



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

ESTUDIO DEL EFECTO DE DIFERENTES
CONDIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL EN EL
COMPORTAMIENTO Y EMERGENCIA DEL GORGOJO
CASTAÑO DE LA HARINA, *TRIBOLIUM CASTANEUM*
(Herbst). (COLEOPTERA:TENEBRIONIDAE).

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERA QUIMICA

P R E S E N T A :

MONICA HERRERA ARENAS

ASESOR: DR. ADOLFO EDUARDO OBAYA VALDIVIA

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO 2005

m.340478



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Estudio del efecto de diferentes condimentos de origen

vegetal en el comportamiento y emergencia del gorgojo

castaño de la harina, *Tribolium Castaneum* (Herbst).

(Coleoptera: Tenebrionidae).

que presenta la pasante: Mónica Herrera Arenas

con número de cuenta: 9459995-2 para obtener el título de:

Ingeniera Química

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 18 de Octubre de 2004

PRESIDENTE

MC. Ma. Guadalupe Sevilla Díaz

VOCAL

Dr. Adolfo Eduardo Obaya Valdivia

SECRETARIO

Q. Antonio García Osornio

PRIMER SUPLENTE

Q. Sonia Rincon Arce

SEGUNDO SUPLENTE

MC. Bernardo Francisco Torres

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por darme la oportunidad de existir y vivir día a día.
Por su grandeza incomprensible y su perfecto amor.

A MIS PADRES

No existen palabras para expresar mi gratitud y cariño por ustedes, Miguel Herrera y Marina Arenas por que siempre han confiado en mí además de que en todo momento me brindan su apoyo incondicional, ya que siempre me han dado lo que necesito.

A MIS HERMANAS

Ma. Del Refugio, Alejandra y Claudia porque siempre están allí en todo momento y por tolerarme en los momentos difíciles y porque confiaron en mí.

A MIS SOBRINOS

Ximena, Riky, y Alex., por que son un motivo muy hermoso para seguir adelante y cuando me he encontrado abrumada ustedes han sido mi alegría.

A MIS AMIGOS

Por cada uno de los momentos alegres y tristes que pase con cada uno de ustedes (Pablo, Elías, Martha, Cesar (Gordo), Lupita, Sandra S., Sandra D., Abdiel, Mireya, Homero, Marco, Rosquilla) y todos que los que en este momento no recuerdo.

A DANIEL RUIZ PEREZ

Por ser una motivación muy especial para poder alcanzar este momento, y por llenar mi vida de amor y alegría, por estar a mi lado en todos los momentos difíciles, por todo lo que pueda venir para los dos. Y por ser el hombre que amo.

A LA UNAM

Por brindarme el honor y la oportunidad de pertenecer a ella.

A LA FES CUAUTITLAN

Por darme la oportunidad de adquirir conocimientos valiosos en el área profesional.

AL UNIGRAS (Unidad de Investigación de Granos y semilla de la UNAM)

Por permitirme desarrollar este trabajo en el área de entomología y en especial al Dr. Sergio Jiménez y a MC. Martha Quezada por su tiempo dedicado a este trabajo

A EL DR. ADOLFO EDUARDO OBAYA VALDIVIA.

Por su tiempo dedicado a la realización de este trabajo; por ser una persona muy dedicada a su trabajo ya que gracias a usted es posible este trabajo.

Y a todas aquellas personas que se escapan de mi pensamiento y que en algún momento me apoyaron durante la carrera o bien su labor ha sido significativa para la realización de este trabajo.

ÍNDICE.

	Pág.
1. OBJETIVOS	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. GENERALIDADES.	
3.1. INSECTOS DE ALMACÉN.	
3.1.1. PRINCIPALES PLAGAS DE INSECTOS DE ALMACÉN.....	6
3.2. MÉTODOS DE CONTROL.	
3.2.1. CONTROL LEGAL.....	12
3.2.2. CONTROL BIOLÓGICO.....	13
3.2.3. CONTROL FÍSICO.....	15
3.2.4. CONTROL NATURAL.....	16
3.2.5. CONTROL QUÍMICO.....	17
3.2.5.1 INSECTICIDAS DE USO COMÚN.....	19
3.2.6. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.....	27
3.3. SEMIOQUÍMICOS.	
3.3.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	28
3.3.2. USO DE SEMIOQUÍMICOS EN EL MANEJO DE INSECTOS DE ALMACÉN.....	30
3.4. CONDIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL (ESPECIAS).	
3.4.1. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	32
3.4.2. USO DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN EL MANEJO DE INSECTOS DE ALMACÉN.....	36
4. MATERIALES Y MÉTODOS.	
4.1. CRÍA DE INSECTOS.....	38
4.2. DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO.....	39
4.3 EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL DISPOSITIVO PARA ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO DE <i>T. CASTANEUM</i> ATRAVÉS DE PRUEBAS DE LIBRE ELECCIÓN.....	41
4.3.1 DETERMINACIÓN DE LA RESPUESTA DE <i>T. CASTANEUM</i> A LA POLARIDAD DE LA TIERRA (GEOTROPISMO).....	41

4.3.2. DETERMINACIÓN DE LA RESPUESTA DE <i>TRIBOLIUM CASTANEUM</i> A TRIGO QUEBRADO (SUSTRATO ALIMENTICIO) Y FRIJOL FLOR DE MAYO COMERCIAL QUEBRADO (SUSTRATO NO ALIMENTICIO).....	42
4.3.3. DETERMINACIÓN DE LA RESPUESTA DE <i>TRIBOLIUM CASTANEUM</i> A TRIGO QUEBRADO Y TRIGO ENTERO.....	43
4.4. DETERMINACIÓN DE LA PREFERENCIA DE <i>T. CASTANEUM</i> A DIFERENTES CONCENTRACIONES (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) DE LOS 12 CONDIMENTOS VEGETALES OFRECIDOS EN PRUEBAS DE LIBRE ELECCIÓN.	43
4.4.1. CONCENTRACIONES DE (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) OFRECIDAS POR SEPARADO EN UNA PRUEBA DE LIBRE ELECCIÓN.....	44
4.4.2. LAS 6 CONCENTRACIONES (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) OFRECIDAS SIMULTANEAMENTE (JUNTAS) EN PRUEBAS DE LIBRE ELECCION.....	45
4.5. ESTUDIAR EL EFECTO DE LOS CONDIMENTOS VEGETALES EN LA EMERGENCIA DE ADULTOS <i>T. CASTANEUM</i>	46
5. RESULTADOS Y DISCUSION.	
5.1. EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL DISPOSITIVO PARA ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO DE <i>T. CASTANEUM</i> A TRAVÉS DE PRUEBAS DE LIBRE ELECCIÓN.....	47
5.1.1. DETERMINACION DE LA RESPUESTA DE <i>T. CASTANEUM</i> A LA POLARIDAD DE LA TIERRA(GEOTROPISMO).....	47
5.1.2. DETERMINACION DE LA RESPUESTA DE <i>T. CASTANEUM</i> A TRIGO QUEBRADO (ALIMENTO) Y FRIJOL QUEBRADO (NO ALIMENTO).....	48
5.1.3. DETERMINACIÓN DE LA PRUEBA DE <i>TRIBOLIUM CASTANEUM</i> A TRIGO QUEBRADO Y TRIGO ENTERO.....	49

5.2. DETERMINACIÓN DE LA PREFERENCIA DE *T. CASTANEUM*
A DIFERENTES CONCENTRACIONES (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m))
DE LOS 12 DIFERENTES CONDIMENTOS VEGETALES EN
PRUEBAS DE LIBRE ELECCIÓN. 50

5.2.1. CONCENTRACIONES (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m))
OFRECIDAS POR SEPARADO EN UNA PRUEBA DE
LIBRE ELECCIÓN..... 51

5.2.2. CONCENTRACIONES (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m))
OFRECIDAS AL MISMO TIEMPO (JUNTAS) LAS
6 CONCENTRACIONES(0.0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6(m/m)).... 63

5.3. EFECTO DE LOS CONDIMENTOS VEGETALES EN
LA EMERGENCIA DE ADULTOS *T. CASTANEUM*..... 77

5.4 DETERMINACIÓN DE RELACIÓN ENTRE EL PRINCIPIO ACTIVO
DE LAS PLANTAS DE ORIGEN NATURAL (CONDIMENTOS) Y EL
COMPORTAMIENTO EXHIBIDO POR
T.CASTANEUM..... 84

6. CONCLUSIONES..... 87

7. REFERENCIAS..... 91

8. GLOSARIO..... 94

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivos generales

- a. Evaluar la efectividad del dispositivo (Olfactómetro) para estudiar el comportamiento de *T. castaneum* a través de pruebas de libre elección⁽¹⁾.
- b. Determinar el efecto de compuestos derivados de plantas naturales (12 diferentes condimentos) en el comportamiento del gorgojo castaño de la harina, *Tribolium castaneum*.

1.2. Objetivos particulares

- a. Determinar la respuesta de *T. castaneum* a la polaridad de la tierra (geotropismo).
- b. Determinar la respuesta de *T. castaneum* a un sustrato alimenticio y otro no alimenticio.
- c. Determinar la respuesta de *T. castaneum* a trigo quebrado y trigo entero.
- d. Determinar la preferencia de *T. castaneum* a trigo quebrado tratado con polvo de tejido molido del condimento, ofrecido en diferentes concentraciones (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) ofrecidas por separado para cada uno de los 12 condimentos, en pruebas de libre elección.
- e. Determinar la preferencia de *T. castaneum* a trigo quebrado tratado con polvo de tejido molido del condimento, ofrecido en diferentes concentraciones (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) ofrecidas simultáneamente para cada uno de los 12 condimentos, en pruebas de libre elección.
- f. Estudiar el efecto de los compuestos derivados de plantas naturales (12 diferentes condimentos) en la emergencia de adultos *T. castaneum*.
- g. Observar si hay alguna relación entre el principio activo de las plantas de origen natural (condimentos) estudiadas y el comportamiento exhibido por *T. castaneum*.

⁽¹⁾ Pruebas de libre elección: es la forma que permite al insecto elegir por medio del olfato, su alimento o bien su lugar para ovipositar. (Nora Saim and Clifton E. Melona. *J. stored Prod.* 1986 22: 3 p: 142.)

2. INTRODUCCIÓN.

Según el entomólogo ruso N.N.Bogdanor Kont'Kov ⁽³⁾ más de 68,000 especies diferentes de insectos pueden causar daño al hombre, animales domésticos, plantas y a una gran variedad de materiales. Se ha determinado que la pérdida debida a las plagas de insectos, si no fueran sistemáticamente controladas, sería de un tercio de la producción mundial de alimentos. Únicamente en la etapa de almacenamiento, los granos, semillas y sus productos derivados están sujetos a sufrir pérdidas cuantitativas y cualitativas de consideración por un número reducido de especies de insectos.

Las especies de mayor importancia como plagas de almacén pertenecen a una de las siguientes familias: Bostrichidae, Bruchidae, Cucujidae, Curculionidae, Dermeestidae, Silvanidae, Tenebrionidae, Pyralidae y Gelechiidae. Entre las principales plagas de insectos de almacén unas quince especies de gorgojos y palomillas de entre las cuales destacan tres especies de picudos; el picudo del maíz *Sitophilus zeamais*, el picudo de los graneros *S. granarius*, el picudo del arroz *S. Oryzae*; además de *Prostephanus* barrenillo del maíz, *Rhyzopertha* barrenillo del trigo, la palomilla dorada de los cereales *Sitotroga cerealella* en el arroz sorgo, mijo y trigo, el gorgojo pinto del frijol *Zabrotes*. Como plagas secundarias de mayor importancia, *Oryzaephilus surinamensis* gorgojo aserrado en cereales almacenados, *Cryptolestes* gorgojo de los granos y los falsos gorgojos de la harina: *Tribolium castaneum* (Herbst) gorgojo castaño de la harina y *Tribolium confusum* gorgojo confuso de la harina ⁽⁴⁾.

Bajo condiciones óptimas las poblaciones de *T. castaneum* y *T. confusum* pueden incrementarse a tasas superiores de 70 a 100 veces al mes; más rápido

⁽³⁾ Melnikov N. Chemistry of Pesticides. *Residue Reviews*, 1971. 36 p:17,35.

⁽⁴⁾ Helmut F. Van Emdem. *Control de plagas y su ecología*. Ediciones Omega. Barcelona. 1977. p:125.

que aquellas registradas para cualquier otra plaga de almacén. Estas especies son a menudo uno de los primeros insectos en recolonizar un producto después de que ha sido fumigado. *T. castaneum* es común en regiones tropicales y templadas calientes, mientras que *T. confusum* es común y ampliamente distribuida en zonas templadas. Ellos no se reproducen con rapidez en granos limpios y sin daños, pero son muy problemáticos en harina, cereales molidos, casi todas las clases de material seco de origen animal, vegetal, y alimentos procesados; a menudo producen persistentes olores desagradables permaneciendo en los productos como un resultado de la excreción de benzoquinonas. Un consumo repetido de estos materiales contaminados constituye riesgos para la salud tanto de humanos como de animales. Los cuales ocasionan daños de consideración tanto a la calidad como a la cantidad de estos productos ⁽⁵⁾, afectando así el valor nutritivo, sanitario y monetario de estos productos.

A este respecto, la práctica más común para combatir estas plagas ha sido la utilización de compuestos químicos tales como insecticidas sintéticos y fumigantes. Sin embargo, el uso indiscriminado y en algunos casos innecesario de estos productos químicos los han hecho resistentes ^(6, 7), dando lugar al surgimiento de nuevas plagas y resurgimiento de las especies plaga ya presentes, que ocasionan daños más severos ⁽⁸⁾.

Por el hecho de que los plaguicidas son por diseño biológicamente activos y su uso representa mayores riesgos de contaminación de los alimentos, es

⁽⁵⁾ Ramirez, G.M. *Almacenamiento y conservación de granos y semillas*. Ed. C. E. C. S. A. México. 1974.

⁽⁶⁾ Champ, B. R. Occurrence of resistance to pesticides in grain atorage pests. in: *Pesticides of Humid Tropical Grain Storage System*. B. R. Champ and E. Hagley (eds.) *ACIAR Proceedings No. 14*. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. 1985. p: 229-255

⁽⁷⁾ Taylor. R. W. D. Phosphine- a major grain fumigant at risk. *Int. Pest Control*. 1989.31

⁽⁸⁾ Metcalf, R. L. Insecticide in pest management. In: *Introduction to Insect Pest Management* (edited by Metcalf, R. L. and W. H. Luckmann). John Wiley and Sons, New York. 1994. p: 245-314.

necesario el uso más adecuado de ellos, lo que incluye la reducción del número de aplicaciones, así como reemplazarlos por métodos alternativos de control.

Considerando la situación anterior, es necesario y urgente que se exploren nuevos métodos alternativos al control químico tradicional, que sean efectivos, ecológicamente compatibles y más seguros para el control de estas especies de insectos de almacén y al mismo tiempo que puedan disminuir los riesgos en la contaminación de alimentos y en la salud de los consumidores, que pueden ocasionar los insecticidas químicos tradicionales.

De este modo, la exploración y el estudio de compuestos naturales o metabolitos secundarios de las plantas ofrecen importantes perspectivas en la manipulación⁽⁹⁾ del comportamiento de los insectos de almacén.

Durante su evolución, las plantas han desarrollado mecanismos de sobrevivencia que les han permitido adaptarse a variadas presiones de selección ejercidos por insectos fitófagos ⁽¹⁰⁾. Uno de estos mecanismos consiste en la síntesis de compuestos químicos los cuales son almacenados en diferentes estructuras de la planta ⁽¹¹⁾, principalmente aquellas relacionadas con la reproducción tales como flores, frutos y semillas. Estos metabolitos secundarios, son utilizados por la planta en forma de estímulos atrayentes y repelentes o disuasivos así como sustancias químicas nocivas que interfieren con el desarrollo de los insectos fitófagos ⁽¹²⁾. Además de que estos compuestos representan ventajas de adaptación para la planta, también son de gran importancia para el hombre al ser utilizados con fines culinarios como

⁽⁹⁾ Manipulación de insectos: modificación del entorno físico y/o químico del insecto para manejarlo de acuerdo al interés que se requiera.

⁽¹⁰⁾ Futuyma, D.J. and Slatkin, M. eds.. Coevolution. Sinauer, Sunderland, MA. 1983

⁽¹¹⁾ McKaey, D. Adaptive patterns in alkaloid physiology. *Amer. Natur.* 1974. 108:305-320.

⁽¹²⁾ Metcalf, R. L. Insecticide in pest management. In: *Introduction to Insect Pest Management* (edited by Metcalf, R. L. and W. H. Luckmann). John Wiley and Sons, New York. 1994. p: 245-314.

condimentos o especias, así como en el reestablecimiento del ecosistema en algunos cultivos utilizados como bioplaguicidas (actualmente ocupan sólo 1.4% del mercado mundial de protección de cultivos) (Una propuestas de Bernilabs), en la medicina, en el curtimiento de cueros y pieles.

Los metabolitos secundarios derivados de plantas son compuestos químicos pueden ser utilizados en el rompimiento de los patrones normales de comportamiento asociados a los procesos de apareamiento, oviposición, alimentación, y desarrollo de los insectos fitófagos ⁽¹³⁾. La implementación de nuevas metodologías utilizando compuestos modificadores del comportamiento, pueden aplicarse individualmente o incorporarse a programas de manejo integrado de plagas ⁽¹⁴⁾. De este modo, la exploración y estudio de compuestos naturales producidos por las plantas son de crucial importancia ya que ofrecen importantes perspectivas en la manipulación de los insectos plaga de almacén dentro de los programas de manejo integrado de plagas.

El trabajo que a continuación se presenta tiene el propósito de buscar nuevos métodos alternativos al control químico tradicional en el combate de insectos. Estos métodos se buscan que sean económicamente costeables y ecológicamente compatibles; lo que representa beneficio a la sociedad y al medio ambiente. De este modo, se estará en mejores posibilidades de reducir los riesgos en la contaminación de alimentos y en la salud de los consumidores.

¹³ Qi, Y, T., and Burkholder. W. E. Protection of stored wheat from the granary weevil by vegetable oils. *J. of Econ. Entomol.* **1981**. *74*.-502-505.

⁽¹⁴⁾ Howse, P., Stevens, Y., and Jones, O. *Insects pheromones and their use in pest management*. Chapman and Hall. London. **1998**. p: 369 .

3. GENERALIDADES

3.1. INSECTOS DE ALMACÉN.

Cuando existen condiciones ambientales de temperatura y humedad adecuadas dentro de un almacén de granos y semillas, propician el desarrollo de diversos factores que pueden ser de origen biótico como los insectos, en donde poco a poco se pueden ir formando plagas difíciles de controlar. Además consumen grandes cantidades de granos y semillas, afectando el valor nutritivo, sanitario y monetario de estos productos, al alterar la calidad y modificar el ambiente en el cual se desarrollan, haciéndolo propicio para que otros organismos nocivos (hongos-factores abióticos) se desarrollen; además, contaminan los granos y sus productos con sus cuerpos, excrementos y otros desechos metabólicos.

3.1.1. PRINCIPALES PLAGAS DE INSECTOS DE ALMACEN.

De acuerdo al daño que ocasionan a los granos y a las semillas los insectos se clasifican en tres categorías:

a) Plagas Primarias.

Son aquellas especies de insectos que debido a las actividades de oviposición, desarrollo y alimentación, producen un daño directo a los granos y semillas perforándolos. Estos insectos son los que ocasionan mayores pérdidas en los granos.

Las siguientes plagas de insectos presentan características de plagas primarias:

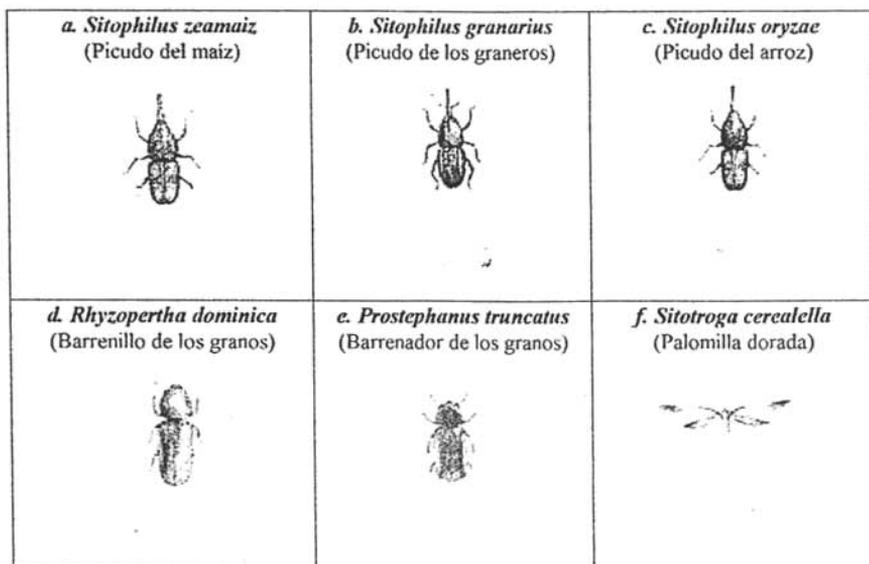


Figura 3.1. Aquí se muestran algunos insectos que representan plagas con características primarias para los granos en el almacén.

Familias de insectos primarios:

- Familia Curculionidae, pertenecen al genero *Sitophilus* e infestan una gran variedad de granos y semillas del grupo de los cereales. Entre las especies mas importantes se encuentran el picudo del maíz, *Sitophilus zeamais* (Figura 3.1a) y el picudo del arroz *Sitophilus oryzae* (Figura 3.1b) y el picudo de los graneros *Sitophilus granarius* (Figura 3.1c).
- Familia Bostrichiade, dos especies de barrenadores de los granos *Rhyzopertha dominica* barrenillo del trigo (Figura 3.1d) que ataca trigo, sorgo y arroz y *Prostephanus truncatus* (Figura 3.1e) barrenador del maíz.
- Familia Gelechiidae, es la palomilla dorada de los cereales. *Sitotroga cerealella* (Figura 3.1f) encontrada en granos de maíz, trigo, arroz, sorgo y mijo.
- Familia Bruchidae, son gorgojos de las leguminosas. El gorgojo pardo del frijol *Acanthoscelides obtectus* ataca a la vaina y semillas del frijol y El gorgojo pinto del frijol *Zabrotes subfasciatus* atacan directamente sobre la semilla del frijol.

b) Plagas Secundarias.

Son aquellas especies de insectos que invaden a los granos una vez que han sido dañados por plagas primarias. Se alimentan y se desarrollan en el endospermo y del embrión que ha sido expuesto por las perforaciones que producen las plagas primarias. Además, atacan grano quebrado, harinas y otros alimentos procesados. Su ciclo de vida completo lo realizan fuera de los granos.

Las siguientes plagas de insectos presentan características de plagas secundarias:

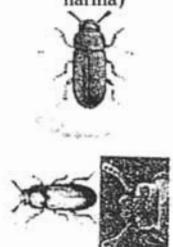
<p><i>a. Tribolium castaneum</i> (Gorgojo castaño de la harina)</p> 	<p><i>b. Tribolium confusum</i> (Gorgojo confuso de la harina)</p> 	<p><i>c. Anagasta kuehniella</i> (Palomilla mediterránea de la harina)</p> 
<p><i>d. Cryptolestes ferrugineus</i> (Gorgojo rojizo de los granos)</p> 	<p><i>e. Oryzaephilus surinamensis</i> (Gorgojo aserrado)</p> 	<p><i>f. Trogoderma granarium</i> (Gorgojo de los cereales)</p> 
<p><i>g. Ephestia elutella</i> (Palomilla del tabaco)</p> 	<p><i>h. Ephestia cautella</i> (Palomilla de la almendra)</p> 	<p><i>i. Plodia interpunctella</i> (Palomilla india)</p> 

Figura 3.2. Aquí se muestran algunos insectos que representan plagas con características secundarias para los granos en el almacén.

Familias de insectos secundarios:

- Familia Tenebrionidae. Pertenecen a esta familia, gran cantidad de escarabajos con aproximadamente 10,000 especies conocidas, de las cuales 100 han sido encontradas asociadas a productos almacenados.

Las infestaciones por los tenebrionidos a menudo producen persistentes olores desagradables permaneciendo en los productos como un resultado de la excreción de benzoquinonas. Un consumo repetido de estos materiales contaminados constituye riesgos para la salud tanto de humanos como de animales.

Muchas especies de *Tribolium* han sido registradas en bodegas, pero las más importantes son sin duda los falsos gorgojos de la harina *Tribolium castaneum* (Herbst) gorgojo castaño de la harina (Figura 3.2a) y *Tribolium confusum* gorgojo confuso de la harina (Figura 3.2b)⁽¹⁵⁾. Ambas especies son cosmopolitas, siendo *T. castaneum* más común en regiones tropicales y templadas calientes, mientras que *T. confusum* no es común en áreas tropicales, pero si es común y ampliamente distribuida en zonas templadas. Estas especies miden 3 a 10 mm. de longitud y son de color café-rojizo. Estas especies pueden ser diferenciadas una de la otra por la distancia que hay entre los ojos, la cual es más angosta en *T. castaneum* y más amplia en *T. confusum*, cuando son vistas ventralmente. En la mayoría de las regiones del mundo una de las dos especies puede ser la plaga secundaria más importante de productos almacenados. Estos incluyen casi todas las clases de material seco de origen animal y vegetal, pero especialmente cereales y sus productos. Ellos no se reproducen con rapidez en granos limpios y sin daños, pero son muy problemáticos en harinas, cereales molidos, alimentos de animales, y alimentos procesados.

⁽¹⁵⁾ Helmut F. Van Emdem. *Control de plagas y su ecología*. Ediciones Omega. Barcelona. 1977. p: 125

Los adultos de *T. castaneum* pueden vivir por varios meses, aún por varios años bajo condiciones templadas. Las hembras ponen de 2 a 10 huevecillos diariamente a lo largo de su vida. El desarrollo puede ser muy rápido; su ciclo de vida puede ser completado en aproximadamente 21 días bajo condiciones óptimas de 35 C, 75% de HR. Además es posible que entre 22 y 40 C las poblaciones de *T. castaneum* puedan incrementarse a tasas superiores de 70 a 100 veces al mes; más rápido que aquellas registradas para cualquier otra plaga de almacén. Los efectos de la temperatura y humedad para su desarrollo fueron estudiados por Howe ⁽¹⁶⁾ Ambas especies están listas para dispersarse en cualquier momento y buscar nuevas fuentes de alimento sin la intervención humana. Dando como resultado, que estas especies son a menudo uno de los primeros insectos en recolonizar un producto después de que ha sido fumigado.

- Familia silvanidae. El gorgojo aserrado del grano, *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Figura 3.2e) y el gorgojo mercator *Oryzaephilus mercator* (Fauvel) atacan granos almacenados, cereales, frutas secas, granos oleaginosos y materiales con alto contenido de aceite.
- Familia Cucujidae. El gorgojo plano de los granos *Cryptolestes pusillus* (Schonherr) y el gorgojo rojizo de los granos *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Figura 3.2d) infestan cereales.
- Familia Anobiidae. El escarabajo de tabaco, *Lasioderma serricorne* (F), y el escarabajo de las droguerías, *Stegobium paniceum* (L), atacan al tabaco, nueces, granos, especias, leche en polvo además de materiales secos de plantas y animales.

⁽¹⁶⁾ Howse, P., Stevens, Y., and Jones, O. *Insects pheromones and their use in pest management*. Chapman and Hall. London. .1998. p: 369 .

- **Familia Dermestidae.** El gorgojo *Khapra*, *Togoderma granarium*(Figura 3.2f), es una plaga que ataca cereales, semillas oleaginosas, es una de las plagas de almacén más temidas en el mundo.
- **Familia Pyralidae.** Especies de palomilla (Orden Lepidóptera) como la palomilla India de la harina, *Plodia interpunctella* (hubner) (Figura 3.2i); la palomilla de la almendra, *Cadra cautella* (Walker); palomilla del tabaco, *Ephestia elutella* (Hubner) (Figura 3.2g), y la palomilla mediterránea de la harina, *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Figura 3.2c); se alimentan de frutas secas, nueces, granos y sus productos, así como de productos secos de plantas, insectos muertos, leche en polvo, especias, harinas de cereales, etc.

c) Plagas Terciarias.

Son aquellas especies de insectos que se alimentan de residuos de harina y excretas que producen las plagas primarias y secundarias, y de hifas, esporas de hongos que se desarrollan en el almacén. La presencia de estas plagas indica muy malas condiciones de almacenamiento.

Las siguientes plagas de insectos presentan características de plagas terciarias:

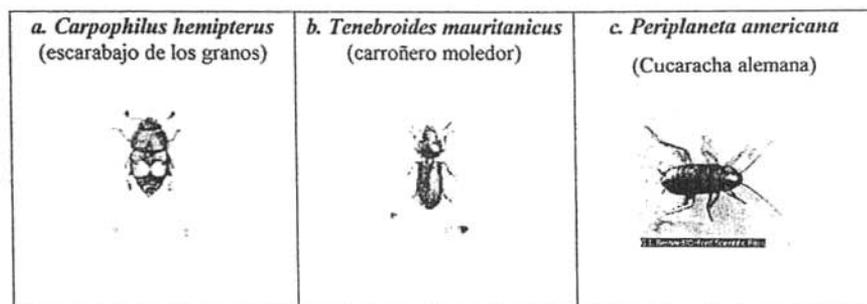


Figura 3.3. Aquí se muestran algunos insectos que representan plagas con características terciarias para los granos en el almacén.

Familias de insectos terciarios:

- Familia Nitidulidae. La especie *Carpophilus hemipterus* (Figura 3.3a) encontrados en cereales, semillas oleaginosas, cocoa, nueces y muchos otros productos.
- Familia Tenebroidae. Especie *Tenebrio molitor*, son las más comúnmente registradas en bodegas. Usualmente actúan como saprófagos (carroñeros).
- Familia Trogossitidae. *Tenebroides mauritanicus* (L.) (Figura 3.3b), encontrada en productos almacenados, cereales y semillas oleaginosas. Esta especie es más a menudo encontrada en residuos de productos mal secados.
- Familia Blattaria (o Blattodea). Especies de cucarachas encontrados en granos y cereales almacenados *Blattella germanica* (cucaracha alemana) y *Periplaneta americana* (Figura 3.3c) (cucaracha americana).

3.2. MÉTODOS DE CONTROL.

3.2.1. CONTROL LEGAL.

El control legal no es en sí un método propio de control sino que representa un esfuerzo legal.

- Cuarentena: En muchos países existen leyes de cuarentena que permiten la inspección en el punto de entrada de cualquier producto que pudiese albergar plagas foráneas, y que exigen el aislamiento de cualquier especie importada con fines de investigación (como por ejemplo en control biológico). Aunque en la Dirección General de Sanidad Vegetal en México⁽¹⁷⁾ se informa que para las plagas cosmopolitas no hay cuarentena.
- Erradicación: Las plagas más serias pueden estar sujetas a una orden de notificación por la que todo lugar de almacenaje en donde se sospeche la

⁽¹⁷⁾ La supresión, contención o erradicación de una población de plagas, (NOM-017-FITO- 1995)

posible aparición de plagas tiene que ser notificado a las autoridades competentes, para que éstas se ocupen de erradicarlas.

- **Certificación:** Determinadas plantas, semillas, tubérculos, etc., están sujetos a plagas o enfermedades especiales las cuales pueden ser vendidas únicamente cuando se encuentren libres de dichos problemas. Una serie de leyes prohíbe la venta de granos infestados por varias plagas. Aunque muchas veces esta orden es violada y hay comercialización de estos productos en detrimento de la salud de los consumidores.

3.2.2. CONTROL BIOLÓGICO.

Consiste en liberar organismos que depreden (depredadores), infecten (parasitoides, hongos), o maten (microorganismos) de alguna manera a las plagas que se desean controlar; ya que estos organismos vivos son considerados sus enemigos bajo condiciones naturales, mismas que el hombre cultiva y pone en contacto con las plaga para que la controle.

Los objetivos principales del control biológico son: Combatir plagas sin provocar contaminación ambiental, disminuir el uso de productos químicos que generen acumulación de residuos tóxicos, evitar resistencia en organismos y, proteger a los organismos benéficos o enemigos naturales de las plagas.

Para este control de plagas se usan por lo general enemigos naturales depredadores, parásitos y patógenos. Los insectos de almacén están sujetos a la infección por numerosos organismos patógenos, incluyendo bacterias, protozoarios y virus. Estos microorganismos proporcionan cierto control natural en insectos-plaga de almacén y algunos muestran características importantes como agentes de control biológico.

Los grupos de microorganismos patógenos de insectos que están siendo estudiados actualmente como agentes de control de insectos plaga, son:

- a. **Protozoarios**; estos generalmente producen enfermedades caracterizadas por debilitamiento crónico que reduce el crecimiento de la población, incrementando la mortalidad, reduciendo el desarrollo y la fecundidad de los insectos hospederos, por ejemplo; la virulencia de la especie *Mattesia trogodermae*. Infectan a larvas de *Trogoderma glabrum* (Herbst) ⁽¹⁸⁾, otra especie de protozoario del género *Noesema* white Weiser es un patógeno del género *Tribolium* y es capaz de infectar a la especie *O. surinamensis*, este patógeno reduce la velocidad de desarrollo de *T. castaneum* ⁽¹⁹⁾.
- b. **Bacterias**, la bacteria patógena de insectos mejor conocida es *Bacillus thuringiensis* Berliner produce enfermedades debido a que sus cristales proteínicos que son tóxicos a larvas de diferentes órdenes de insectos. Sus preparaciones son inocuas y pueden aplicarse poco antes de la recolección de los productos, por ejemplo se observó que los cristales proteínicos son más tóxicos para *C. caudella* y *P. interpuntella* cuando es aplicado al maíz y trigo almacenado en forma de suspensión acuosa o en polvo ⁽¹⁴⁾. Es efectivo aplicado en grano almacenado a granel o aplicado en una capa superficial de 10 cm de espesor, y persiste bajo condiciones de almacén por lo menos 1 año ⁽²⁰⁾.
- c. **Virus** estos se aplican en suspensiones muy diluidas; la utilización de estos productos ha sido limitada, ya que se considera que estos pueden permanecer en los frutos y ser ingeridos en los alimentos; entre los virus patógenos están los granulo-virus de *P. interpuntella* (PVG) y un virus

⁽¹⁸⁾ Schwalbe, C. P., G. M. Boush, and W. E. Burkholder. Factors influencing the pathogenicity and development of *Mattesia trogodermae* infecting *Trogoderma galabrum* by using pheromone luring for protozoan pathogen dissemination. *Journal of Economic Entomology*. 1973. 70: 469-474.

⁽¹⁹⁾ Miller, R.J. *Nosema whitei*, a microspodian pathogen of some species of *tribolium* III. Effects on *T. castaneum*. *J. invertebr. Pathol.* 1972. 23: 248-255

⁽²⁰⁾ McGaughey, W. A. and R. A. Kinsinger. Susceptibility of Angoumois grain moth to *Bacillus thuringiensis*. *J. Econ. Entomol. Supp.* 1978. 8: 21-27

núcleo-poliédrico de *C. cautella* (CPV) ⁽²¹⁾. Por ejemplo a una concentración de 8.6×10^4 capsulas de dieta PVG ocasionó la muerte del 96% de una población de larvas de *P. interpunctella* expuesta 25 días ⁽²²⁾. Una solución acuosa de (PVG) protegió efectivamente cacahuates, nueces y pasas contra infestaciones de *P. interpunctella*, fue aplicado a estos productos a granel.

3.2.3. CONTROL FÍSICO.

Este tipo de control intenta reducir las poblaciones de las plagas de almacén utilizando prácticas que afecten, o alteren su medio ambiente físico. Las siguientes prácticas de control físico sirven para controlar plagas en sistemas de almacén:

- La disecación. Es un método para prevenir el desarrollo de las plagas y también para controlar bacterias, hongos, ácaros e insectos cuando el secado (puede ser por simple aireación o por medio de disecadores que condensan la humedad del aire en superficies frías) es posible sin causar daño al grano.
- El enfriamiento. Es un método a temperaturas bajas (únicamente pocas especies de insectos de almacén pueden desarrollarse por debajo de 15 °C, y ninguna a 10 °C) y depende de la duración del tiempo en que se mantenga esta temperatura, este método consume mucha energía, dependiendo del volumen y el peso del grano, por lo que no es económico ni recomendable en lugares tropicales.

²¹ Hunter, D. K. and D. F.Hoffman. 1972. Cross infection of a granulosis virus of *Cadra caudella*, with observations of its ultra-structure in infected cell of *Plodia interpunctella*. *J. Interbr Pathol.* **20**: 4-10.

²² Helmut F. Van Emdem. *Control de plagas y su ecología*. Ediciones Omega. S.A. Barcelona. 1977. p: 125

- El calentamiento. Es una alternativa viable si se tiene contemplado usar calor para controlar las plagas, es importante que las construcciones sean planeadas para la instalación de los calentadores con una buena capacidad de circulación.
- Ondas de Radio. Pueden aumentar la temperatura del grano a temperaturas letales en segundos. La sensibilidad de los diferentes estados de desarrollo en el insecto varía considerablemente.
- Radiación ionizante. Pude ser utilizada directamente o indirectamente induciendo cambios genéticos de las poblaciones. El control genético involucra la liberación de un número suficiente de insectos machos estériles irradiados para competir exitosamente con los machos de la población natural; la mayoría de las hembras depositaran huevecillos estériles. Esta técnica puede utilizarse para el control de insectos de almacén aunque solo sea únicamente contra una especie, lo que la hace difícil de utilizar, en situaciones donde existan varias especies presentes.

3.2.4. CONTROL NATURAL.

Es la competencia intraespecífica, es decir, entre miembros de una misma especie, se diferencia de la interespecífica o competencia entre miembros de especies distintas dentro de una misma comunidad, como Darwin previó en su teoría de la selección natural. Ya que la "intensidad de la competencia intraespecífica depende de la densidad de población (a más población, más competencia), puede ser un importante factor regulador de las poblaciones..."⁽²³⁾.

⁽²³⁾ *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2000*. © Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos. 1993-1999

La competencia entre especies distintas aumenta si los grupos que compiten tienen necesidades similares y suele culminar en el desplazamiento de una de las especies. La presencia de un depredador (Control Biológico) puede reducir la competencia interespecífica entre poblaciones de dos especies, sobre todo si su presa es la dominante. Los organismos colonizadores, frecuentemente introducidos por el hombre, pueden forzar la extinción de las especies nativas.

3.2.5. CONTROL QUÍMICO.

Los insecticidas probablemente son las principales armas en el manejo de insectos plaga: fumigación con insecticidas gaseosos, tratamientos de espacios con insecticidas de contacto sin efectividad residual, y tratamiento con insecticidas residuales ⁽²⁴⁾.

Fumigación es el método más usual para combatir insectos de almacén. Los fumigantes son compuestos químicos los cuales a una temperatura y presión requerida pueden existir como un gas en una concentración suficiente para ser letal a una determinada plaga. Están caracterizados por una buena capacidad de difusión y penetración. Son particularmente útiles para el control de plagas de granos almacenados que se desarrollan en el interior del grano. Existe un número de materiales con características deseables para la fumigación aunque es limitado a pocos productos los más importantes son: ácido fosfórico, bromuro de metilo, cianuro de hidrógeno y óxido de etileno (el último controla microorganismos e insectos pero afecta severamente la germinación de semillas). Además de estos fumigantes gaseosos, algunos fumigantes líquidos, dibromuro de etileno, dicloruro de etileno y dicloruros, etc. son usados para tratamientos en manchas o en otras situaciones, donde las condiciones de hermetismo, no pueden ser mantenidas.

⁽²⁴⁾ Georghion, G. P. and Mellon R. B. *Pesticide resistance in time and space*, 809 In: Georghion, G. P. and Saito T. (eds). Plenum Press. New York. 1983.

Fumigación en mancha. (Principalmente con dibromuro de etileno) está designada para eliminar insectos dentro del equipo procesador de alimentos secos. Usualmente está combinada con un insecticida para tratamiento de espacio ⁽²⁵⁾, para controlar infestaciones fuera del equipo (silos).

Tratamiento de espacio. Se refiere a la aplicación de insecticidas de contacto en forma de nebulización, aerosoles y vapores. Ellos no penetran profundamente; por lo que infestaciones escondidas no son afectadas. Los insecticidas utilizados para el tratamiento de espacios en la industria de los alimentos son la piretrinas naturales y algunos piretroides sintéticos, usualmente se combinan con el compuesto butóxido de peperonílo, con poca toxicidad a mamíferos.

Insecticidas residuales. La aplicación de estos insecticidas probablemente fue el método menos sofisticado para el control de insectos en tiempos pasados. Ahora debido al peligro de contaminación con niveles altos, el uso de estos insecticidas en almacenes es limitado a hendiduras, grietas y para tratamientos de manchas donde las plagas se esconden. Su baja toxicidad a mamíferos los hace ser insecticidas seguros en los ambientes mencionados anteriormente. Por otra parte la mayoría de los piretroides son efectivos a dosis bajas, dejando mucho menos residuos que otros insecticidas. Desafortunadamente el desarrollo de resistencia se está incrementando aún a los piretroides. Los insecticidas de contacto con acción residual son aplicados a las estructuras o almacenes vacíos para controlar infestaciones residuales. Tales tratamientos reducen marcadamente el número de insectos vivos y ácaros, pero no mata a todos ellos. En graneros, el contacto de cierta cantidad de granos con las superficies tratadas no se puede evitar. La cantidad de grano contaminada es pequeña y probablemente con bajos niveles de residualidad.

⁽²⁵⁾ Tratamiento de espacio: Nebulizaciones y vapores en espacios específicos con sopletes especiales.

La aplicación directa de un insecticida al grano es más probable que mate a todos los insectos, pero puede dejar residuos. ⁽²⁵⁾

3.2.5.1 INSECTICIDAS DE USO COMÚN.

Los plaguicidas son productos químicos capaces de aniquilar o repeler organismos que resultan dañinos al hombre o algunas de sus actividades productivas (NOM-147-SSA1 1996). La clasificación más empleada de los plaguicidas, es la que se encuentra de acuerdo a su aplicación en: insecticidas, herbicidas, acaricidas, nematocidas, roedoricidas, muloscocidas, etc.

Los insecticidas se dividen en **inorgánicos** y **orgánicos**.

a. Insecticidas inorgánicos

Los compuestos propios de la química mineral o inorgánica son los que emplea el hombre desde la antigüedad y entre ellos se encuentran:

- Derivados arsenicales.
- Azufres y derivados.
- Otros. (Fluorados y derivados, permanganato potásico).

b. Insecticidas orgánicos

-Derivados de plantas.

Un gran número de extractos vegetales, o "botánicos" como también se les conoce, encuentran actualmente una gran aplicación como plaguicidas. Poseen la ventaja de que la mayoría de ellos pasan fácilmente a compuestos inocuos, pocos días antes de su aplicación y en general exceptuando a la nicotina y estrienina, pueden ser manejados sin tomar precauciones exageradas.

⁽²⁵⁾ Osmun, J.V. Insec pest management and control, In: Baur, F.J. (ed.), *Insect Management for Food Storage and Processing*, AACC, ST. Paul Minnesota. 1984. p: 17-24.

Se tratan en general de alcaloides pero entre ellos figuran las piretrinas, rotenonas y otros compuestos que no lo son. Su estructura química es compleja y a pesar de que se han realizado enormes esfuerzos para lograr su síntesis, solo se ha podido obtener la alletrina y algunos compuestos análogos, que se emplean como sustitutos de las piretrinas.

-Aceites del petróleo (aceite mineral):

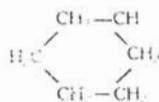
Están constituidos por una mezcla de hidrocarburos que se obtienen partir de crudos petrolíferos y a su vez se dividen en cuatro clases distintas: parafínicos, olefínicos, nafténicos y aromáticos. ⁽²⁶⁾

En la tabla 3.1 se muestran las características generales de los aceites del petróleo.

⁽²⁶⁾ Los hidrocarburos se componen solamente de carbono e hidrogeno: el petróleo, la gasolina, el benzol, son ejemplos típicos.

Los hidrocarburos parafínicos constan de cadenas lineales representadas por el esquema sencillo: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}_3$ (fórmula general: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) siendo n un numero entero cualquiera que representa el total de átomos de carbono integrantes de la fórmula.

Los nafténicos presentan fórmulas cerradas del tipo ciclohexano.



Y en los aromáticos las fórmulas son también cerradas (cíclicas), alternando enlaces dobles con sencillos, como el benceno:



TABLA 3.1. Características de los aceites del petróleo.

Modo de acción:	Ventajas:	Desventajas:	Aplicaciones:	Utilización contra:
a. Por inhalación. Asfixia, tapa los estigmas.	Poco tóxicos para el hombre. Sin resistencia.	Fototoxicidad. Incompatibilidad con otros productos.	Aceites de verano o blancos (eliminación de compuestos aromáticos).	Cítricos, ornamentales y frutales. (Cochinilla, ácaros, mosca blanca y pulgones).
b. Ovicida, no deja respirar a los huevos.	Afecta poco a los enemigos naturales.	Poca flexibilidad (mezcla específicas).	Aceites de invierno (con residuos no sulfonables, Compuestos aromáticos no saturados).	Control de frutales. (Piojo de san José, araña roja y pulgones).
c. Disgregante de la quitina.	Baratos.			

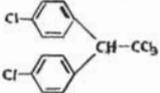
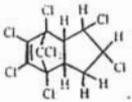
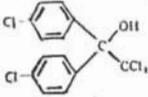
Además los insecticidas se pueden clasificar **de acuerdo a su estructura química** en cuatro grandes grupos: **1) Organoclorados, 2) Organofosforados, 3) Carbamados y 4) Otros.**

1) Organoclorados: (La mayoría están prohibidos).

Son altamente estables, característica que los hace valiosos por su acción residual contra insectos y a su vez peligrosos por su prolongado almacenamiento en la grasa de los mamíferos, además de que sus residuos son de gran persistencia en el ambiente, constituye un riesgo para la salud humana. Su modo de acción y algunos ejemplos que más se utilizaron se muestran en la tabla 3.2. ⁽²⁷⁾

⁽²⁷⁾ Villanueva-Jiménez Juan A. *Toxicología y Manejo de insecticidas*. Colegio de Postgraduados. México. 1995. p: 11-35.

TABLA 3.2. Características y ejemplos de los insecticidas organoclorados.

Modo de acción:	Ejemplos:	Estructura	Permitidos:
a. Sistema nervioso.	DDT,		La mayoría están prohibidos
b. Intercambio iónico.	Lindano (Hexacloruro de benceno(BHC)),		
	Clordano,		
	Dicofol.		

2) Organofosforados:

Actúan como insecticidas de contacto, fumigantes y acción estomacal.

Son ésteres sencillos derivados del ácido fosfórico. Su modo de acción y algunos ejemplos se muestran en la tabla 3.3. ⁽²⁸⁾

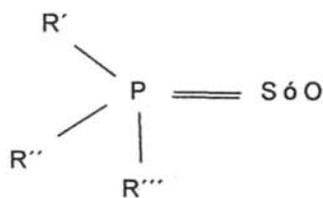
⁽²⁸⁾ Villanueva-Jiménez Juan A. *Toxicología y Manejo de insecticidas*. Colegio de Postgraduados. México. 1995. p: 37-78, 83-86.

TABLA 3.3. Características y ejemplos de los insecticidas organofosforados.

<p>Modo de acción:</p> <p>Inhíbe la acetilcolinesterasa, que produce los impulsos nerviosos.</p>	<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> -No son acumulables en el organismo. -Son volátiles, por lo que llegan bien a las plagas ocultas. -Tienen poder penetrante en la planta y sistémicos. 	<p>Aplicaciones:</p> <p>Homópteros, Chupadores Masticadores. (No es efectivo contra minadores o ácaros.)</p>	<p>Ejemplos:</p> <p>Paratión, Malatión, Dimetoato, Naled, Demetón, Azodrin.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Su estructura general es:

CUADRO 1. Grupos de estructurales de varios agentes acetilcolinesterásicos



R'	R''	R'''	Compuesto
Isopropilo	Isopropilo	Fluoruro	DFP
Isopropilo	Metilo	Fluoruro	Sarín
Pinacolilo	Metilo	Fluoruro	Somán
Dimetilamino	Etoxilo	Cianuro	Tabún
Etoxilo	Etoxilo	S-(2-trimetilamino etilo)	Equitiofato

En el Cuadro 1 se muestran las fórmulas estructurales de varios compuestos organofosforados. Estos no son persistentes en el medio ambiente, son más tóxicos para vertebrados que los organoclorados.

3) Carbamatos:

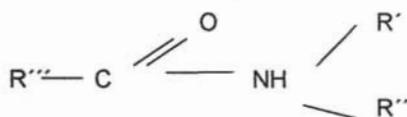
Presentan una persistencia y toxicidad intermedia entre los organoclorados y los organofosforados. Son derivados del ácido carbámico⁽²⁹⁾. En la tabla 3.3 se presentan algunos ejemplos y características de los insecticidas carbámicos.

Tabla 3.3. Características y ejemplos de los insecticidas carbámicos.

Modo de acción:	Características:	Ejemplos:
Inhibición de la acetilcolinesterasa.	-Por contacto o ingestión: -No son volátiles. Buenos contra minadores Sistémicos.	BUX, MAPAM, Metomilo, Carbaryl Kevin.

Los insecticidas carbámicos se distinguen por su carácter de selectividad, ya que pequeñas modificaciones en su estructura hacen que el producto tenga actividad contra algunas especies de insectos. Otra característica, es la falta de correlación que existe entre la actividad tóxica sobre diversos insectos y la toxicidad en mamíferos.

Presentan la siguiente fórmula general:



En la que R' y R'' Pueden ser hidrógeno o radicales metil, etil, propil o una cadena alifática corta.

R''' puede ser una cadena alifática, un radical fenil, naftaleno, un anillo cíclico o heterocíclico.

(29) Villanueva-Jiménez Juan A. *Toxicología y Manejo de insecticidas*. Colegio de Postgraduados. México. 1995. p: 115-126.

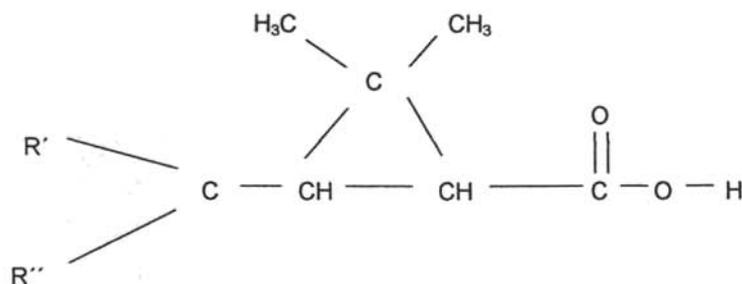
4) Otros

Piretroides:

Derivados naturales o sintéticos de la **piretrina**. Es un insecticida de contacto obtenido de flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium* (compositae) ⁽³⁰⁾.

Usados en agricultura ecológica.

Su estructura general es:



En donde R' R'' representan radicales orgánicos y otros y X un grupo oxidrilo o hidroxilo.

En la tabla 3.4 se muestran las propiedades y características de las Piretrinas sintéticas:

Tabla 3.4. Características y ejemplos de los piretroides

Modo de acción:	Propiedades:	Ejemplos:
Atacan al sistema nervioso (parálisis nerviosa y convulsiones).	<ul style="list-style-type: none">- No son solubles en agua, no sistémicos.- Actúan principalmente por contacto.- Poco tóxicos en aves y mamíferos.- Muy tóxicos en peces.- Afectan a la fauna útil. Ataca a la mosca blanca, pulgones y larvas de lepidópteros.	Aletrina, Resmetrina, Fenotrin, Permetrina

⁽³⁰⁾ Villanueva-Jiménez Juan A. *Toxicología y Manejo de insecticidas*. Colegio de Postgraduados. México. 1995. p: 115-126.

Insecticidas comerciales de uso más común utilizados en el combate de las plagas almacenadas.

Phosphamidon Metil:

- Poca actividad *Rhizopertha, Trogoderma, Sitotroga, Prostophanus*, plagas primarias de importancia económica.
- Fuerte alteración de la actividad en condiciones difíciles.
- Dosis real de empleo muy superior a las dosis recomendadas.
- Espera tratamiento/consumo: 20 días.

Fenitrothion:

- Disminución rápida de actividad.
- Dosis diaria admisible muy baja.

Malathion:

- Baja actividad sobre las principales plagas (*Rhizopertha* y *Sitophilus*).
 - Fuerte alteración de la actividad en condiciones difíciles.
 - Espera tratamiento/consumo: 60 días.
 - Considerar que el Malathion bajo
- En condiciones de humedad relativa alta se inactiva.

K-Obiol® C.E. 25:

- Eficacia total y amplio espectro.
- Dosis de empleo muy por debajo del límite autorizado.
- Espera tratamiento/consumo: UN DIA.

3.2.6. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Definición de manejo Integrado de Plagas de Insectos (MIP).

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) fue propuesto por Stern *et al.*, (1959) al comprender que los insecticidas perdían su efectividad debido al rápido desarrollo de poblaciones de insectos resistentes. El MIP es una aproximación al control de plagas en donde se utilizan técnicas múltiples que maximizan las ganancias y reducen las pérdidas económicas. Un Programa de MIP está basado en el conocimiento de la ecología de los insectos que permite la aplicación de una variedad de medidas de control, tales como técnicas culturales, enemigos naturales, y plantas resistentes, para sustituir algunas o todas las aplicaciones de insecticidas.

El MIP es la utilización de varias tácticas de control de plagas, teniendo en cuenta los umbrales económicos y la calidad del medio ambiente.

Etapas para la elaboración de un programa de control integrado:

A) Conocimiento del agroecosistema:

Especies plaga y su importancia.

Clasificar y estudiar los enemigos naturales

Conocer el cultivo y las rotaciones.

Flora espontánea, climatología.

B) Establecimiento del umbral económico:

El Umbral económico depende de daños ⁽³¹⁾, cantidad mínima de fitófagos que causan daño económico. Además de:

-Costo de la medida de control (umbral de tratamiento).

-Valor en el mercado del producto.

-Densidad a partir de la cual hay que tomar una decisión (Relación Densidad/perdida ⁽³²⁾). Se expresa en: n° de insectos / trampa, brote, hoja,...

⁽³¹⁾ Daño: es el efecto producido por la actividad de los insectos sobre las plantas.

⁽³²⁾ Pérdida: Disminución de la cantidad o calidad de un cultivo.

Relación: Densidad/ daño, Densidad/rendimiento.

C) Muestreo y predicción de la población.

D) Método de control.

E) Programa de información al consumidor.

3.3. SEMIOQUÍMICOS.

3.3.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.

Definición de semioquímicos:

Cualquier compuesto químico involucrado en la comunicación entre organismos es llamado semioquímico, término derivado del griego "simeon" que significa marca o señal (señal química o de naturaleza química)⁽³³⁾. Las interacciones establecidas entre los organismos en el ecosistema están en gran parte mediadas por estímulos de naturaleza física y química.

CLASIFICACION:

Los semioquímicos se dividen en feromonas y aleloquímicos.

1. Feromonas: Las cuales son compuestos químicos secretados por un organismo y media comunicación entre individuos de la misma especie (interespecífica). De acuerdo al efecto que producen éstas se clasifican en:

- Feromonas sexuales. Usualmente producidas por la hembra. Atraen a individuos del sexo opuesto para aparearse.
- Feromonas de agregación. Usualmente producidas por los machos. Atrae a individuos de ambos sexos. Comunican presencia de una fuente alimenticia.
- Feromonas de alarma. Usualmente producidas por individuos de ambos sexos. Comunican situaciones de peligro. Típicamente producen vuelo o respuestas agresivas.

⁽³³⁾ Law, J., and Regnier, P. E. *Pheromones. Ann. Rev. of Biochem.* 1971. 40,-5333-548.

- Feromonas de marcado de rastro o pista. Generalmente producidas por hormigas forrajeras y termitas. Comunican fuentes de alimento y orientación para el retorno al nido.

2. Aleloquímicos: Compuestos químicos secretados por un organismo y los cuales median comunicación entre individuos de especies diferentes (interespecífica). De acuerdo al efecto que estos compuestos tienen sobre el organismo que las produce o las percibe los aleloquímicos se dividen en:

- Alomonas. Compuestos producidos o adquiridos por un organismo que al ser liberados, benefician al individuo que las produce (productor) y perjudican al organismo que las percibe (receptor). (Ejemplo: secreciones con efectos atractivos, repelentes o defensivos). Ciertos aceites con efecto repelente de semillas de algodón, de soya, maíz y cacahuete presentaron efectos tóxicos y repelentes para el picudo de los graneros *Sitophilus granarius* en trigo ⁽³⁴⁾.
- Kairomona. Compuestos producidos o adquiridos por un organismo que al ser liberados, perjudican al individuo que los produce y benefician al organismo que los percibe. (ejemplo: secreciones que pueden ser detectadas por un parasitoide o depredador).
- Sinomonas. Compuestos químicos producidos o adquiridos por un organismo que al ser liberados benefician al individuo que los emite y al individuo que los percibe. (ejemplo: esencias florales que indican néctar a insectos polinizadores).
- Apneumonas. Compuestos químicos emitidos por un material no vivo benefician al organismo que los recibe, pero perjudican al otro organismo de diferente especie, el cual puede ser localizado en o sobre el material no vivo. (ejemplo: un parasitoide que localiza a su hospedero, que son larvas de mosca de la fruta, utilizando fermentos de la fruta podrida principalmente acetaldehídos) ⁽³⁵⁾.

⁽³⁴⁾ Qi, Y, T., and Burkholder. W. E. Protection of stored wheat from the granary weevil by vegetable oils. *J. of Econ. Entomol.* **1981.** *74.*-502-505.

⁽³⁵⁾ Nordlund, D, A. and Lewis. W. J. Terminology of chemical. *J. Chem. Ecolo.* **1976.** *2:*211-220.

3.3.2. USO DE SEMIOQUÍMICOS EN EL MANEJO DE INSECTOS DE ALMACÉN.

Estructura de los insectos relacionada a la percepción de los Semioquímicos.

Los insectos han desarrollado un eficiente sentido del olfato que utilizan para llevar a cabo los importantes procesos vitales, tales como la selección de plantas alimenticias, elección de los sitios de oviposición, localización de sus presas-hospederos, procesos defensivos y ofensivos, selección de pareja, cortejo, la organización de actividades complejas y en muchos mas patrones de comportamiento. Las antenas de los insectos parecen ser los órganos sensoriales más importantes que están involucrados en la recepción de los compuestos químicos volátiles y de contacto presentes en su hábitat.

Feromonas en el manejo de insectos de almacén.

Las feromonas son compuestos orgánicos volátiles de bajo peso molecular con estructura química variada. La mayoría de las feromonas pueden consistir en la combinación de dos o más compuestos químicos que necesitan ser emitidas en proporciones exactas para que sean biológicamente activas. Así las más usadas son:

- ***Feromonas emitidas por insectos de vida corta.***

Actualmente se han identificado químicamente feromonas de 35 especies de insectos de granos y productos almacenados, principalmente de palomillas y escarabajos ⁽³⁶⁾, ⁽³⁷⁾. Como ya se había establecido las feromonas han sido clasificadas en feromonas sexuales, las cuales son producidas por individuos de un sexo (usualmente la hembra) y atraen individuos del sexo opuesto para aparearse. Las feromonas sexuales parecen haber alcanzado su máximo

⁽³⁶⁾ Burkholder, W. E. Reproductive biology and communication among grain storage and warehouse beetles. *J. Ga. Entomol. Soc.* 1982.17:1-10.

⁽³⁷⁾ Phillips, T. W. Pheromones of stored-product insect in *Proceedings of the International working Conference on Stored product Protection.* 1994. p: 479-486.

desarrollo evolutivo en las mariposas y palomillas donde son característicamente ésteres volátiles, alcoholes, aldehídos y quetonas producidas por glándulas reversibles en los últimos segmentos abdominales de las hembras.

- *Feromonas emitidas por insectos de vida larga.*

Las feromonas de agregación, son prominentes en algunas especies de escarabajos y son producidas por un sexo (macho) y atraen individuos de los dos sexos, resultando en congregaciones o agregaciones en sitios donde hay una fuente alimenticia o hábitats reproductivos. Las feromonas de alarma son elaboradas por glándulas mandibulares y anales, típicamente producen vuelo o respuestas agresivas. Las feromonas de marcada de rastro o de pista son sustancias de baja persistencia elaboradas principalmente por hormigas forrajeras y termitas, e indican fuentes de alimento y orientación para el retorno al nido.

A diferencia del uso de insecticidas convencionales del espectro amplio, las estrategias del manejo integrado de plaga (MIP) requieren de un conocimiento total de la biología y comportamiento de la plaga y sus enemigos naturales dentro del ecosistema. Cualquier producto que sea utilizado para reducir la población del insecto plaga debe ser tan selectivo como sea posible y debe presentar los más mínimos riesgos para los humanos y el ambiente. Muchas de las técnicas basadas en el uso de semioquímicos son altamente apropiadas para que sean incluidos en programas de Manejo Integrado de Plagas ⁽³⁸⁾.

De los diferentes tipos de compuestos semioquímicos que se hicieron mención, las feromonas sexuales y de agregación han sido de los compuestos modificadores del comportamiento más ampliamente estudiados debido al gran potencial que presentan en programas de manejo integrado de plagas.

⁽³⁸⁾ Howse, P., Stevens, Y., and Jones, O. *Insect pheromones and their use in pest management*. Chapman and Hall. London. 1998. p: 369 .

En la actualidad los efectos atrayentes de estos compuestos se han utilizado de tres diferentes maneras en el manejo de plagas: (1) en la detección y monitoreo de insectos; (2) trapeo masivo (atracción y captura, y atracción y aniquilación); (3) rompimiento en el proceso de apareamiento de los insectos.

3.4. CONDIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL (ESPECIAS).

Las hierbas y condimentos vegetales (especias), que se utilizan de la planta son las partes que tienen sabor, aroma y pueden tratarse, almacenarse y conservarse. Las hierbas y las especias no solo dan mejor sabor a las sopas y guisos. Muchas de sus propiedades son útiles para otras cosas, como en las recientes investigaciones de sus principios activos, en la medicina con propiedades curativas.

Las regiones frías de Asia y Europa fueron los primeros en utilizarlos como conservadores de carnes. Actualmente son utilizados sus principios activos, según los investigadores M. Jacobson y D. Crosby han reportado que han hecho pruebas en cultivos de chile aplicando extracto de ajo, y ha disminuido notablemente la incidencia de plagas de minador, picudo, trips, mosca blanca y chinche pirata.

La actividad insecticida de ciertos compuestos sintetizados por las plantas es conocida por el hombre desde tiempo inmemorial y ha sido utilizado directamente para la obtención de insecticidas de origen vegetal como para el desarrollo de nuevos insecticidas sintéticos. Así por ejemplo de las flores compuestas *Chrysanthemum cinerariifolium* se extrae el piretro cuyos componentes activos o piretrioides son ésteres ciclopentenílicos del ácido crisantémico (piretrinas, cinerinas y jasmolinas). En la actualidad se conocen unas 2000 especias con insecticidas, en la literatura se pueden encontrar revisiones al respecto ⁽³⁹⁾. Muchos metabolitos secundarios son característicos

⁽³⁹⁾ Yang R. Z., Tang C. S. Plants used for pest control in China: a literature review. *Economic Botany*, 1988. 42 (3): 376-406.

de un género o incluso de una sola especie; por lo que pese a los grandes avances de la tecnología de extracción, separación e identificación química, muchos compuestos vegetales con propiedades útiles permanecen todavía por descubrir.

Los plaguicidas naturales podrían utilizarse tanto como en el control integrado de cultivos en la agricultura convencional, como en la agricultura biológica. Los métodos no contaminantes de luchas contra plagas, tales como buscar compuestos naturales sintetizados por las plantas que tengan efectos insecticida; en la actualidad existe un mercado favorable a bioinsecticidas e insecticidas naturales. La producción de compuestos químicos naturales representa una 7.5% del mercado global de productos químicos, farmacéuticos, veterinarios y de protección de cultivos ⁽⁴⁰⁾.

3.4.1. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN (ESPECIAS).

DEFINICION:

La norma ISO 676:1995 de la Organización Internacional de Normalización (ISO) define los condimentos como "productos vegetales o mezclas de los mismos, exentos de materias extrañas utilizados para dar sabor, aroma y condimentar alimentos".

El Internacional Spice Group (Grupo Internacional para las Especies) ha adoptado la siguiente definición: "Son todas las sustancias sazonadoras o aromatizantes de origen vegetal, obtenidas de plantas tropicales o de otro tipo, que suelen utilizarse como condimentos o para otros fines debido a su aroma o a sus propiedades conservantes o medicinales".

Las hierbas y las especias pueden utilizarse enteras, molidas, frescas o secas. Los condimentos son mezclas de una determinada combinación de especias.

⁽⁴⁰⁾ Yufera Primo E. Los métodos no contaminantes de lucha contra las plagas van a provocar un cambio en los tratamientos. *Phytoma España* 1989. 5:4.

CLASIFICACIÓN.

En la tabla 3.4.1. se muestra como se clasifica a las especias según la estructura de la planta:

TABLA 3.4.1. Clasificación de las especias de acuerdo a la estructura de la planta.

Raíz	Corteza	Hojas	Flor	Fruto	Semilla
A) Bulbo	*Canela	Albahaca	*Clavo	Pimiento	Alcaravea
*Ajo		*Cilantro	*Azafrán	*Chile	*Anís
*Cebolla		Estragón			Apio
		Laurel			*Comino
B) Rizoma		Mejorana			Eneldo
Cúrcuma		Orégano			Hinojo
Jengibre		Perejil			*Nuez moscada
		Romero			*Mostaza
		Salvia			Pimienta gorda
		Tomillo			*Pimienta negra

***Utilizadas en los experimentos de la tesis.**

En la tabla 3.4.1. se muestra el principio activo y aplicación de las plantas utilizadas en el desarrollo de los experimentos.

TABLA 3.4.2. Principio activo y aplicación de las plantas utilizadas en el desarrollo de los experimentos.

Condimento	Nombre científico	Principio activo	Aplicación
1. Ajo	<i>Allium</i>	Compuesto del azufre, Alicina.	En la medicina como anticancerígenos. Y en la industria alimentaria como condimento.
2. Anís	<i>Pimpinella anisum</i>	Anetol	Utilizado en la industria de la perfumería, para pastas y dentífricos; en veterinaria como tratamiento carnico para gatos. En la industria farmacéutica y de fotografía. En la industria de los alimentos (panadería, embutidos), etc.
3. Azafrán	<i>Crocus sativus linneo</i>	Carotenoides: Betacaroteno y licopeno	En la medicina con propiedades anestésicas y antiespasmódicas, se ha utilizado tanto para teñir telas como para aclarar la piel; los japoneses y los indios lo usan para la cosmética.
4. Canela	<i>Cinnamoun zeylanicum</i>	Aldehido cinámico	Usado en la industria del perfume.
5. Cebolla	<i>Alliumcepa Ninnaacus</i>	Disulfuro de dipropilo	Como saborizante y aromatizante.
6. Chile	<i>Capsicum annum</i>	Capsaicina (sabor) Capsatina (color)	En la industria cosmética, ya que se utiliza en la elaboración de shampoo y jabón.
7. Cilantro	<i>Curidrums</i>	60-70% d-linalool 20% terpenos 2.5% alcanfor 2% acetato de geranilo.	En la industria del alcohol, panadería, ensaladas y sopas. El acetato de geranilo se usa en la perfumería.
8. Clavo	<i>Eugenia caryophyllus Tumb</i>	70-90% Eugenol 15% acetato de eugenol	En la industria de los alimentos. En la industria el perfume, en la medicina con propiedades anestésicas (dental).
9. Comino	<i>Cominum cyminum</i>	32-52% ácido cumínico 10-15% p-cimeno 5% perialdehido	En la industria alimentaria, para productos carnicos, sopas, embutidos (salchichas).
10. Mostaza	<i>Sinapsis alabanca</i>	Alilisotiocianato	En la industria de los alimentos, carnes frías, embutidos y salsas.
11. Nuez Moscada	<i>Myristica fraras Hoult</i>	Miristina	Panadería, galletas, productos carnicol, embutidos, salsas
12. Pimienta negra	<i>Piper nigrum</i>	Piperidina y chaucina	Para productos del mar, panificación, salsas.

3.4.2. USO DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN EL MANEJO DE INSECTOS DE ALMACÉN.

Los seres vivos producen diversos compuestos químicos que liberan al medio, lo que afecta de manera significativa la biología de otros organismos y determina la existencia de interacciones químicas entre unos y otros. Así pues, todos los organismos producen señales químicas, y todos, en reciprocidad, responden a las emisiones químicas de otros organismos.

Las señales químicas producidas por los insectos, son compuestos producidos a través de las vías metabólicas secundarias, las cuales se encuentran íntimamente relacionadas con las vías primarias que dan origen a los metabolitos primarios (carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos).

El papel metabólico de los compuestos secundarios es prácticamente desconocido, sin embargo, su papel ecológico se ha demostrado ampliamente. Los metabolitos secundarios son las cuerdas que enlazan a los organismos entre sí formando una red invisible que resulta crucial en la dinámica de los insectos y el ecosistema. El mismo ser humano se encuentra conectado a esta red a través de los aromas, sabores, colores, toxinas, venenos, atrayentes o repelentes que le afectan directamente o a través de los agroecosistemas que lo sustentan.

Por otro lado, el interés de resolver ciertos problemas ecológicos urgentes, como los relacionados con las pérdidas económicas causadas por las plagas a la agricultura, le dio un gran impulso a la ecología química. La conducta de los insectos dentro del almacén han sido bases importantes sobre las cuales la ecología química puede apoyar el desarrollo de su conocimiento sobre fenómenos como atracción de la pareja, selección sexual, cualquier relación interespecífica mediada químicamente, sea entre plantas y microorganismos, nos puede conducir a una interpretación evolutiva, ecológica, de la biología molecular o bioquímica del insecto.

Las moléculas que tienen un valor como señales químicas en la naturaleza, han resultado en ocasiones benéficas para el hombre, los antibióticos producidos por hongos, bacterias o actinomicetos, la ivermectina, la ciclosporina, el taxol y muchos otros compuestos, han sido descubiertas y aprovechadas por la especie humana. Lo que puede significar una fuente potencial de compuestos susceptibles de ser utilizados, tal vez, como plaguicidas, reguladores del crecimiento, atrayentes de polinizadores de las relaciones químicas entre los insectos- y la ciencia aplicada -buscando nuevos caminos que permitan la conservación y el manejo de los recursos bióticos, más adecuados y menos dañinos para el ambiente.

Hace más de veinte años, los investigadores M. Jacobson y D. Crosby publicaron una serie de trabajos sobre la existencia de insecticidas naturales, es decir, sobre la acción insecticida de productos como el ajo, la jojoba, el árbol de neem, las semillas de toronja y otros tantos. Cabe mencionar que en cierta forma los herederos de aquellas investigaciones fueron nada menos que los limonoides, piretroides, juvenoides y avamectinas, cuya formulación sintética parte de un producto natural.^{(41),(42)}

Por ejemplo algunas semillas de los árboles contienen metabolitos secundarios (limonoides) con efectos insecticidas eficaces y que actúan en un amplio número de especies sin impactar negativamente el ambiente.

⁽⁴¹⁾ Burkholder. W. E. Reproductive biology and communication among grain storage and warehouse beetles. *J. Ga. Entomol. Soc.* **1982**. **17**:1-10.

⁽⁴²⁾ Howse, P., Stevens, Y., and Jones, O. *Insects pheromones and their use in pest management*. Chapman and Hall. London. **1998**. p: 369

4. MATERIALES Y MÉTODOS.

- Dispositivo (olfatómetro) (ver Figura 4.3.2.1.)
- Insectos adultos de 18±4 días de emergidos (*Tribolium Castaneum*)
- Trigo SOFT RED Winter Num. 2 o trigo suave, Origen: St Luis M. U.S.A.
- Frijol flor de mayo comercial quebrado
- Especias (condimentos: Ajo, Anís, azafrán, Canela, Cebolla, Cilantro, Chile, Clavo, Comino, Mostaza, Nuez moscada, Pimienta)
- Recipientes para olfatómetro (vasos de plástico)
- Frascos de 1 L. y ¾ L.
- Balanza analítica.
- Balanza granataria
- Cucharas, bolsas de plástico.
- Espátula.
- Tamiz de rejilla con 0.84 mm y 1.0 mm especial para insectos.
- Charolas de conteo.
- El análisis de varianza y la comparación de medias en cada prueba se realizó por Duncan's con el paquete estadístico CRD de dos factores MSTAC Versión 3 con un valor de alfa de 0.05. Y posteriormente se realizaron graficas del promedio de insectos encontrados en cada recipiente contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) con el paquete ORIGIN Versión 4.0. Esto fue para cada prueba realizada.

4.1. CRÍA DE INSECTOS.

Se estableció a partir de un pie de cría de la especie *Tribolium castaneum*, de donde se contaron 300 insectos adultos de ambos sexos que se colocaron en frascos de vidrio de 1 L. con 600 g de trigo (SOFT RED Winter Num. 2 o trigo suave, Origen: St Luis M. U.S.A.), que fue previamente quebrado.

Dos frascos fueron tratados con los insectos, y cada uno de los frascos ya con los insectos fueron cerrados y colocados en una cámara de cría de insectos que se mantuvo con una temperatura de 25 ± 1 C, y una humedad relativa al 70 % en un fotoperíodo 18 h-luz/6 h-oscuridad. Después de un periodo de 72 h.

de oviposición los insectos presentes se eliminaron y los frascos se regresaron a la cámara de cría, para que estuvieran listos al final de su ciclo(desarrollo)⁽⁴³⁾.

Los insectos que se utilizaron en todos los experimentos son sólo los adultos de la primera generación aproximadamente 18 ± 4 días después de su emergencia.

Antes de realizar las diferentes pruebas los insectos fuerón sacados de la cámara de cría y entonces contados de uno por uno y se colocaron en vasos de plástico que se taparon, hasta el momento de introducirlos en el dispositivo (olfactómetro).

4.2. Descripción del dispositivo (olfactometro).

Consiste en una base circular de acrílico transparente (arena) que tiene 30 cm. de diámetro y 3 mm. de espesor, con cuatro (Figura 4.2.1.(a)). o seis (Figura 4.2.1.(b)) perforaciones circulares de 6.5 cm. de diámetro localizados en la periferia y equidistantes del centro. En las perforaciones circulares se colocan recipientes de plástico conteniendo los diferentes tratamientos a probar. Para cubrir la base circular de acrílico se descansa un domo circular de 28.5 cm. de diámetro y 12 cm. de altura del mismo material (Figura 4.2.1. (a)), la que permite que los insectos permanezcan en el interior del dispositivo.

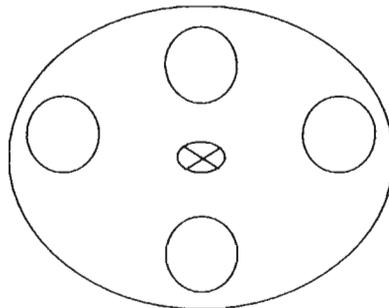


Figura 4.2.1. (a) Base o arena con cuatro perforaciones.

⁽⁴³⁾ Los insectos tienen un desarrollo de huevo, larva, pupa y finalmente insecto adulto.



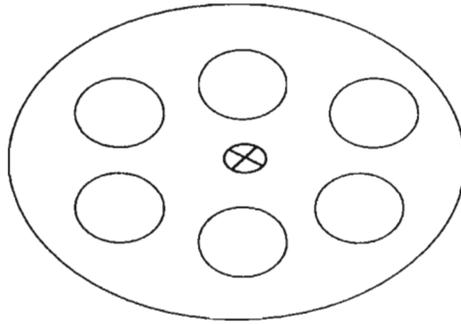


Figura 4.2.1. (b) Base o arena con 6 perforaciones.

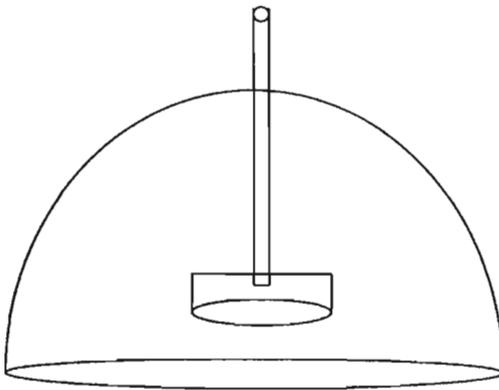


FIGURA 4.2.2. Domo del dispositivo con orificio por donde se introducen los insectos.

La parte superior del domo de acrílico presenta una perforación por la cual se introducen los insectos al centro de la arena a través de un popote de 6mm de diámetro y 22 cm. de largo en cuyo extremo inferior tiene ajustada una caja de plástico que mantiene a los insectos confinados (Figura 4.2.1. (a)), por un período de habituación de 5 minutos previo al periodo de exposición de 24 h.

Cuando el domo ya había sido colocado sobre la base y los recipientes fueron llenados con los tratamientos⁽⁴⁴⁾ o bien con el control⁽⁴⁵⁾, los insectos se depositaron en el centro de tal forma que el insecto eligió su alimento de preferencia o bien su lugar para ovipositar.

⁽⁴⁴⁾ *Tratamiento: trigo con la especie a utilizar y a diferentes concentraciones de 1.6, 0.8, 0.4, 0.2, 0.1 (m/m).

⁽⁴⁵⁾ ** Control: trigo sin tratamiento (0.0)

4.3 Evaluación de la efectividad del dispositivo para estudiar el comportamiento de *T. castaneum* a través de pruebas de libre elección.

Para la evaluación del dispositivo se realizaron tres pruebas que consistieron en:

1. Determinar si la polaridad de la tierra tiene algún efecto en la atracción de *T. castaneum* (geotropismo).
2. Determinar la respuesta de *T. castaneum* a la preferencia de trigo quebrado (sustrato alimenticio) y a frijol quebrado (sustrato no alimenticio).
3. Determinar la respuesta de *T. castaneum* a la preferencia de trigo quebrado y trigo entero.

4.3.1. Determinación de la respuesta de *T. castaneum* a la polaridad de la tierra.

Para este propósito se colocó trigo (SOFT RED Winter Num. 2 o trigo suave, Origen: St Luis M. U.S.A.) previamente quebrado, minutos antes de colocarlo en los recipientes, los cuales fueron orientados cada uno a un punto cardinal (Norte, Sur, Este, Oeste) (Figura 4.2.3.) posteriormente se colocó el domo del dispositivo (Figura 4.2.2) para evitar que los insectos se escaparan.

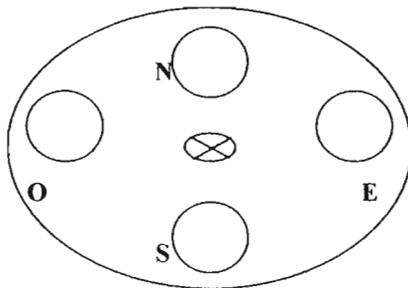


FIGURA 4.2.3. Base del dispositivo (arena) con 4 perforaciones orientadas cada uno a los cuatro puntos cardinales.

Cien insectos se introdujeron por el popote en la parte superior del domo (ver Figura 4.2.2.) y posteriormente se liberaron en el centro de la arena de tal manera que se deja al insecto elegir el alimento ofrecido en los cuatro recipientes orientados cada uno a un punto cardinal en una prueba de libre elección. El dispositivo fue mantenido en un cuarto oscuro por 24 h. Después de este periodo de exposición el número de insectos en cada recipiente fue contado.

4.3.2. Determinación de la respuesta de *Tribolium castaneum* a trigo quebrado (alimento) (SOFT o trigo suave) y frijol flor de mayo comercial quebrado (no alimento).

Para este propósito el trigo y el frijol fueron previamente quebrados minutos antes de colocarlos en el dispositivo. El método utilizado para esta prueba es el mismo que el descrito en el punto anterior. Sin embargo, en esta prueba se colocaron alternadamente dos recipientes con frijol flor de mayo quebrado y dos recipientes con trigo suave quebrado (Figura 4.3.2.1.). El dispositivo con los insectos fue mantenido en un cuarto oscuro por 24 h. Después de este periodo de exposición el número de insectos en cada recipiente fue contado.

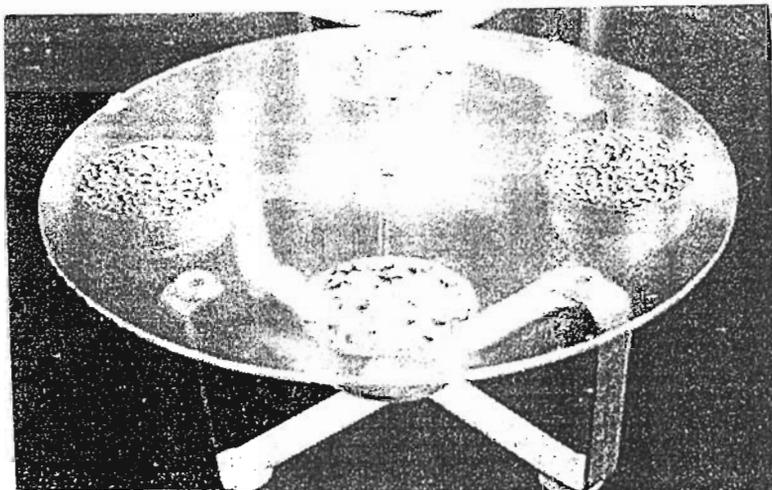


Figura 4.3.2.1. Dispositivo (olfactómetro) con alimento (trigo quebrado) y no alimento (frijol).

4.3.3. Determinación de la respuesta de *Tribolium castaneum* a trigo quebrado y trigo entero (SOFT RED Winter Num. 2 o trigo suave, Origen: St Luis M. U.S.A.).

De igual manera, el método utilizado para la realización de esta prueba fue el mismo que el descrito en el punto 4.3.1. Sin embargo, en esta prueba se colocaron alternadamente dos recipientes conteniendo dos de ellos de trigo quebrado y dos con trigo entero. El trigo fue igualmente quebrado minutos antes del llenado de los recipientes. El dispositivo con los insectos fue mantenido en un cuarto oscuro por 24 h. Para cada prueba se realizaron 30 repeticiones.

Después de 24 h. de exposición, se llevó a cabo el conteo de insectos presentes en cada recipiente.

Los resultados obtenidos en estos tres experimentos (4.3.1., 4.3.2., 4.3.3) fueron analizados estadísticamente con un análisis de varianza (Anova).

4.4. Determinación de la preferencia de *T. castaneum* a diferentes concentraciones (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) de los 12 diferentes condimentos vegetales en pruebas de libre elección.

Para la determinación de la preferencia de *T. castaneum* a diferentes concentraciones se realizaron dos pruebas que consistieron en:

1. Ofreciendo las concentraciones (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) **por separado** en una prueba de libre elección.
2. Ofrecidas **simultáneamente** en una prueba de libre elección.

4.4.1. Concentraciones (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) ofrecidas por **separado** en una prueba de libre elección.

El método a utilizado para la realización de esta prueba es el mismo que el descrito en (4.3.1), aunque en este caso se ofreció alternadamente trigo quebrado tratado con una concentración del condimento y dos con trigo quebrado únicamente (testigo).

El trigo fue tratado de la siguiente manera:

- El condimento a utilizar fue molido y posteriormente se paso por un tamiz de 0.84 mm.
- El polvo del tejido molido del condimento (4.8 g. del condimento) se peso en una balanza analítica para la concentración de 1.6 (m/m).
- Este polvo del condimento ya pesado se colocó en 300g. de trigo quebrado hasta quedar perfectamente mezclado.
- A la mitad del trigo quebrado (150g) con esta concentración se le agregó nuevo trigo quebrado (150g) hasta completar la otra mitad y se obtuvo el de 0.8 (m/m).
- Este mismo procedimiento se realizó sucesivamente hasta obtener la concentración de trigo tratado de 0.1 (m/m).

El dispositivo con los insectos fue mantenido en un cuarto oscuro por 24 horas.

Para esta prueba se realizaron 6 repeticiones.

Después de 24 horas de exposición, se llevó a cabo el conteo de insectos presentes en cada recipiente los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente con un análisis de varianza (Anova). Y posteriormente se realizaron graficas con el paquete ORIGIN Versión 4.0 esto fue con el propósito de ver las diferencias significativas por medio de una comparación de medias por Duncan's.

4.4.2. Las 6 concentraciones (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) ofrecidas **simultáneamente** (juntas) en pruebas de libre elección.

El método utilizado para la realización de esta prueba fue el mismo que el descrito en el punto anterior pero aquí la base del dispositivo cambió, de cuatro perforaciones a seis (Figura 4.2.1.(b)), conteniendo cada perforación un recipiente con una concentración determinada. Aquí las concentraciones se colocaron en la arena siguiendo un arreglo aleatorio.

Para esta prueba se realizaron 10 repeticiones por condimento y concentración.

Después de 24 h. de exposición, se llevó a cabo el conteo de insectos presentes en cada recipiente y los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente con un análisis de varianza (Anova). Y posteriormente se realizaron graficas con el paquete ORIGIN Versión 4.0 esto fue con el propósito de ver las diferencias significativas por medio de una comparación de medias por Duncan's.

4.5. Estudiar el efecto de los condimentos vegetales en la emergencia de adultos *T. castaneum*.

Para este experimento sólo se utilizaron frascos de vidrio conteniendo cada uno trigo quebrado tratado (60g) minutos antes con las diferentes concentraciones (0.0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) de cada una de las diferentes especias.

Los frascos se infestaron con 20 insectos cada uno y se mantuvieron en la cámara de cría que con una temperatura de 25 ± 1 C, humedad relativa al 70 % y un fotoperíodo 18h-luz/6h-oscuridad. Después de 48 horas de oviposición se eliminaron los insectos y entonces los frascos se colocaron en la cámara de cría de insectos hasta obtener la emergencia de la primera generación de gorgojos.

Los insectos adultos que emergieron de cada concentración/especia fueron contados hasta que ya no emergieron más de la primera generación.

Se realizaron 5 repeticiones por frasco.

Los conteos de insectos presentes en cada frasco se analizaron estadísticamente por un análisis de varianza (Anova). Y posteriormente se realizaron graficas con el paquete ORIGIN Versión 4.0 esto fue con el propósito de ver las diferencias significativas por medio de una comparación de medias por Duncan's.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A continuación se muestran los resultados correspondientes a la evaluación del dispositivo diseñado para el estudio del comportamiento de *T. castaneum* a diferentes condimentos de origen vegetal, ofrecidos en varias concentraciones, en pruebas de libre elección.

5.1. Evaluación de la efectividad del dispositivo para estudiar el Comportamiento de *T. castaneum* a través de pruebas de libre elección.

5.1.1. Determinación de la respuesta de *T. castaneum* a la polaridad de la tierra.

Las medias del número de insectos encontrados de los recipientes orientados a cada uno de los puntos cardinales después de un periodo de 24 horas, se muestran en la Tabla 5.1.

TABLA 5.1. Medias del número de insectos encontrados en los recipientes orientados a los diferentes puntos cardinales.

Punto cardinal	Media (Insectos)	\pm ES ^{*(46)}
Norte	25.47 A	1.60
Sur	22.27 A	1.10
Este	22.73 A	1.40
Oeste	22.57 A	1.30
Afuera	6.66 B	0.70

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=30$).

Los insectos ubicados en los recipientes ubicados en el Norte presentan la media mas grande correspondiente a un 25.47 (± 1.60), seguida por la media encontrada en el Este con un valor de 22.73 (± 1.40), la del Oeste con una media de 22.57 (± 1.30), la del Sur con una media 22.27 (± 1.10).

Aunque las medias de insectos encontrados en los recipientes orientados en los diferentes puntos cardinales fueron diferentes, el análisis de varianza, mostró que no hay diferencia significativa entre las medias.

⁽⁴⁶⁾* ES = error estandar.

Estos resultados demuestran que los diferentes puntos cardinales a los cuales los recipientes están orientados no ejercen ningún efecto en la orientación y preferencia de los insectos de *Tribolium castaneum*, hacia un punto cardinal en particular además, sugiere que el dispositivo a prueba presenta buen funcionamiento.

Por otro lado, la media de los insectos presentes fuera de los recipientes presento una media de 6.66 (± 0.70) que fue significativamente menor que las otras, ésto nos indica que el sustrato ofrecido (alimento, trigo quebrado) atrajo a mayor número de insectos (93.33%), y los insectos encontrados fuera pudo ser debido a un comportamiento normal de dispersión.

5.1.2. Determinación de la respuesta de *Tribolium castaneum* a trigo quebrado (alimento) y frijol quebrado (no alimento).

Las medias del número de insectos encontrados en los recipientes con trigo quebrado (alimento) y frijol quebrado (no alimento) después del periodo de 24 horas, se muestran en la Tabla 5.2.

TABLA 5.2. Medias de los insectos presentes en el trigo quebrado (alimento) y en el frijol quebrado (no alimento) fueron las siguientes:

Sustrato	Media (Insectos)	\pm ES
Trigo quebrado	89.53 A	0.80
Frijol quebrado	4.97 B	0.40
Fuera	5.50 B	0.50

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=30$).

El análisis estadístico de la comparación de medias, mostró que el número de insectos encontrados en el trigo quebrado (alimento) con un valor de 89.53 (± 0.80) es significativamente mas grande que la media del numero de insectos encontrados en frijol quebrado (no alimento) correspondiendo a un valor 4.97 (± 0.40) y que los insectos encontrados fuera de los recipientes con un valor 5.50 (± 0.50).

Estos datos muestran que *Tribolium castaneum* es atraído por el trigo quebrado que es su alimento de preferencia y muestran una respuesta pobre al frijol el cual no es su alimento y los insectos encontrados fuera pueden ser debido a un comportamiento normal de dispersión.

5.1.3. Determinación de la prueba de *Tribolium castaneum* a trigo quebrado y trigo entero.

Las medias del número de insectos encontrados en el trigo entero y en el trigo quebrado se muestran en la Tabla 5.3.

TABLA 5.3. Medias de los insectos presentes en el trigo quebrado y en trigo entero fueron las siguientes:

Condiciones de alimento	Media(Insectos)	± ES
Trigo quebrado	75.17 A	1.50
Trigo entero	22.27 B	1.40
Fuera de los recipientes	2.30 C	0.40

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=30$).

El análisis estadístico de la comparación de medias, mostró que el número de insectos presentes en el trigo quebrado con un valor de 75.17 (± 1.50) fue significativamente mayor que la media del número de insectos presentes en el trigo entero con un valor de 22.27 (± 1.40) y que fuera de los recipientes con un valor 2.3 (± 0.40).

Estos resultados muestran que *Tribolium castaneum* prefirió al trigo quebrado al trigo entero ya que el trigo quebrado libera compuestos volátiles que atraen con mayor intensidad a los insectos lo que no sucede con el trigo entero. Esta prueba demuestra que también el dispositivo es sensible al presentar diferencia en la atracción presentada por *Tribolium castaneum* a su alimento ofrecido en diferente presentación.

Con estas tres pruebas se concluyó que el dispositivo diseñado cumple con las características deseables ya que no hay ningún efecto en la orientación y preferencia de los insectos de *Tribolium castaneum*, hacia un punto cardinal en particular además, sugiere que el dispositivo a prueba presenta buen funcionamiento. Además de que el dispositivo es sensible a la presencia de alimento ofrecido en diferente presentación o bien un sustrato que no es su alimento. Por lo que queda debidamente diseñado para las pruebas de la preferencia del insecto *T. castaneum* a diferentes concentraciones (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) de los 12 diferentes condimentos vegetales en pruebas de libre elección.

5.2. Determinación de la preferencia de *T. castaneum* a diferentes concentraciones (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) de los 12 diferentes condimentos vegetales en pruebas de libre elección.

Con las tres pruebas anteriores (5.1) se concluyó que el dispositivo diseñado cumple con las características deseables no hay ningún efecto en de la orientación para la preferencia de los insectos de *Tribolium castaneum*, hacia un punto cardinal en particular además, sugiere que el dispositivo a prueba presenta buen funcionamiento. El dispositivo es sensible a la presencia de alimento ofrecido en diferentes presentaciones o bien a un sustrato que no es su alimento. Por lo que queda aceptado este diseño del dispositivo para las pruebas de la preferencia del insecto *T. castaneum* a diferentes concentraciones (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) de los 12 diferentes condimentos vegetales en pruebas de libre elección.

A continuación se muestran los resultados de la preferencia de *T. castaneum* a diferentes concentraciones de compuestos derivados de plantas naturales (12 diferentes condimentos) (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m)) ofrecidas por **separado** y **simultáneamente** en pruebas de libre elección.

5.2.1 Concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m) ofrecidas por **separado** en una prueba de libre elección.

El análisis de varianza y la comparación de medias en cada prueba se realizó por Duncan's con el paquete estadístico CRD de dos factores MSTAC Versión 3 con un valor de alfa de 0.05. Y posteriormente se realizaron graficas de número de insectos contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m) con el paquete ORIGIN Versión 4.0. Esto fue para los doce condimentos utilizados.

Aquí los resultados obtenidos fueron los siguientes para cada condimento:

Condimento 1. Ajo.

Tabla 5.4 Medias de los insectos presentes en el control, en el trigo tratado e insectos encontrados fuera fueron las siguientes:

Conc. (m/m)	Medias + Error estandar				
	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6
Control	44.00±3.17a	56.33±2.59a	55.80±5.79a	58.83±3.42a	63.00±1.93a
Tratamiento	41.50±5.57a	35.50±1.54b	30.17±3.82b	29.33±2.43b	20.67±0.67b
Fuera	14.50±2.59b	8.17±2.44c	14.00±4.10c	11.83±2.02c	16.33±1.63c

Medias con letras (a, b, c) diferentes presentan diferencia significativa (P< 0.05 comparación de medias por Duncan's) (n=6).

De acuerdo al análisis de varianza para, cada concentración como se observa en la Tabla 5.4., con la concentración de 0.1 (m/m) no hay diferencia significativa entre el control y el tratamiento y para las concentraciones de 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m) si son significativamente diferentes en el control y con el trigo tratado. Esto nos dice que para la concentración de 0.1 (m/m) el comportamiento del insecto es igual y no tiene ninguna preferencia por el trigo tratado que o por el control a diferencia de las demás concentraciones donde el insecto si prefiere el trigo sin tratar.

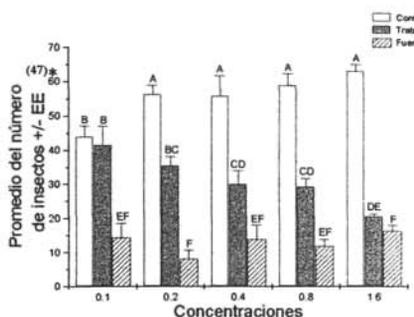
El siguiente análisis estadístico consistió en analizar todas las concentraciones con su testigo y los insectos encontrados fuera.

En la Grafica 5.2.1. se observa que en las medias del número de insectos entre controles, tratamientos, e insectos encontrados fuera no hay diferencia significativa entre concentraciones.

Excepto en la concentración de 0.1 (m/m) que como ya se vio en el análisis de anterior de igual forma con respecto de las demás si hay diferencia significativa. En 0.2, 0.4, 0.8 y 1.6 (m/m) Hay diferencia significativa entre el control, el tratamiento y fuera

Dentro de 0.1 (m/m) para el control y el trigo tratado no hay diferencia, en cambio con los de fuera si hay diferencia.

Esto nos dice que el insecto prefiere que no haya o bien que sea la mínima cantidad perceptible de condimento ajo en su alimento.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=6$

GRAFICA 5.2.1. Promedio de los insectos +/- EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con AJO e insectos encontrados fuera contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m).

Condimento 2. Anís.

Tabla 5.5 .Medias de los insectos presentes en el control, en el trigo tratado e insectos encontrados fuera fueron las siguientes:

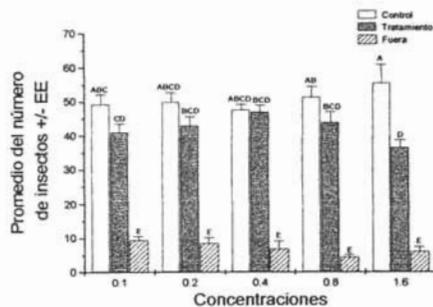
Medias + Error estandar					
Conc. (m/m)	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6
Control	49.33±2.80a	50.00±2.80a	47.67±1.60a	51.50±3.10a	55.50±2.50a
Tratamiento	41.17±5.50b	43.00±2.70a	47.00±2.00a	44.00±3.10a	36.67±2.20b
Fuera	9.50±1.12c	8.67±1.50b	7.00±2.10b	4.50±0.60b	6.17±1.30c

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=6$).

(47) * EE = Error Estándar

De acuerdo al análisis de varianza para cada concentración como se observa en la Tabla 5.5., que para la concentración de 0.1 y 1.6 (m/m) hay diferencia significativa del número de insectos entre el control y el tratamiento y para las concentraciones de 0.2, 0.4, 0.8 (m/m), no son significativamente diferentes en el control y el trigo tratado. Esto nos dice que para las concentraciones 0.2, 0.4 y 0.8 (m/m) el comportamiento del insecto es igual no tiene ninguna preferencia para el trigo tratado que para el control a diferencia de los otros donde el insecto prefiere el trigo sin tratar. Aunque hay que observar que para bajas o altas concentraciones de condimento anís el insecto prefiere al trigo sin tratar. El siguiente análisis estadístico consistió en analizar todas las concentraciones con su testigo y los insectos encontrados fuera.

En la Grafica 5.2.2. se observa que en las medias del número de insectos entre controles, tratamientos, e insectos encontrados fuera, no hay diferencia significativa entre las diferentes concentraciones. Esto quiere decir que al insecto no le da igual sin hay o no tratamiento o bien trigo sin tratar en presencia de anís.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=6$.

GRAFICA 5.2.2. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con ANÍS e insectos encontrados fuera contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m).

Condimento 3. Azafrán.

Tabla 5.6. Medias de los insectos presentes en el control, en el trigo tratado e insectos encontrados fuera fueron las siguientes:

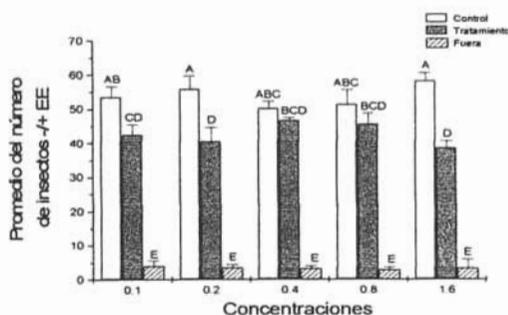
Medias + Error estandar					
Conc. (m/m)	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6
Control	53.50±3.10a	55.80±3.80a	50.10±2.10a	51.30±4.20a	58.10±2.30a
Tratamiento	42.50±3.00b	40.50±4.10b	46.60±0.80a	45.50±3.20a	38.50±2.20b
Fuera	4.00±1.50c	3.50±0.90c	3.10±2.10b	2.80±0.90b	3.30±2.60c

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=6$).

De acuerdo al análisis de varianza para cada concentración como se observa en la Tabla 5.6., que para la concentración de 0.1, 0.2 y 1.6 (m/m) hay diferencia significativa entre el control y el tratamiento y para las concentraciones de 0.4 y 0.8 (m/m), no son significativamente diferentes en el control y el trigo tratado.

El siguiente análisis estadístico consistió en analizar todas las concentraciones con su testigo y los insectos encontrados fuera.

En la grafica 5.2.3. se observa que en las medias del número de insecto encontrados entre controles, tratamientos, y fuera no hay diferencia significativa entre las diferentes concentraciones. Esto nos dice que como en el condimento anís, el comportamiento del insecto es igual tanto en trigo tratado y como en trigo sin tratar, o sea no hay preferencia por ninguno.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=6$.

GRAFICA 5.2.3. Promedio de los insectos +/-EE de *T. castaneum* presentes en el control, trigo tratado con AZAFRÁN e insectos encontrados fuera contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6(m/m).

Condimento 4. Canela.

Tabla 5.7. Medias de los insectos presentes en el control, en el trigo tratado e insectos encontrados fuera fueron las siguientes:

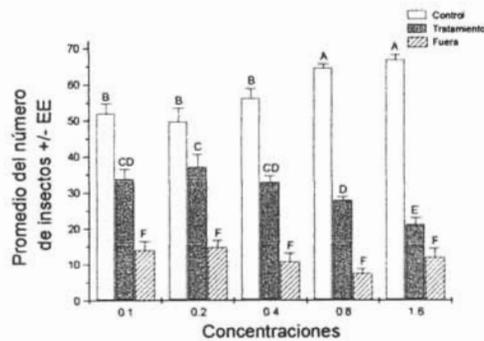
Medias + Error estandar					
Conc. (m/m)	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6
Control	52.00±2.60a	49.70±3.80a	56.17±2.70a	64.50±1.10a	66.80±1.60a
Tratamiento	33.83±2.60b	37.17±3.50a	33.00±1.60b	28.00±0.90b	21.10±1.90b
Fuera	14.17±2.40c	14.80±1.80b	10.83±2.30c	7.50±1.30c	12.00±2.50c

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=6$).

De acuerdo al análisis de varianza para cada concentración como se observa en la Tabla 5.7., que para la concentración de 0.1, 0.4, 0.8, y 1.6 (m/m) hay diferencia significativa entre el control, el tratamiento y los insectos encontrados fuera y para la concentración de 0.2, no es significativamente diferente en el control y el trigo tratado.

En la Grafica 5.2.4. se observa que en las medias del número de insectos entre controles, tratamientos, e insectos encontrados fuera hay diferencia significativa, para los controles de 0.1, 0.2, y 0.4(m/m) no hay tampoco diferencia significativa; pero si hay diferencia de estas con 0.8 y 1.6(m/m) comparadas con las anteriores, aunque entre estas dos no hay diferencia. Esto nos dice que los controles son iguales en todos los casos excepto para la concentración y 1.6 donde el insecto prefiere el alimento sin tratar con condimento canela.

Y en todos los casos el comportamiento del insecto es ir hacia donde no haya trigo tratado.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=6$.

GRAFICA 5.2.4. Promedio de los insectos +/- EE de *T. castaneum* presentes en el control, trigo tratado con CANELA e insectos encontrados fuera contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m).

Condimento 5. Cebolla.

Tabla 5.8. Medias de los insectos presentes en el control, en el trigo tratado e insectos encontrados fuera fueron las siguientes:

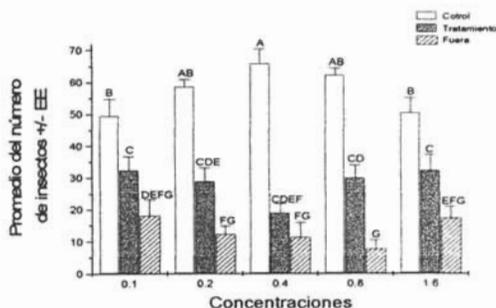
Medias + Error estandar					
Conc. (m/m)	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6
Control	49.50±5.40a	58.60±2.31a	65.80±4.50a	62.30±2.10a	50.50±4.60a
Tratamiento	32.30±2.60b	29.00±4.80b	19.00±2.90b	29.83±4.10b	32.10±5.14b
Fuera	18.10±1.10c	12.33±2.55c	11.33±4.60b	7.83±2.60c	17.33±3.60c

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=6$).

De acuerdo al análisis de varianza para cada concentración como se observa en la Tabla 5.8. que para la concentración de 0.1, 0.2, 0.8, 1.6(m/m) hay diferencia significativa entre el control, el tratamiento y los insectos encontrados fuera y para la concentración de 0.4, no es significativamente diferente el trigo tratado con los insectos encontrados fuera. Esto nos dice que el insecto prefiere trigo sin tratar.

En la Grafica 5.2.5. se observa que en las medias entre del número de insectos controles, tratamientos e insectos encontrados fuera no hay diferencia significativa entre concentraciones. Excepto en la concentración de 0.4 (m/m) si hay diferencia significativa con respecto de las demás concentraciones. Esto quiere decir que de igual forma que en los anteriores condimentos, existe una diferencia significativa entre controles y tratamientos por lo que el insecto prefiere trigo sin

tratar.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=6$.

GRAFICA 5.2.5. Promedio de los insectos +/- EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con CEBOLLA e insectos encontrados fuera contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m).

Condimento 6. Chile.

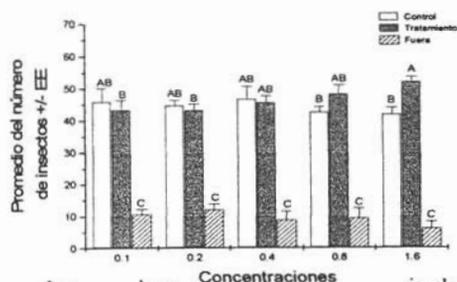
Tabla 5.9. Medias de los insectos presentes en el control, en el trigo tratado e insectos encontrados fuera fueron las siguientes:

Medias + Error estandar					
Conc. (m/m)	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6
Control	50.30+2.30a	53.60+3.20a	56.66+1.70a	64.00+2.10a	58.33+3.30a
Tratamiento	40.80+2.60b	31.10+2.90b	34.00+2.40b	30.66+1.60b	37.50+3.16b
Fuera	8.80+1.10c	11.16+2.60c	8.33+1.30c	5.33+0.90c	5.66+0.70c

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=6$).

De acuerdo al análisis de varianza para cada concentración como se observa en la Tabla 5.10., que para las medias del control y el trigo tratado no existe una diferencia significativa entre ellos, excepto para la concentración de 1.6 (m/m) donde si hay una diferencia significativa entre control, trigo tratado e insectos encontrados fuera. Esto nos dice que el insecto prefiere a cualquiera de los dos al trigo tratado o sin tratamiento, excepto para la concentración de 1.6 (m/m) donde se encontró mayor número de insectos en el trigo tratado.

En la Grafica 5.2.7. se observa que en las medias del número de insectos entre controles, tratamientos e insectos fuera no hay diferencia significativa entre concentraciones. Tampoco existe diferencia significativa entre controles, y tratamientos concentraciones. Esto nos dice que el insecto prefiere a cualquiera de los dos ya sea que tenga o no condimento cilantro.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) $n=6$.

GRAFICA 5.2.7. Promedio de los insectos +/- EE de *T. castaneum* presentes en el control, trigo tratado con CILANTRO e insectos encontrados fuera contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m).

Condimento 8. Clavo.

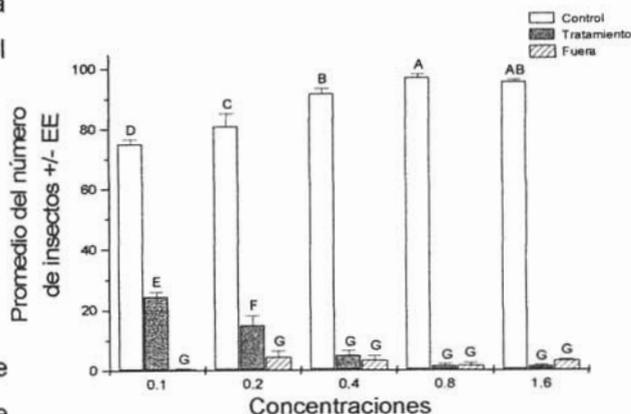
Tabla 5.11. Medias de los insectos presentes en el control, en el trigo tratado e insectos encontrados fuera fueron las siguientes:

Medias + Error estandar					
Conc. (m/m)	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6
Control	75.00±1.63a	80.83±4.20a	91.66±1.74a	96.83±1.22a	95.50±0.84a
Tratamiento	24.50±1.60b	14.83±3.18b	5.00±1.65b	1.50±0.67b	1.33±0.55b
Fuera	0.50±0.22c	4.33±3.18c	3.33±1.58b	1.66±0.91b	3.16±0.40b

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=6$).

De acuerdo al análisis de varianza para cada concentración como se observa en la tabla 5.11., que para las concentraciones de 0.1 y 0.2 (m/m) existe diferencia significativa entre el control, el tratamiento y la media del número de insectos encontrados fuera. Esto nos dice que el insecto en todos los casos prefiere el trigo sin tratar que el trigo tratado; además los insectos encontrados fuera y para el trigo tratado en las concentraciones de 0.4 , 0.8 y 1.6 (m/m) no existe diferencia significativa; entre el control y el trigo tratado si hay diferencia significativa pero entre el tratamiento y los insectos encontrados fuera no hay diferencia, estos son iguales pero el número de insectos encontrados en estos recipientes es menor del 10% por lo que se puede decir que para el condimento clavo entre mayor es la concentración del trigo tratado menor es el número de insectos que se encuentra en este, por lo que el número de insectos encontrados en el control es mayor. Podemos decir que el insecto prefiere trigo sin tratar que trigo tratado.

En la grafica 5.2.8. se observa claramente que en las medias del número de insectos entre los controles es significativamente diferentes en las concentraciones de 0.1, 0.2, 0.4, y 0.8 (m/m) aunque, en 1.6 (p/p) no es significativa de 0.8 y 0.4 (m/m). Y las medias de los tratamientos de 0.1, 0.2(m/m) son significativamente diferentes de 0.4, 0.8 y 1.6 (m/m)) pero entre estas no son diferentes entre si. Esto nos dice que entre mayor fue la concentración del condimento clavo menor fue el numero de insectos encontrados en el tratamiento y por lo tanto los insectos prefieren el trigo sin tratar.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=6$.

GRAFICA 5.2.8. Promedio de los insectos +/- EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con CLAVO e insectos encontrados fuera contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m).

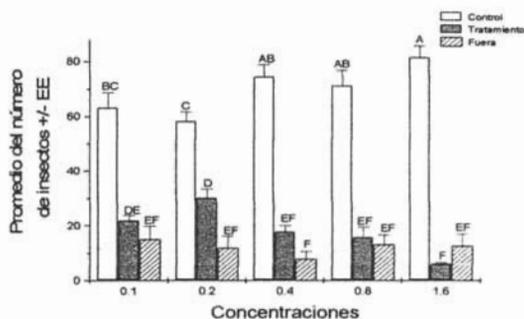
Condimento 9. Comino.

Tabla 5.12. Medias de los insectos presentes en el control, en el trigo tratado e insectos encontrados fuera fueron las siguientes:

Conc. (m/m)	Medias + Error estandar				
	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6
Control	63.16±5.60a	58.10±3.40a	74.50±4.20a	71.00±5.70a	81.30±4.30a
Tratamiento	21.80±2.10b	30.00±3.30b	17.60±2.30b	15.60±3.80b	6.00±0.50b
Fuera	15.00±4.80b	11.80±4.30c	7.83±2.70b	13.00±3.70b	12.60±4.30b

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=6$).

En la grafica 5.2.9. se observa que no hay diferencia significativa entre las concentraciones en 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 y 1.6 (m/m). Aunque existe diferencia entre 0.2 y 1.6 (m/m) ya que el numero de insectos encontrados en 0.2 es menor que en 1.6. Para los tratamientos no hay diferencia significativa entre 0.1, 0.4, 0.8 y 1.6 (m/m) aunque 0.2 es significativamente diferente de los demás; esto nos indica que el insecto en este condimento prefiere trigo sin tratar que trigo tratado ya que el número de insectos encontrados en todos los casos es menor del 30%.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) $n=6$.

GRAFICA 5.2.9. Promedio de los insectos +/- EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con COMINO e insectos encontrados fuera contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m).

Condimento 10. Mostaza.

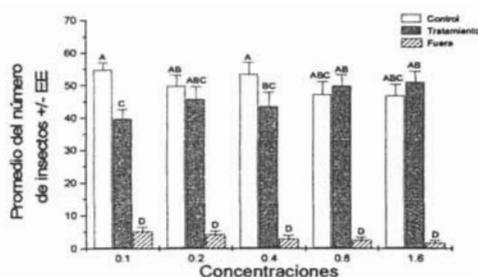
Tabla 5.13. Medias de los insectos presentes en el control, en el trigo tratado e insectos encontrados fuera fueron las siguientes:

Medias + Error estandar					
Conc. (m/m)	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6
Control	54.80±2.20a	49.80±3.20a	53.50±3.60a	47.30±3.90a	47.00±3.50a
Tratamiento	39.80±2.80b	45.80±3.80a	43.50±4.40a	50.00±3.30a	51.10±3.30a
Fuera	5.33±1.10c	4.30±1.00b	3.00±1.00b	2.60±0.80b	1.80±0.60b

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=6$).

De acuerdo al análisis de varianza para cada concentración como se observa en la Tabla 5.13., que solo para la concentración de 0.1 (m/m) el control, el trigo tratado y los insectos encontrados fuera son significativamente diferentes aunque para 0.2, 0.4, 0.8, y 1.6 (m/m) no son significativamente diferentes. Con esto se puede decir que el numero de insectos encontrados en el control y en el tratamiento son iguales; o sea al insecto no le importa que exista o no el trigo tratado.

En la Grafica 5. 2. 10. se observa que en las medias del número de insectos entre controles, tratamientos e insectos encontrados fuera no hay diferencia significativa entre concentraciones. Esto nos indica, lo mismo que en el punto anterior que el insecto prefiere o no que el trigo tratado.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=6$.

GRAFICA 5.2.10. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con MOSTAZA e insectos encontrados fuera contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m).

Condimento 11. Nuez Moscada.

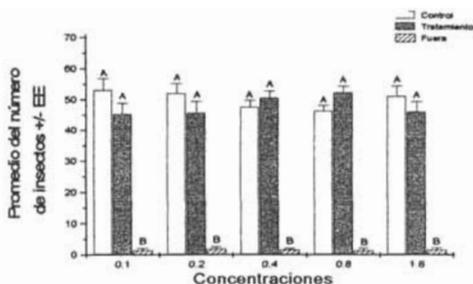
Tabla 5.14. Medias de los insectos presentes en el control, en el trigo tratado e insectos encontrados fuera fueron las siguientes:

Conc. (m/m)	Medias + Error estandar				
	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6
Control	53.10±3.70a	52.10±3.20a	47.60±2.20a	46.30±1.80a	51.10±3.30a
Tratamiento	45.30±3.50a	45.80±3.70a	50.60±2.30a	52.30±1.90a	46.10±3.20a
Fuera	1.50±0.50b	2.00±0.81b	1.60±0.40b	1.30±0.60b	1.60±0.60b

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=6$).

De acuerdo al análisis de varianza para cada concentración como se observa en la Tabla 5.14., que en las medias para todas las concentraciones entre controles, tratamientos e insectos encontrados fuera no hay diferencia significativa. Esto nos indica, lo mismo que en el punto anterior que el insecto prefiere o no que el trigo tratado.

En la grafica 5.2.11. se observa que en las medias del número de insectos entre controles, tratamientos e insectos encontrados fuera no hay diferencia significativa entre concentraciones. Esto nos indica, que el insecto prefiere o no que el trigo tratado.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=6$.

GRAFICA 5.2.11. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con NUEZ MOSCADA e insectos encontrados fuera contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m).

Condimento 12. Pimienta.

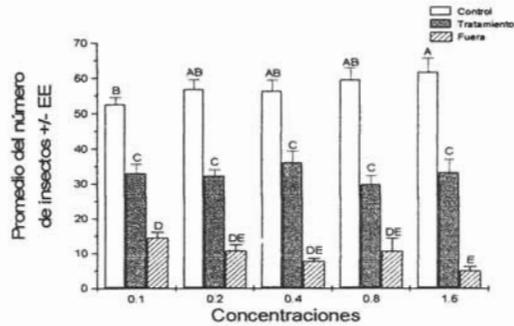
Tabla 5.15. Medias de los insectos presentes en el control, en el trigo tratado e insectos encontrados fuera fueron las siguientes:

Conc. (m/m)	Medias + Error estandar				
	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6
Control	52.50±2.00a	56.80±2.70a	56.10±3.10a	59.50±3.40a	61.60±4.00a
Tratamiento	33.00±2.70b	32.30±1.80b	36.00±3.10b	29.80±2.50b	33.30±3.60b
Fuera	14.50±1.60c	10.80±1.60c	7.80±0.70c	10.60±3.60c	5.00±1.20c

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=6$).

De acuerdo al análisis de varianza para cada concentración como se observa en la Tabla 5.15., que para las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 y 1.6 (m/m) hay diferencia significativa entre el control, el tratamiento y los insectos encontrados en todas las concentraciones. Esto nos dice que el insecto prefiere trigo sin tratar que trigo tratado ya que se encontró el mayor numero de insectos en el trigo sin tratar.

En la grafica 5.2.12. se observa que en las medias del número de insectos entre los controles, tratamientos e insectos encontrados fuera no hay diferencia significativa. Aquí se ve que el insecto prefiere el trigo sin tratar que el trigo tratado.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=6$.

GRAFICA 5.2.12. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con PIMIENTA e insectos encontrados fuera contra las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m).

A continuación se muestran los resultados correspondientes a la preferencia de *T. castaneum* a diferentes concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6(m/m) de los doce diferentes condimentos vegetales en pruebas de libre elección para este propósito las concentraciones fueron ofrecidas **simultáneamente**, al mismo tiempo.

5.2.2 Concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m) ofrecidas juntas (al mismo tiempo) en una prueba de libre elección.

El análisis de varianza y la comparación de medias en cada prueba se realizo por Duncan's con el paquete estadístico CRD de dos factores MSTAC Versión 3 Con un valor de alfa de 0.05. Esto fue para los doce condimentos utilizados. Todas las graficas se realizaron con el paquete ORIGIN Versión 4.0.

Tabla 5.16. Medias \pm Err. de los insectos presentes en cada una de las concentraciones e insectos encontrados fuera; fueron las siguientes:

Conc./cond.	0	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	Fuera
AJO	25.20 \pm 2.40A	20.00 \pm 2.40AB	12.80 \pm 1.70C	10.60 \pm 1.90C	14.90 \pm 2.10BC	13.30 \pm 1.70C	3.20 \pm 1.09D
ANIS	20.30 \pm 1.80A	15.80 \pm 2.10AB	12.50 \pm 1.40AB	18.40 \pm 2.00AB	16.30 \pm 2.80AB	14.70 \pm 1.50AB	2.00 \pm 0.40C
AZAFRAN	24.10 \pm 2.40A	14.20 \pm 1.70A	14.20 \pm 1.80B	15.60 \pm 1.30B	12.70 \pm 1.50B	18.20 \pm 1.30B	1.00 \pm 0.20C
CANELA	19.40 \pm 2.10A	16.40 \pm 1.30A	17.30 \pm 2.20A	14.40 \pm 1.40A	16.90 \pm 0.20A	14.70 \pm 2.20A	0.90 \pm 0.30B
CABOLLA	16.80 \pm 1.00A	14.70 \pm 0.90A	14.20 \pm 1.30A	15.90 \pm 2.20A	18.80 \pm 1.60A	18.80 \pm 1.40A	0.80 \pm 0.20B
CHILE	24.50 \pm 2.70A	17.00 \pm 1.90BC	13.90 \pm 2.30BC	12.20 \pm 0.90C	12.90 \pm 1.10BC	17.90 \pm 1.70B	1.60 \pm 0.30D
CLANTRO	20.20 \pm 1.50AB	11.20 \pm 0.90C	15.80 \pm 1.20BC	13.10 \pm 1.70C	14.90 \pm 1.10C	23.60 \pm 2.10A	1.20 \pm 0.30D
CLAVO	36.90 \pm 2.00A	25.50 \pm 1.80B	18.80 \pm 2.50C	9.40 \pm 1.40D	2.20 \pm 0.60EF	7.00 \pm 0.20F	5.50 \pm 1.60DE
COMINO	27.90 \pm 2.00A	28.70 \pm 1.70A	16.30 \pm 1.60CD	13.70 \pm 1.60B	9.00 \pm 1.40B	3.00 \pm 0.40C	1.40 \pm 0.80D
MOSTAZA	18.20 \pm 1.70AB	16.40 \pm 2.00AB	14.70 \pm 1.30AB	17.40 \pm 2.20AB	12.80 \pm 1.40B	19.70 \pm 1.30A	0.80 \pm 0.30C
NUEZ MOS.	28.90 \pm 2.10A	10.80 \pm 0.90D	10.70 \pm 1.10D	12.20 \pm 0.80CD	15.90 \pm 1.80BC	20.30 \pm 2.10B	1.20 \pm 0.20E
PIMENTA	34.90 \pm 3.00A	12.60 \pm 1.60B	12.70 \pm 1.20B	12.40 \pm 1.40B	12.50 \pm 1.70B	13.30 \pm 2.20B	1.90 \pm 0.30C

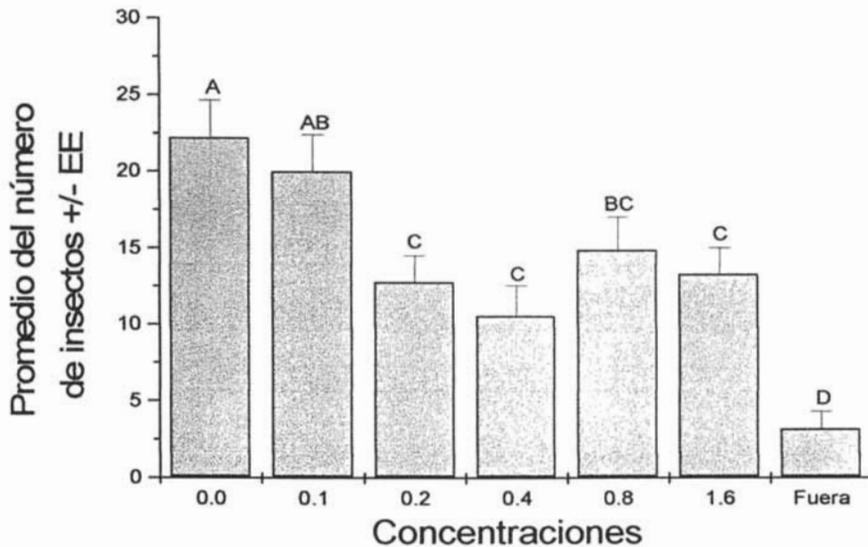
Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=6$).

De la tabla 5.16. se revisaron los datos en un análisis de varianza donde se muestran las diferencias entre las medias de las diferentes concentraciones para cada uno de los 12 condimentos utilizados.

Para una mejor observación de los resultados se realizaron en graficas con el paquete ORIGIN Versión 4.0.

De la Tabla 5.16 se muestran los resultados para el condimento ajo que se utilizaron para la Grafica 5.2.2.1 donde se observa que las medias para el numero de insectos encontrados en los recipientes para el control (concentración de 0.0) es significativamente diferente del trigo tratado con las concentraciones de 0.2, 0.4, 0.8,1.6 (m/m) y de los insectos encontrados fuera, pero es igual a 0.1, 0.8 y 1.6 (m/m), esto nos dice que realmente no hay diferencia significativa entre ninguna de las concentraciones incluyendo al control.

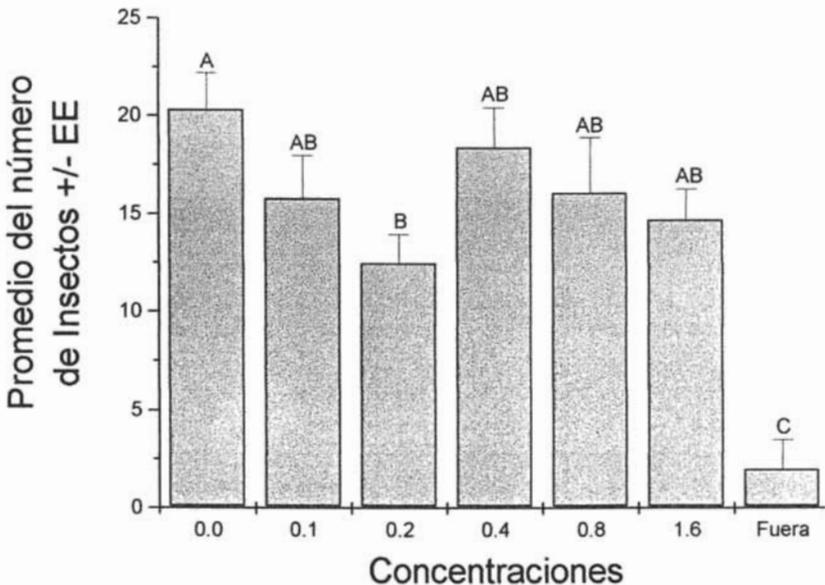
Entonces la atracción de *T. castaneum* es igual para el trigo sin tratar que para el trigo tratado con cualquier concentración, su respuesta es igual.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=10$.

GRAFICA 5.2.2.1. Promedio de los insectos +/-EE de *T. castaneum* presentes en el control, trigo tratado con AJO e insectos encontrados fuera contra las concentraciones (cuando son ofrecidas simultáneamente).

De acuerdo a la Ttabla 5.16 donde se muestran las medias del número de insectos encontradas para el condimento **anís** en cada uno de los recipientes después de un periodo de 24 h. De donde se muestra en la Grafica 5.2.2.1 que no hay diferencia significativa entre concentraciones, aunque para las medias de la concentraciones de 0.0 y 0.2 (m/m) si sean significativamente diferentes. La media de 0.1, 0.2, 0.8, 1.6 (m/m) son iguales a la de 0.0 pero la media de 0.2 es igual a la de 0.4, 0.8 y 1.6 (m/m) por lo que se puede decir que no hay diferencia significativa entre ninguna de las concentraciones, por lo tanto; la atracción de *T. castaneum* es igual para el trigo sin tratar que para el trigo tratado con cualquier concentración, su respuesta es igual.

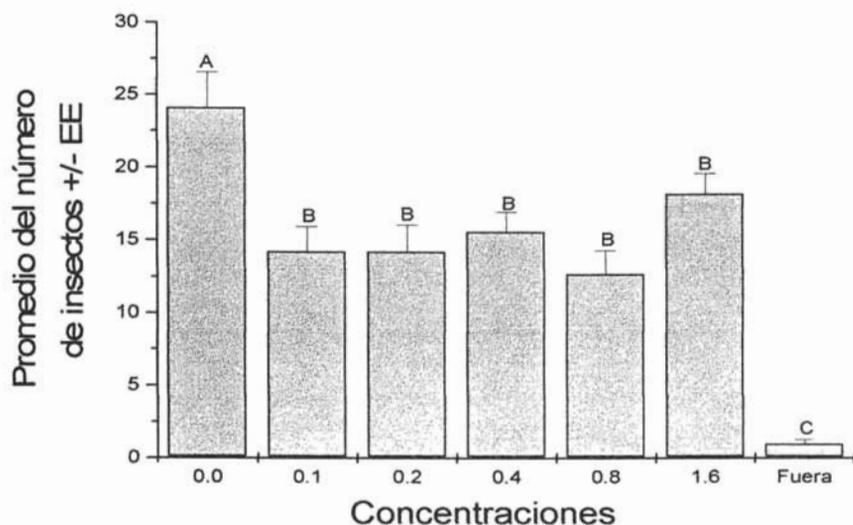


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=10$.

GRAFICA 5.2.2.2. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con ANÍS e insectos encontrados fuera contra las concentraciones (cuando son ofrecidas simultáneamente).

De acuerdo a la Tabla 5.16 donde se muestran las medias del número de insectos encontradas para el condimento **azafran** en cada uno de los recipientes después de un periodo de 24 h.

Que se muestran en la Grafica 5.2.2.3 que no hay diferencia significativa entre concentraciones, aunque existe una diferencia significativa entre la media de la concentración de trigo control (0.0) con respecto de todas las demás, o sea que la media de 0.0 es significativamente diferente de las otras medias de 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m) Esto nos indica que al encontrar mayor numero de insectos en el control la atracción de *T. castaneum* es mayor para el trigo sin tratar que para el trigo tratado con cualquier concentración.

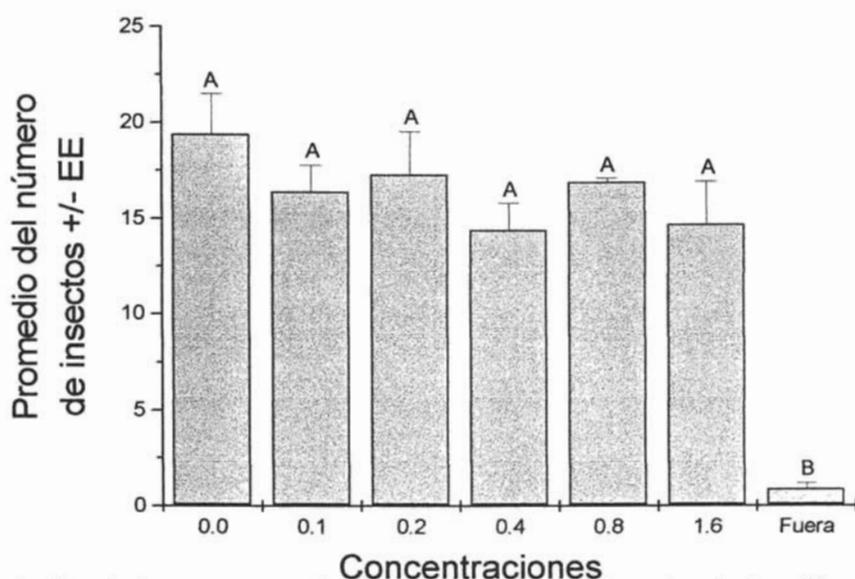


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=10$.

GRAFICA 5.2.2.3. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con AZAFRÁN e insectos encontrados fuera contra las concentraciones (cuando son ofrecidas simultáneamente).

De acuerdo a la Tabla 5.16. donde se muestran las medias del número de insectos encontradas para el condimento **canela** en cada uno de los recipientes después de un periodo de 24 h.

En donde el análisis de varianza muestra en la Grafica 5.2.2.4 que no hay diferencia significativa entre concentraciones. Esto es que las medias encontradas en 0.0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m) son iguales. Esto nos indica que *T. castaneum* se comporta igual con el trigo sin tratar que con el trigo tratado a cualquier concentración.

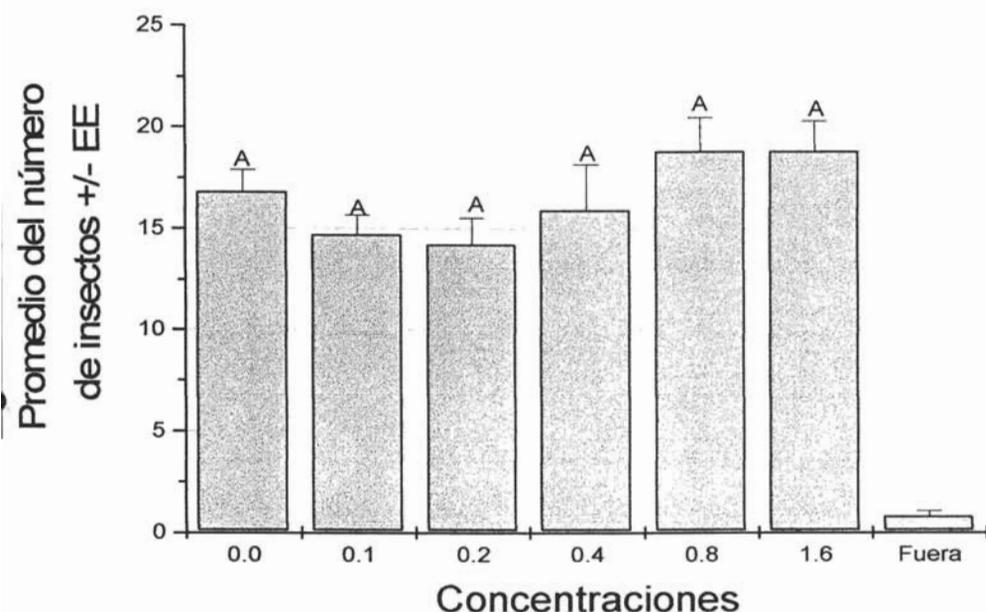


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=10$.

GRAFICA 5.2.2.4. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con CANELA e insectos encontrados fuera contra las concentraciones (cuando son ofrecidas simultáneamente).

De acuerdo a la Tabla 5.16 donde se muestran las medias del número de insectos encontradas para el condimento **Cebolla** en cada uno de los recipientes después de un periodo de 24 h.

En donde el análisis de varianza muestra en la Grafica 5.2.2.5 que no hay diferencia significativa entre concentraciones. Esto es que las medias encontradas en 0.0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 (m/m) son iguales. Esto nos indica que *T. castaneum* se comporta igual que en el condimento anterior; igual con el trigo sin tratar que con el trigo tratado a cualquier concentración.

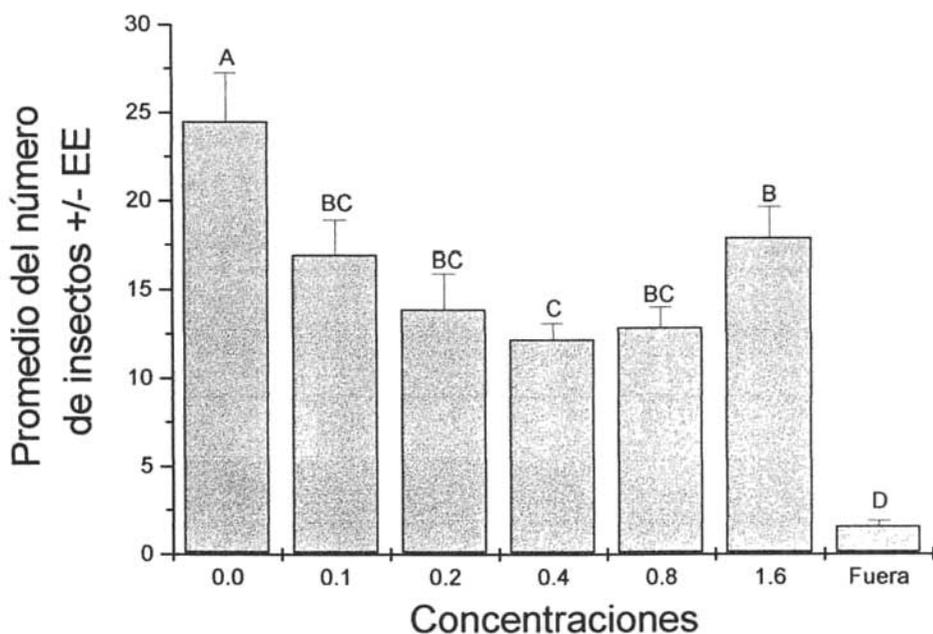


Las hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si de medias por Duncan's). $n=10$.

GRAFICA 5.2.2.5. Promedio de los insectos +/-EE de *T. castaneum* presentes en el control, trigo tratado con CEBOLLA e insectos encontrados fuera contra las concentraciones (cuando son ofrecidas simultáneamente).

De acuerdo a la Tabla 5.16 donde se muestran las medias del número de insectos encontradas para el condimento **chile** en cada uno de los recipientes después de un periodo de 24 h.

Aunque el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.2.2.6 nos dice que para los insectos encontrados no hay diferencia significativa para las concentraciones de 0.1, 0.2, 0.8, y 1.6 (m/m), aunque para el trigo control (0.0) respecto de las demás concentraciones si hay diferencia significativa. Esto nos indica que *T. castaneum* prefiere el trigo sin tratar que el trigo tratado a cualquier concentración del condimento.

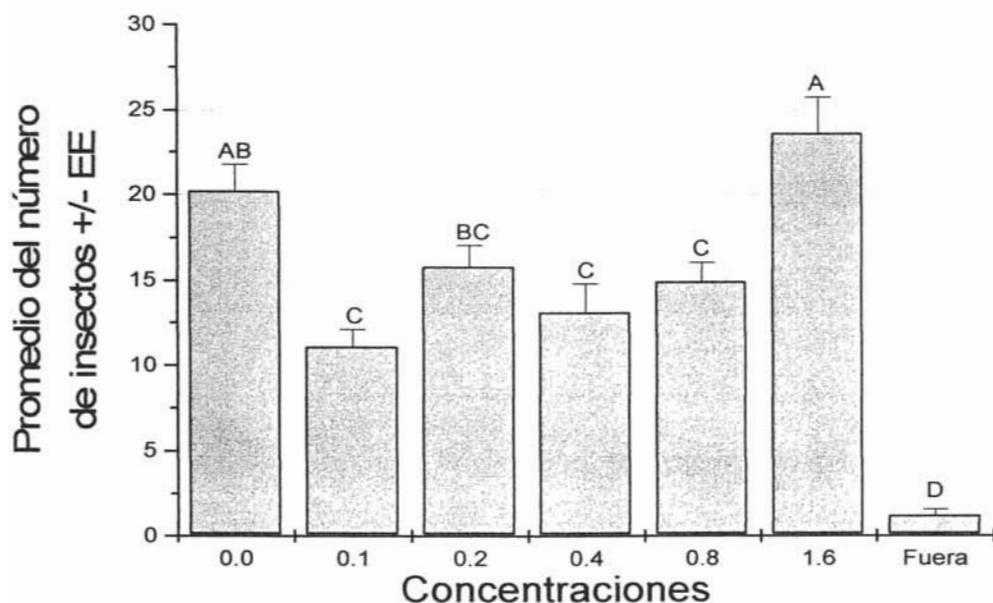


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=10$.

GRAFICA 5.2.2.6. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con CHILE e insectos encontrados fuera contra las concentraciones (Cuando son ofrecidas simultáneamente).

De acuerdo a la Tabla 5.16. donde se muestran las medias del número de insectos encontradas para el condimento **cilantro** en cada uno de los recipientes después de un periodo de 24 h.

En donde el análisis de varianza muestra, en la Grafica 5.2.2.7 que no hay diferencia significativa entre concentraciones. Aunque se observa que a mayor concentración hay mayor número de insectos encontrados en la concertación de 1.6 (m/m), y de todas formas no hay diferencia significativa entre las concentraciones. Esto nos indica que *T. castaneum* se comporta igual con trigo tratado que con trigo sin tratar.

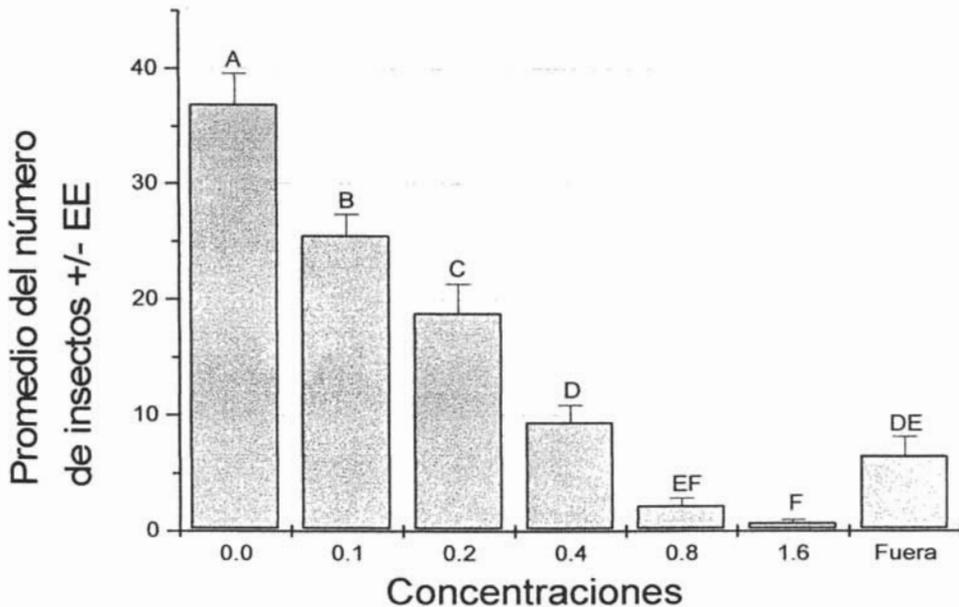


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=10$.

GRAFICA 5. 2. 2. 7. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con CILANTRO e insectos encontrados fuera contra las concentraciones (cuando son ofrecidas simultáneamente).

De acuerdo a la Tabla 5.16. donde se muestran las medias del número de insectos encontradas para el condimento **clavo** en cada uno de los recipientes después de un periodo de 24 h.

En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.2.2.8 nos dice que hay diferencia significativa entre cada una de las concentraciones. Esto es que para las concentraciones 0.0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, y 1.6 (m/m) son diferentes entre si; o sea que entre mas aumento la concentración hubo menor numero de insectos, aunque para las concentraciones de 0.8 y 1.6 (m/m) no hay diferencia significativa, pero de todas formas esto nos indica que el insecto prefiere que haya menor o nada de alimento tratado. Por lo que nos indica que el comportamiento de *T. castaneum* tiene una no preferencia al trigo tratado.

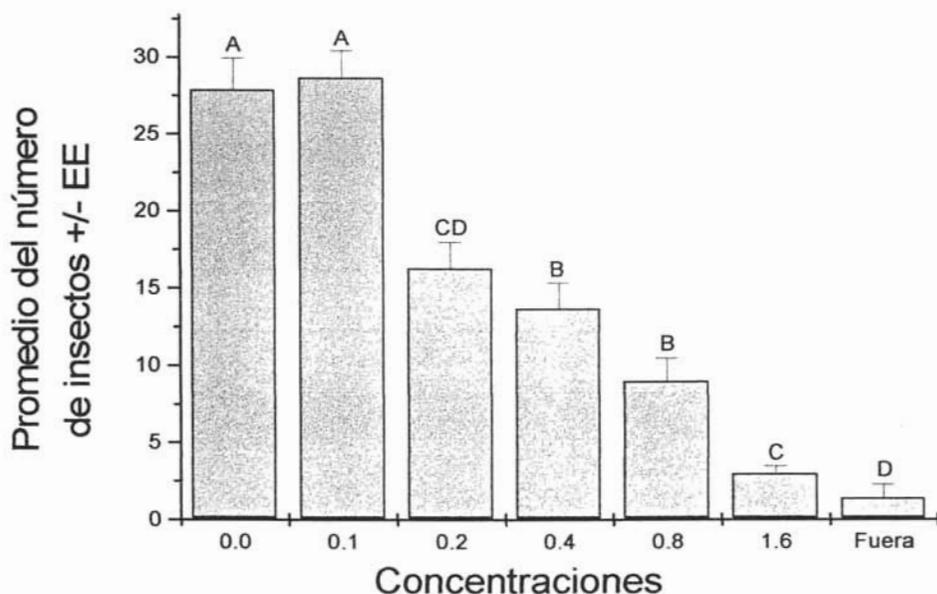


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=10$.

GRAFICA 5.2.2.8. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con CLAVO e insectos encontrados fuera contra las concentraciones (cuando son ofrecidas simultáneamente).

De acuerdo a la Tabla 5.16. donde se muestran las medias del número de insectos encontradas para el condimento **comino** en cada uno de los recipientes después de un periodo de 24 h.

En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.2.2.9 no hay diferencia significativa para el control y la concentración de 0.1. Aunque si hay diferencia significativa con respecto de las concentraciones de 0.2, 0.4, 1.6 (m/m) e insectos encontrados fuera, de donde también podemos decir que a menores concentraciones de trigo tratado menor numero de insectos. Esto nos indica que *T. castaneum* prefiere trigo sin tratar o concentraciones muy bajas de trigo tratado.

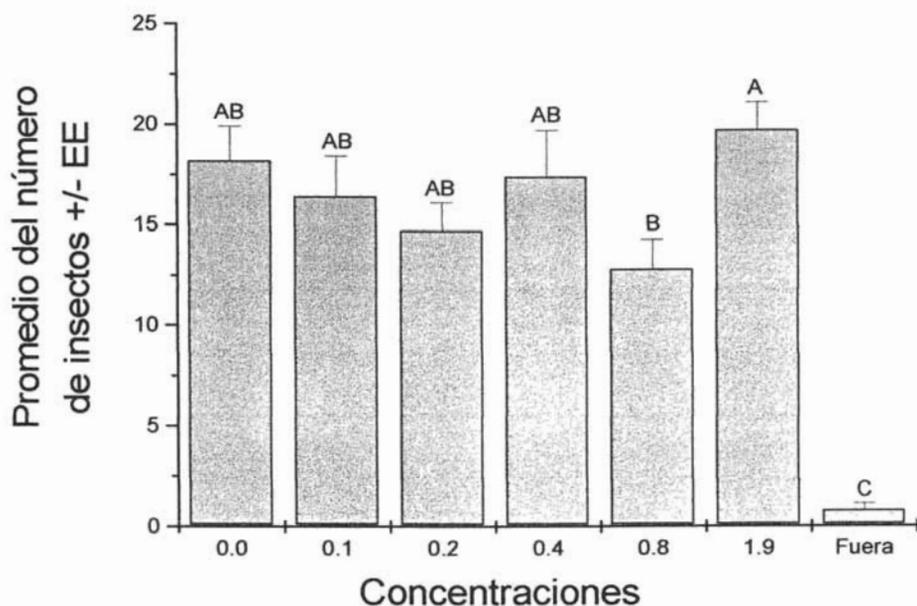


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=10$.

GRAFICA 5.2.2.9. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con COMINO e insectos encontrados fuera contra las concentraciones (cuando son ofrecidas simultáneamente).

De acuerdo a la Tabla 5.16. donde se muestran las medias del número de insectos encontradas para el condimento **Mostaza** en cada uno de los recipientes después de un periodo de 24 h.

En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.2.2.10 donde no hay diferencia significativa entre concentraciones, esto es que para el control es igual que para el trigo tratado con las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, y 1.6 (m/m). Esto nos indica que *T. castaneum* se comporta igual con trigo tratado que con trigo sin tratar.

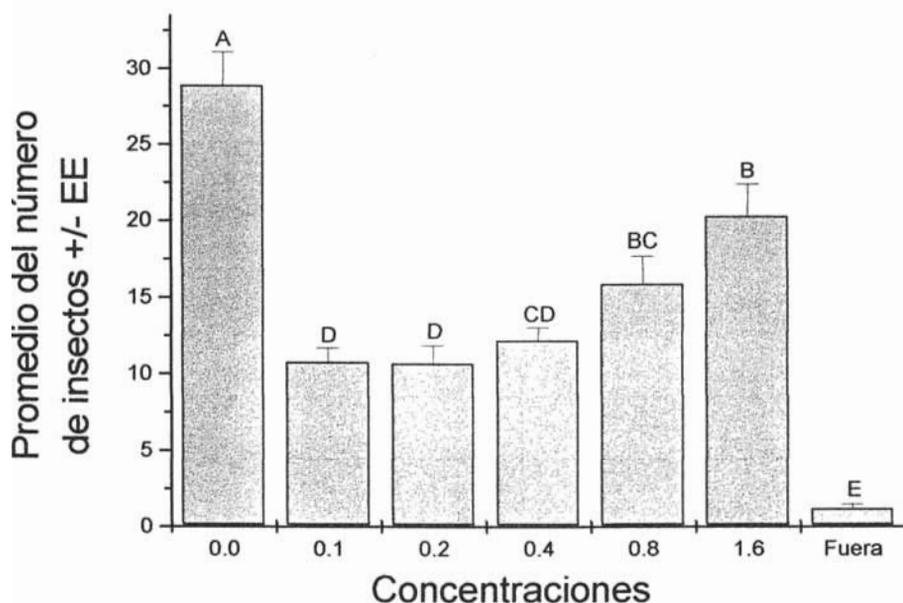


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=10$.

GRAFICA 5.2.2.10. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con MOSTAZA e insectos encontrados fuera contra las concentraciones (cuando son ofrecidas simultáneamente).

De acuerdo a la Tabla 5.16. donde se muestran las medias del número de insectos encontradas para el condimento **Nuez Moscada** en cada uno de los recipientes después de un periodo de 24 h.

En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.2.2.11. para el control con respecto de las demás concentraciones hay diferencia significativa, y entre las concentraciones hay diferencia significativa; esto es, que las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, y 1.6 (m/m) entre ellas no hay diferencia significativa pero de las concentraciones con el trigo sin tratar si hay diferencia significativa. Esto nos indica que *T. castaneum* prefirió el trigo sin tratar que trigo tratado.

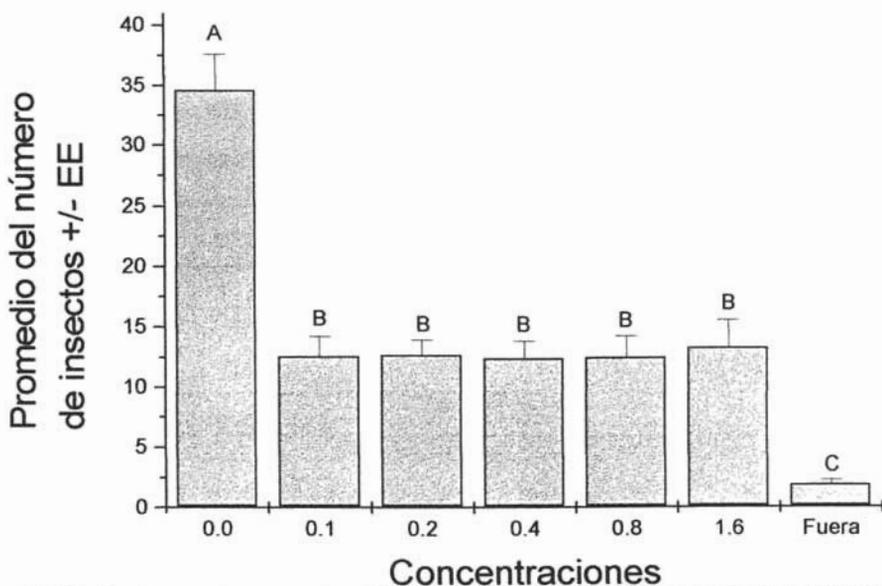


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=10$.

GRAFICA 5.2.2.11. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con NUEZ MOSCADA e insectos encontrados fuera contra las concentraciones (cuando son ofrecidas simultáneamente).

De acuerdo a la Tabla 5.16. donde se muestran las medias encontradas del número de insectos para el condimento **Nuez Moscada** en cada uno de los recipientes después de un periodo de 24 h.

En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.2.2.12. se observa claramente como para el control con respecto de las demás concentraciones hay diferencia significativa; y entre concentraciones no hay diferencia significativa, esto es que para las concentraciones 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, y 1.6 (m/m) no hay diferencia significativa entre ellas, pero de las concentraciones con el trigo sin tratar (0.0) si hay diferencia significativa. Esto nos indica que *T. castaneum* prefirió el control que el trigo tratado y además la proporción de los insectos encontrados en todos los casos del trigo tratado es menor del 15%.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=10$.

GRAFICA 5.2.2.12. Promedio de los insectos +/-EE de *T.castaneum* presentes en el control, trigo tratado con PIMIENTA e insectos encontrados fuera contra las concentraciones (cuando son ofrecidas simultáneamente).

5.3. Efecto de los condimentos vegetales en la emergencia de adultos *T. Castaneum*.

El estudio de la emergencia de adultos de *T. castaneum* se realizó para ver el comportamiento del insecto en su oviposición, esto es se trató al trigo con cada uno de los condimentos y se observó si había alguna reacción en el estímulo del insecto y se encontró para todos los casos un control con un promedio de 88.2 de insectos y este se comparó con cada uno de los condimentos y sus concentraciones utilizadas.

El análisis de varianza y la comparación de medias para esta prueba se realizó por Duncan's con el paquete estadístico CRD de dos factores MSTAC Versión 3 Con un valor de alfa de 0.05. Esto fue para los doce condimentos utilizados.

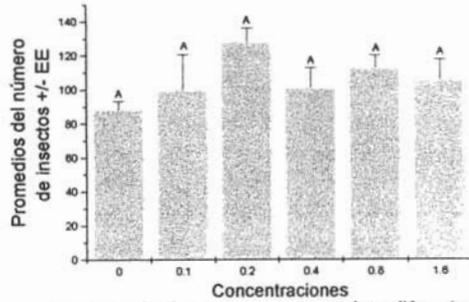
TABLA 5.3.1. Medias + Errest de los insectos presentes en el control y en el trigo tratado a las diferentes concentraciones en la emergencia de *T. castaneum*.

Con./ cond.	0	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6
AJO	82.20	94.40+21	127.80+8.30	100.80+11.90	112.00+7.70	105.50+12.00
ANIS	82.20	11.80+14.10	125.00+18.30	69.40+12.20	120.60+15.20	82.80+13.00
AZAFRAN	82.20	95.40+12.4	101.30+15.50	90.40+15.60	120.60+18.00	78.40+4.90
CANELA	82.20	89.00+24.10	138.20+31.80	78.20+22.50	94.60+27.60	106.20+31.00
CABOLLA	82.20	86.20+9.80	92.00+15.40	77.20+6.80	81.60+9.00	108.80+25.60
CHILE	82.20	129.20+23.10	92.00+8.80	97.80+9.90	83.80+14.60	90.00+11.10
CILANTRO	82.20	90.20+14.9	93.40+5.30	115.80+6.90	97.00+10.60	101.00+16.20
CLAVO	82.20	118.40+10.50	79.90+15.80	110.00+15.90	55.80+13.30	34.20+14.70
COMINO	82.20	85.00+10.50	93.00+12.50	104.60+9.70	81.00+7.00	80.20+7.90
MOSTAZA	82.20	88.60+6.00	97.8+13.00	89.60+10.50	105.00+16.20	106.00+7.00
NUEZ MOS.	82.20	121.80+9.90	100.40+9.60	89.80+8.10	102.00+90.10	82.00+11.00
PIMIENTA	82.20	81.60+13.60	82.20+13.00	84.80+15.80	67.00+18.40	89.00+14.00

Medias con letras diferentes presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's) ($n=6$).

1. Ajo.

De acuerdo a la Tabla 5.3.1. donde se muestran las medias del número de insectos en cada concentración para ajo en cada frasco con trigo tratado. En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.3.1. para el condimento ajo, se ve que no hay diferencia significativa entre concentraciones por lo que la emergencia es igual en cualquier concentración.



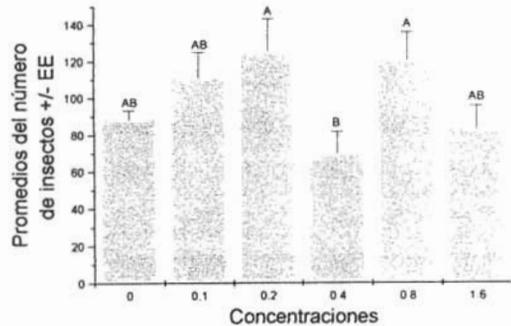
Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=5$

GRAFICA 5.3.1. Promedio del número de insectos de *T. castaneum* en la emergencia a diferentes concentraciones de AJO.

2. Anís.

De acuerdo a la Tabla 5.3.1. donde se muestran las medias del número de insectos en cada concentración para anís en cada frasco con trigo tratado. En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.3.2. para el condimento anís, se observa que no hay diferencia significativa entre concentraciones, aunque para la concentración de 0.4 hay diferencia significativa con respecto de las demás concentraciones pero esta no es diferente del control y de la concentraciones de 0, 0.1, y 1.6 (m/m)

Por lo que la emergencia es igual a cualquier concentración.



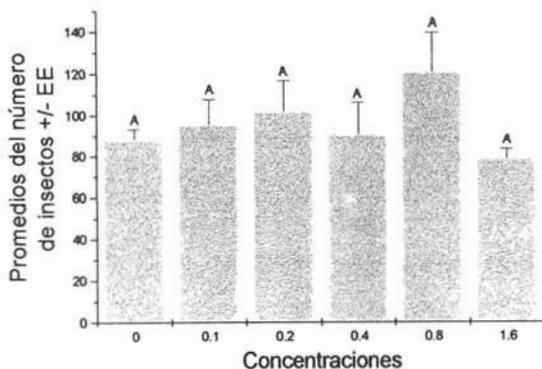
Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=5$.

GRAFICA 5.3.2. Promedio del número de insectos de *T. castaneum* en la emergencia a diferentes concentraciones de ANÍS.

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

3. Azafrán.

De acuerdo a la Tabla 5.3.1. donde se muestran las medias del número de insectos en cada concentración para azafrán en cada frasco con trigo tratado. En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.3.3. para el condimento azafrán, se ve que no hay diferencia significativa entre concentraciones por lo que la emergencia permanece igual tanto en el control como en cualquier concentración.

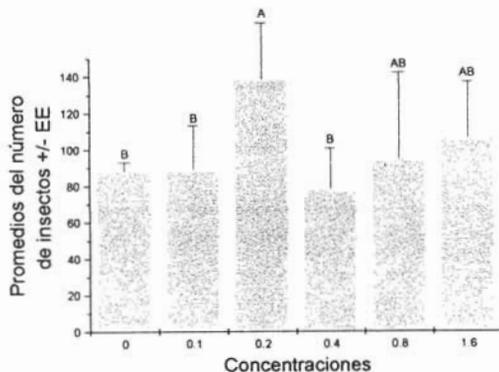


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=5$.

GRAFICA 5.3.3. Promedio del número de insectos de *T. castaneum* en la emergencia a diferentes concentraciones de AZAFRÁN.

4. Canela

De acuerdo a la Tabla 5.3.1. donde se muestran las medias del número de insectos en cada concentración para canela en cada frasco con trigo tratado. En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.3.4. se observa que para el condimento canela, no hay diferencia significativa entre el control y las concentraciones 0.1, 0.4, 0.8 y 1.6 (m/m), aunque si existe diferencia entre 0.2 con las anteriores, esto nos indica que la emergencia es igual para todas las concentraciones.

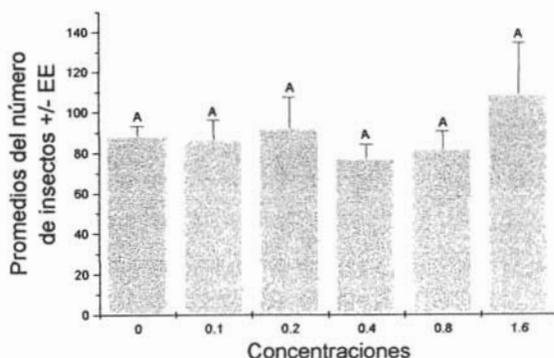


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=5$

GRAFICA 5.3.4. Promedio del número de insectos de *T. castaneum* en la emergencia a diferentes concentraciones de CANELA.

5. Cebolla

De acuerdo a la Tabla 5.3.1. donde se muestran las medias del número de insectos en cada concentración para cebolla en cada frasco con trigo tratado. En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.3.5. se observa que para el condimento cebolla, no hay diferencia significativa entre concentraciones por lo que la emergencia permanece igual tanto en el control como en cualquier concentración.

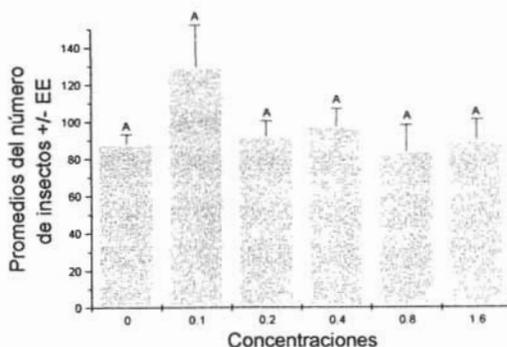


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=5$

GRAFICA 5.3.5 Promedio del numero de insectos de *T. castaneum* en la emergencia a diferentes concentraciones de CEBOLLA.

6. Chile.

De acuerdo a la Tabla 5.3.1. donde se muestran las medias del número de insectos en cada concentración para chile en cada frasco con trigo tratado. En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.3.6. se observa que para el condimento chile, no hay diferencia significativa entre concentraciones por lo que la emergencia permanece igual tanto en el control como en cualquier concentración.

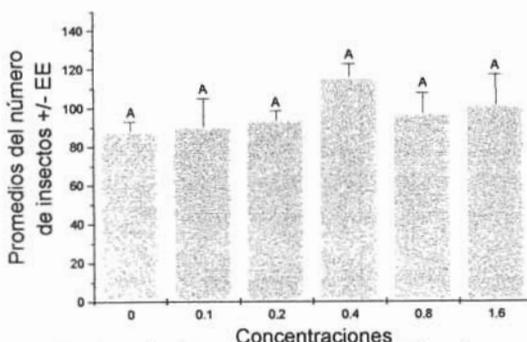


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=5$

GRAFICA 5.3.6. Promedio del numero de insectos de *T. castaneum* en la emergencia a diferentes concentraciones de CHILE.

7. Cilantro.

De acuerdo a la Tabla 5.3.1. donde se muestran las medias del número de insectos en cada concentración para cilantro en cada frasco con trigo tratado. En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.3.7. se observa que para el condimento cilantro, no hay diferencia significativa entre concentraciones por lo que la emergencia permanece igual tanto en el control como en cualquier concentración.

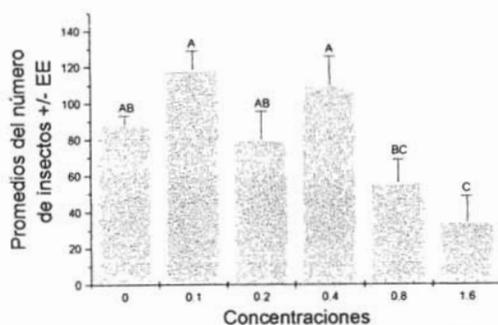


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=5$

GRAFICA 5.3.7. Promedio del número de insectos de *T. castaneum* en la emergencia a diferentes concentraciones de CILANTRO.

8. Clavo.

De acuerdo a la Tabla 5.3.1. donde se muestran las medias del número de insectos en cada concentración para clavo en cada frasco con trigo tratado. En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.3.8. se observa que para el condimento clavo, no hay diferencia significativa entre el control y las concentraciones de 0.1, 0.2, 0.4 y 0.8 (m/m) aunque estas concentraciones son diferentes de 1.6, esto quiere decir que en emergencia si hay un comportamiento ligeramente diferente para este condimento que entre mas fue la concentración menor emergencia.

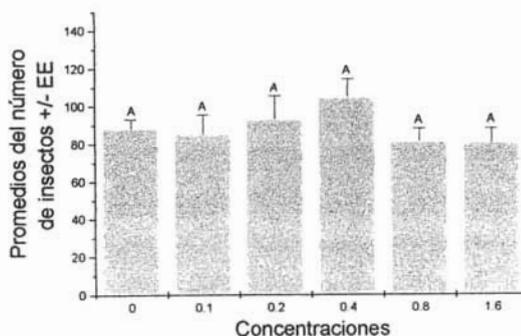


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=5$

GRAFICA 5.3.8. Promedio del número de insectos de *T. castaneum* en la emergencia a diferentes concentraciones de CLAVO.

9. Comino.

De acuerdo a la Tabla 5.3.1. donde se muestran las medias del número de insectos en cada concentración para comino en cada frasco con trigo tratado. En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.3.9. para el condimento comino, se ve que no hay diferencia significativa entre concentraciones por lo que la emergencia permanece igual tanto en el control como en cualquier concentración.

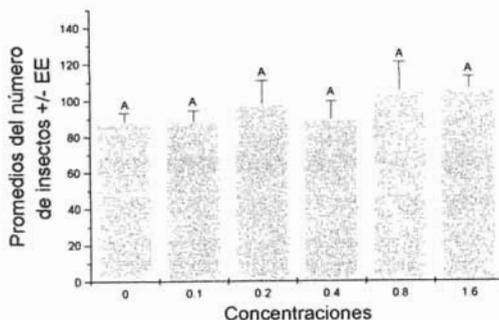


Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's), $n=5$

GRAFICA 5.3.9. Promedio del numero de insectos de *T. castaneum* en la emergencia a diferentes concentraciones de COMINO.

10. Mostaza.

De acuerdo a la Tabla 5.3.1. donde se muestran las medias del número de insectos en cada concentración para mostaza en cada frasco con trigo tratado. En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.3.10. para el condimento mostaza, se ve que no hay diferencia significativa entre concentraciones por lo que la emergencia permanece igual tanto en el control como en cualquier concentración.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's), $n=5$

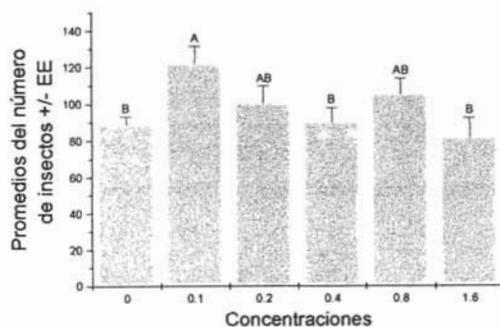
GRAFICA 5.3.10. Promedio del numero de insectos de *T. castaneum* en la emergencia a diferentes concentraciones de MOSTAZA.

11. Nuez Moscada

De acuerdo a la Tabla 5.3.1. donde se muestran las medias del número de insectos en cada concentración para nuez moscada en cada frasco con trigo tratado. En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.3.11. para el condimento Nuez Moscada, para el control y las concentraciones de 0.2, 0.4, 0.8 y 1.6 (m/m) no hay diferencia significativa aunque el control y la concentración de 0.4 y 1.6 (m/m) son diferentes de 0.1. Pero de todas formas esto nos dice que la emergencia es igual en todas las concentraciones.

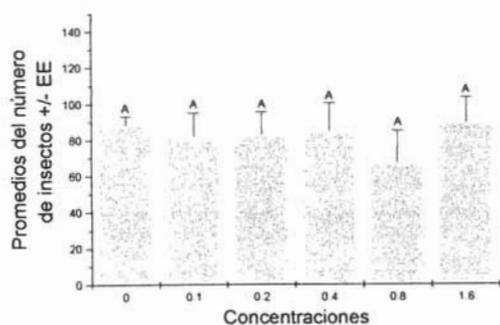
12. Pimienta.

De acuerdo a la Tabla 5.3.1. donde se muestran las medias del número de insectos en cada concentración para pimienta en cada frasco con trigo tratado. En donde el análisis de varianza mostrado en la Grafica 5.3.12. para el condimento pimienta, se ve que no hay diferencia significativa entre concentraciones por lo que la emergencia permanece igual tanto en el control como en cualquier concentración.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncan's). $n=5$

GRAFICA 5.3.11. Promedio del número de insectos de *T. castaneum* en la emergencia a diferentes concentraciones de NUEZ MOSCADA.



Las letras iguales muestran que no hay diferencia significativa entre las medias y las letras diferentes nos dice que si hay diferencia significativa ($P < 0.05$ comparación de medias por Duncn's). $n=5$

GRAFICA 5.3.12. Promedio del número de insectos de *T. castaneum* en la emergencia a diferentes concentraciones de PIMIENTA.

5.4 Determinación de la relación entre el principio activo de las plantas de origen natural (condimentos) estudiadas y el comportamiento exhibido por *T. castaneum*.

El comportamiento exhibido por el *T. Castaneum* se observó si tenía que ver con la su estructura química (principio activo) de cada condimento; es decir, si es no preferido, moderadamente preferido o no preferido (Tabla 5.4.1), también se tomó en cuenta los resultados obtenidos en cada uno de los experimentos.

TABLA 5.4.1. Observación de los diferentes experimentos realizados a los 12 condimento y su estructura química.

Condimento	Nombre científico	Principio activo.	Preferencia de acuerdo a las pruebas realizadas		
			1 [*]	2 ^{**}	3
1. Ajo	<i>Allium</i>	Compuesto del azufre, Alicina.	**	**	***
2. Anís	<i>Pimpinella anisum</i>	Acetol	***	***	**
3. Azafrán	<i>Crocus sativus linneo</i>	Carotenoides: Betacaroteno y licopeno	***	**	***
4. Canela	<i>Cinnamoun zeylanicum</i>	Aldehido cinamico	**	***	**
5. Cebolla	<i>Alliumcepa Ñinnaacus</i>	Disulfuro de dipropilo	**	***	***
6. Chile	<i>Capsicum annum</i>	Capsaicina (sabor) Capsatina (color)	**	**	***
7. Cilantro	<i>Curiadrum</i>	60-70% d-linalool 20% terpenos 2.5% alcanfor 2% acetato de geranilo.	***	***	***
8. Clavo	<i>Eugenia caryophyllus Tumb</i>	70-90% Eugenol 15% acetato de eugenol	*	*	**
9. Comino	<i>Cominum cyminum</i>	32-52% acido cumínico 10-15% p-cimeno 5% perialdido	**	**	***
10. Mostaza	<i>Sinapsis alabanca</i>	Alilisotiocianato	***	***	***
11. Nuez Moscada	<i>Myristica fraras Houtt</i>	Miristina	***	***	***
12. Pimienta negra	<i>Piper nigrum</i>	Piperidina y chaucina	**	***	***

*No preferida, **Moderadamente preferido, *** Preferido

(48)* 1. Concentraciones ofrecidas por separado ** 2. Concentraciones ofrecidas simultaneamente *** 3. Emergencia

Entonces se puede decir que hubo **una preferencia** de *T. castaneum* hacia los condimentos utilizados para: **anís, azafrán, cebolla, cilantro, mostaza, nuez moscada y pimienta**; esto quiere decir que los insectos permanecieron igual, tanto para el trigo tratado en cualquier presentación que para el trigo sin tratar.

Para la **preferencia moderada** se observó un comportamiento en *T. castaneum* hacia los condimentos utilizados de: **ajo, canela, chile, comino**; esto quiere decir que el insecto prefiere trigo sin tratar aunque también prefiere trigo tratado.

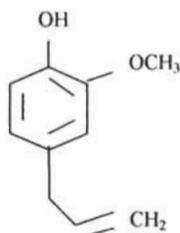
Para la **no preferencia** se observó un comportamiento en *T. castaneum* renuente en el condimento **clavo**; esto nos indica que de todos los condimentos utilizados solo este puede servir como repelente.

Para el clavo:

Principio activo: el **clavo** contiene una gran concentración de aceite volátil, hasta el 20% de su peso, lo que causa problemas en su molienda ya que puede aterrarse debido a su alto contenido de aceite. Su componente principal es el eugenol que supone el 70-90% de la especie entera. A partir de esta especia se preparan comercialmente tres tipos de aceite: aceite de capullos de clavo, aceite de tallos y aceite de hojas, Cada uno tiene una composición química y aroma distinto. El de capullo contiene un 80-90% de eugenol, hasta un 15% de acetato de eugenol y 5-12% de betacarofileno, el aceite de tallos tiene un 90-95 % de eugenol. El aceite de hojas procede de las ramas del árbol una vez podado.

Toxicidad: la dosis leta LD₅₀ en ratas y ratones oral (mg/kg): 2680,300.

Fórmula desarrollada:



Tal vez el comportamiento de *T. castaneum* es debido a que el clavo tiene aplicación como anestésico, que hace que el eugenol ataque directamente a su sistema nervioso inhibiéndolo en su reproducción y su preferencia como alimento.

En otras investigaciones (M. Jacobson y D. Crosby) ⁽⁴⁹⁾ hicieron pruebas en cultivos de Chile, y al aplicar el extracto de ajo, se disminuyó notablemente la incidencia de minador, picudo, trips, mosca blanca y chinche pirata, pero para los granos almacenados el metabolito secundario del ajo y del Chile por separado no hay respuesta del insecto.

⁽⁴⁹⁾ Yang R. Z., Tang C.S., 1988. Plants used for pest control in China: a literature review. *Economic Botany*, 42 (3) p: 379.

6. CONCLUSIONES.

Este estudio es parte de una línea de investigación donde se analiza el comportamiento de los insectos (en el área de Entomología) ⁽⁵⁰⁾. Aunque en este caso solo se realizó el estudio para la semilla (trigo) en almacenamiento y el gorgojo que más lo ataca en particular es *Tribolium castaneum* el gorgojo castaño de la harina, que causa daños considerables a la agricultura, al consumidor y al medio ambiente si no es controlada a tiempo.

Se evaluó el dispositivo (olfatómetro) a utilizar en el proyecto con tres pruebas en las que se concluyó de acuerdo al análisis estadístico, que el dispositivo diseñado cumple con las características deseables ya que no hay ningún efecto en la orientación y preferencia de los insectos de *T. castaneum*, hacia un punto cardinal en particular (geotropismo); además, sugiere que el dispositivo a prueba presenta buen funcionamiento ya que es sensible a las pruebas de respuesta a la presencia de alimento ofrecido en diferente presentación o bien a un sustrato que no es su alimento. Por lo que quedo debidamente diseñado para las pruebas de preferencia del insecto *T. castaneum* para el estudio de compuestos derivados de plantas naturales o sea los doce condimentos escogidos en diferentes concentraciones. Donde se observó que el comportamiento de *T. castaneum* varia de acuerdo al condimento y su concentraciones tanto ofrecidas simultáneamente como por separado. Aquí se concluyó los condimentos utilizados tienen una preferencia (anís, azafrán, cebolla, cilantro, mostaza, nuez moscada y pimienta), una preferencia moderada (ajo, canela, chile y comino) y una no presencia (clavo).

A demás también se observó el comportamiento que *T. castaneum* en la emergencia al introducir al insecto a ovipositar en las concentraciones y

⁽⁵⁰⁾ La UNIGRAS se estableció en la FES-Cuautitlán en el año de 1996.

El objetivo principal de la UNIGRAS es el de realizar investigación y desarrollo tecnológico útil y de alta calidad, enfocadas a reducir las pérdidas, cuantitativas y cualitativas, de los granos y semillas en su etapa de poscosecha.

condimentos utilizados donde de igual forma se vio que hay un efecto en el condimento clavo.

El estudio del principio activo de las plantas de origen vegetal (estructura química de los condimentos), es muy superficial ya que solo es el principio de una investigación profunda , ya que es necesario poner a punto una serie de bioensayos estándar para cada plaga y tipo de actividad a evaluar, por lo que cabe destacar que no es raro que abunden en la literatura los trabajos relativos a plagas que se pueden criar fácilmente en el laboratorio.

Frecuentemente, no se estudia la estabilidad de las sustancia activas en los condimentos por lo que todavía quedan muchas por descubrir, ya que las plantas con propiedades insecticidas se pueden utilizar de dos formas. En primer lugar, el componente activo puede ser aislado, identificado y sintetizado químicamente por la industria; en segundo lugar, extractos vegetales pueden ser utilizados por los agricultores en vías de desarrollo, en la agricultura. Además de que son degradables y no presentan efectos negativos al medio ambiente.

Por otro lado; los metabolitos secundarios son utilizados por la planta en forma de estímulos atractivos (colores, olores, sabores) en la atracción e insectos benéficos tales como polinizadores, o como estímulos repelentes (disuasivos) o nocivos para los insectos herbívoros. Además de tener importancia adaptativa para la planta, estos compuestos secundarios o estructuras que los presentan son de gran importancia para el hombre al ser utilizados con fines culinarios como condimentos o especias. Estos compuestos químicos pueden ser utilizados en el rompimiento de los patrones normales de comportamiento asociados a los procesos de apareamiento, oviposición, alimentación y desarrollo de los insectos.

En las plantas también podemos encontrar sustancias activas que sirven de alimento (condimento), productos medicinales o sustancias aromatizantes para el hombre y; el insecto con la ventaja de su amplia capacidad de vuelo y locomoción, buscando alimento, refugio o un lugar para ovipositar hace que el hombre recurra a métodos nuevos para combatirlos de esta manera no hay desequilibrio ecológico en el medio ambiente, dada a través de la creación de un metabolismo secundario en el que se elaboran diferentes compuestos químicos a través de las plantas de origen vegetal, que como mensajeros o señales químicas (SEMIOQUÍMICOS) persistentes en el espacio aéreo circundante a la planta, actúan sobre el comportamiento y el desarrollo de los insectos atacantes (FITOFAGOS).

La implementación de nuevas metodologías utilizando compuestos modificadores del comportamiento puede aplicarse individualmente o incorporarse en el manejo integrado de plagas. De este modo la explotación y estudio de compuestos naturales (metabolitos secundarios) producidos por la planta ofrecen importantes perspectivas en la manipulación de los insectos plaga de almacén. El propósito de los semioquímicos es liberar información sensorial para restablecer el equilibrio en el agroecosistema.

Por esto se sugiere que en el almacén se deben de tener buenas condiciones de sanidad, de aislamiento, de limpieza, así como lo relativo al nivel técnico de los encargados en el manejo y la calidad de los granos evitando así el daño ocasionado de los granos y semillas en el almacén.

Actualmente, y debido a las nuevas legislaciones de sanidad alimentaria, los productos naturales vuelven a tomar un lugar preponderante en el control de plagas.

Por lo que los objetivos de la tesis es el efecto del comportamiento de *Tribolium castaneum* el gorgojo de la harina, en algunos condimentos de origen vegetal; por lo que podemos concluir que si hay una variación en los condimentos utilizados y como ya se menciona anteriormente solo para el condimento clavo a las concentraciones expedientadas parece tener un efecto como metabolito secundario que actúa en el insecto y ataca a su sistema nervioso y esto hace que *T. castaneum* se inhiba para ovipositar (emergencia), además de que y sea un condimento no preferido (repelente).

7. REFERENCIAS.

1. Burkholder. W. E. Reproductive biology and communication among grain storage and warehouse beetles. *J. Ga. Entomol. Soc.* 1982. 17:1-10.
2. Champ, B. R. Pesticides resistance and its current significance in control pests of stored products. In: *Proc 2. Int. Working Conf. On Stored-Product Entomol.* Ibadam, Nigeria. 1974. p. 159-181.
3. Champ, B. R. Occurrence of resistance to pesticides in grain atorage pests. in: *Pesticides of Humid Tropical Grain Storage System.* B. R. Champ and E. Hagley (eds.) ACIAR Proccedings No. 14. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. 1985. p: 229-255.
4. Futuyma, D.J. and Slatkin, M. eds. *Coevolution.* Sinauer, Sunderland, MA. 1983.
5. Georghion, G. P, and Mellon R. B. Pesticide resistance in time and space, 809 In: Georghion, G . P. and Saito T. (eds). *Plenum Press.* New York. 1983.
6. Helmut F. Van Emdem. *Control de plagas y su ecología.* Ediciones Omega. S.A. Barcelona. 1977. p: 125.
7. Howse, P., Stevens, Y., and Jones, O. *Insects pheromones and their use in pest management.* Chapman and Hall. London. 1998. p: 369 .
8. Hunter, D. K. and D. F.Hoffman. Cross infection of a granulosis virus of *Cadra caudella*, with observations of ist ultra-structure in infected cell of *Plodia interpunctella*. *J. interbr Pathol.* 1972. 20: 4-10.
9. M. M. and Mujtaba Naqvi S. H. Screcning ofsome indigencus plants as repellents and antifeedants for stored grain inscets. *J. siored Prod. Res.* 1984. 20, 41-44.
10. Law. J., and Regnier, P. E. Pheromones. *Ann. Rev. of Biochem.* 1971. 40,-5333-548.
11. Maria Campos Gallegos, Tesis; "Las oleorresinas en la industria alimentaría". Ingeniería en Alimetos. Fesc-UNAM. Octubre. 2001.

12. McKaey, D. Adaptive patterns in alkaloid physiology. *Amer. Natur.* 1974. 108:305-320.
13. McGaughey, W. A. Moth control in stored grain: Efficacy of *Bacillus thuringiensis* on corn and methods of evaluation using small bins. *J. Econ. Entomol.* 1978b. 71:835-839.
14. McGaughey, W. A. and R. A. Kinsinger. Susceptibility of Angoumois grain moth to *Bacillus thuringiensis*. *J. Econ. Entomol. Supp.* 1978. 8: 21-27.
15. Melnikov N. Chemistry of Pesticides. *Residue Review.* 1971. 36 1-170.
16. Miller, R.J. *Nosema whitei*, a microsporidian pathogen of some species of *trubolium* Ill. Effects on *T. castaneum*. *J. invertebr. Pathol.* 1972. 23: 248-255.
17. Metcalf, R. L. Insecticide in pest management. In: *Introduction to Insect Pest Management* (edited by Metcalf. R. L. and W. H. Luckmann). John Wiley and Sons, New York. 1994. p: 245-314.
18. Metcalf, R. L. Attractants, Repellents, and Genetic Control in Pest Management. In: (edited by Metcalf. R. L. and W. H. Luckmann). John Wiley and Sons, New York. 1994. p: 315-354.
19. Nordlund, D, A. and Lewis. W. J. Terminology of chemical releasins stimuli in intraspecific and interspecific interactions. *J. Chem. Ecolo.* 2:211-220.
20. Osmun, J:V: 1984. Insec pest management and control. In: Baur, F.J. (ed.), *Insect Management for Food Storage and Processing*, AACC, ST. Paul Minnesota. 1976. p: 17-24.
21. Pillips, T. W. Pheromones of stored-product insect in Prossedings of the International working Conference on Stored product Protection. 1994. p:479-486.
22. Qi. Y, T., and Burkholder. W. E. Protection of stored wheat from the granary weevil by vegetable oils. *J. of Econ. Entomol.* 1981. 74.-502-505.
23. Ramirez, G.M. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. 2^a Impresion. Ed. C. E. C. S. A. México. 1974.

24. Schwalbe, C. P., G. M. Boush, and W. E. Burkholder. Factors influencing the pathogenicity and development of *Mattesia trogodermae* infecting *Trogoderma galabrum* by using pheromone luring for protozoan pathogen dissemination. *Journal of Economic Entomology*. 1973. 70: 469-474.
25. Taylor. R. W. D. Phosphine- a major grain fumigant at risk. *Int. Pest Control*. 1989. 31:10 14.
26. Villanueva-Jiménez Juan A. Toxicología y Manejo de insecticidas. *Colegio de Postgraduados*. 1995. p: 11-35, 37-78, 83-86, 115-126.
27. Yang R. Z., Tang C.S., Plnats used for pest control in China: a literatura review. *Economic Botany*, 1988. 42 (3): 376-406.
28. Yufera Primo E. Los métodos no contaminantes de lucha contra las plagas van a provocar un cambio en los tratamientos. *Phytoma España* 1989. 5:4.

8. GLOSARIO

-A-

Abiótico: Se refiere a la presencia de organismos vivos.

Adulto: Se dice del insecto que ha completado su desarrollo y ya es capaz de reproducirse.

Antibiótico: (del griego, *anti*, 'contra'; *bios*, 'vida'), cualquier compuesto químico utilizado para eliminar o inhibir el crecimiento de organismos infecciosos.

Artrópodos: Tipo de animales entre los que están incluidos los insectos, caracterizados por tener simetría bilateral y el cuerpo dividido en segmentos.

-B-

Biota: Vida animal y vegetal. Flora y fauna.

Biotecnología: Aplicación de la ingeniería y de los principios tecnológicos a las ciencias de la vida.

Biótico: Se refiere a la vida y a los organismos vivos.

-C-

Coleópteros: Es el nombre común de los escarabajos. Tienen cuatro alas. Boca masticadora. Son algunos de los más peligrosos de los cultivos y los montes.

Comportamiento: Son efectos y acciones que producen los insectos, o bien la manipulación que se le puede dar de acuerdo al tratamiento empleado.

Cosmopolita: Plaga que es común en todos o muchos países, además de que puede vivir o aclimatarse en todos los países.

-E-

Emergencia: < Nacimiento > del insecto adulto. Se pone entrecomillas porque en realidad no hay tal nacimiento: el estado adulto es la última fase del desarrollo continuo del individuo

Enemigo natural: Este organismo es similar en su origen a los que producen las plagas, sin embargo, los enemigos naturales no atacan a los organismos de utilidad para el hombre sino que atacan y matan a los organismos que producen las plagas. Bajo condiciones naturales, el número de enemigos naturales no es tan alto como el de los organismos plaga, por lo que el hombre los cultiva y posteriormente confronta con los organismos dañinos. (Depredadores, parásitos y patógenos).

Entomología: Rama de la zootecnia que estudia los insectos, morfología, la ecología, la biología, la fisiología y el comportamiento de los insectos.

Escarabajos: Tienen el primer par de alas muy endurecido y se les denomina Élitros. Este primer par de alas cubre totalmente al tórax y tiene por función la de proteger al segundo par de alas, que les sirven para volar. Algunos insectos tienen el segundo par de alas atrofiadas y por ello tienen el primer par sellado al tórax, de forma que nunca se abren y no pueden volar. Productos químicos utilizados para su control: **Clorpirifos, paratión o Carbofurano.**

Estado: Cada una de las fases por las que pasa un insecto a lo largo de su desarrollo: estado de *huevo*, de *larva*, de *pupa* o de *adulto*.

Eucariontes: hongos que tienen núcleos bien definidos por membranas y que contienen un número determinado de cromosomas.

-F-

Feromona, sustancia segregada por la actividad química de los insectos que permiten la comunicación entre individuos de la misma especie.

Fitófago: Se dice del animal que se alimenta de cualquier parte de un vegetal.

Fumigar: Es la forma de desinfectar los granos almacenados por medio de vapores adecuados al tipo de grano y de plaga.

-G-

Gorgojo: Nombre común de la mayoría de los miembros de una superfamilia de escarabajos; y ataca a ciertos frutos y semillas.

Granos: Fruto de los cereales; semillas pequeñas de varias plantas.

-H-

Hemípteros: Orden de insectos con metamorfosis sencilla.

Hongos: grupo diverso de organismos unicelulares o pluricelulares que se alimentan mediante la absorción directa de nutrientes. (Reino Fungi).

Homópteros: Orden de insectos con metamorfosis sencilla, aunque tienen frecuentemente formas intermedias entre *nifas* y *adultos*.

Hospedero: Se llama así al vegetal o animal sobre el cual vive otro.

-I-

Inóculo: Patógeno o partes puestas en contacto con el huésped.

Insecticida: Producto químico utilizado para controlar o matar insectos.

Insectos: Existe un millón de especies. Tienen 6 patas. Un par de antenas. El cuerpo se divide en cabeza, tórax y abdomen. En los adultos suele haber alas, en dípteros (moscas, mosquitos, etc.) Dos pares y en los demás un par.

Intraespecífica: Competencia entre miembros de una misma especie dentro de una misma comunidad.

Interespecífica: Competencia entre miembros de especies distintas dentro de una misma comunidad

-L-

Larva: Nombre científico de las formas juveniles de todos aquellos insectos que experimentan una metamorfosis completa en el curso de su desarrollo para convertirse en adultos. (Estado en el que salen del huevo los insectos)

-M-

m/m: cantidad de materia por cada 100g de mezcla.

Manipulación: (del latín *manus*, 'poder'), noción no del todo definida que implica la influencia voluntaria en los acontecimientos a suceder.

Microorganismos: ser vivo que sólo se puede observar utilizando microscopios ópticos o electrónicos. Se clasifican en tres: bacterias, hongos y virus.

Morfología: Estudio de la forma y la estructura.

-O-

Oviposición: Cuando las hembras depositan los huevos en la semilla. El periodo de oviposición de un insecto es el lapso de tiempo en que las hembras realizan su puesta en una zona determinada.

-P-

Parásito: Organismo que vive dentro o sobre otro organismo, durante una parte o en la totalidad de su existencia.

Parasitoide: Es el parásito que completa su desarrollo matando a su víctima.

Patógeno: Se dice de los organismos que causan enfermedades al hombre, a otros animales o a los vegetales.

Pos-cosecha: Acción de tener en el almacenamiento granos y semillas después de su recolección.

Plaga: Con el término plaga se señala la existencia de organismos de muchos tipos, los hay vegetales y animales, quienes se caracterizan por atacar y destruir a otros organismos de utilidad para el hombre. Conforme se mejora genéticamente para la productividad a estos últimos, su protección contra las diferentes plagas disminuye, viéndose fácilmente atacados y destruidos.

-R-

Resistencia: Se le llama así cuando a algunos individuos de la misma especie de insectos, que son tratados con productos químicos para el exterminio de estos dejan de ser afectados por los productos químicos volviéndose inmunes y muchas veces afectando a sus descendientes dotándoles esta inmunidad.

-S-

Saprófago: que se alimenta de materias en putrefacción.

Semillas: parte del fruto que en condiciones adecuadas da origen a otra planta (óvulo maduro de la planta antes de la germinación.)

-T-

Toxina: Veneno. Sustancia tóxica producida en el cuerpo de los seres vivos por la acción de los microorganismos.