientes rangos: 30,1 - 10,1 de acuerdo a nuestros 19 grados de libertad. Los resultados se muestran en el Cuadro 14. La distribución se asemeja a los resultados dados por la relación media/varianza, es decir, los muestreos n° 1, 3, 4, 5 y 7 tuvieron una distribución al azar y el resto agregada. Es decir, que el 41,66% de los muestreos presentaron una distribución completamente aleatorizada, y esta distribución ocurrió en el periodo en que no se había perturbado el área con quemas y limpiezas; este resultado tiene sentido al compararlo con las observaciones que se realizaron para la exploración y en el muestreo de *C. reticulatus* en la localidad, pues los individuos no se presentaron concentrados en gran cantidad en una planta, sino se encontraron dispersos de uno o dos ejemplares por planta. Desde el octavo mes hasta el final del muestreo ocurrió la perturbación en la localidad, por ello los adultos se refugiaron en las plantas que estuvieran en pie y con brotes, de allí que la recurrencia mensual de una distribución agregada se presente.

El hecho de que ante alteraciones del hábitat *C. reticulatus*, sea capaz de agruparse y que permanezca en la zona lo caracteriza como una especie que se adapta y se establece a pesar de las condiciones adversas que puedan presentarse. Este comportamiento es uno de los aspectos deseados para los agentes de control de la planta *C. odorata* en Sudáfrica pues en época de verano hay quemas e

intervenciones que puede limitar a los insectos controladores, mientras que las características que tiene el gorgojo, tales como, pupar en el suelo y permanencia en el área intervenidas por el hombre (con baja densidad de plantas) son idóneas para calificar como agente potencial de control (Comunicación personal C. Zachariades 2013).

Cuadro 14. Medias $\overline{x}$, varianzas S^2 y $\chi 2$ de las colectas de adultos de *C. reticulatus* junto al índice de dispersión de Southwood (1966) y la distribución de Poisson para determinar la distribución espacial en Santa Elena, Edo. Trujillo.

Muestreo nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nº plantas muestreadas	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Nº adultos	2	5	1	7	7	5	2	5	6	5	6	1
$\overline{x}$	0,1	0,25	0,05	0,35	0,35	0,25	0,1	0,25	0,3	0,25	0,3	0,05
S^2	0,09	0,40	0,05	0,34	0,45	0,51	0,09	0,55	0,92	0,44	0,73	0,22
Índice de dispersión $S^2/\overline{x}$	0,94	1,63	1	0,98	1,28	2,05	0,94	2,2	3,06	1,77	2,44	4,47
Distribución	Azar	Agreg.	Azar	Azar	Azar	Agreg.	Azar	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
$\chi 2$	18,00	31,00	19,00	18,71	24,42	39,00	18,00	41,80	58,26	33,44	46,36	83,60
Distribución Poisson (30,1-10,1) para N-1=19	Azar	Agreg.	Azar	Azar	Azar	Agreg.	Azar	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.

Agregada =Agreg.

CONCLUSIONES

Se estudió por primera vez para la especie *Conotrachelus reticulatus* su fluctuación poblacional, realizándose en dos localidades del estado Trujillo denominadas La Guaca (406 msnm) y Santa Elena (676 msnm). En ambas localidades se observaron diferencias en las cantidades de adultos, huevos, agallas y plantas dañadas durante el período estudiado, pero siempre estuvieron presentes a lo largo del año. Se registró mayor actividad de oviposición, presencia de adultos, formación de agallas y plantas dañadas en la localidad de Santa Elena.

En cuanto a la presencia de adultos, en Santa Elena fue mayor que La Guaca con 0,21 N°adultos/plantas. Hay presencia tanto en sequía como en invierno. Los máximos de capturas fueron en junio y julio, mientras que en La Guaca los registros son pocos y variables en el año, no pudo distinguirse un máximo. En cuanto a las posturas en Santa Elena se observaron dos máximos de marzo a junio y de agosto a diciembre, siendo 0,58 N°huevos/planta. En La Guaca la mayor cantidad de posturas se concentró en abril, los demás meses fueron dispersos y en poca cantidad, con 0,25 N° huevos/plantas. Las agallas estuvieron presentes a lo largo del año en ambas localidades, en poca o gran cantidad en los meses.

El mayor número de plantas dañadas se encontró en Santa Elena; destacándose el período de julio a octubre, mientras que de julio a septiembre fue

el período de mayor daño en La Guaca. Ésta es una de las pocas similitudes que presentan las localidades pues las plantas dañadas en su mayoría se concentraron en esos meses, aún con los pocos registros de adultos encontrados.

Con respecto a los factores abióticos, no se determinó algún tipo de relación para las localidades estudiadas.Se encontró una asociación positiva entre el tamaño de la planta y colocación de los huevos, lo que viene siendo un dato importante pues plantas con ciertas proporciones serian las más apropiadas para ser controladas. Como recomendación sugerimos ahondar más en este aspecto, ya que a futuro podría influir en las localidaes donde se desee liberar a *C. reticulatus*.

En cuanto a su distribución espacial, la especie dio muestras de reagrupación según la disponibilidad del recurso, variando de aleatoria a agregada una vez que fue modificada la superficie del terreno, representando una estrategia importante para establecer sus poblaciones en el área.

En la fluctuación poblacional observamos varias caracteristicas de la especie: i) la capacidad que tiene de establecer poblaciones aunque sea con bajo número de individuos en distintas altitudes, ii) aprovechar pese a la mucha o poca disponibilidad el recurso alimentario, iii) lograr colocando la mayor cantidad de huevos que la sobrevivencia en el largo periodo larval sea la mejor posible para continuar perpetuandose con la longevidad de los adultos. Estas son razones por

las cuales en campo podemos observar todas las fases al mismo tiempo y se hace menos precisa la definición de la cantidad de generaciones. Otro aspecto interesante de *C. reticulatus,* es que tiene un comportamiento llevado por las necesidades *per se* que dependiente de los factores abioticos que puedan rodearlo, lo cual exalta su plasticidad para desarrollarse en diversas condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boscán, N. 1980. Biología y ecología del gorgojo de la guayaba: *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) en Cagua, Aragua, Venezuela. [Tesis Maestría]. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. 122 pp.

- Boscán, N. y Casares, R. 1980. El Gorgojo de la guayaba Conotrachelus psidii marshall (Coleoptera: Curculionidae). I Evaluación de daños. Agronomía Tropical. 30(1-6): 77-83. 1980.

- Clavijo, S. 1980. Contribuciones hacia un mejor conocimiento de algunos insectos relacionados con el maíz en Venezuela. Trabajo especial para ascender al escalafón universitario. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. pp. 174.

- DeLoach, C.; Cordo, H. y Crouzel, I. 1989. Control Biológico de Malezas. Editorial El Ateneo. Argentina. pp. 266.

- Goodall, J. & Erasmus, D. 1996. Review of the status and integrated control of the invasive alien weed, *Chromolaena odorata*, in South Africa. Agriculture, ecosystems and enviroment. 56 (1996) 151- 164.

- M.A.R.N. 2008. Dirección de hidrológica y meteorología. Sistema nacional de información hidrológica y meteorológica S I N A I H M E. Tomado el 06/06/2008.

- Mc New, G. 1972. Concept of pest management. En: Pest control strategies for the future. National Academy of Science. Washinton, D. C. 1972. pp. 119-136.

- Mc William, A. 2000. A Plague on Your House? Some Impacts of *Chromolaena odorata* on Timorese Livelihoods. Human Ecology, Vol. 28, No. 3, 2000.

- Nicholls, C. 2008. Control biológico de insectos. Un enfoque agroecológico Editorial: Universidad de Antioquia . pp 278.

- Noguera, E. y Ruiz, T. 2003. Cactaceae de la zona xerófila del Estado Mérida. Venezuela. Resumen XV congreso Venezolano de Botánica. [Resumen en línea]. Disponible desde Internet en:

http://www.forest.ula.ve/~herbamer/Resumenes.htm. [Con acceso el 12 de octubre de 2005].

- O'Brien, C. y Wibmer, G. 1982. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of North America, Central America, and the West Indies (Coleoptera: Curculionoidea). Mem. Am Ent Inst 34: 1-382.

- Rodríguez, G. 1988. Fluctuaciones poblacionales y ciclos biológicos de la mosca, *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) y del gorgojo, Conotrachelus sp. (Coleoptera: Curculionidae) del níspero *Manilkara zapota* (L.) van Royen, en Aragua, Venezuela. [Tesis Maestría]. Maracay: Universidad Central de Venezuela, Fac Agronomía. pp 123.

- Schnee, L. 1973. Plantas comunes de Venezuela. 2a. Ed. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela. pp. 806.

- Southwood, T. 1966. Ecological Methods, with particular reference to the study of insect population. Butler & Tanner Ltd. London. pp 391.

- Statistix for Windows. 1985-2003. Analytical Software. Version 8.0.

- Vargas, R. y Rodríguez S. 2008. Dinámica de poblaciones. Capitulo 7. En: Manejo de plagas en Paltos y Cítricos. Ed. Renato Ripa y Pilar Larral. Colección Libros INIA N°23. Chile. 2008. pp 99-105.

- Zachariades, C.; Day, M. ;Muniappan, R. & Reddy, P. 2007. Chromolaena odorata (L.) King and Robinson (Asteraceae). En: Biological Control of Tropical Weeds using Arthropods, ed. R. Muniappan, G. V. P. Reddy, and A. Raman. Published by Cambridge University Press. Cambridge University Press, 2009. pp 130-162.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES GENERALES

Este trabajo es el primer acercamiento a *Conotrachelus reticulatus* Champion (1904) (Coleoptera: Curculionidae), en el que se intentó abordar las necesidades de información básica y de tal manera obtener el perfil del gorgojo, abonando el conocimiento sobre un género extenso y variado.

A lo largo de la investigación realizamos observaciones y evaluaciones a nivel de campo y laboratorio que permitieron caracterizar al insecto, ya sea desde sus aspectos más básicos como la morfología externa hasta una aproximación de su actividad regular en el hábitat. La misma también nos permite proponernos nuevos objetivos con el fin de llenar los vacíos de información y dudas provenientes de la experimentación; con lo cual nos sentimos complacidos ante el surgimiento de nuevas ideas y con los alcances que una exploración de éste tipo puede tener.

Pudo lograrse la descripción morfológica externa de *C. reticulatus*, lo cual representa una fortaleza al momento de definir la entomofauna asociada con la planta *Chromolaena odorata*. Se caracterizó de la forma más fidedigna posible y se describió también el comportamiento que permite compararlo con especies cercanas, estudiándose las fases de: huevo (destacándose la protección especial con trícomas que permite reconocerlo en las hojas fácilmente, junto con su eclosión e ingreso al tallo principal), larva (taladradora, de poca movilidad y que desarrolla agallas en la planta), pupa (en suelo, lo cual le da la posibilidad de soportar

periodos de sequía) y adulto (actividad nocturna y se mantiene en el entorno de *C. odorata*).

La distinción del dimorfismo sexual sin requerir de disecciones es un dato que facilita el manejo biológico para reconocer la proporción de sexos y desarrollar las pruebas de laboratorio. La detección de caracteres en los ventritos y en la espina metatibial diferencian inequívocamente a hembras de machos.

Fue posible determinar el ciclo de vida del gorgojo a través de la cría en laboratorio. La totalidad del ciclo es de 405,64 ± 112,05 días, compuesto por: huevo 3,33 ± 1,03; larva 140,9 ± 4,70; pupa 19,41 ± 8,54 y Adulto 242 ± 155 días. La longevidad para hembras se estimó en 242 ± 155 y los machos 185 ±153 días, donde el valor más fluctuante lo presentó el adulto y por tanto se tiene una desviación alta. Sin duda, a pesar de esta situación es el adulto quien sobrevive más tiempo sobre la planta y puede alimentarse continuamente regulando su crecimiento. El promedio de huevos por hembra 54,5 ± 33,27 nos da señales de que hay producción de huevos suficientes como para dar paso a otra generación aún con la variación mencionada; en cambio valores como los de preoviposición 6,66 ± 2,33 días y postoviposición 1,5 ± 0,54 días, mostraron ser más puntuales. Ante esto cabe preguntarnos si tanto la oviposición como la longevidad pueden verse influenciados por cambios externos como: calidad del alimento, radiación solar, temperatura,

humedad relativa, modificación del hábitat, etc., mucho más que otros aspectos biológicos de desarrollo y crecimiento que parecieron no verse tan afectados en la cría. Esta podría ser una explicación, pero para aseverarla quedaría indagar en cuáles son los factores que afectan directamente a dichos aspectos, por tanto este sería un nuevo trabajo a desarrollar.

En cuanto a otro aspecto como lo es el número de generaciones, en laboratorio los nacimientos se concentraron desde octubre a febrero, presentando claramente un sólo periodo anual de emergencia. En las colectas de adultos en Santa Elena, se reflejó un poco esta situación, sin embargo puede notarse dos máximos, el primero de junio a agosto y el segundo de septiembre a febrero, esto se explica porque hay mayor número de individuos apareándose y estan en oviposición constante en momentos diferentes, por tanto el desarrollo larval va a variar y con éste los descendientes los cuales no se ven agrupados en pocos meses sino se observan en un periodo más largo.

De las ocho plantas evaluadas con pruebas de elección pareadas, *C. reticulatus* prefirió a *C. odorata* y en una oportunidad *A. conyzoides* para oviponer. El desarrollo larval fue completo en *C. odorata* únicamente, lo que indica que la planta presenta las condiciones ideales para la fase. En cuanto a la alimentación, los adultos en laboratorio con pruebas de elección prefirieron a *C. odorata, F. pratensis y A. conyzoides;* estos resultados diferentes a *C. odorata*

pueden deberse a falsos positivos pues tendría que haber una confirmación en campo y con pruebas sin elección para determinar las posibilidades de dichas plantas como hospederas. También se encontraron en campo con certeza daños sobre *C. odorata*.El hallazgo de marcas que sugerían ser de *C. reticulatus* en *S. nodiflora, C. iresinoides, A. elata, F. pratensis, B. trinervis y P. ruderale*, quedo descartado al no capturar gorgojos en ellas.

Cuando una postura es observada sobre una planta que está siendo evaluada, lo recomendable es evaluar la viabilidad de los huevos, la habilidad de la planta para soportar el desarrollo larval, la mortalidad de las fases y la fecundidad de los adultos, estas evaluaciones determinan el rango fisiológico de hospederas y esto es lo que se logró hacer con *C. reticulatus,* indicando que su hospedera principal es *C. odorata*.

Santa Elena es la localidad con mayor cantidad y actividad de *C. reticulatus*, con respecto a La Guaca; esto puede deberse a la menor intervención del hábitat (al menos en los primeros siete meses de monitoreo). Es importante destacar que a pesar de la variación que presentaron las localidades entre sí (altitud, perturbación, cantidad de plantas) y en cuanto a las variables estudiadas del gorgojo en cada una, hay presencia a lo largo del año en esas zonas sobreviviendo a las podas, quemas y factores abióticos; por tanto *C. reticulatus* demostró su capacidad de establecimiento. Al igual que en cuanto a la distribución espacial es capaz de

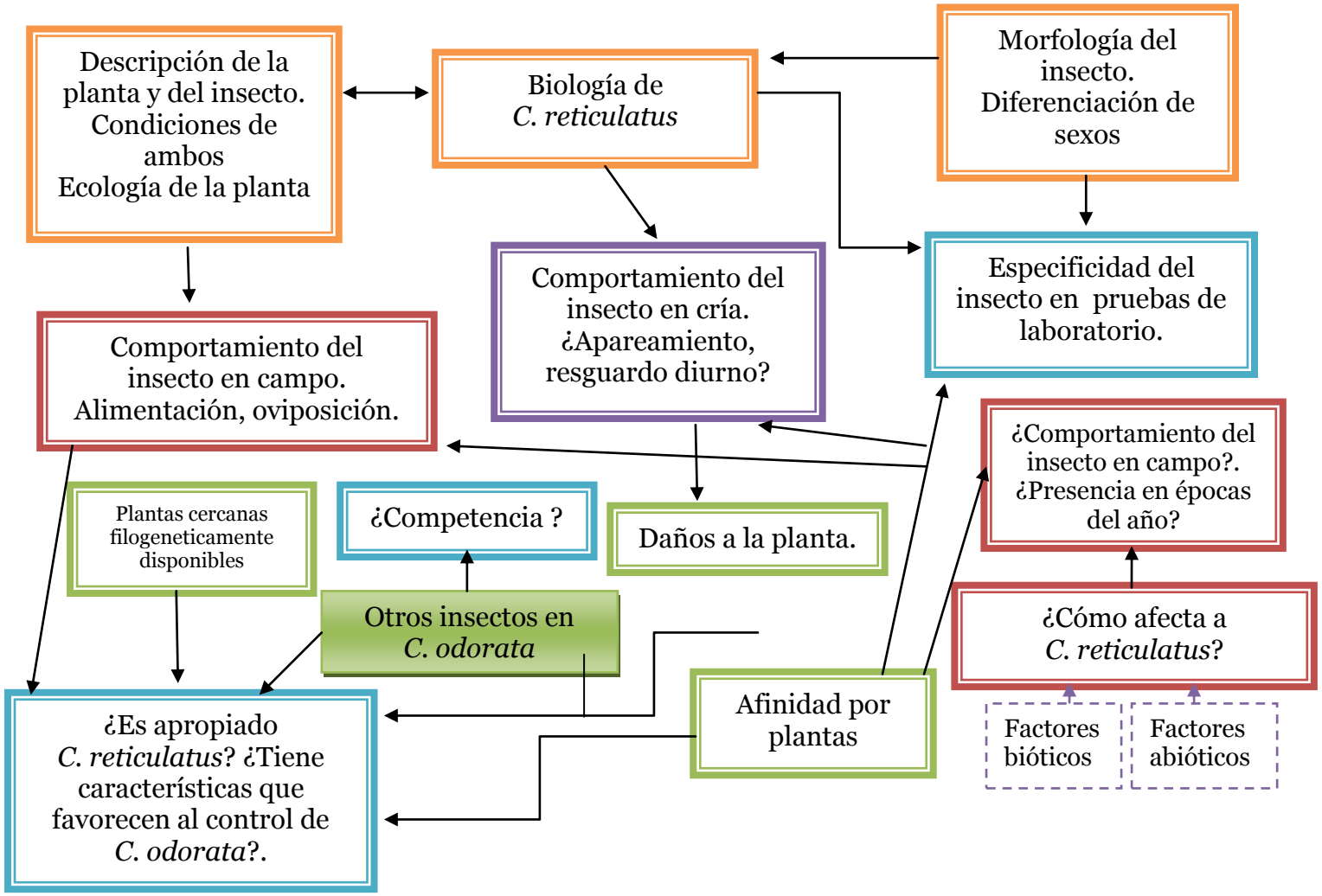
reagruparse ante la disminución del recurso, condición que le permite aumentar su población paulatinamente pero estable.

Es importante continuar con el estudio de las preferencias de consumo y de los factores influyentes en la ovoposición para conocer los requerimientos ideales para la multiplicación y aumento de la población en caso de ser necesario.

Finalmente, por medio de los aspectos estudiados hemos visto que *C. reticulatus* es un insecto cuyo ciclo de vida es largo, principalmente en dependencia con *C. odorata*, con capacidad de adaptarse a las condiciones de la zona y a la disponibilidad de alimento, de fácil identificación y que su presencia en esta planta considerada maleza de importancia económica puede ser una solución bajo las características deseables para su control biológico.

ANEXO A

Esquema de aspectos relevantes en el estudio de *C. reticulatus*.



ANEXO B

Especies del género *Conotrachelus* con distribución, hábito alimenticios y fuente de alimentos conocidos

A continuación se citan algunas especies del género *Conotrachelus*, señalando su distribución, hábito alimenticio y fuente de alimento (Familia botánica: género de la planta).

- *Conotrachelus aguacatae* BARBER, 1824. Distribución: México, Nicaragua. Fitófago: Lauraceae: *Persea* sp.
- *C. anaglypticus* SAY, 1831. =*Conotrachelus rubiginosus* BOHEMAN 1845. Distribución: USA, México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica. Fitófago: Malaceae: *Pyrus* sp., *Malus*. Rosaceae: *Prunus* sp. Malvaceae: *Gossypium* sp.
- *C. arachnoides* CHAMPION, 1904. Distribución: Nicaragua, Panamá, Colombia, Perú, Bolivia, Brasil.
- *C. aristatus* CHAMPION, 1904. Distribución: Guatemala, Nicaragua, Panamá. Fitófago: Solanaceae: *Capsicum* sp.
- *C. bicarinatus* CHAMPION, 1904. Distribución: México, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica. Fitófago: Myrtaceae: *Eucalyptus* sp.
- *C. cribratus* CHAMPION, 1904. Distribución: México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia.

- *C. flavangulus* CHAMPION, 1904. Distribución: México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá. Fitófago: Cucurbitaceae: *Citrullus sp*. Malvaceae: *Gossypium* sp. Poaceae: *Zea* spp. Solanaceae: *Nicotiana* sp.
- *C. foveicollis* CHAMPION, 1904. Distribución: México, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá.
- *C. fulvescens* CHAMPION, 1904. Distribución: México, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá.
- *C. fulvolineatus* CHAMPION, 1904. Distribución: México, Nicaragua, Costa Rica, Panamá.
- *C. fulvomaculatus* CHAMPION, 1904. Distribución: Nicaragua.
- *C. fulvopictus* CHAMPION, 1904. Distribución: Guatemala, Nicaragua, Panamá.
- *C. impressicollis* CHAMPION, 1904. Distribución: México, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Brasil.
- *C. paleatus* CHAMPION, 1904. Distribución: Nicaragua, Panamá.
- *C. parvicollis* CHAMPION, 1904. Distribución: México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica. Fitófago: Euphorbiaceae.
- *C. planifrons* CHAMPION, 1904. Distribución: México, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá.

- *C. punctiventris* CHAMPION, 1904. Distribución: Guatemala, Belice, Nicaragua, Panamá.
- *C. scapularis* FAHRAEUS, 1837. Distribución: México, Belice, Guatemala, Nicaragua, Panamá.
- *C. segregatus* CHAMPION, 1904. Distribución: Nicaragua.
- *C. subulatus* CHAMPION, 1904. Distribución: Nicaragua, Costa Rica, Panamá.
- *C. sulcipectus* CHAMPION, 1904. Distribución: Nicaragua.
- *C. tetrastigma* CHAMPION, 1904. Distribución: México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Panamá. Fitófago: Rubiaceae: *Coffea* sp.
- *C. verticalis* (KLUG, 1829)= *Balaninus verticalis* KLUG 1829.= *C. verticalis* BOHEMAN 1837. Distribución: Cuba, México, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Brasil.

Otras especies del género* Conotrachelus *no consideradas plagas en Venezuela.

- *Conotrachelus cristatus* FAHRAEUS, 1837. Distribución: EE.UU., Guadalupe, México, Belice, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Trinidad, Brasil, Ecuador, Perú, Argentina, Venezuela. Fitófago: Malvaceae: *Hibiscus* sp. Mimosaceae: *Inga* sp.

- *C. inexplicatus* FAUST, 1894. Distribución: México, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador. Fitófago: Rubiaceae: *Coffea* sp. Poaceae: *Zea* sp.
- *C. raptor* FAUST, 1894. = *Conotrachelus caerulescens* CHAMPION 1904. = *C. coerulescens*, HUSTACHE 1936. Distribución: México, Belice, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Brasil. Fitófago: Malvaceae: *Gossypium* sp. Solanaceae: *Solanum* sp.
- *C. quadrinotatus* FAHRAEUS, 1837. Distribución: México, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Guyana, Guyana francesa, Brasil, Perú, Bolivia, Argentina, Venezuela.
- *C. sinuaticollis* CHAMPION, 1904. Distribución: México, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador, Bolivia, Paraguay, Venezuela.

ANEXO C

Entomofauna relacionada con *C. odorata* encontrada en el proceso de observación y cultivo.

(Coleoptera: Curculionidae)

Compsus sp.
Tyloderma spp.
Apion sp.
Conotrachelus curabilis

(Coleoptera : Chrysomelidae)

Zenocolaspis sp. nov. Especie nueva determinada por Bechyné a principios de los años 1970, cuya serie se encuentra depositada en la colección del MIZA, facilitando la idenificación de la misma; lamentablemente nunca fue publicada.
Se observó un gran número de individuos en plantas ubicadas en invernadero en el Estado Aragua, en los primeros meses del año. Los adultos se alimentan de las hojas realizando perforaciones irregulares que disminuyen la capacidad fotosintetica de la planta.

Eurypedus sp. Especie observada en los tallos superiores de la planta, casi siempre en de 2 a 3 individuos.

(Coleoptera : Tenebrionidae)

Epitragus sp.

(Lepidoptera: Nymphalidae)

Actinote sp. Colectados en fase de larva, con distribución gregaria en arbustos de *C. odorata* en el Estado Aragua.

(Lepidoptera: Sesiidae)

Carmenta chromolaenae. Especie aún no descrita. Es uno de los agentes potenciales de control de *C. odorata* que fue estudiado en Venezuela y Sudáfrica. La larva es taladradora, lo cual provoca la muerte de los tallos. Puede pasar la época de sequía en la raíz lo que la hace una especie atractiva como agente de control. Ha sido colectada en Yaracuy y algunas zonas de Aragua.

(Hemiptera: Membracidae)

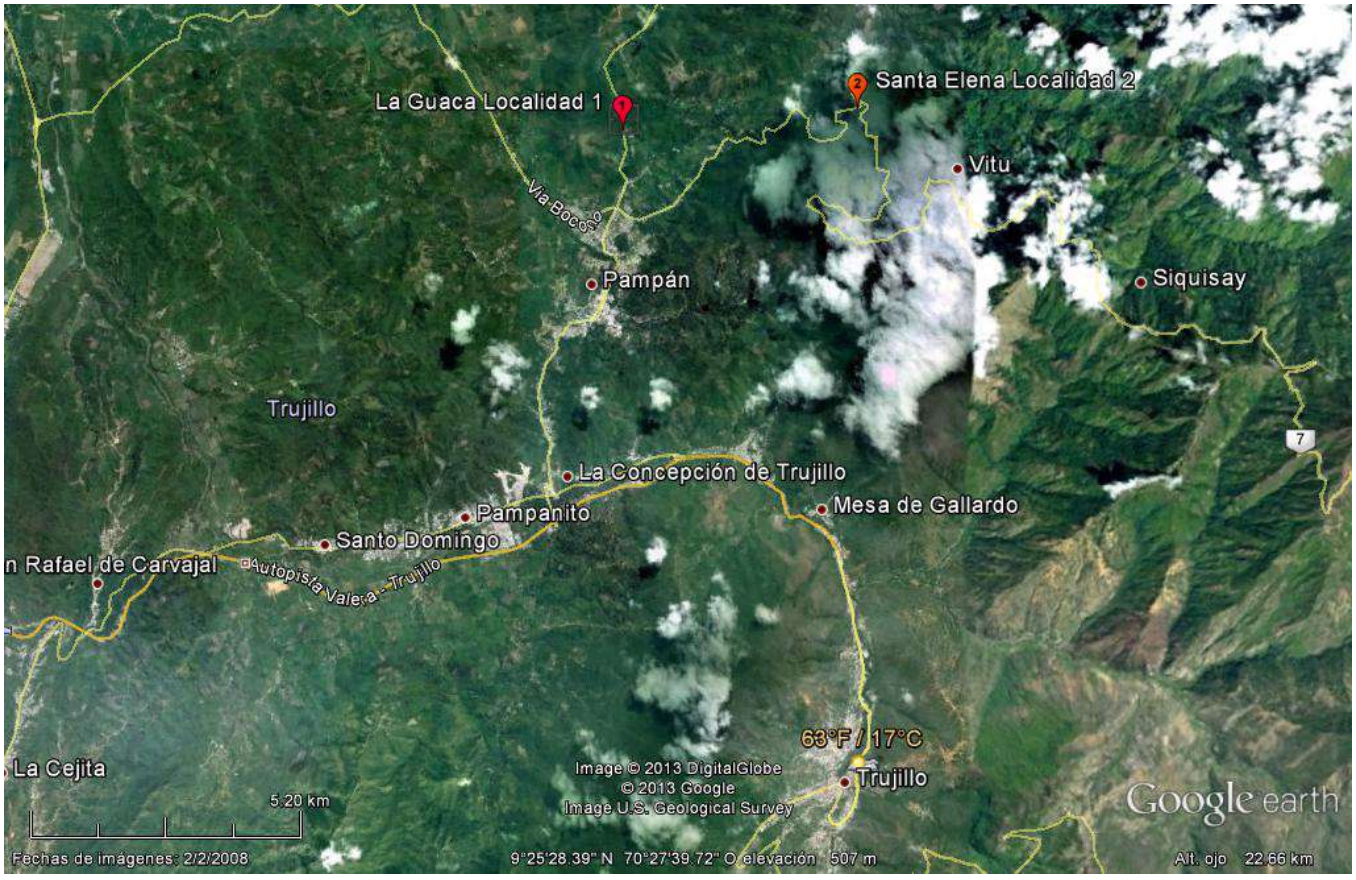
Bolbonotus sp. Suelen encontrarse de forma gregaria en los brotes de la planta, ninfas y adultos. Fue colectado en el Estado Yaracuy.

(Hemiptera : Aleyrodidae)

Estas especies se han encontrado en las hojas de *C. odorata* en tal densidad que han provocado la muerte de varias plantas. Las moscas blancas se hallaron coexistiendo en las hojas, al mismo tiempo se lograron encontrar un parasitoide y un entomopatógeno, ambos no identificados.

Bemisia tabaci
Bemisia sp.
Aleurodicus sp.
Trialeurodes sp.
Tetraleurodes mori.

ANEXO D



Ubicación geográfica de La Guaca (1) y Santa Elena (2) en el estado Trujillo, Venezuela. Fuente: Google Earth 2013.

ANEXO E

Análisis estadísticos con la prueba de medias de Kruskal -Wallis para la localidad de Santa Elena. Programa Statistix 8.o

Adultos

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for ADULTOS by MES

MES	Mean Rank	Sample Size
1	111.0	20
2	118.6	20
3	105.2	20
4	135.0	20
5	130.2	20
6	117.9	20
7	111.0	20
8	123.5	20
9	136.5	20
10	128.2	20
11	123.6	20
12	105.3	20
Total	120.5	240

Kruskal-Wallis Statistic 12.2969
P-Value, Using Chi-Squared Approximation **0.3417**

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	11	25848	2349.85	1.12	**0.3430**
Within	228	476536	2090.07		
Total	239	502384			

Total number of values that were tied 240
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of ADULTOS by MES

MES	Mean	Homogeneous Groups
9	136.50	A

4 134.95 A
5 130.15 A
10 128.25 A
11 123.65 A
8 123.45 A
2 118.65 A
6 117.90 A
1 111.00 A
7 111.00 A
12 105.25 A
3 105.25 A

Alpha 0.05
Critical Z Value 3.368 Critical Value for Comparison 73.939
There are no significant pairwise differences among the means.

Huevos

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for HUEVOS by MES

MES	Mean Rank	Sample Size
1	138.7	20
2	132.6	20
3	125.6	20
4	112.5	20
5	97.2	20
6	110.4	20
7	126.8	20
8	115.4	20
9	136.0	20
10	137.2	20
11	101.2	20
12	112.4	20
Total	120.5	240

Kruskal-Wallis Statistic 16.2877
P-Value, Using Chi-Squared Approximation **0.1308**

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	11	44722	4065.62	1.52	0.1267

Within 228 611511 2682.07
Total 239 656233

Total number of values that were tied 237
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 240 Missing Cases 0

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of HUEVOS by MES

MES	Mean	Homogeneous Groups
1	138.72	A
10	137.15	A
9	136.00	A
2	132.57	A
7	126.85	A
3	125.60	A
8	115.40	A
4	112.45	A
12	112.45	A
6	110.45	A
11	101.20	A
5	97.150	A

Alpha 0.05
Critical Z Value 3.368 Critical Value for Comparison 73.939
There are no significant pairwise differences among the means.

Agallas

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for AGALLAS by MES

MES	Mean Rank	Sample Size
1	104.3	20
2	133.9	20
3	133.3	20
4	135.7	20
5	111.7	20
6	109.5	20

7	178.3	20
8	97.8	20
9	108.2	20
10	100.3	20
11	121.0	20
12	112.0	20
Total	120.5	240

Kruskal-Wallis Statistic 37.2054
P-Value, Using Chi-Squared Approximation **0.0001**

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	**DF**	**SS**	**MS**	**F**	**P**
Between	11	110450	10040.9	3.82	0.0000
Within	228	599059	2627.5		
Total	239	709509			

Total number of values that were tied 238
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of AGALLAS by MES

MES	**Mean**	**Homogeneous Groups**
7	178.30	A
4	135.68	AB
2	133.90	AB
3	133.33	AB
11	120.97	AB
12	112.05	AB
5	111.72	AB
6	109.45	AB
9	108.20	AB
1	104.27	B
10	100.28	B
8	97.850	B

Alpha 0.05
Critical Z Value 3.368 Critical Value for Comparison 73.939
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Alimentación - Plantas dañadas

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for ALIM_ADUL by MES

MES	Mean Rank	Sample Size
1	114.0	20
2	120.0	20
3	102.0	20
4	96.0	20
5	144.0	20
6	150.0	20
7	126.0	20
8	120.0	20
9	108.0	20
10	114.0	20
11	126.0	20
12	126.0	20
Total	120.5	240

Kruskal-Wallis Statistic 17.6246
P-Value, Using Chi-Squared Approximation **0.0907**

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	11	53940	4903.64	1.65	0.0862
Within	228	677520	2971.58		
Total	239	731460			

Total number of values that were tied 240
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 240 Missing Cases 0

Statistix 8.0 12/13/1997, 5:12:53 PM

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of ALIM_ADUL by MES

MES	Mean	Homogeneous Groups
6	150.00	A

```
 5 144.00 A
 11 126.00 A
 12 126.00 A
 7 126.00 A
 2 120.00 A
 8 120.00 A
 1 114.00 A
 10 114.00 A
 9 108.00 A
 3 102.00 A
 4 96.000 A

Alpha       0.05
Critical Z Value 3.368   Critical Value for Comparison 73.939
There are no significant pairwise differences among the
means.
```

Análisis estadísticos con la prueba de medias de Kruskal -Wallis para la localidad de *La Guaca*. Programa Statistix 8.0.

Adultos

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for ADULTOS by MES

MES	Mean Rank	Sample Size
1	56.5	10
2	56.5	10
3	62.4	10
4	56.5	10
5	62.4	10
6	56.5	10
7	62.8	10
8	62.4	10
9	74.2	10
10	56.5	10
11	62.8	10
12	56.5	10
Total	60.5	120

```
Kruskal-Wallis Statistic          13.4950
P-Value, Using Chi-Squared Approximation  0.2622
```

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	11	3051.0	277.364	1.26	0.2601
Within	108	23853.0	220.861		
Total	119	26904.0			

Total number of values that were tied 120
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 120 Missing Cases 0

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of ADULTOS by MES

MES	Mean	Homogeneous Groups
9	74.200	A
7	62.800	A
11	62.800	A
3	62.400	A
5	62.400	A
8	62.400	A
1	56.500	A
2	56.500	A
4	56.500	A
6	56.500	A
10	56.500	A
12	56.500	A

Alpha 0.05
Critical Z Value 3.368 Critical Value for Comparison 52.391
There are no significant pairwise differences among the means.

Huevos

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for HUEVOS by MES

MES	Mean Rank	Sample Size
1	52.0	10

2	58.4	10
3	52.0	10
4	95.0	10
5	52.0	10
6	57.6	10
7	64.4	10
8	52.0	10
9	75.4	10
10	57.6	10
11	57.6	10
12	52.0	10
Total	60.5	120

Kruskal-Wallis Statistic 40.8074
P-Value, Using Chi-Squared Approximation **0.0000**

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	**DF**	**SS**	**MS**	**F**	**P**
Between	11	18121.8	1647.43	5.12	0.0000
Within	108	34723.8	321.52		
Total	119	52845.5			

Total number of values that were tied 118
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 120 Missing Cases 0

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of HUEVOS by MES

MES	**Mean**	**Homogeneous Groups**
4	94.950	A
9	75.350	A
7	64.350	A
2	58.400	A
6	57.650	A
10	57.650	A
11	57.650	A
1	52.000	A
3	52.000	A
5	52.000	A
8	52.000	A
12	52.000	A

Alpha 0.05
Critical Z Value 3.368 Critical Value for Comparison 52.391
There are no significant pairwise differences among the means.

Agallas

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for AGALLAS by MES

MES	Mean Rank	Sample Size
1	50.3	10
2	50.3	10
3	51.4	10
4	70.3	10
5	63.8	10
6	69.1	10
7	80.6	10
8	60.8	10
9	70.3	10
10	57.6	10
11	51.4	10
12	50.3	10
Total	60.5	120

Kruskal-Wallis Statistic 16.3416
P-Value, Using Chi-Squared Approximation **0.1289**

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	11	11653.1	1059.37	1.56	0.1202
Within	108	73204.9	677.82		
Total	119	84858.0			

Total number of values that were tied 118
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of AGALLAS by MES

MES	Mean	Homogeneous Groups
7	80.600	A
4	70.250	A
9	70.250	A

```
 6 69.050 A
 5 63.800 A
 8 60.750 A
 10 57.650 A
 3 51.450 A
 11 51.450 A
 1 50.250 A
 2 50.250 A
 12 50.250 A

Alpha       0.05
Critical Z Value 3.368   Critical Value for Comparison 52.391
There are no significant pairwise differences among the
means.
```

Alimentación - Plantas dañadas

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for ALIM_ADUL by MES

MES	Mean Rank	Sample Size
1	63.5	10
2	51.5	10
3	57.5	10
4	45.5	10
5	57.5	10
6	57.5	10
7	63.5	10
8	99.5	10
9	69.5	10
10	51.5	10
11	57.5	10
12	51.5	10
Total	60.5	120

Kruskal-Wallis Statistic 31.2044
P-Value, Using Chi-Squared Approximation **0.0010**

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	11	21240.0	1930.91	3.49	0.0003
Within	108	59760.0	553.33		

Total 119 81000.0

Total number of values that were tied 120
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of ALIM_ADUL by MES

MES	Mean	Homogeneous Groups
8	99.500	A
9	69.500	AB
1	63.500	AB
7	63.500	AB
3	57.500	AB
5	57.500	AB
6	57.500	AB
11	57.500	AB
2	51.500	AB
10	51.500	AB
12	51.500	AB
4	45.500	B

Alpha 0.05
Critical Z Value 3.368 Critical Value for Comparison 52.391
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

ANEXO F

Pruebas T de Student para evaluación pareada. Programa Statistix 8.0

Alimentación

Paired T Test for ALIMCO – ALIMFLpratensis

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            0.5000
Std Error       0.2236
Mean - H0       0.5000
Lower 95% CI   -0.0748
Upper 95% CI    1.0748
T                 2.24
DF                   5
P               0.0756

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for ALIMCO - ALIMCCinereum

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            0.8333
Std Error       0.1667
Mean - H0       0.8333
Lower 95% CI    0.4049
Upper 95% CI    1.2618
T                 5.00
DF                   5
P               0.0041

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for ALIMCO - ALIMAConyzoides

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0
Mean            0.3333
Std Error       0.2108
Mean - H0       0.3333
Lower 95% CI   -0.2086
Upper 95% CI    0.8753
T                 1.58
DF                   5
```

```
P               0.1747

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for ALIMCO - ALIMCLaevigata

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            1.0000
Std Error            M
Mean - H0       1.0000
T                    M
DF                   5
P                    M

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for ALIMCO - ALIMESonchifolia

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            1.0000
Std Error            M
Mean - H0       1.0000
T                    M
DF                   5
P                    M

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for ALIMCO - ALIMSNodiflora

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            1.0000
Std Error            M
Mean - H0       1.0000
T                    M
DF                   5
P                    M

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for ALIMCO - ALIMADentata

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            0.6667
Std Error       0.2108
```

```
Mean - H0       0.6667
Lower 95% CI    0.1247
Upper 95% CI    1.2086
T                 3.16
DF                   5
P               0.0250

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for ALIMCO - ALIMFLMicrostemon

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            1.0000
Std Error            M
Mean - H0       1.0000
T                    M
DF                   5
P                    M

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Huevos

Paired T Test for HUEVOSCO - HUEVOSFLpratensis

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            0.3333
Std Error       0.2108
Mean - H0       0.3333
Lower 95% CI   -0.2086
Upper 95% CI    0.8753
T                 1.58
DF                   5
P               0.1747

   Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for HUEVOSCO - HUEVOSCCinereum

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            0.6667
Std Error       0.6667
Mean - H0       0.6667
Lower 95% CI   -1.0471
Upper 95% CI    2.3804
```

T	1.00
DF	5
P	0.3632

Cases Included 6 Missing Cases 0

Paired T Test for HUEVOSCO - HUEVOSAConyzoides

Null Hypothesis: difference = 0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean	4.0000
Std Error	2.3805
Mean - H0	4.0000
Lower 95% CI	-2.1192
Upper 95% CI	10.119
T	1.68
DF	5
P	0.1537

Cases Included 6 Missing Cases 0

Paired T Test for HUEVOSCO - HUEVOSCLaevigata

Null Hypothesis: difference = 0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean	1.0000
Std Error	0.5164
Mean - H0	1.0000
Lower 95% CI	-0.3274
Upper 95% CI	2.3274
T	1.94
DF	5
P	0.1106

Cases Included 6 Missing Cases 0

Paired T Test for HUEVOSCO - HUEVOSESonchifolia

Null Hypothesis: difference = 0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean	0.3333
Std Error	0.2108
Mean - H0	0.3333
Lower 95% CI	-0.2086
Upper 95% CI	0.8753
T	1.58
DF	5
P	0.1747

```
Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for HUEVOSCO - HUEVOSADentata

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            0.6667
Std Error       0.6667
Mean - H0       0.6667
Lower 95% CI   -1.0471
Upper 95% CI    2.3804
T                 1.00
DF                   5
P               0.3632

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for HUEVOSCO - HUEVOSFLMicrostemon

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            1.0000
Std Error       0.8165
Mean - H0       1.0000
Lower 95% CI   -1.0989
Upper 95% CI    3.0989
T                 1.22
DF                   5
P               0.2752

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Brotes dañados

Paired T Test for BROTESCO - BROTESFLpratensis

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            1.5000
Std Error       1.1475
Mean - H0       1.5000
Lower 95% CI   -1.4496
Upper 95% CI    4.4496
T                 1.31
DF                   5
P               0.2480

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for BROTESCO - BROTESCCinereum

Null Hypothesis: difference = 0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean	3.5000
Std Error	0.9574
Mean - H0	3.5000
Lower 95% CI	1.0389
Upper 95% CI	5.9611
T	3.66
DF	5
P	0.0147

Cases Included 6 Missing Cases 0

Paired T Test for BROTESCO - BROTESAConyzoides

Null Hypothesis: difference = 0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean	3.6667
Std Error	0.8819
Mean - H0	3.6667
Lower 95% CI	1.3996
Upper 95% CI	5.9337
T	4.16
DF	5
P	0.0088

Cases Included 6 Missing Cases 0

Paired T Test for BROTESCO - BROTESCLaevigata

Null Hypothesis: difference = 0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean	8.1667
Std Error	0.3073
Mean - H0	8.1667
Lower 95% CI	7.3767
Upper 95% CI	8.9567
T	26.57
DF	5
P	0.0000

Cases Included 6 Missing Cases 0

Paired T Test for BROTESCO - BROTESESonchifolia

Null Hypothesis: difference = 0

Alternative Hyp: difference <> 0

Mean	7.6667
Std Error	1.2019
Mean - H0	7.6667
Lower 95% CI	4.5772
Upper 95% CI	10.756
T	6.38
DF	5
P	0.0014

Cases Included 6 Missing Cases 0

Paired T Test for BROTESCO - BROTESSNodiflora

Null Hypothesis: difference = 0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean	3.5000
Std Error	1.3354
Mean - H0	3.5000
Lower 95% CI	0.0672
Upper 95% CI	6.9328
T	2.62
DF	5
P	0.0470

Cases Included 6 Missing Cases 0

Paired T Test for BROTESCO - BROTESADentata

Null Hypothesis: difference = 0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean	4.0000
Std Error	1.5055
Mean - H0	4.0000
Lower 95% CI	0.1299
Upper 95% CI	7.8701
T	2.66
DF	5
P	0.0451

Cases Included 6 Missing Cases 0

Paired T Test for BROTESCO - BROTESFLMicrostemon

Null Hypothesis: difference = 0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean	5.0000
Std Error	0.5774

```
Mean - H0       5.0000
Lower 95% CI    3.5159
Upper 95% CI    6.4841
T                 8.66
DF                   5
P               0.0003

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Agallas

Paired T Test for AGALLASCO - AGALLASFLpratensis

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            0.3333
Std Error       0.2108
Mean - H0       0.3333
Lower 95% CI   -0.2086
Upper 95% CI    0.8753
T                 1.58
DF                   5
P               0.1747

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for AGALLASCO - AGALLASCCinereum

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            0.5000
Std Error       0.5000
Mean - H0       0.5000
Lower 95% CI   -0.7853
Upper 95% CI    1.7853
T                 1.00
DF                   5
P               0.3632

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for AGALLASCO - AGALLASAConyzoides

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            0.6667
Std Error       0.4944
```

```
Mean - H0       0.6667
Lower 95% CI   -0.6043
Upper 95% CI    1.9376
T                 1.35
DF                   5
P               0.2354

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for AGALLASCO - AGALLASCLaevigata

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            0.1667
Std Error       0.1667
Mean - H0       0.1667
Lower 95% CI   -0.2618
Upper 95% CI    0.5951
T                 1.00
DF                   5
P               0.3632

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for AGALLASCO - AGALLASESonchifolia

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            0.1667
Std Error       0.1667
Mean - H0       0.1667
Lower 95% CI   -0.2618
Upper 95% CI    0.5951
T                 1.00
DF                   5
P               0.3632

Cases Included 6    Missing Cases 0
```

Paired T Test for AGALLASCO - AGALLASSNodiflora

```
Null Hypothesis: difference =  0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean            0.6667
Std Error       0.6667
Mean - H0       0.6667
Lower 95% CI   -1.0471
Upper 95% CI    2.3804
T                 1.00
```

DF 5
P 0.3632

Cases Included 6 Missing Cases 0

Paired T Test for AGALLASCO - AGALLASADentata

Null Hypothesis: difference = 0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean 0.5000
Std Error 0.5000
Mean - H0 0.5000
Lower 95% CI -0.7853
Upper 95% CI 1.7853
T 1.00
DF 5
P 0.3632

Cases Included 6 Missing Cases 0

Paired T Test for AGALLASCO - AGALLASFLMicrostemon

Null Hypothesis: difference = 0
Alternative Hyp: difference <> 0

Mean 0.3333
Std Error 0.2108
Mean - H0 0.3333
Lower 95% CI -0.2086
Upper 95% CI 0.8753
T 1.58
DF 5
P 0.1747

Cases Included 6 Missing Cases 0