

EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES SOBRE EL GORGOJO
***Tribolium castaneum* sp. (COLEÓPTERA: TENEBRIONIDAE)**

LUIS ENRIQUE BUITRAGO PARRA

Cód. 111003046

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA
VILLAVICENCIO – META

2018

EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES SOBRE EL GORGOJO *Tribolium castaneum* sp. (COLEÓPTERA: TENEBRIONIDAE)

LUIS ENRIQUE BUITRAGO PARRA

Cód. 111003046

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

Director

HAROLD BATIDAS LÓPEZ

Ingeniero Agrónomo M. Sc.

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

VILLAVICENCIO – META

2018

Nota de aceptación

Director de Tesis

I.A. M. Sc. Harold Bastidas López

Jurado

I.A. Dalila Franco

Jurado

I.A. Esp. Carlos Alberto Herrera

Villavicencio, 26 de Septiembre de 2018

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico con todo mi amor a mi madre Anayiber Parra. Quien es lo más preciado que tengo, por brindarme un maravilloso hogar, por el apoyo incondicional, por sus consejos, regaños y todos los esfuerzos realizados para poderme dejar esta gran herencia, mi educación.

A mi padre Luis Alfonso Buitrago (Q.E.P.D.), aunque no pudo estar conmigo en esta etapa tan importante de mi vida, fue una motivación e inspiración para lograr esta meta.

A mis hermanos Nelson, Paola, y Mónica Buitrago por haberme brindado su apoyo y cariño.

A mi novia Karen Cruz por apoyarme incondicionalmente y ser tan indispensable en este proceso. Y finalmente a mi hijo Jerónimo, quién fue mi gran motivación para para culminar esta etapa y ser profesional.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial al Ingeniero Harold Bastidas López por creer en mis capacidades, por la dedicación, apoyo y enseñanzas recibidas a lo largo de este tiempo en la realización de este proyecto.

A los profesores de la Universidad de los Llanos por ser nuestros guías para la vida profesional.

A mis compañeros, amigos, familiares y cada una de las personas que de una u otra manera contribuyeron en mi formación como profesional.

A todos ellos, mis más sinceros agradecimientos.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	5
TABLA DE CONTENIDO	6
LISTA DE TABLAS	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE ANEXOS	10
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
1. JUSTIFICACIÓN	8
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
3. OBJETIVOS	11
3.1. GENERAL	11
3.2. ESPECÍFICOS	11
4. MARCO TEÓRICO	12
4.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	12
4.2 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA Y BOTÁNICA	12
4.2.1 Taxonomía	12
4.2.2 Morfología	13
4.2.2.2 Huevos	13
4.2.2.3 Larva	14
4.2.2.4 Pupa	14
4.2.2.5 Ciclo de vida	14
4.3 EXTRACTOS VEGETALES	15
4.3.1 Importancia de los extractos vegetales	15
4.4 EXTRACTOS A UTILIZAR	16
4.4.1 Cogollos de guanábana (<i>Annona muricata</i>)	16
4.4.2 Citronela (<i>Cymbopogon citratus</i>)	17
4.4.3 Chimú - tabaco curado (<i>Nicotiana tabacum</i>)	19
4.4.4 Wedelia trilobata (<i>Sphagneticola trilobata</i>)	22
4.5 ESTADO DEL ARTE	24

4.5.1 Bioactividad de los cogollos de la Guanábana	25
4.5.2 Bioactividad de Cymbopogon en coleópteros plaga en grano almacenado	26
4.5.3 Bioactividad del tabaco.....	26
4.5.4 Bioactividad de la wedelia trilobata	27
5. METODOLOGÍA	28
5.1 LOCALIZACIÓN	28
5.2 EXTRACTOS A EVALUAR	28
5.2.1. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.....	28
5.2.2 TRABAJO DE LABORATORIO	28
5.3 DISEÑO ESTADÍSTICO.....	29
5.3.1 Análisis Estadístico:.....	29
5.4 PRUEBAS	30
5.4.1 Tratamiento a semilla con los extractos vegetales.	30
5.4.2 Prueba de repelencia.....	31
5.4.3 Pruebas de Contacto Directo.....	31
5.4.4 Pruebas de superficie tratada	31
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
6.1 PRUEBA TRATAMIENTO DE SEMILLA.....	33
6.2 PRUEBA DE REPELENCIA.....	34
6.3 PRUEBA CONTACTO DIRECTO	35
6.4 PRUEBA SUPERFICIE TRATADA	37
7. CONCLUSIONES	39
8. Bibliografía.....	40
9. ANEXOS.....	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del gorgojo castaño	13
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la Guanábana	17
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la Citronela	18
Tabla 4. Clasificación taxonómica del tabaco.....	21
Tabla 5. Clasificación taxonómica de wedelia trilobata	23
Tabla 6. Descripción de los tratamientos en pruebas de confinamiento para el control de <i>Tribolium castaneum</i> (COLEÓPTERA: TENEBRIONIDAE).....	29
Tabla 7. Efecto de la aplicación de extractos vegetales en el tratamiento de semilla de Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	33
Tabla 8. Efecto de la aplicación de extractos vegetales en la repelencia de <i>Tribolium castaneum</i> sp.....	34
Tabla 9. Efecto de la aplicación de extractos vegetales sobre el control por contacto directo de <i>Tribolium castaneum</i> sp.....	35
Tabla 10. Efecto de la aplicación de extractos vegetales sobre el control por superficie tratada de <i>Tribolium castaneum</i> sp.	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Tratamiento de semilla</i>	33
Figura 2. Porcentaje de repelencia de <i>Tribolium castaneum</i> sp. por aplicación de extractos vegetales.	35
Figura 3. <i>Porcentaje de control por contacto directo de Tribolium castaneum sp.</i>	36
Figura 4. <i>Porcentaje de control por superficie tratada de Tribolium castaneum sp.</i>	38

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de Extractos	45
Anexo 2. Cría de <i>Tribolium castaneum</i> sp.	45
Anexo 3. Laboratorio de control biológico – Pruebas.....	46
Anexo 4. Prueba de Repelencia.....	46
Anexo 5. Revisión de insectos	47
Anexo 6. Salidas análisis estadístico. Prueba en semilla.....	47
Anexo 7. Salidas análisis estadístico. Prueba contacto directo.....	49
Anexo 8. Salidas análisis estadístico. Prueba porcentaje de repelencia.....	51
Anexo 9. Salidas análisis estadístico. Prueba superficie tratada.....	53

RESUMEN

El valor económico, alimenticio, agrícola e industrial asociado a los granos y semillas, demanda cuidados especiales en el almacén para garantizar la conservación de su calidad; ésta debe mantenerse durante el tiempo que permanecerán en condiciones de almacenamiento y aun hasta el momento en que serán utilizados. Para la protección de los productos almacenados contra el ataque de insectos, ha dependido del control químico, como el más usado, basándose así en un gran número de compuestos sintéticos altamente efectivos. Sin embargo, el uso indiscriminado de estos productos ha contribuido al desarrollo de algunos problemas como la resistencia, contaminación ambiental e intoxicaciones. Por lo tanto, debido al impacto negativo que provoca el uso desmedido de plaguicidas sintéticos sobre la fauna benéfica, el hombre y en general sobre el medio ambiente^{1,2}, en los últimos años se está retornando al uso de las plantas como fuente de plaguicidas más seguros³. Estos productos naturales se presentan como alternativa al uso de productos sintéticos para el control de plagas⁴. Así es que el presente trabajo consiste en evaluar los extractos de cogollos de guanábana (*Annona muricata*), chimú - tabaco curado (*Nicotiana tabacum*), citronela (*Cymbopogon citratus*), wedelia trilobata (*Sphagneticola trilobata*), sobre la incidencia del gorgojo de granos *Tribolium castaneum* sp; porcentaje de germinación y vigor de las plántulas por efecto de los extractos; y el efecto del contacto directo del gorgojo con los extractos vegetales.

PALABRAS CLAVE: Extractos vegetales, *Tribolium castaneum*, grano almacenado.

¹ MARTÍNEZ, Silvia., TERRAZAS, Enrique., ÁLVAREZ, Teresa., MAMANI, Oscar., VILA, José. y MOLLINEDO, Patricia. Actividad antifúngica in vitro de extractos polares de plantas del genero baccharis sobre fitopatógenos. En: Rev. Boliviana de Química. Agosto de 2010, vol. 27, no. 1, p. 13-18.

² LARA, Francisco. y LANDERO, Nadia. Químicos vegetales: alternativa contra los agentes patógenos. En: Rev. de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana. Enero – abril de 2012, vol. 25, no. 1.

³ PINO, Oriela., SÁNCHEZ, Yaíma. y ROJAS, Miriam. Metabolitos secundarios de origen botánico como una alternativa en el manejo de plagas. I: Antecedentes, enfoques de investigación y tendencias. En: Rev. de Protección Vegetal. Agosto de 2013, vol. 28, no. 2, p. 81-94.

⁴ CELIS, Álvaro., MENDOZA, Cristina., PACHÓN, Marco. CARDONA, José., DELGADO, William. y CUCA, Luis Enrique. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. En: Agron. Colomb. 28 de febrero de 2010, vol. 26, no. 1, p. 97-106.

ABSTRACT

The economic, nutritional, agricultural and industrial value associated with grains and seeds, demands special care in the warehouse to guarantee the conservation of its quality; This must be maintained during the time they will remain in storage conditions and even up to the time they will be used. For the protection of stored products against the attack of insects, has depended on chemical control, as the most used, thus based on a large number of highly effective synthetic compounds. However, the indiscriminate use of these products has contributed to the development of some problems such as resistance, environmental contamination and poisoning. Therefore, due to the negative impact caused by the excessive use of synthetic pesticides on the beneficial fauna, man and in general on the environment, in recent years the use of plants as a source of safer pesticides is returning. These natural products are presented as an alternative to the use of synthetic products for the control of pests. So the present work consists in evaluating the extracts of soursop (*Annona muricata*) buds, chimu - cured tobacco (*Nicotiana tabacum*), citronella (*Cymbopogon citratus*), wedelia trilobata (*Sphagneticola trilobata*), on the incidence of *Tribolium* grain weevil *castaneum* sp; percentage of germination and vigor of the seedlings due to the effect of the extracts; and the effect of direct contact of the weevil with plant extracts.

KEYWORDS: Plant extracts, *Tribolium castaneum*, stored grain.

INTRODUCCIÓN

El valor económico, alimenticio, agrícola e industrial asociado a los granos y semillas, demanda cuidados especiales en el almacén para garantizar la conservación de su calidad; ésta debe mantenerse durante el tiempo que permanecerán en condiciones de almacenamiento y aun hasta el momento en que serán utilizados.

Para garantizar la disponibilidad de granos y semillas en la cantidad, así como con la oportunidad y calidad requeridas, es necesario recurrir a su almacenamiento y conservación. El almacenamiento se refiere a concentrar la producción en lugares estratégicamente seleccionados; en tanto que la conservación implica proporcionar a los productos almacenados las condiciones necesarias para que no sufran daños por la acción de plagas, enfermedades o del medio ambiente, evitando así mermas en su peso, reducciones en su calidad o en casos extremos la pérdida total.

Distintos factores influyen en el deterioro de granos y semillas independientemente del uso que se le dará al producto cosechado, es importante no olvidar que el grano o la semilla son entes vivientes que respiran oxígeno del ambiente y producen como resultado dióxido de carbono, agua y energía que se traduce en calor; consecuentemente, en la medida en que se acelere el proceso de la respiración, lo hará también el deterioro del grano o la semilla. Los principales factores que determinan y acentúan las pérdidas de granos y semillas en el almacén, son: altos contenidos de humedad del producto almacenado, elevada temperatura y/o humedad en el ambiente, elevado porcentaje de impurezas mezcladas en granos y semillas como por ejemplo; granos o semillas quebradas, restos de plantas, insectos muertos y tierra, carencia de almacenes adecuados, presencia de insectos, hongos, bacterias y roedores, manejo deficiente, desconocimiento de los principios de la conservación. La conservación apropiada de granos y semillas en el almacén, depende principalmente de las condiciones ecológicas. de la región, del tipo de granero, bodega o almacén disponible, del tipo y condición del grano o semilla por almacenar y del tiempo del almacenamiento.

1. JUSTIFICACIÓN

El rápido crecimiento poblacional ha generado la necesidad de nuevas técnicas con el objetivo de aumentar la producción de alimentos, así como también de minimizar las pérdidas existentes, sin perjudicar la calidad de los mismos. En este sentido los cereales y granos tienen gran relevancia, constituyéndose en una fuente importante de alimento; por esto, su almacenamiento por largos períodos es esencial para disponer de dicho alimento de manera constante.

Para minimizar estas pérdidas, normalmente se utilizan insecticidas químicos: se mezclan insecticidas y fungicidas con el fin de proteger las semillas durante su almacenamiento; sin embargo, los productos químicos y las dosis aplicadas pueden causar toxicidad tanto a la semilla como a las plántulas y con frecuencia conducen a problemas de resistencia, contaminación del ambiente y residuos en alimentos, lo cual plantea la necesidad de estudiar nuevos productos que presenten igual o mejores resultados en el control de las plagas y que además no dañen la calidad de las semillas durante su almacenamiento. Por ende, se requiere buscar alternativas, que sean económicas, biodegradables y disponibles en armonía con el desarrollo sostenible.

Una alternativa es el empleo de extractos de plantas que presentan compuestos químicos secundarios y activos contra las plagas agrícolas, muchas de las cuales no han sido evaluadas como fuente de sustancias con propiedades insecticidas.

Este trabajo pretende dar herramientas de manejo alternativo de granos almacenados, especialmente los que son atacados por *T. castaneum sp* que según trabajos realizados en la zona es uno de los insectos más abundante en bodegas.

El alto consumo de insecticidas de amplio espectro y de categoría toxicológica I y II en granos almacenados, encadena una serie de problemas futuros si Colombia entra en tratados de libre comercio con otros países, una reglamentación exige no presentar trazas de pesticidas en los granos. Los manejos alternativos en granos almacenados como las trampas físicas de luz y pegajosas al igual que la utilización de extractos vegetales para proteger la semilla y los granos son alternativas viables en un mundo que quiere cambiar la revolución verde por manejos orgánicos y alternativos.

La innovación al cambio de manejos es una justificación que las nuevas generaciones deben poner en práctica y que debemos enseñar a nuestros hijos, a nuestros nietos a nuestros colegas.

La Amazonia y la Orinoquia son ricas en plantas con potenciales farmacéuticos, insecticidas, fungicidas que debemos estudiar y darle utilidad a plantas que son consideradas nocivas en los Sistemas de producción agrícola.

Aun no existe investigación actualizada sobre manejos alternativos no químicos sobre granos almacenados. Y no se ha explorado la parte biológica a manera de control de insectos en granos almacenados.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tribolium castaneum sp. es una de los insectos plaga más abundante en granos almacenados en el municipio de Villavicencio, incidiendo no solo en la calidad del grano sino en la economía de los agricultores.

Generalmente, el manejo de insectos en el almacenamiento de granos en Colombia se lleva a cabo con pesticidas, especialmente gasificantes, los cuales en su mayoría pueden causar efectos adversos para la salud humana. Controles que en algunas ocasiones no son efectivos, y es necesario repetir sus aplicaciones, con esto generando mayores costos de producción y mayores gastos operativos.

Precisamente esta frecuencia y alto consumo de químicos para el control de insectos en sus diferentes magnitudes, hacen que se evalúen métodos para las aplicaciones de estos plaguicidas con el fin de encontrar alternativas diferentes frente al control de plagas en granos almacenados.

Nadie ofrece trabajos básicos de investigación para mejorar las condiciones de manejo de plagas de granos almacenados. Existen algunos informes dispersos no consolidados sobre manejos alternativos que se deben poner en práctica.

3. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

Evaluar residuos de cosecha y cuatro extractos vegetales sobre el gorgojo *Tribolium castaneum* sp.

3.2. ESPECÍFICOS

- Evaluar tratamiento de semillas de frijol con extractos de cogollos de guanábana (*Annona muricata*), chimú - tabaco curado (*Nicotiana tabacum*), citronela (*Cymbopogon citratus*), wedelia trilobata (*Sphagneticola trilobata*), sobre la incidencia del gorgojo de granos *Tribolium castaneum* sp.
- Evaluar el porcentaje de repelencia por efecto del tratamiento de semilla con extractos de cogollos de guanábana (*Annona muricata*), chimú - tabaco curado (*Nicotiana tabacum*), citronela (*Cymbopogon citratus*), wedelia trilobata (*Sphagneticola trilobata*).
- Evaluar el efecto del contacto directo con extractos de cogollos de guanábana (*Annona muricata*), chimú - tabaco curado (*Nicotiana tabacum*), citronela (*Cymbopogon citratus*), wedelia trilobata (*Sphagneticola trilobata*) sobre la incidencia del gorgojo de granos *Tribolium castaneum* sp.
- Evaluar el efecto de superficie tratada con extractos de cogollos de guanábana (*Annona muricata*), chimú - tabaco curado (*Nicotiana tabacum*), citronela (*Cymbopogon citratus*), wedelia trilobata (*Sphagneticola trilobata*) sobre la incidencia del gorgojo de granos *Tribolium castaneum* sp.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

El género *Tribolium* comprende 30 especies, cinco de ellas se encuentran en asociación con los productos almacenados, siendo *T. castaneum* la plaga más importante a nivel mundial⁵.

Es una especie cosmopolita de origen indo-australiano, se desarrolla en climas templados y mediterráneos, aunque es dominante en climas cálidos, siendo los fríos los menos favorables. Se trata de una de las especies que se encuentran con mayor frecuencia en los productos almacenados. Ataca virtualmente cualquier tipo de producto seco de origen animal o vegetal, siendo especialmente importante como plaga de cereales y granos. Se considera una plaga secundaria ya que tanto las larvas como los adultos se alimentan de grano partido⁶.

4.2 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA Y BOTÁNICA

A continuación, se describirá al *Tribolium castaneum* taxonómica y morfológicamente.

4.2.1 Taxonomía

Tribolium castaneum, más conocido como gorgojo rojo de las harinas, fue clasificado y descrito en 1797, y es conocido desde hace muchos años antes que el *Tribolium confusum*⁷.

El escarabajo (gorgojo) castaño de la harina obtiene su nombre común por su coloración y sus hábitos de infestar la harina. Es una de las plagas de productos

⁵ REES, David. Insects of Stored products. CSIRO. Australia. 2004. 181 p.

⁶ *Ibid.*, p. 181.

⁷ ARIAS VELÁZQUEZ, C. Manual de procedimientos para el análisis de granos. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 1981.

almacenados más importantes que se encuentra en casas y tiendas de comestibles⁸.

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del gorgojo castaño

Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Coleóptera
Suborden	Polyphaga
Serie	Cucujiformia
Superfamilia	Cucujoidea
Familia	Tenebrionidae
Género	<i>Tribolium</i>
Especie	<i>Tribolium castaneum</i> Herbst.

4.2.2 Morfología

4.2.2.1 Adultos

Presentan una coloración marrón rojiza y mide entre 2.6 y 4.4 mm). Posee los últimos tres segmentos antenales de mayor tamaño que los anteriores. En una vista lateral de la región cefálica, se puede observar claramente una carena que divide el ojo en dos facetas. Ventralmente la distancia entre ambos ojos es relativamente estrecha y puede observarse un proceso en forma de hacha entre el primer par de patas. Dorsalmente, el tórax presenta pequeños hoyos en la región central del pronoto⁹.

4.2.2.2 Huevos

⁸ MORALES, Senovia. 2011. Efecto de diferentes extractos vegetales para el control de Gorgojo de la harina (*Tribolium castaneum*). Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. Coahuila, México.: Universidad autónoma agraria Antonio Narro. 34 p.

⁹ REES, David. Insects of Stored products. CSIRO. Australia. 2004. 181 p.

Pequeños y alargados, de color blanquecino, recién ovipuestos están cubiertos de una capa viscosa que les sirve para adherirse a las superficies facilitando la infestación¹⁰.

4.2.2.3 Larva

Se alimentan en granos perforados y polvo de los cereales, miden aproximadamente de 4 mm de longitud, delgadas, cilíndricas de color blanco ligeramente con tintes amarillos, de cabeza oscura y en extremo posterior soportan dos apéndices delgados y agudos¹¹.

4.2.2.4 Pupa

Ramírez, 1966¹² señala que el estado de pupa tiene lugar sobre la superficie del alimento, es desnuda; al principio es blanca y gradualmente se convierte en amarilla, en la superficie dorsal presenta una serie de pelos como en el caso de las larvas. El estado de pupa dura de 6 a 9 días; pero en invierno puede prolongarse por más tiempo.

4.2.2.5 Ciclo de vida

La hembra puede depositar más de 1.000 huevos durante su vida adulta. Las larvas se alimentan del producto almacenado e incluso de otros insectos pequeños. El canibalismo es muy común tanto en larvas como en adultos. La larva completa su desarrollo en unos 25 días aproximadamente. Los estados de huevo y pupa son cortos, pasando más del 60% del ciclo en estado larval. El adulto, puede vivir por dos o tres años si se dan las condiciones adecuadas. Se multiplica en un rango de temperaturas que va de 22°C a 40°C y una HR inferior al 1%. En condiciones óptimas de temperatura y humedad (35°C a 37°C y 70% HR) el ciclo se completa en 20 días, ésta es la tasa de reproducción más rápida alcanzada por una plaga de grano almacenado¹³.

¹⁰ DELL'ORTO TRIVELLI, HORACIO. y ARIAS VELAZQUEZ, Ciro. Insectos que dañan granos y productos almacenados. Santiago de Chile.: Proyecto FAO-INIA. 142 p.

¹¹ RAMAYO, G. M. Tecnología de granos. Universidad autónoma de Chapingo. Departamento de Industrias Agrícolas, México. 1983. 216 p.

¹² RAMÍREZ, GENEL. M. 1966. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. México, D. F.: Compañía Editorial continental, 1966. 300 p.

¹³ STEFANAZZI, Natalia. Essential oils, an alternative tool for integrated handling of stored-grain pests. Tesis doctoral en Biología. Argentina.: Universidad Nacional del Sur. 2010.

4.3 EXTRACTOS VEGETALES

La interacción de los insectos con las plantas ha dado lugar a una enorme variedad de metabolitos secundarios con actividad insecticida y estas propiedades ha sido utilizadas por el hombre desde tiempos remotos para el control de plagas¹⁴.

En los últimos años, las empresas de fitosanidad están prestando atención a productos de origen natural como fuente para el desarrollo de nuevos insecticidas¹⁵, si bien la diversidad en estructuras químicas, así como en el modo de acción hace este campo muy completo.

Según Jermy (1990)¹⁶ unas 2.000 especies vegetales poseen propiedades insecticidas, a lo que habría que añadir otras muchas que permanece todavía por ser estudiadas.

4.3.1 Importancia de los extractos vegetales

Existe una serie de métodos de control alternativos que se caracterizan por ser de bajo costo, alta efectividad y factibles de realizar por pequeños agricultores¹⁷. La revalorización de las plantas como fuente de sustancias con propiedades insecticidas se viene difundiendo desde los últimos 35 años y en algunos países de América latina como Brasil, México, Ecuador y Chile, se han desarrollado líneas de investigación que buscan en las plantas, compuestos químicos con menor impacto ambiental y potencial para el control de plagas agrícolas¹⁸.

El uso de plantas con propiedades insecticidas es una técnica ancestral usada en África y América central por ciento de años, pero con la aparición de los

¹⁴ YANG, R. Z. y CHANG, C. S. Plants used for pest control in China: a literature review. En: Economic Botany. Julio, 1988. Vol. 42, no. 3, p. 376-406.

¹⁵ ADDOR, R. W. Insecticides. En: Godfrey CRA, editor. Agrochemicals from Natural Products. New York: Marcel Dekker; 1995. p. 1-63.

¹⁶ JERMY, T. Prospects of antifeedant approach to pest control. A critical review. En: Chemical Ecology. Noviembre, 1990. Vol.16, no. 11, p. 3151-3166.

¹⁷ BRACCINI, Alessandro de Lucca y PÍCANÇO, Marcelo Coutinho. Manejo integrado de pragas do feijoeiro no armazenamento. En: Revista Brasileira de Armazenamento. 1995. vol. 20, no. 1/2, p. 37-43.

¹⁸ RODRÍGUEZ, H.C. Plantas contra plagas: potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. Texcoco, México.: Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México (RAPAM), 2000. 133 p.

insecticidas sintéticos su empleo ha sido discontinuado^{19,20} pero en los últimos años está teniendo nuevamente mayor importancia²¹.

La mayoría de las especies de vegetales que se utilizan en la protección vegetal, muestran un efecto insecticida más que insecticida. Es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos al actuar como repelentes, disuasivos de la alimentación u oviposición, confusores o disruptores y reguladores de crecimiento²².

4.4 EXTRACTOS A UTILIZAR

4.4.1 Cogollos de guanábana (*Annona muricata*)

El guanábano (*Annona muricata* L.) pertenece a la familia Annonaceae, es un árbol tropical cuyo centro de origen se encuentra en Colombia y Brasil. Crece entre los 0-1000 m.s.n.m. El guanábano se ha extendido a través de las zonas tropicales y húmedas del mundo, por esto hoy día se cultiva extensamente de manera comercial²³.

Prospera mejor en climas cálidos y húmedos, crece en suelos con buen drenaje. Suelos: arenoso, limoso, arcilloso, arenisca. Se desarrolla en un pH ligeramente ácido de 5,5 a 6,5²⁴.

4.4.1.1 Clasificación Taxonómica

Su clasificación botánica es la siguiente:

¹⁹ BISSET, Norman. G. War and hunting poisons of the New World. Part 1. Notes on the early history of curare. En: Rev. Ethnopharmacology. Febrero, 1992. vol. 36, no. 1, p. 1-26.

²⁰ IANACONE, José. y LAMAS, Gerardo. Plantas biocidas usadas en el control de la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). En: Rev. Peruana de Entomología. Septiembre, 2003. vol. 43, p. 79-87.

²¹ LAGUNES, T. A., DOMÍNGUEZ, R. y RODRÍGUEZ, J.C. Plagas del Maíz en la Mesa Central de México. Montecillo – Texcoco, México.: Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma Chapingo. 1985. 100 p.

²² GONZALES, F. Efectos de extractos vegetales sobre *Tribolium castaneum*. 2001. 23 p.

²³ GUAPACHA, Angélica María. Monografía sobre el aprovechamiento de compuestos activos de la Guanábana (*Annona muricata* L.). Universidad Tecnológica de Pereira. 2006. p. 3-10.

²⁴ ESCOBAR, William. Consideraciones para iniciar mejoramiento en Guanábana. Memorias 1er. Curso Nacional de Guanábana. Ibagué, Colombia. 1991. p. 225-230.

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la Guanábana

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Magnoliales
Familia	Annonaceae
Género	<i>Annona</i>
Especie	<i>Annona muricata</i> L.

4.4.1.2 Clasificación Morfológica

El árbol o arbusto es de 3 a 10 m de alto, ramificado, cónico, frondoso, con hojas ovaladas elípticas de 2 a 6 cm de ancho por 6 a 12 cm de largo, con yemas axilares, la raíz es pivotante con anclaje ramificado fuerte, el mayor porcentaje se encuentra en los primeros 30 cm de profundidad, las flores son solitarias, hermafroditas y están distribuidas a lo largo del tallo y en las axilas, las frutas se constituyen en una baya producto de múltiples ovarios^{25,26}.

La fruta de guanábana es de forma oblonga cónica, semejante a un corazón²⁷ o de forma irregular, esto último debido a un desarrollo inapropiado del carpelo o vacíos producidos por insectos, la fruta alcanza los 10 a 30 cm de longitud, está cubierta por una cáscara de color verde oscuro con varias espinas pequeñas, suaves y carnosas que se desprenden fácilmente cuando la fruta está madura²⁸.

4.4.2 Citronela (*Cymbopogon citratus*)

²⁵ MIRANDA, Diego.; BARRAGÁN, Eduardo y BARRETO, Dairo. Aspectos ecofisiológicos del cultivo de la guanábana. En: Manejo integrado del cultivo de Guanábana. Tolima - Colombia: ICA-Corpoica, 1998. p. 32-49.

²⁶ MENDEZ, José. Perfil de mercado y productivo de la guanábana. Guatemala.: Abt Associates Inc. 2003. 7 p.

²⁷ ARANGO, T.F. La guanábana (*Annona muricata* L.). En: Revista Esso Agrícola. 1975. vol. 21, no. 2, p. 5-10.

²⁸ MENDEZ. Op. Cit., p. 6.

El Centro de origen de esta especie es el Sureste Asiático y al igual que el resto de las especies del género *Cymbopogon*, está distribuida en las regiones tropicales y subtropicales²⁹

El género *Cymbopogon* comprende unas 180 especies, subespecies, variedades y sub-variedades de pastos que crecen en regiones tropicales y subtropicales en todo el mundo, muchas de ellas producen aceites esenciales de aromas agradables que poseen un perfil industrial; se utilizan en bebidas, alimentos, fragancias, productos farmacéuticos y en el tabaco. Varios extractos y aceites esenciales obtenidos de diferentes especies de *Cymbopogon* han demostrado bioactividad en artrópodos^{30,31}.

Atal y Kapur (1982)³² señalan que las condiciones óptimas para el desarrollo de *Cymbopogon citratus* son calor y clima húmedo con plena exposición solar y lluvia de 2.500 – 2.800 mm al año uniformemente distribuidas.

La mejor adaptación se encuentra en las zonas donde la temperatura media mensual es de 24-26 °C, valores de temperatura por encima de 35 °C afectan su crecimiento, sobre todo cuando el suministro hídrico es deficiente³³.

4.4.2.1 Clasificación Taxonómica

Su clasificación botánica es la siguiente:

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la Citronela

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta

²⁹ GUPTA, Bipin Kumar y JAIN, N. Cultivation and utilization of Genus *Cymbopogon* in Indian. En: Indian Perfumer. 1978. vol. 22, no. 2, p. 55-68.

³⁰ NERIO, Luz Stella; OLIVERO-VERBEL, Jesus y STASHENKO, Elena. Repellent activity of essential oils. En: Bio-resource Technology. 2010. vol. 101, no. 1, p- 372-378.

³¹ AKHILA, Anand. Essential oil-Bearing grasses. The genus *Cymbopogon*, Boca Raton - EE.UU.: CRC Press, 2010. 262 p.

³² ATAL, C. K. y KAPUR B. M. 1982. Promotional aspect of Lemon grass, cultivation and utilization of aromatic plants. Jammu – Tawi, India.: Regional Research Laboratory. p. 7-314.

³³ SOTO, Rafael; VEGA, Gilberto y TAMAJÓN, Aldo. Instructivo técnico del cultivo de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf (Caña Santa). En: Revista Cubana de Plantas Medicinales. Mayo – agosto, 2002. vol. 2002, no. 2, p. 1-11.

Clase	Liliopsida
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Tribu	Andropogoneae
Género	<i>Cymbopogon</i>
Especie	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf.

4.4.2.2 Clasificación Morfológica

Hierba perenne, robusta, tallos muy ramificados de 1 a 2 m de alto con los nudos ceríferos. Hojas aromáticas, amontonadas cerca de la base, lampiña, de 6 a 10 dm, sus ramas alargadas. Espatas lanceoladas: las espiguillas en pares, una sésil y la otra pedicelada; los racimos bifurcados, portando en la bifurcación una espiguilla estaminada sin arista, la espiguilla sésil, del par o los pares inferiores diferentes de las de arriba. Racimos de 1 a 1,5 cm de largo, la espiguilla sésil línea lanceolada de 4 a 5 cm de largo acuminada con el dorso cóncavo en la parte baja³⁴.

En una planta de *C. citratus* desarrollada pueden encontrarse hojas cuyas longitudes varían desde 22 cm hasta 82 cm y la mayor proporción se encuentra entre los rangos de 34 a 46 cm, 58 y 70 cm³⁵.

En cuanto a su sistema radical, un estudio sobre la distribución de este en un suelo ferralítico rojo típico mostró, que el mayor porcentaje de raíces se encuentra hasta los 0,30 m de profundidad en el suelo. En la distribución horizontal y para las distancias entre las hileras de las plantas de 0,90 m, la mayor proporción de raíces se halla a los 22,5 cm a partir del eje central del plantón³⁶.

4.4.3 Chimú - tabaco curado (*Nicotiana tabacum*)

³⁴ ROIG y MESA, Juan Tomás. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. La Habana.: Ciencia y Técnica, Instituto Cubano del Libro. 1974. 994 p.

³⁵ SOTO, Rafael; VEGA, Gilberto y BARRIOS, A. Método para el cálculo del área foliar en Caña santa (*C. citratus*). En: Revista Ciencia Técnica MINIL. 1984. vol. 2, no. 5, p. 39-41.

³⁶ SOTO, Rafael; VEGA, Gilberto y TAMAJÓN, Aldo. Instructivo técnico del cultivo de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf (Caña Santa). En: Revista Cubana de Plantas Medicinales. Mayo – agosto, 2002. vol. 2002, no. 2, p. 1-11.

El tabaco es una planta de la familia de las solanáceas, a la que pertenecen cultivos de importancia agrícola como el tomate y la papa. Dentro de la cual existen más de 70 especies, siendo *Nicotiana tabacum* la especie más cultivada en producción comercial (aproximadamente 95% de la producción mundial). Sin embargo, en algunos países como China e India, se producen y consumen cantidades considerables de *N. rustica*, aunque este es considerado de inferior calidad^{37,38}.

Las condiciones ambientales favorables para el crecimiento del cultivo son, temperatura óptima entre 18 y 32°C^{39,40,41} donde la temperatura nocturna debe oscilar entre 18 y 21°C y la diurna entre 29 y 32°C. Las altas temperaturas favorecen el desarrollo acelerado de la planta y pueden presentarse problemas en calidad por una mayor acumulación de alcaloides y azúcares en las hojas⁴². Crece entre los 0 y 1.500 msnm, es considerada una planta sensible a la humedad, es adaptable a suelos arenosos y pobres^{43,44,45}.

4.4.3.1 Clasificación Taxonómica

Su clasificación botánica es la siguiente:

³⁷ CASTELLANOS, O. y MONTAÑEZ, M. Estudio prospectivo en la cadena productiva del tabaco colombiana. IICA - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; MADR - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Universidad Nacional de Colombia - BioGestion. 2006. 140 p.

³⁸ ROJO, W. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad. Tabaco. Cropkit. SQM S.A. 2008. 108 p.

³⁹ AGROCADENAS. La cadena del tabaco en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio AgroCADENAS Colombia. 2005. 42 p.

⁴⁰ AGROCADENAS. Indicadores de competitividad para Tabaco. Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio AgroCADENAS Colombia. 2006.

⁴¹ ROJO, W. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad. Tabaco. Cropkit. SQM S.A. 2008. 108 p.

⁴² CHAVERRI, Rodrigo. El cultivo de tabaco. San José, Costa Rica.: Editorial Universal Estatal a Distancia EUNED. 1995. 163 p.

⁴³ AGROCADENAS. Op. Cit., p. 41.

⁴⁴ AGROCADENAS. Op. Cit.

⁴⁵ ROJO. Op. Cit., p. 105.

Tabla 4. Clasificación taxonómica del tabaco

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Subfamilia	Nicotianoideae
Tribu	Nicotianeae
Género	<i>Nicotiana</i>
Especie	<i>Nicotiana tabacum</i> L.

4.4.3.2 Clasificación Morfológica

Es una planta de crecimiento herbáceo, perenne. Como cultivo comercial se considera como planta anual o semestral. Morfológicamente, presenta sistema radical fibroso, poco profundo, densamente fasciculado, aproximadamente, el 80% de las raíces crece en los primeros 30 cm del suelo y es la que presenta mayor funcionalidad en cuanto absorción de nutrientes, aunque pueden alcanzar hasta 1,5 m de profundidad. Tiene un tallo erecto, cilíndrico, el cual forma tejido leñoso en la parte de inferior y puede alcanzar alturas entre 1 y 3 metros. Presenta pubescencia en el tallo formado de pelos glandulares (tricomas) que producen exudado aceitoso y pegajoso, al igual que las hojas. En la inserción de la hoja al tallo, se producen las yemas o brotes laterales, los cuales son indeseables en la producción comercial de tabaco y se desarrollan principalmente después de la eliminación del brote floral. Las hojas grandes, alternas, de forma lanceolada u oval, borde entero, nervadura central prominente de color blanquecino y una planta en promedio tienen de 15 a 25 hojas. Presenta tricomas que les confiere a las hojas características resinosas, por las ceras que producen. La inflorescencia es una panícula terminal, de 150 a 300 flores, las cuales son hermafroditas y pentámeras. El cáliz es tubular, acampanado y la corola es simpétala, de forma tubular. El fruto es una cápsula ovoide, de 15 a 20 mm de longitud, con un cáliz persistente, una planta puede producir en promedio 250 cápsulas, las cuales pueden tener entre 2.000 y 2.500 semillas^{46,47,48,49,50,51,52}.

⁴⁶ CHAVERRI, Rodrigo. El cultivo de tabaco. San José, Costa Rica.: Editorial Universal Estatal a Distancia EUNED. 1995. 163 p.

4.4.4 *Wedelia trilobata* (*Sphagneticola trilobata*)

Sphagneticola trilobata crece en regiones costeras y de tierra árida. Es nativa de Brasil, y pertenece a la tribu Heliantheae, que, con aproximadamente 189 géneros y 2.500 especies, es una de las más numerosas y diversificadas morfológicamente⁵³. Esta tribu se dispersó por todo el continente americano, en las regiones tropicales y subtropicales, con pocos representantes en las regiones templadas. Los mayores géneros son *Verbesina* (300 spp.), *Bidens* (240 spp.), *Viguiera* (180 spp.), *Wedelia* (130 spp.) y *Calea* (110 spp.). En Brasil, está establecida por cerca de 60 géneros y 374 especies⁵⁴. Una característica importante en esta tribu es la presencia de fitomelanina, una sustancia negra, depositada en el espacio intercelular entre la capa más externa del pericarpio y la capa mediana del mismo, que estaría relacionada a la protección de la cipsela contra la predación de insectos, pero poco se sabe sobre esta sustancia⁵⁵.

4.4.4.1 Clasificación Taxonómica

⁴⁷ AGROCADENAS. La cadena del tabaco en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. 2005. 42 p.

⁴⁸ AGROCADENAS. Indicadores de competitividad para Tabaco. Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. 2006.

⁴⁹ BALLARI, Marcelo. Tabaco Virginia: Aspectos ecofisiológicos de la nutrición en condiciones de cultivo. Córdoba, Argentina.: Alejandro Graziani S.A. 2005. 223 p.

⁵⁰ CASTELLANOS, O. y MONTAÑEZ, M. Estudio prospectivo en la cadena productiva del tabaco colombiana. IICA - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; MADR - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Universidad Nacional de Colombia - BioGestion. 2006. 140 p.

⁵¹ HURTADO, Rafael; FORERO, César; ORTIZ, Lilia; FERNÁNDEZ, Ángela; GARCÍA, Jairo y LEÓN, Clara. Evaluación edafoclimática del tabaco rubio: Burley y Virginia. Bogotá D. C.: CORPOICA y FEDETABACO. 2007. 82 p.

⁵² ROJO, W. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad. Tabaco. Cropkit. SQM S.A. 2008. 108 p.

⁵³ BREMER, Kare; ANDERBERG, Arne; KARIS, Per Ola; NORDENSTAM, Bertil y RYDING, Olof. Asteraceae: cladistics and classification. Portland, EE.UU.: Timber Press. 1994. 727 p.

⁵⁴ PEREIRA, Rita de Cássia. Revisão taxonômica do gênero *Ichthyothere* Mart. (Heliantheae-Asteraceae). Trabajo de grado Doctoral. Recife.: Universidad Federal Rural de Pernambuco. 2001. 120 p.

⁵⁵ PANDEY, A.K y DHAKAL, M.R. 2001. Phytomelanin in Compositae. En: Current Science. Abril, 2001. vol. 80, no. 8, p. 933-940.

Su clasificación botánica es la siguiente:

Tabla 5. Clasificación taxonómica de *wedelia trilobata*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Tribu	Heliantheae
Género	<i>Sphagneticola</i>
Especie	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.)

4.4.4.2 Clasificación Morfológica

Perenne, herbácea, rastrera y formadora de esteras; tallos velludos, algo suculentos, de 2 m de largo, a menudo enraizándose en los nudos, tallos erectos en flor. Hojas opuestas, sésiles o con pequeños pecíolos alados que se extienden sobre las hojas, papiráceos a carnosos, ásperos, peludos, superficie inferior con puntos glandulares, fuertemente veteados, obovados a ovados, hasta 12 cm de largo y 6 cm de ancho, márgenes irregularmente dentados y a menudo 3 a varios lobulados, bases en forma de cuña, puntas redondeadas a agudas. Flores amarillas, nacidas en cabezas axilares solitarias, de tallo largo, de 4 cm de ancho, subtendidas por 2-4 series de brácteas peludas y lineales; 8-12 flores de rayos de hasta 1.5 cm de largo, con ápices dentados; corolas tubulares con 5 lóbulos triangulares, de color amarillo más oscuro que las flores de rayos, hasta 5 mm de largo. Da fruto un pequeño, marrón, acné espinudo, de 5 mm de ancho⁵⁶.

⁵⁶ LANGELAND, K; CHERRY, A; H. M; MCCORMICK, C. M; y CRADDOCK BURKS, K. A. Identification and Biology of Nonnative Plants in Florida's Natural Areas. 2 Ed. Gainesville, Florida.: Universidad de Florida. 2008. 220 p.

4.5 ESTADO DEL ARTE

En la actualidad diversos grupos de investigadores trabajan en la búsqueda de plantas con propiedades insecticidas, en tal sentido se pueden citar a Stefanazzi *et. al.* (2006)⁵⁷ que ensayaron con extractos de aceites de *Tagetes terniflora* K. en *Tribolium castaneum*; Rupp *et. al.* (2006)⁵⁸ utilizaron aceites esenciales de *Eucaliptus globulus* M., *Menta piperita* L. y *Ocimum basilicum* L. en *Sitophilus zeamais*. Olivero - Verbel *et. al.* (2009)⁵⁹ evaluaron la actividad repelente de *Lippia organoides* K., *Citrus sinensis* O. y *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle en *T. castaneum*; y Arthur *et. al.* (2011)⁶⁰ publicaron los resultados empleando *Nepeta cataría* L. en *T. castaneum* y *T. confusum*.

El uso más sencillo de estos compuestos en la protección de granos almacenados es como polvos. Las plantas se secan, luego se muelen, y se mezclan con el grano, lo que modifica el ecosistema de las plagas presentes en los mismos. Los efectos más significativos en el comportamiento de los insectos están relacionados con la selección del hospedero para alimentación y ovoposición, y en cuanto a la alteración del metabolismo las consecuencias más importantes son aquellas relacionadas con la duración del ciclo del insecto, fecundidad y sobrevivencia⁶¹.

La mayoría de las especies vegetales evaluadas en la protección de granos almacenados, exhiben un efecto insectistático más que insecticida, inhiben el

⁵⁷ STEFANAZZI, Natalia; GUTIERREZ, María Mercedes; STADLER, Teodoro; BONINI, A. y FERRERO, A. Actividad biológica del aceite esencial de *Tagete sterniflora* Kunth (Asterácea) en *Tribolium castaneum* Herbst (Insecta, Coleoptera, Tenebrionidae). En: Boletín de sanidad vegetal. Plagas. 2006. vol. 32. p. 439-447.

⁵⁸ RUPP, M. M. M; M. CRUZ, E. da S; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F; SOUZA JUNIOR, S. P; COLLELLA, J. C. T; DA S. CRUZ, M. J Y FIORI-TUTIDA, A. C. Toxic effect of vegetable extracts on adults of *Sitophilus zeamais* Mots. 1855 (Col., Curculionidae). [En línea]. 9 International working conference on stored product protection. 2006. p.890-895. Disponible en: <http://spiru.cgahr.ksu.edu/proj/iwccspp/pdf2/9/6291.pdf>

⁵⁹ OLIVERO, Jesús; CABALLERO, Karina; JARAMILLO, Beatriz y STASHENKO, Elena. Actividad repelente de los aceites de *Lippia organoides*, *Citrus sinensis* y *Cymbopogon nardus* cultivadas en Colombia frente a *Tribolium castaneum* (Herbst). En: Revista Universidad Industrial de Santander. Salud, Septiembre – Diciembre, 2009. volumen 41, no 3, p. 244-250.

⁶⁰ ARTHUR, Frank; FONTENOT, Emily y CAMPBELL, James. Evaluation of catmint oil and hydrogenated catmint oil as repellents for the flour beetles, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum*. En: Insect Science. Enero, 2011. vol. 11, no. 128. p. 1-9.

⁶¹ SALVADORES, Yessica; SILVA, Gonzalo; TAPIA, Maritza y HEPP, Ruperto. Polvos de especias aromáticas para el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* (M.) en trigo almacenado. En: Revista de agricultura técnica. Junio, 2007. vol. 67, no. 2, p. 147 - 154.

desarrollo normal de los insectos, al actuar como repelentes o disuasivos de la alimentación u oviposición, lo cual hace que muchas veces se sobredimensionen sus efectos protectores. Las plantas con esta propiedad actúan en forma preventiva, pues una vez que el insecto penetra el grano, cualquier polvo de probada eficiencia protectora carece de efecto⁶².

4.5.1 Bioactividad de los cogollos de la Guanábana

Algunas especies de esta gran familia, presentan interesantes metabolitos con actividad biológica: polifenoles, aceites esenciales, terpenos, compuestos aromáticos, acetogeninas particularmente activas, moléculas con un amplio espectro de acción anticancerígeno, antiparasitaria e insecticida y los alcaloides de tipo bisbencilisoquinolínicos, protoberberinas, oxoaporfínicos y aporfínicos⁶³. En esta familia se encuentra en mayor proporción los alcaloides que las acetogeninas; a nivel de la raíz, hojas, tallo y fruto⁶⁴.

En estudios sobre compuestos volátiles en hoja de guayaba el dimetil disulfuro (DMDS) es el responsable del efecto protector contra granos almacenados; este compuesto volátil solamente se produce cuando la hoja sufre daños mecánicos, y tiene un efecto de 10 min⁶⁵. El DMDS ejerce neurotoxicidad insecticida a través de la disfunción mitocondrial y activación de los canales K-ATP y es tóxico en mamíferos⁶⁶.

⁶² SILVA, Gonzalo; PIZARRO, Diana; CASALS, Pedro y BERTI, Marisol. 2003. Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* (M.) en maíz almacenado. En: Revista Brasileira de Agrociencia. Diciembre, 2003. vol. 9, no. 4, p. 383-388.

⁶³ FLÓREZ, Yesid y MARTÍNEZ, Elizabeth. Obtención y evaluación de extractos bioactivos presentes en semillas de *Annona muricata* de la región cafetera. Trabajo de grado Tecnólogo Químico. Pereira, Colombia.: Universidad tecnológica de Pereira. 2010. 76 p.

⁶⁴ MURILLO, José. Las Annonaceae de Colombia. En: Biota Colombiana. Septiembre, 2001. vol. 2, no. 1, p. 49-58.

⁶⁵ ROUSEFF, Russel; ONAGBOLA, Ebenezer; SMOOT, Jhon y STELINSKI, Lukasz. 2008. Sulfur volatiles in guava (*Psidium guajava* L.) leaves. Possible defense mechanism. En: Agriculture Food Chemical. Septiembre, 2008. vol. 56 no. 19, p. 5-10.

⁶⁶ DUGRAVOIT, S.; GROLLEAU, F.; MACHEREL, D.; ROCHETAING, A.; HUE, B.; SANKIEWICZ, M.; HUIGNARD, J.; LAPIED, B. Dimethyl disulfide exerts insecticidal neurotoxicity through mitochondrial dysfunction and activation of insect K-ATP channels. En: Neurophysiology. Julio, 2003. vol. 90, no. 1, p. 259-270.

4.5.2 Bioactividad de *Cymbopogon* en coleópteros plaga en grano almacenado

Distintos autores informan la bioactividad de distintas especies del género frente a plagas de grano almacenado. En 1994, Rice y Coats⁶⁷ reportaron actividad insecticida del citral, componente mayoritario de *Cymbopogon* sp., frente a *T. castaneum*. Padín *et al.* (2000)⁶⁸, reportaron importante actividad insecticida del aceite esencial de *C. citratus* frente a *A. obtectus*, *T. castaneum* y *S. oryzae*.

En el aceite esencial de *C. citratus* predomina el aldehído citral (mezcla de geranial y neral) alcanzando concentraciones de 75%^{69,70}. El citral es precursor de iononas, vitamina A, metilionona y citronelol^{71,72}. Estos metabolitos secundarios se extraen de las plantas por diversos métodos según su naturaleza y el órgano vegetal donde se encuentran.

4.5.3 Bioactividad del tabaco

Se conocen las propiedades curativas y plaguicidas de la planta de tabaco, por sus características y presencia de compuestos que le confieren además propiedades organolépticas y una alta productividad, así como también la presencia de tricomas glandulares en las hojas, involucrados en la secreción de compuestos, principalmente diterpenos y ésteres de azúcares en los exudados de la superficie de las hojas⁷³. El aislamiento de estos compuestos de la superficie

⁶⁷ RICE, Pamela y COATS, Joel. Insecticidal properties of several monoterpenoids to the house fly (Diptera: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) y southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). En: Economic Entomology. Noviembre, 1994. vol. 87, no. 5, p. 1172-1179.

⁶⁸ PADÍN, S., RINGUELET, J., DAL BELLO, G. Aceites esenciales para el control de insectos en granos almacenados. En: Anales de SAIPA. Sociedad Argentina para la Investigación de Productos Aromáticos. IX Congreso Nacional de Recursos Naturales y Medicinales. XVI. 2000. p. 13-19.

⁶⁹ QUINTERO, A; GONZÁLEZ, N; y STASHENCO, E. Obtención y análisis cromatográfico del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (Limonaria). En: Memorias de Jornadas Científico Técnicas de La UNET. Secc. 1. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Venezuela. 2000. p. 17.

⁷⁰ GONZÁLEZ, N. 2003. Resultados De Investigaciones Fotoquímicas 1994-2001. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Venezuela. p. 59-77.

⁷¹ THEAGARAJAN, K y KUMAR, V. Essential oils of commercial importance in india Utilization and future prospects. En: Indian Perfumer. 1995. vol. 39, p. 49-61

⁷² WIJESEKERA, R. 1981. Practical manual on the essential oils industry. Viena, Austria.: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). 6 p.

⁷³ TISSIER, A. "Glandular trichomes: what comes after expressed sequence tags?". En: The Plant Journal. Abril, 2012. vol. 70, no. 1. p. 51-68.

foliar, permite obtener estos productos con un menor grado de contaminación de los constituyentes del interior de la hoja. Todas estas características convierten al tabaco en un cultivo atractivo para el estudio de indicadores químicos de las hojas, que son de gran importancia en la calidad del producto con fines comerciales, la aleloquímica y los usos alternativos del tabaco para la obtención de productos naturales con diferentes fines⁷⁴.

4.5.4 Bioactividad de la *wedelia trilobata*

A pesar de la ausencia de estudios sobre la composición química y la actividad biológica de los aceites volátiles de esta especie, varios efectos biológicos se han descrito para los extractos de la parte aérea de *S. trilobata* incluyendo antinoceptivo⁷⁵, tripanocida⁷⁶ hipoglicemiante⁷⁷, bactericida y larvicida⁷⁸. El extracto de la parte aérea sin flores de *S. trilobata* en hexano y acetato de etilo presentó propiedades antimicrobianas contra bacterias Gram-positivas y Gram negativas, pero fue inactiva contra hongos y levaduras⁷⁹ (Taddei y Rosas-Romero, 1999).

⁷⁴ WAGNER, G.; WANG, E. y SHEPHERD, R. New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. En: Annals of Botany. Enero, 2004. vol. 93, no. 1. p. 3-11.

⁷⁵ BLOCK, LC; SCHEIDT, C; QUINTÃO, Nara; SANTOS, Adair y CECHINEL-FILHO, Valdir. Phytochemical and pharmacological analysis of different parts of *Wedelia paludosa* DC (Compositae). En: Pharmazie. Octubre, 1998. Vol. 53, no. 10, p. 716-718.

⁷⁶ VIEIRA, Henriete; TAKAHASHI, Jacqueline; OLIVEIRA, Alaide y CHIARI, Egler. Novel Derivatives of Kaurenoic Acid: Preparation and Evaluation of their Trypanocidal Activity. En: Brazilian Chemical Society. Enero, 2002. Vol. 13, no. 2, p. 151-157.

⁷⁷ NOVAES, AP, ROSSI, C, POFFO, C, PRETTI, EJ, OLIVEIRA, EA, SCHLEMPER, V, NIERO, R, CECHINEL - FILHO, V, BURGUER, C. 2001. Preliminary evaluation of effect of some Brazilian medicinal plants. En: Therapie. Julio – Agosto, 2001. vol. 56, no. 4, p. 427-430.

⁷⁸ WILKENS, M; ALARCON, C; URZUA, A, y MENDOZA, L. Characterization of the bactericidal activity of the natural diterpene kaurenoic acid. En: Planta Medica. Mayo, 2002. vol. 68, no. 5, p. 452-454.

⁷⁹ TADDEI, A y ROSAS-ROMERO, A.J. Antimicrobial activity of *Wedelia trilobata* crude extracts. En: Phytomedicine. Mayo, 1999. vol. 6, no 2, p. 133-134.

5. METODOLOGÍA

5.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se llevó a cabo en la granja de la Universidad de los Llanos y las pruebas se realizaron en el laboratorio de control biológico en la Universidad de los Llanos. La Universidad de los Llanos, está ubicada en la Vereda Barcelona kilómetro 12 vía Puerto López en la ciudad de Villavicencio (Meta, Colombia) a 9° 6´ de latitud norte y 73° 34´ de latitud oeste a 476 msnm, la precipitación anual de los últimos años ha sido de 2900 mm, el promedio de temperatura es de 24°C a 33°C.

5.2 EXTRACTOS A EVALUAR

Los extractos evaluados son: de cogollos de guanábana (*Annona muricata*), chimú - tabaco curado (*Nicotiana tabacum*), citronela (*Cymbopogon citratus*), wedelia trilobata (*Sphagneticola trilobata*).

5.2.1. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Se realizó un recorrido con el objetivo de identificar y recoger las muestras de las cuatro plantas a estudiar.

5.2.2 TRABAJO DE LABORATORIO

Se realizó una cría para el gorgojo *Tribolium castaneum* colocando granos de frijol seco, introduciendo 10 parejas de gorgojos en recipientes plásticos tapados con una tela y una banda en la parte superior con capacidad de dos kilos. Este proceso se empezó 3 meses antes del montaje de las pruebas. Se usaron 10 recipientes para cada especie. A medida que la colonia creció se incrementó el número de frascos para evitar sobre población en los tarros y evitar ataques entre gorgojos de la misma especie.

5.3 DISEÑO ESTADÍSTICO

Se implementó un diseño completamente al azar. Ahora bien, el número de repeticiones y la unidad experimental se describe en cada prueba.

5.3.1 Análisis Estadístico:

Los datos de las variables a evaluar de interés fueron sometidos a análisis estadístico de varianza y prueba de comparación de medias Duncan con un nivel de significancia del 5%, empleando el software estadístico INFO STAT.

Datos adicionales

Se esperaba observar cambios en el comportamiento de los gorgojos, como pérdida de movilidad, o alta movilidad, esto se expresó contabilizando el número de insectos afectados y se expresa en porcentaje (%)

Se tomaron datos de temperatura, y humedad relativa tres veces al día en el laboratorio durante el montaje de la prueba.

Tabla 6. Descripción de los tratamientos en pruebas de confinamiento para el control de *Tribolium castaneum* (COLEÓPTERA: TENEBRIONIDAE).

	Tratamiento	Activo	Dosis
1	Tratamiento 1	Extracto de <i>Annona muricata</i>	30% de material sólido y 70% de agua
2	Tratamiento 2	Extracto de Chimú (<i>Nicotiana tabacum</i>)	30% de material sólido y 70% de agua
3	Tratamiento 3	Extracto de <i>Cymbopogon citratus</i>	30% de material sólido y 70% de agua
4	Tratamiento 4	Extracto de <i>Sphagneticola trilobata</i>	30% de material sólido y 70% de agua

Los extractos y las dosis fueron determinados en la primera fase del ensayo, con cuatro tratamientos correspondientes a cada uno de los extractos.

5.4 PRUEBAS

El extracto de las cuatro muestras de plantas se preparó tomando 200 gr de hoja en 100 ml de agua, se licuó, se coló y se obtuvo el extracto.

La observación del comportamiento del insecto *T. castaneum* al aplicar el extracto se debe hacer:

- 24 horas
- 48 horas
- 72 horas

5.4.1 Tratamiento a semilla con los extractos vegetales.

Se emplearon los mismos tratamientos que en el ensayo de contacto directo realizado con gorgojos, se trató la semilla con el extracto utilizando 10 cc de extracto por kilogramo de semilla. Se trató tres kilogramos de semilla por tratamiento. Se extrajo al azar 100 granos en tres repeticiones de cada tratamiento para realizar prueba de germinación para determinar si los extractos presentaban incidencia en la germinación de la semilla. En este caso se utilizó también un testigo sin aplicación. La evaluación de germinación se realizó contabilizando las semillas germinadas y no germinadas para determinar el porcentaje de germinación. De igual modo se observó el porcentaje de plantas con malformaciones o anormales. Las evaluaciones se realizaron a los 4, 8 y 12 días después del montaje de la prueba.

Se colocó 300 grs de la semilla tratada en recipientes plásticos con tapa de tela y banda plástica y se colocaron 20 gorgojos por recipiente. Se realizó 6 repeticiones por tratamiento.

Luego se tomó una muestra de 50 gr por evaluación y se contabilizó el número de gorgojos muertos y vivos para determinar porcentaje de mortalidad. Estas evaluaciones se realizaron a los 5, 10 y 15 después del tratamiento. Adicionalmente en cada muestreo se sacó 100 grs por frasco, para contabilizar el número de granos perforados y número de perforaciones por grano para determinar la incidencia de daño en cada una de las especies.

5.4.2 Prueba de repelencia

Se colocaron algodones impregnados con cada uno de los tratamientos (se utilizando los mismos de la primera prueba) en un recipiente plástico de 80 cm x 50 cm. En cada uno se liberaron 20 gorgojos, con 8 repeticiones en un diseño completamente al azar. Se evaluó cada 24, 48 y 72 horas el número de gorgojos adultos en cada algodón.

5.4.3 Pruebas de Contacto Directo

Esta prueba se desarrolló en laboratorio con condiciones controladas, allí se colocaron los gorgojos en contacto directo con cada uno de los tratamientos (Extractos).

Para esto, se colocaron los gorgojos con ayuda de un aspirador bucal entomológico sobre una superficie lisa, utilizando bandejas de plástico aplicados con un equipo de aplicación convencional, con boquillas 8002, presión de 30 psi y con volumen de aplicación de 200 L/Ha. Después de la aplicación se colocó una malla fina de tela.

Se colocaron 10 gorgojos adultos por repetición (8 repeticiones). Se evaluó el número de gorgojos vivos y muertos a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación. El diseño experimental se realizó completamente al azar con 8 repeticiones.

5.4.4 Pruebas de superficie tratada

Esta prueba se refiere a aplicar una superficie, que en este caso hace referencia a una superficie rugosa. Específicamente se usó costal de fique.

Se aplicó la misma metodología y tratamientos del ensayo anterior. Se colocaron en el fondo de una bandeja plástica de 35 cm de largo x 20 cm de ancho y 15 cm de altura el pedazo de costal cubre la totalidad de la base de la bandeja, aplicado con cada extracto. Se utilizarán 8 repeticiones por tratamiento, en cada unidad experimental (repetición) y se colocaron 10 gorgojos adultos a caminar en la superficie. Las bandejas se taparon con una tela fina transparente y una banda de caucho.

Durante las siguientes dos horas después de la aplicación y la introducción de los gorgojos se tomaron los datos de comportamiento; exactamente cuántos quedan sobre la superficie y cuántos morían.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 PRUEBA TRATAMIENTO DE SEMILLA

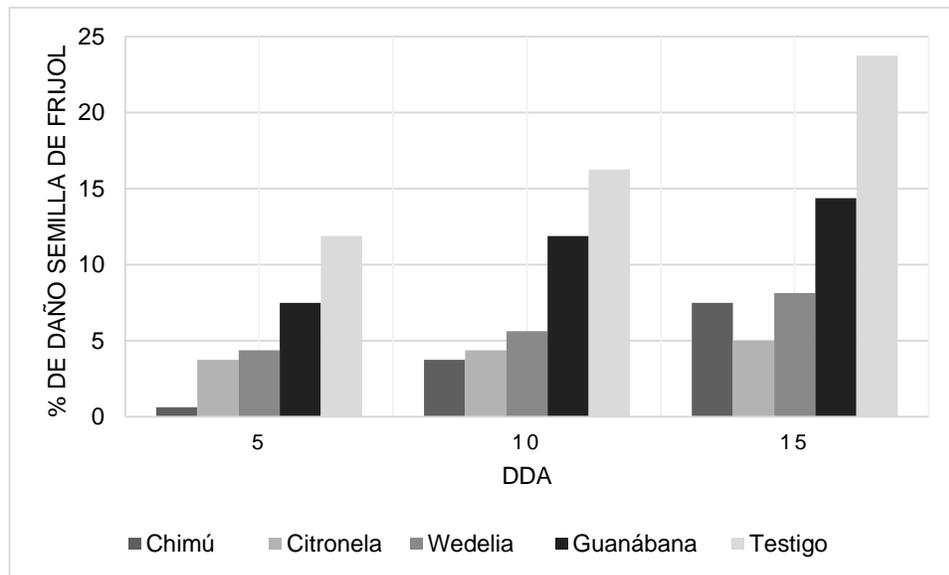
Tabla 7. Efecto de la aplicación de extractos vegetales en el tratamiento de semilla de Frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Tratamiento	% de SEMILLA de Frijol		
	5 dda	10 dda	15 dda
Chimú	0,63a	3,75a	7,5ab
Citronela	3,75ab	4,38a	5a
Wedelia	4,38bc	5,63a	8,13b
Guanábana	7,5c	11,88b	14,38c
Testigo	11,88d	16,25c	23,75d

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significancia del 5%, según prueba de comparación de medias de Duncan.

En la tabla 7 se observa el daño que tuvo la semilla después de ser tratada con los diferentes extractos y un testigo. La evaluación a los 5 dda nos muestra que hay diferencia significativa entre los tratamientos de chimú (*Nicotiana tabacum*), guanábana (*Annona muricata*) y el testigo con un porcentaje de entre 0,63%, 7,5% y 11,88% respectivamente. A los 10 y 15 dda se observa diferencia significativa entre el testigo, el extracto de guanábana (*Annona muricata*) y los tres extractos restantes, donde la semilla presenta un porcentaje de daño de 16,25% - 23,75%, 11,88% - 16,25% y de 3,75% - 23,75% correspondientemente.

Figura 1. Tratamiento de semilla.



Con base en la figura 1 se observa que el tratamiento que mayor daño de semilla tuvo fue el testigo, seguido de la guanábana (*Annona muricata*) con un porcentaje de 7,5 a 23,75. Los tratamientos que mejor inhibición de daño presentaron son citronela (*Cymbopogon citratus*), chimú (*Nicotiana tabacum*) y wedelia (*Sphagneticola trilobata*) con un porcentaje de entre 0,63 y 8,13.

6.2 PRUEBA DE REPELENCIA

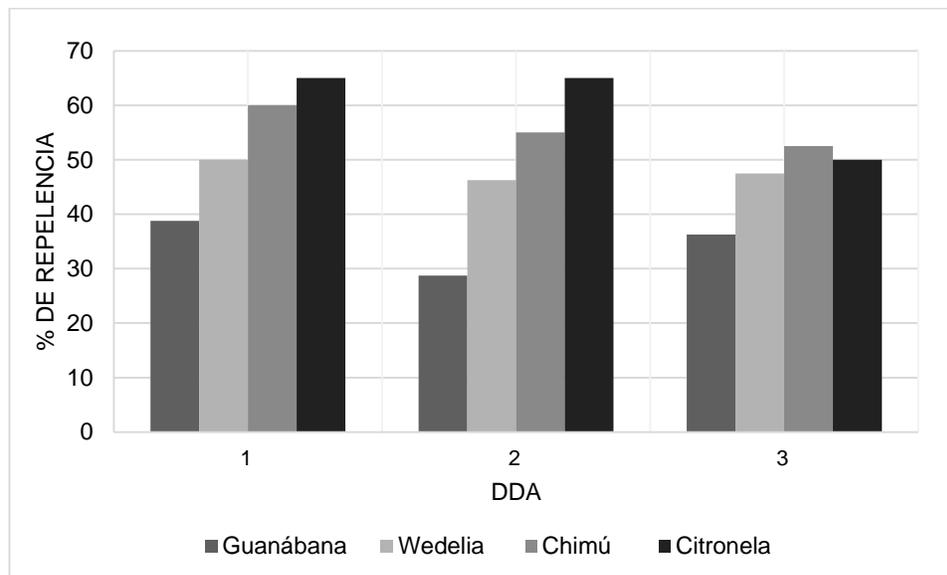
Tabla 8. Efecto de la aplicación de extractos vegetales en la repelencia de *Tribolium castaneum* sp.

Tratamiento	% de repelencia		
	1 dda	2 dda	3 dda
Guanábana	38,75a	28,75a	36,25a
Wedelia	50b	46,25b	47,5b
Chimú	60bc	55bc	52,5b
Citronela	65c	65c	50b

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significancia del 5%, según prueba de comparación de medias de Duncan.

El efecto de repelencia que generan cada uno de los extractos varía con el transcurrir de los días después de la aplicación tal como se observa en la tabla 8. En la primera (1dda) y segunda (2dda) evaluación existe diferencia significativa entre los extractos de guanábana (*Annona muricata*), Wedelia (*Sphagneticola trilobata*) y citronela (*Cymbopogon citratus*), mostrando una repelencia de entre 28,75% y 65%. Para la última evaluación (3dda) el tratamiento de guanábana (*Annona muricata*) es significativamente diferente de los tratamientos restantes, generando una repelencia del 36,25% y de entre 47,5 a 52,5% respectivamente.

Figura 2. Porcentaje de repelencia de *Tribolium castaneum* sp. por aplicación de extractos vegetales.



La figura 2 nos revela que la mayor repelencia la genera el tratamiento de citronela (*Cymbopogon citratus*), seguido del extracto de chimú (*Nicotiana tabacum*), donde el primero tiene un mismo nivel de resistencia los durante el 1 dda y 2 dda, (62,5%). El tratamiento que menor repelencia presentó fue el de guanábana (*Annona muricata*) oscilando entre 28,75 y 38,75%.

6.3 PRUEBA CONTACTO DIRECTO

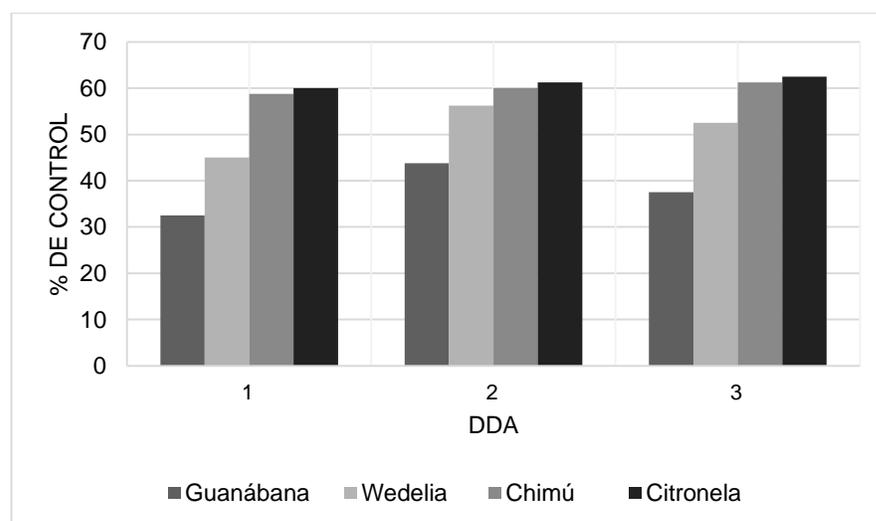
Tabla 9. Efecto de la aplicación de extractos vegetales sobre el control por contacto directo de *Tribolium castaneum* sp.

Tratamiento	% Control		
	1 dda	2 dda	3 dda
Guanábana	32,5a	43,75a	37,5a
Wedelia	45b	56,25ab	52,5b
Chimú	58,75c	60b	61,25b
Citronela	60c	61,25b	62,5b

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significancia del 5%, según prueba de comparación de medias de Duncan.

La tabla 9 nos muestra el efecto de la aplicación de los extractos vegetales empleados en el presente estudio sobre control de *Tribolium castaneum* por contacto directo, donde se observa que el 1 dda los extractos de cogollos de guanábana (*Annona muricata*) y wedelia trilobata (*Sphagneticola trilobata*) presentaron diferencia significativa frente a los extractos de chimú (*Nicotiana tabacum*), y citronela (*Cymbopogon citratus*), sin embargo estos dos últimos no presenta diferencia significativa entre sí. La segunda evaluación (2 dda) revela que el extracto de guanábana con un control de 43,75% tiene diferencia significativa respecto a los extractos de chimú (*Nicotiana tabacum*) y citronela (*Cymbopogon citratus*), quienes tienen un control de entre 60 y 61,25%, finalmente en la última evaluación (3dda) se observa que el extracto de guanábana (*Annona muricata*) (37,5%) es significativamente diferente de los demás extractos cuyo control oscilo entre 52,5 y 62,5%.

Figura 3. Porcentaje de control por contacto directo de *Tribolium castaneum* sp.



Al comparar el control por contacto directo que ejercen los extractos sobre *Tribolium castaneum* sp., podemos afirmar que el mejor comportamiento lo tienen los extractos de chimú (*Nicotiana tabacum*) y citronela (*Cymbopogon citratus*), con un control de 58,75% a 62,5%, mientras que el menor control es presentado por el extracto de guanábana, tal como se aprecia en la figura 3.

6.4 PRUEBA SUPERFICIE TRATADA

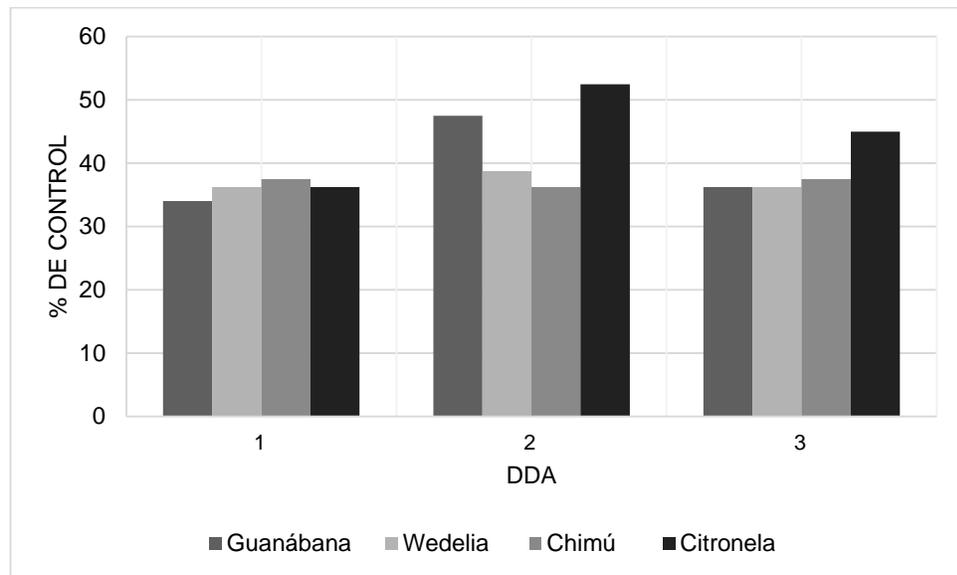
Tabla 10. Efecto de la aplicación de extractos vegetales sobre el control por superficie tratada de *Tribolium castaneum* sp.

Tratamiento	% de control		
	1 dda	2 dda	3 dda
Guanábana	34a	47,5b	36,25a
Wedelia	36,25a	38,75a	36,25a
Chimú	37,5a	36,25a	37,5a
Citronela	36,25a	52,5b	45b

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significancia del 5%, según prueba de comparación de medias de Duncan.

El control de *Tribolium castaneum* por superficie tratada con los diferentes extractos un día después de la aplicación es similar ejerciendo un control de 34 a 37,5%, es decir no hay diferencia significativa, mientras que al 2 dda se presenta diferencia significativa entre los tratamientos de guanábana (*Annona muricata*) – Citronela (*Cymbopogon citratus*) y wedelia (*Sphagneticola trilobata*) - chimú (*Nicotiana tabacum*), donde los primeros tuvieron un control de 47,5 a 52,5% y los segundos 36,25 a 38,75%. Al 3 dda el extracto de Citronela (*Cymbopogon citratus*) mostró diferencia significativa respecto a los tratamientos restantes (ver tabla 10).

Figura 4. Porcentaje de control por superficie tratada de *Tribolium castaneum* sp.



La figura 4, nos permite deducir que el tratamiento que mayor control por superficie tratada para *Tribolium castaneum* sp., es la citronela (*Cymbopogon citratus*) con un control de entre 36,25% y 52,5% durante el periodo evaluado. Sin embargo, es importante mencionar que tratamientos como el extracto de wedelia (*Sphagneticola trilobata*) y chimú (*Nicotiana tabacum*) tuvieron un control prácticamente uniforme a lo largo de los 3 días.

7. CONCLUSIONES

- La citronela (*Cymbopogon citratus*) es el extracto que mayor protección ofrece a la semilla, siendo estable dentro en las tres evaluaciones realizadas, sin embargo, vale la pena mencionar que los extractos de chimú (*Nicotiana tabacum*) y wedelia (*Sphagneticola trilobata*) también cumplen un buen efecto protectante en la semilla, pero este no se mantiene, es decir aumenta el porcentaje de daño con el pasar de los días.
- El extracto de guanábana (*Annona muricata*) pese a ser uno de los que mejor control presenta por superficie tratada es el que menor efecto repelente tiene con un % de repelencia de entre 28,75 y 38,75%, mientras que los extractos de citronela (*Cymbopogon citratus*) y chimú (*Nicotiana tabacum*) presentan la mayor repelencia con un porcentaje de entre 50 a 65%.
- Los extractos de citronela (*Cymbopogon citratus*) y chimú (*Nicotiana tabacum*) son los que mejor control por contacto directo presentó para *Tribolium castaneum* sp., con un control desde 58,75% hasta 62,5%.
- El control de *Tribolium castaneum* sp. por superficie tratada tuvo mejor respuesta por parte de los extractos vegetales de citronela (*Cymbopogon citratus*) y guanábana (*Annona muricata*), quienes presentan su mayor efecto de control al 2 dda con un 52,5% y 47,5% respectivamente.

8. Bibliografía

- ADDOR, R. W. Insecticides. En: Godfrey CRA, editor. *Agrochemicals from Natural Products*. New York: Marcel Dekker; 1995. p. 1-63.
- AGROCADENAS. Indicadores de competitividad para Tabaco. Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. 2006.
- AGROCADENAS. La cadena del tabaco en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. 2005. 42 p.
- AKHILA, Anand. *Essential oil-Bearing grasses. The genus Cymbopogon*, Boca Raton - EE.UU.: CRC Press, 2010. 262 p.
- ARANGO, T.F. La guanábana (*Annona muricata* L.). En: *Revista Esso Agrícola*. 1975. vol. 21, no. 2, p. 5-10.
- ARIAS VELÁZQUEZ, C. *Manual de procedimientos para el análisis de granos*. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 1981.
- ARTHUR, Frank; FONTENOT, Emily y CAMPBELL, James. Evaluation of catmint oil and hydrogenated catmint oil as repellents for the flour beetles, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum*. En: *Insect Science*. Enero, 2011. vol. 11, no. 128. p. 1-9.
- ATAL, C. K. y KAPUR B. M. 1982. Promotional aspect of Lemon grass, cultivation and utilization of aromatic plants. Jammu – Tawi, India.: Regional Research Laboratory. p. 7-314.
- BALLARI, Marcelo. *Tabaco Virginia: Aspectos ecofisiológicos de la nutrición en condiciones de cultivo*. Córdoba, Argentina.: Alejandro Graziani S.A. 2005. 223 p.
- BISSET, Norman. G. War and hunting poisons of the New World. Part 1. Notes on the early history of curare. En: *Rev. Ethnopharmacology*. Febrero, 1992. vol. 36, no. 1, p. 1-26.
- BLOCK, LC; SCHEIDT, C; QUINTÃO, Nara; SANTOS, Adair y CECHINEL - FILHO, Valdir. Phytochemical and pharmacological analysis of different parts of *Wedelia paludosa* DC (Compositae). En: *Pharmazie*. Octubre, 1998. Vol. 53, no. 10, p. 716-718.
- BRACCINI, Alessandro de Lucca y PIKANÇO, Marcelo Coutinho. Manejo integrado de pragas do feijoeiro no armazenamento. En: *Revista Brasileira de Armazenamento*. 1995. vol. 20, no. 1/2, p. 37-43. .
- BREMER, Kare; ANDERBERG, Arne; KARIS, Per Ola; NORDENSTAM, Bertil y RYDING, Olof. *Asteraceae: cladistics and classification*. Portland, EE.UU.: Timber Press. 1994. 727 p.

- CELIS, Álvaro., MENDOZA, Cristina., PACHÓN, Marco. CARDONA, José., DELGADO, William. y CUCA, Luis Enrique. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. En: Agron. Colomb. 28 de febrero de 2010, vol. 26, no. 1, p. 97-106.
- CHAVERRI, Rodrigo. El cultivo de tabaco. San José, Costa Rica.: Editorial Universal Estatal a Distancia EUNED. 1995. 163 p.
- DELL'ORTO TRIVELLI, HORACIO. y ARIAS VELAZQUEZ, Ciro. Insectos que dañan granos y productos almacenados. Santiago de Chile.: Proyecto FAO-INIA. 142 p.
- DUGRAVOIT, S., y otros. Dimethyl disulfide exerts insecticidal neurotoxicity through mitochondrial dysfunction and activation of insect K-ATP channels. En: Neurophysiology. Julio, 2003. vol. 90, no. 1, p. 259-270.
- ESCOBAR, William. Consideraciones para iniciar mejoramiento en Guanábana. Memorias 1er. Curso Nacional de Guanábana. Ibagué, Colombia. 1991. p. 225-230.
- FLÓREZ, Yesid y MARTÍNEZ, Elizabeth. Obtención y evaluación de extractos bioactivos presentes en semillas de *Annona muricata* de la región cafetera. Trabajo de grado Tecnólogo Químico. Pereira, Colombia.: Universidad tecnológica de Pereira. 2010. 76 p. .
- GONZALES, F. Efectos de extractos vegetales sobre *Tribolium castaneum*. 2001. 23 p. .
- GUAPACHA, Angélica María. Monografía sobre el aprovechamiento de compuestos activos de la Guanábana (*Annona muricata* L.). Universidad Tecnológica de Pereira. 2006. p. 3-10.
- GUPTA, Bipin Kumar y JAIN, N. Cultivation and utilization of Genus *Cymbopogon* in Indian. En: Indian Perfumer. 1978. vol. 22, no. 2, p. 55-68.
- HURTADO, Rafael; FORERO, César; ORTIZ, Lilia; FERNÁNDEZ, Ángela; GARCÍA, Jairo y LEÓN, Clara. Evaluación edafoclimática del tabaco rubio: Burley y Virginia. Bogotá D. C.: CORPOICA y FEDETABACO. 2007. 82 p.
- IANNACONE, José. y LAMAS, Gerardo. Plantas biocidas usadas en el control de la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidóptera: Gelechiidae). En: Rev. Peruana de Entomología. Septiembre, 2003. vol. 43, p. 79-87.
- JERMY, T. Prospects of antifeedant approach to pest control. A critical review. En: Chemical Ecology. Noviembre, 1990. Vol.16, no. 11, p. 3151-3166.
- LAGUNES, T. A., DOMÍNGUEZ, R. y RODRÍGUEZ, J.C. Plagas del Maíz en la Mesa Central de México. Montecillo – Texcoco, México.: Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma Chapingo. 1985. 100 p.
- LANGELAND, K; CHERRY, A; H. M; MCCORMICK, C. M; y CRADDOCK BURKS, K. A. Identification and Biology of Nonnative Plants in Florida's Natural Areas. 2 Ed. Gainesville, Florida.: Universidad de Florida. 2008. 220 p. .

- LARA, Francisco. y LANDERO, Nadia. Químicos vegetales: alternativa contra los agentes patógenos. En: Rev. de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana. Enero – abril de 2012, vol. 25, no. 1.
- MARTÍNEZ, Silvia., TERRAZAS, Enrique., ÁLVAREZ, Teresa., MAMANI, Oscar., VILA, José. y MOLLINEDO, Patricia. Actividad antifúngica in vitro de extractos polares de plantas del genero baccharis sobre fitopatógenos. En: Rev. Boliviana de Química. Agosto de 2010, vol. 27, no. 1, p. 13-18.
- MENDEZ, José. Perfil de mercado y productivo de la guanábana. Guatemala.: Abt Associates Inc. 2003. 7 p.
- MIRANDA, Diego.; BARRAGÁN, Eduardo y BARRETO, Dairo. Aspectos ecofisiológicos del cultivo de la guanábana. En: Manejo integrado del cultivo de Guanábana. Tolima - Colombia: ICA-Corpoica, 1998. p. 32-49.
- MORALES, Senovia. 2011. Efecto de diferentes extractos vegetales para el control de Gorgojo de la harina (*Tribolium castaneum*). Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. Coahuila, México.: Universidad autónoma agraria Antonio Narro. 34 p.
- MURILLO, José. Las Annonaceae de Colombia. En: Biota Colombiana. Septiembre, 2001. vol. 2, no. 1, p. 49-58.
- NERIO, Luz Stella; OLIVERO-VERBEL, Jesus y STASHENKO, Elena. Repellent activity of essential oils. En: Bio-resource Technology. 2010. vol. 101, no. 1, p- 372-378.
- NOVAES, AP, ROSSI, C, POFFO, C, PRETTI, EJ, OLIVEIRA, EA, SCHLEMPER, V, NIERO, R, CECHINEL - FILHO, V, BURGUER, C. 2001. Preliminary evaluation of effect of some Brazilian medicinal plants. En: Therapie. Julio – Agosto, 2001. vol. 56, no. 4, p. 427-430.
- OLIVERO, Jesús, CABALLERO, Karina y JARAMILLO, Beatriz y STASHENKO, Elena. Actividad repelente de los aceites de *Lippia origanoides*, *Citrus sinensis* y *Cymbopogon nardus* cultivadas en Colombia frente a *Tribolium castaneum* (Herbst). En: Revista Universidad Industrial de Santander. Salud,. *Septiembre – Diciembre, 2009. volumen 41, no 3, p. 244-250.*
- PADÍN, S., RINGUELET, J., DAL BELLO, G. Aceites esenciales para el control de insectos en granos almacenados. En: Anales de SAIPA. Sociedad Argentina para la Investigación de Productos Aromáticos. IX Congreso Nacional de Recursos Naturales y Medicinales. XVI. 2000. p. 13-19.
- PANDEY, A.K y DHAKAL, M.R. 2001. Phytomelanin in Compositae. En: Current Science. Abril, 2001. vol. 80, no. 8, p. 933-940.
- PEREIRA, Rita de Cássia. Revisão taxonômica do gênero *Ichthyothere* Mart. (*Heliantheae-Asteraceae*). Trabajo de grado Doctoral. Recife.: Universidad Federal Rural de Pernambuco. 2001. 120 p. .

- PINO, Oriela., SÁNCHEZ, Yaíma. y ROJAS, Miriam. Metabolitos secundarios de origen botánico como una alternativa en el manejo de plagas. I: Antecedentes, enfoques de investigación y tendencias. En: Rev. de Protección Vegetal. Agosto de 2013, vol. 28, no. 2, p. 81-94.
- QUINTERO, A; GONZÁLEZ, N; y STASHENCO, E. Obtención y análisis cromatográfico del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (Limonaria). En: Memorias de Jornadas Científico Técnicas de La UNET. Secc. 1. Venezuela. 2000. p. 17.
- RAMAYO, G. M. Tecnología de granos. Universidad autónoma de Chapingo. Departamento de Industrias Agrícolas, México. 1983. 216 p.
- RAMÍREZ, GENEL. M. 1966. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. México, D. F.: Compañía Editorial continental, 1966. 300 p.
- REES, David. Insects of Stored products. CSIRO. Australia. 2004. 181 p.
- RICE, Pamela y COATS, Joel. Insecticidal properties of several monoterpenoids to the house fly (Diptera: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) y southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). En: Economic Entomology. Noviembre, 1994. vol. 87, no. 5, p. 1172-1179.
- RODRÍGUEZ, H.C. Plantas contra plagas: potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. Texcoco, México.: Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México (RAPAM), 2000. 133 p.
- ROIG y MESA, Juan Tomás. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. La Habana.: Ciencia y Técnica, Instituto Cubano del Libro. 1974. 994 p. .
- ROJO, W. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad. Tabaco. Cropkit. SQM S.A. 2008. 108 p.
- ROUSEFF, Russel; ONAGBOLA, Ebenezer; SMOOT, Jhon y STELINSKI, Lukasz. 2008. Sulfur volatiles in guava (*Psidium guajava* L.) leaves. Possible defense mechanism. En: Agriculture Food Chemical. Septiembre, 2008. vol. 56 no. 19, p. 5-10.
- RUPP, M. M. M, y otros. Toxic effect of vegetable extracts on adults of *Sitophilus zeamais* Mots. 1855 (Col., Curculionidae). [En línea]. 9 International working conference on stored product protection. 2006. p.890-895. *Disponible en:* <http://spiru.cgahr.ksu.edu/proj/iwccspp/pdf2/9/6291.pdf>.
- SILVA, Gonzalo; PIZARRO, Diana; CASALS, Pedro y BERTI, Marisol. 2003. Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* (M.) en maíz almacenado. En: Rev. Brasileira de Agrociencia. Diciembre, 2003. vol. 9, no. 4, p. 383-388.
- SOTO, Rafael; VEGA, Gilberto y BARRIOS, A. Método para el cálculo del área foliar en Caña santa (*C. citratus*). En: Revista Ciencia Técnica MINIL. 1984. vol. 2, no. 5, p. 39-41.

- SOTO, Rafael; VEGA, Gilberto y TAMAJÓN, Aldo. Instructivo técnico del cultivo de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf (Caña Santa). En: Revista Cubana de Plantas Medicinales. Mayo – agosto, 2002. vol. 2002, no. 2, p. 1-11.
- STEFANAZZI, Natalia, y otros. Actividad biológica del aceite esencial de *Tagete sterniflora* Kunth (Asterácea) en *Tribolium castaneum* Herbst (Insecta, Coleoptera, Tenebrionidae). En: Boletín de sanidad vegetal. Plagas. 2006. vol. 32. p. 439-447.
- STEFANAZZI, Natalia. Essential oils, an alternative tool for integrated handling of stored-grain pests. Tesis doctoral en Biología. Argentina.: Universidad Nacional del Sur. 2010. .
- TADDEI, A y ROSAS-ROMERO, A.J. Antimicrobial activity of *Wedelia trilobata* crude extracts. En: Phytomedicine. Mayo, 1999. vol. 6, no 2, p. 133-134.
- THEAGARAJAN, K y KUMAR, V. Essential oils of commercial importance in India Utilization and future prospects. En: Indian Perfumer. 1995. vol. 39, p. 49-61.
- VIEIRA, Henriete; TAKAHASHI, Jacqueline; OLIVEIRA, Alaide y CHIARI, Egler. Novel Derivatives of Kaurenoic Acid: Preparation and Evaluation of their Trypanocidal Activity. En: Brazilian Chemical Society. Enero, 2002. Vol. 13, no. 2, p. 151-157.
- WAGNER, G.; WANG, E. y SHEPHERD, R. New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. En: Annals of Botany. Enero, 2004. vol. 93, no. 1. p. 3-11. .
- WIJESEKERA, R. 1981. Practical manual on the essential oils industry. Viena, Austria.: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). 6 p.
- WILKENS, M; ALARCON, C; URZUA, A, y MENDOZA, L. Characterization of the bactericidal activity of the natural diterpene kaurenoic acid. En: Planta Medica. Mayo, 2002. vol. 68, no. 5, p. 452-454.
- YANG, R. Z. y CHANG, C. S. Plants used for pest control in China: a literature review. En: Economic Botany. Julio, 1988. Vol. 42, no. 3, p. 376-406.

9. ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de Extractos



Anexo 2. Cría de *Tribolium castaneum* sp.



Anexo 3. Laboratorio de control biológico – Pruebas



Anexo 4. Prueba de Repelencia



Anexo 5. Revisión de insectos



Anexo 6. Salidas análisis estadístico. Prueba en semilla.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de daño 5 dda	20	0,85	0,76	36,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	296,56	7	42,37	9,80	0,0004
TRATA	290,63	4	72,66	16,81	0,0001
rep	5,94	3	1,98	0,46	0,7168
Error	51,87	12	4,32		
Total	348,44	19			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 4,3229 gl: 12

TRATA	Medias	n			
chimu	0,63	4	A		
Citronela	3,75	4	A	B	
Wedelia	4,38	4		B	C
Guanabana	7,50	4			C
testigo	11,88	4			D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 4,3229 gl: 12

rep	Medias	n	
2,00	5,00	5	A
4,00	5,50	5	A
3,00	5,50	5	A
1,00	6,50	5	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de daño 10 dda	20	0,93	0,89	21,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	490,31	7	70,04	22,05	<0,0001
TRATA	476,88	4	119,22	37,52	<0,0001
rep	13,44	3	4,48	1,41	0,2880
Error	38,13	12	3,18		
Total	528,44	19			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 3,1771 gl: 12

TRATA	Medias	n	
chimu	3,75	4	A
citronela	4,38	4	A
Wedelia	5,63	4	A
Guanabana	11,88	4	B
testigo	16,25	4	C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 3,1771 gl: 12

rep	Medias	n	
4,00	7,00	5	A
2,00	8,50	5	A
3,00	9,00	5	A
1,00	9,00	5	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

% de daño 15 dda 20 0,96 0,94 14,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	926,88	7	132,41	43,09	<0,0001
TRATA	910,63	4	227,66	74,08	<0,0001
rep	16,25	3	5,42	1,76	0,2077
Error	36,88	12	3,07		
Total	963,75	19			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 3,0729 gl: 12

TRATA	Medias	n			
citronela	5,00	4	A		
chimu	7,50	4	A	B	
Wedelia	8,13	4		B	
Guanabana	14,38	4			C
testigo	23,75	4			D

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 3,0729 gl: 12

rep	Medias	n	
2,00	10,50	5	A
4,00	11,50	5	A
3,00	12,00	5	A
1,00	13,00	5	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Anexo 7. Salidas análisis estadístico. Prueba contacto directo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C1 dda	16	0,81	0,69	15,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2246,88	6	374,48	6,56	0,0067
TRATA	2017,19	3	672,40	11,77	0,0018
rep	229,69	3	76,56	1,34	0,3214
Error	514,06	9	57,12		
Total	2760,94	15			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 57,1181 gl: 9

TRATA	Medias	n			
Guanabana	32,50	4	A		
Wedelia	45,00	4		B	
chimu	58,75	4			C
citronela	60,00	4			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 57,1181 gl: 9

rep	Medias	n	
1,00	43,75	4	A
2,00	47,50	4	A
4,00	51,25	4	A
3,00	53,75	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C2dda	16	0,56	0,26	15,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	846,88	6	141,15	1,88	0,1899
TRATA	767,19	3	255,73	3,40	0,0670
rep	79,69	3	26,56	0,35	0,7880
Error	676,56	9	75,17		
Total	1523,44	15			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 75,1736 gl: 9

TRATA	Medias	n		
Guanabana	43,75	4	A	
Wedelia	56,25	4	A	B
chimu	60,00	4		B
citronela	61,25	4		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 75,1736 gl: 9

rep	Medias	n	
1,00	52,50	4	A
2,00	53,75	4	A
3,00	57,50	4	A
4,00	57,50	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C3dda	16	0,69	0,48	16,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1646,88	6	274,48	3,34	0,0512
TRATA	1592,19	3	530,73	6,46	0,0127
rep	54,69	3	18,23	0,22	0,8787
Error	739,06	9	82,12		
Total	2385,94	15			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 82,1181 gl: 9

TRATA	Medias	n	
Guanabana	37,50	4	A
Wedelia	52,50	4	B
chimu	61,25	4	B
citronela	62,50	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 82,1181 gl: 9

rep	Medias	n	
2,00	51,25	4	A
4,00	52,50	4	A
3,00	53,75	4	A
1,00	56,25	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Anexo 8. Salidas análisis estadístico. Prueba porcentaje de repelencia.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C1 dda	16	0,82	0,71	12,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2009,38	6	334,90	7,07	0,0052
TRATA	1617,19	3	539,06	11,37	0,0020
rep	392,19	3	130,73	2,76	0,1040
Error	426,56	9	47,40		
Total	2435,94	15			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 47,3958 gl: 9

TRATA	Medias	n	
Guanabana	38,75	4	A
Wedelia	50,00	4	B
chimu	60,00	4	B C
citronela	65,00	4	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 47,3958 gl: 9

rep	Medias	n		
3,00	47,50	4	A	
4,00	50,00	4	A	B
2,00	56,25	4	A	B
1,00	60,00	4		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C2dda	16	0,89	0,81	13,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2862,50	6	477,08	11,84	0,0008
TRATA	2837,50	3	945,83	23,48	0,0001
rep	25,00	3	8,33	0,21	0,8891
Error	362,50	9	40,28		
Total	3225,00	15			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 40,2778 gl: 9

TRATA	Medias	n			
Guanabana	28,75	4	A		
Wedelia	46,25	4		B	
chimu	55,00	4		B	C
citronela	65,00	4			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 40,2778 gl: 9

rep	Medias	n	
1,00	47,50	4	A
4,00	47,50	4	A
3,00	50,00	4	A
2,00	50,00	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C3dda	16	0,85	0,76	7,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	671,88	6	111,98	8,84	0,0023
TRATA	617,19	3	205,73	16,23	0,0006
rep	54,69	3	18,23	1,44	0,2950
Error	114,06	9	12,67		
Total	785,94	15			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 12,6736 gl: 9

TRATA	Medias	n	
Guanabana	36,25	4	A
Wedelia	47,50	4	B
citronela	50,00	4	B
chimu	52,50	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 12,6736 gl: 9

rep	Medias	n	
4,00	43,75	4	A
2,00	46,25	4	A
3,00	47,50	4	A
1,00	48,75	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Anexo 9. Salidas análisis estadístico. Prueba de superficie tratada.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C1 dda	16	0,20	0,00	20,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	121,00	6	20,17	0,37	0,8798
TRATA	25,50	3	8,50	0,16	0,9229
rep	95,50	3	31,83	0,59	0,6393
Error	489,00	9	54,33		
Total	610,00	15			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 54,3333 gl: 9

TRATA	Medias	n	
Guanabana	34,00	4	A
Wedelia	36,25	4	A

citronela	36,25	4	A
chimu	37,50	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 54,3333 gl: 9

rep	Medias	n	
1,00	32,50	4	A
2,00	35,00	4	A
3,00	37,75	4	A
4,00	38,75	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C2dda	16	0,76	0,59	11,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	737,50	6	122,92	4,66	0,0200
TRATA	687,50	3	229,17	8,68	0,0051
rep	50,00	3	16,67	0,63	0,6129
Error	237,50	9	26,39		
Total	975,00	15			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 26,3889 gl: 9

TRATA	Medias	n	
chimu	36,25	4	A
Wedelia	38,75	4	A
Guanabana	47,50	4	B
citronela	52,50	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 26,3889 gl: 9

rep	Medias	n	
2,00	41,25	4	A
3,00	43,75	4	A
1,00	43,75	4	A
4,00	46,25	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C3dda	16	0,67	0,44	9,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	250,00	6	41,67	3,00	0,0677
TRATA	212,50	3	70,83	5,10	0,0247
rep	37,50	3	12,50	0,90	0,4782
Error	125,00	9	13,89		
Total	375,00	15			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 13,8889 gl: 9

TRATA	Medias	n	
Guanabana	36,25	4	A
Wedelia	36,25	4	A
chimu	37,50	4	A
citronela	45,00	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 13,8889 gl: 9

rep	Medias	n	
4,00	36,25	4	A
1,00	38,75	4	A
3,00	40,00	4	A
2,00	40,00	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)