



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRONOMO

TEMA:

Insectos primarios que atacan al grano de maíz (*Zea mays L.*) en silos de almacenamiento.

AUTOR:

Roberto Joseph Solano Muñoz

ASESOR:

Ing. Agr. Fidel Beltrán Castro MAE.

Babahoyo- Los Ríos- Ecuador

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



DEDICATORIA

Este trabajo investigativo se lo dedico en especial a mi DIOS por ser mi camino, mi inspirador y llenarme de bendiciones día tras día para de esta manera cumplir con unos de mis sueños, a mis queridos Padres, Segundo Solano y Genara Muñoz por su esfuerzo y sacrificios por darme ese apoyo y confianza incondicional, a mis Hermanos y amigos, gracias a todos ustedes he podido culminar una etapa más de estudio.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por darme la vida, guiarme, darme la capacidad e inteligencia y sabiduría ya que me dio las fuerzas para seguir avanzando en el camino cuando ya no podía.

A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias por acogerme y darme la oportunidad de estudiar y contribuir de forma positiva mi formación académica y profesional.

A mis DOCENTES que me ilustraron de sus conocimientos y experiencias en todo el proceso de la carrera Universitaria.

Expresar mi gratitud a mis PADRES por ser ellos el pilar fundamental de mi educación y haberme inculcado de buenos valores, y demostrarme siempre su cariño.

A mi tutor Ing. Agr. Fidel Beltrán Castro. MAE, por su contribución, paciencia y colaboración para poder realizar este proyecto.

ÍNDICE

RESUMEN	
SUMMARY	
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos.....	2
1.1. Problemática del maíz almacenado.	3
1.2. Preguntas Orientadas.....	3
1.3. FUNDAMENTACION TEÓRICA.....	4
1.3.1. Importancia del cultivo de maíz	4
1.3.2. Origen del maíz.....	5
1.3.3. Clasificación botánica del maíz.....	5
1.4. Métodos de almacenamiento de granos y semillas	6
1.5. Principales enemigos de los granos y semillas en silos	6
1.6. Plagas Primarias para el Maíz en almacén	6
1.6.1. Métodos tradicionales de control para plagas de almacén	7
1.6.2. Exposición al sol.....	7
1.6.3. Mezclar el grano o semilla con arena y ceniza	7
1.6.4. Ahumado	7
1.6.5. El almacenamiento sin desgranar	8
1.6.6. Método químico	8
1.7. Gorgojo del Maíz (Sitophilus zeamais)	8
1.7.1. Origen y distribución	9
1.7.2. Clasificación taxonómica	9
1.7.3 Daños.....	9
1.7.4. Descripción Morfológica de Sitophilus zeamais (Figura 2).....	9
1.7.5. Métodos de control para Sitophilus zeamais	10
1.7.5.1. Control Biológico	10
1.7.5.2. Prácticas culturales para el control del gorgojo del Maíz	11
1.7.5.3. Control físico.....	11
1.7.5.4. Radiación	11

1.7.5.5. Control químico	12
1.7.5.6. Insecticidas de origen botánico.....	12
1.8. El barrenador mayor de los granos (<i>Prostephanus truncatus</i>) (Figura 3)	12
1.8.1. Origen y definición	12
1.8.2. Habito alimenticio	13
1.8.3. Taxonomía	13
1.8.4. Descripción morfológica.....	13
1.8.5. Control.....	14
1.8.5.1. El control cultural	14
1.8.5.2. El control físico	14
1.8.5.3. Control biológico	14
1.8.5.4. Atmósfera controlada	15
1.8.5.5. El control químico.....	15
1.9. Pequeño barrenador o taladrilla de los granos (<i>Rhyzopertha dominica</i> F.) (Figura 6).	15
1.9.1. Clasificación taxonómica	16
1.9.2. Descripción morfológica (Figura 7).	16
1.9.3. Síntomas / Daños.....	17
1.9.4. Control.....	18
1.9.4.1. Químico	18
1.9.4.2. Biológico	18
1.9.4.3. Medidas culturales	18
1.10. Polilla o palomilla de los cereales (<i>Sitotroga cerealella</i>) (Figura 8).....	18
1.10.1. Clasificación taxonómica	19
1.10.2. Descripción morfológica (Figura 9).....	19
1.10.3. Síntomas / Daños.....	20
1.10.4. Control.....	20
1.10.4.1. Químico	20
1.10.4.2. Medidas culturales	20
1.11. Metodología de investigación	21
1.12. Modalidad de estudio.....	21
1.12.1. Métodos.	21
1.12.2. Factores de estudio.	21
CAPÍTULO II.....	22
2.1. Desarrollo del caso	22

2.2. Situaciones destacadas.....	22
2.3. Situaciones planteadas.....	22
2.4. Conclusiones.....	23
2.5. Recomendaciones	23
<u>ANEXOS.....</u>	<u>24</u>
<u>BIBLIOGRAFÍA.....</u>	<u>28</u>

RESUMEN

El trabajo se fundamentó a recopilar información de los insectos primarios que atacan a los granos de maíz almacenado, distintas fuentes de información recopilan que este cultivo es de mucha importancia para la economía, pues contribuye a la alimentación de la población mundial y nacional.

Ecuador posee una producción de 1,2 millones de toneladas (t) de maíz, de las cuales 900 000 t van dirigidas a las industrias nacionales, para la producción del alimento, pero esta producción se ve afectada al momento que las industrias deciden almacenar las cosechas por insectos principales del orden coleóptera.

Según las fuentes consultadas, informan, que cuando hay humedad, estos insectos se desarrollan de una manera rápida perforando o apolillando los granos causando graves pérdidas para el agricultor o el comerciante.

Existen diversos controles que pueden ayudarnos a obtener un buen almacenamiento libre de insectos para no causar pérdida alguna, en este trabajo se habla de control químico, biológico, del uso de insecticidas botánicos. Otro dato muy importante al momento de almacenar las cosechas es a las condiciones que se la va a exponer, en grandes industrias para evitar este tipo de pérdidas utilizan lo que es atmósfera controlada, para evitar la proliferación de estos insectos.

Palabras clave: maíz, post-cosecha, insectos, control.

SUMMARY

The work was based on collecting information on the primary insects that attack stored corn grains, different sources of information compile that this crop is very important for the economy, since it contributes to the food of the world and national population.

Ecuador has a production of 1.2 million tons (t) of corn, of which 900,000 tons are directed to national industries, for the production of food, but this production is affected at the time that industries decide to store crops by main insects of the coleoptera order.

According to the sources consulted, they report that when there is humidity, these insects develop quickly by drilling or slashing the grains causing serious losses for the farmer or the merchant.

There are several controls that can help us obtain good insect-free storage so as not to cause any loss, in this work we talk about chemical, biological control, the use of botanical insecticides. Another very important fact when storing crops is the conditions that will be exposed, in large industries to avoid this type of loss use what is controlled atmosphere, to prevent the proliferation of these insects.

Keywords: Corn, post-harvest, Pests, control.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es originario de América Latina, pertenece a la familia de las gramíneas, es uno de los cultivos más importantes en el Ecuador, por su alto consumo, ya que es una fuente importante de proteínas y carbohidratos tanto para el ser humano y el animal. INEC (2010).

En el Ecuador hay aproximadamente una producción de 1,2 millones de toneladas (t) de maíz, de las cuales 900 000 t van dirigidas a las industrias nacionales, para la producción del alimento. Se estima que en el 2019, la producción aumente a 1,3 millones de t de maíz, el objetivo es aumentar a 7 toneladas por hectáreas, ya que la producción actual del maíz es de 5,6 t/ha. MAG (2019).

La producción del maíz se ve afectada por varios factores en el almacenamiento entre ellos enfermedades, insectos y roedores, que no solo perjudica al grano de maíz, sino que minimiza su calidad y lo contamina. Aunque son muchos los insectos que atacan a la planta y al grano de maíz (*Zea mays* L.), realmente son pocos los que causan daños en la parte económica. Las pérdidas del cultivo de maíz a nivel mundial debido a insectos son de un 12.4% en su lugar de almacenamiento. S. García-Lara, C. Espinosa Carrillo y D.J. Bergvinson (2007). Según FAO (2010),

El grano de maíz (*Zea mays* L.), se ve afectado al ser almacenado, ya que los silos no suelen estar bien acondicionados provocando la presencia de insectos. Cuando hay demasiada humedad, los insectos dañan el grano, creando una infección que causa que se caliente el maíz, desarrollando fuertes infestaciones. La presencia del gorgojo permite que otros insectos invadan las bodegas y perjudiquen el maíz almacenado.

Por este motivo considero que es importante identificar las plagas principales que afectan al maíz (*Zea mays L.*) para tener un mejor cuidado con los lugares de almacenamiento y poder proporcionar practicas preventivas para amenorar las perdidas debido a las plagas dentro de los silos.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el grado de exposición de los silos ante el ataque de insectos primarios al grano de maíz.

Objetivos Específicos

- ❖ Determinar de forma documental los insectos primarios que atacan al grano de maíz almacenado en silos.

- ❖ Proponer soluciones integrales que ayuden a un mejor almacenamiento del grano de maíz en silos.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Problemática del maíz almacenado.

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los productos más comercializados a nivel mundial, pero a su vez también es el más atacado por insectos plagas, los cuales van dañando la semilla, tallo, hojas, frutos, perjudicando gravemente al agricultor por las pérdidas económicas que ocasionan, a esto se lo conoce como umbral de daño económico, debido al riesgo de invertir en las cosechas. S. García-Lara, C. Espinosa Carrillo y D.J. Bergvinson (2007).

Los insectos se convierten en plagas cuando el daño que causa excede los valores normales, estas plagas pueden dañar al maíz en cualquier etapa de su desarrollo y durante su tiempo de almacenaje; el maíz almacenado por estar en situaciones de confinamiento es la fuente ideal de alimentación de los insectos. Las plagas de almacén causan graves pérdidas de rendimiento, de calidad y del valor nutritivo del grano, también se disminuye el valor comercial, perjudicando los ingresos y la seguridad alimentaria del agricultor. S. García-Lara, C. Espinosa Carrillo y D.J. Bergvinson (2007).

Es importante conocer cuáles son los insectos que van a afectar al maíz almacenado, ya que conociendo cuales son y cuál es el tipo de daño que causan, podemos prevenir y tomar las medidas para proteger al maíz (*Zea mays* L.) en su etapa de almacenaje, y así tratar de evitar pérdidas tanto en lo económico como en lo productivo.

1.2. Preguntas Orientadas

¿Con la identificación de los insectos en los silos de maíz almacenado, se podrá determinar un método de manejo y control?

¿Qué medidas se tomarían para controlar los insectos que afectan al maíz (*Zea mays* L.) en los silos?

¿Cuáles son los factores que favorecen la presencia de los insectos en los silos dónde se almacena el grano de maíz?

1.3. FUNDAMENTACION TEÓRICA

1.3.1. Importancia del cultivo de maíz

El maíz es uno de los granos más importantes y antiguos que conoce el ser humano ya que en torno a él se pueden hacer una gran cantidad de preparaciones, así como también pueden obtenerse de él numerosos productos derivados. El maíz es una planta gramínea, lo cual quiere decir que se estructura en base a un tallo cilíndrico hueco y se cubre de nudos o granos rellenos, cubiertos por hojas largas y angostas. Bembibre, Cecilia (2011).

El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de una amplia gama de productos industriales. Es mucho mayor la diversidad de los ambientes en la cual se puede cultivar maíz a diferencia de otros cultivos. Paliwal (2001).

El maíz en el Ecuador es un cultivo de suma importancia económica por su elevada incidencia social, ya que aproximadamente las tres cuartas partes de la producción total proceden de unidades familiares campesinas, en efecto, la producción de maíz duro está destinada en su mayoría (70%) a la industria de alimentos de uso animal; el segundo destino lo representan las exportaciones (22%) y la diferencia la comparten el consumo humano y la producción de semillas. La Hora (2009).

En nuestro país, a pesar de que se ha incrementado el uso de semilla certificada, se estima que solo en un 50% de la superficie sembrada de maíz se emplea semilla certificada, en algunas zonas productoras, como las de la provincia de Los Ríos se usa más semilla certificada que en ninguna otra localidad. Desgraciadamente, debido a la falta de crédito y a la situación financiera, muchos agricultores han recurrido a la semilla almacenada. La Hora (2009).

1.3.2. Origen del maíz

El maíz (*Zea Mays* L.) es una planta monocotiledónea, pertenece a la familia de las gramíneas, tribu maydeas y se piensa que se originó en los trópicos de América Latina, especialmente los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchaena* además se lo cultiva a lo largo de todo el mundo, cuya importancia reside en su relación filogenética con el género *Zea*, siendo uno de los alimentos de consumo masivo en muchas poblaciones. Gregorio, Campuzano Franco Jose (2018).

Su nombre científico proviene del griego *Zeo*, que significa vivir y de la palabra *Mahíz*, palabra que los nativos del Caribe, utilizaban para nombrar al grano. El maíz es llamado de diferentes maneras, dependiendo del país y de la cultura. En América es conocido como elote, choclo, jojoto, sara o zara. En las diferentes regiones de España es llamado danza, millo, mijo, panizo, borona u oroña. Pliego, Eduardo (2015).

1.3.3. Clasificación botánica del maíz

La clasificación del maíz puede ser botánica o taxonómica, comercial, estructural, especial y en función de su calidad. Abarca, Edinson Fernando Gaucho (2014).

- Reino: Vegetal
- Subreino: Embriobionta
- División: Angiospermae
- Clase: Monocotyledoneae
- Orden: Poales

- Familia: Poaceae
- Género: Zea
- Especie: mays

1.4. Métodos de almacenamiento de granos y semillas

El manejo del maíz en post-cosecha es una actividad muy compleja ya que la conservación de este en almacenes es una actividad que representa una gran amenaza para la integridad del grano; se han encontrado diferentes formas o prácticas para para conservar el grano, donde encontramos diferentes métodos para el control de dichas plagas. Bervingson (2007).

El principio de un buen almacenamiento y conservación de granos y semillas es el empleo de bodegas secas, limpias y libres de plagas; donde se almacenen granos o semillas secas, enteras, sanas y sin impurezas; independientemente del tipo de almacén o de recipiente que se utilice, el producto almacenado debe mantenerse fresco, seco y protegido de insectos, pájaros, hongos y roedores.

1.5. Principales enemigos de los granos y semillas en silos

Existen numerosas especies de palomillas y gorgojos que atacan a los granos y semillas almacenados, y basta con condiciones adecuadas (por ejemplo, el calor y la humedad) para producir las condiciones óptimas para que las poblaciones de insectos se desarrollen, al aumentar la población de insectos se producirá mayor calor y humedad y así sucesivamente; favoreciéndose el desarrollo de hongos y bacterias. Guzmán (2015).

1.6. Plagas Primarias para el Maíz en almacén

Se caracterizan porque atacan al grano que no ha sufrido ningún daño, su mayor daño se registra durante el almacenamiento y desaparecen cuando su fuente de alimentación se acaba o las poblaciones llegan a incrementar sus niveles. Las afectaciones por lo regular suceden en el campo, por lo que los cuidados deben iniciar antes de su almacenamiento; algunas de estas especies

suelen sobrevivir en los residuos de los granos de maíz (*Zea Mays L*) durante su periodo de almacenaje. S. García-Lara, C. Espinosa Carrillo y D.J. Bergvinson (2007).

Dentro del grupo de plagas primarias se encuentran las siguientes:

- Gorgojo Del Maíz (*Sitophilus zeamais*)
- Barrenador Grande Del Grano (*Prostephanus truncatus*)
- La Palomilla De Los Granos (*Sitotroga cereallela*)
- Barrenador pequeño de los granos (*Rhyzoperta dominica*)

1.6.1. Métodos tradicionales de control para plagas de almacén

En la necesidad de mantener los granos y semillas por un periodo prolongado en almacén, se presenta la necesidad de desarrollar técnicas útiles para lograr este objetivo dentro de las cuales tenemos S. García-Lara, C. Espinosa Carrillo y D.J. Bergvinson (2007).

1.6.2. Exposición al sol

Los granos y semillas se extienden sobre superficies limpias para su exposición al sol; debe evitarse el sobrecalentamiento por medio de traspaleos, es importante señalar que los insectos no toleran temperaturas superiores a los 40 °C. Cano, López, Cano, Carballo, & Guharay, (2004).

1.6.3. Mezclar el grano o semilla con arena y ceniza

La arena y la ceniza controlan la presencia de insectos, ya que éstos pierden humedad y al no reponerla mueren ambos materiales también actúan en el insecto por asfixia. Lamilla & Abel (2017).

1.6.4. Ahumado

El humo dentro del almacén es una práctica que se realiza con la finalidad de que los insectos que se encuentran dentro del almacén se ahuyenten por la falta de oxígeno dentro del mismo almacén (Gómez Navia, n.d.).

1.6.5. El almacenamiento sin desgranar

El totomoxtle del maíz y la cascarilla que cubre a algunos granos o semillas protegen del ataque de insectos. Garcia-Lara & Bergvinson (2007).

1.6.6. Método químico

Existe la posibilidad de realizar control preventivo y control curativo, aunque siempre es recomendable utilizar el preventivo ya que se facilita el manejo de la plaga y el porcentaje de pérdidas será mucho menor, la pulverización es una práctica común, se pulveriza en las paredes, pisos, entarimados, techos, equipos existentes dentro del almacén y alrededor de la unidad de almacenamiento con la finalidad de exterminar los insectos que se esconden en depresiones, orificios, y grietas. FAO (2016).

En la fumigación de los granos almacenados se usa un insecticida fumigante, es decir que poco después de ser aplicado se transforma en gas letal para los insectos en ambientes confinados, bajo determinadas condiciones de temperatura y presión, en la fumigación, el objetivo es matar todas las etapas del insecto: huevo, larva, ninfa y adulto, que en la mayor parte de los casos ya están establecidos dentro del mismo grano, el fumigante penetra en los cuerpos de los insectos a través de los estigmas durante la respiración. González, Cruz, & Carbonell (2017).

1.7. Gorgojo del Maíz (*Sitophilus zeamais*)

El gorgojo del maíz (*Zea Mays* L) (**Figura 1**), durante un largo tiempo se pensó que era una línea grande del gorgojo del arroz, actualmente se lo reconoce que es una especie distinta, los nombres comunes que caracterizan a este insecto son, gorgojo y/o picudo del grano de maíz (*Zea Mays* L), esta especie está considerada como una de las más destructivas y frecuentes que atacan a los granos almacenados. Perez, David Eduardo Garcia (2009).

1.7.1. Origen y distribución

Existe confusión en cuanto al origen de este insecto, se cree que es originario de la India, lugar del cual se fue distribuyendo en todo el mundo convirtiéndose en insecto cosmopolita. Metcalf & Flint (1982).

Su distribución es mundial, afectando principalmente a las zonas tropicales y subtropicales húmedas, así como en zonas templadas, estos insectos infestan las mazorcas en el campo durante el secado del grano y antes de la cosecha, o cuando el grano es almacenado, los mayores daños al grano los ocasionan las larvas y los adultos. García et al., (2003).

1.7.2. Clasificación taxonómica

Franquet & Borràs (2013) y citado por Pérez (2009); ubica a *S. zeamais* como sigue:

- Reino: Animal
- Clase: Insecta
- Orden: Coleoptera
- Suborden: Polyphaga
- Familia: Curculionidae
- Género: Sitophilus
- Especie: zeamais

1.7.3 Daños

Los daños severos al grano son ocasionados por las larvas y adultos, los adultos hacen perforaciones al grano para ovipositar, en cuanto las larvas crean surcos en el endospermo mientras se alimentan, (Figura 8) se estima que de 5 a 10 % de la producción mundial de granos se pierde a causa de los insectos plaga, lo que equivale a la cantidad de granos necesaria para alimentar a 130 millones de personas anualmente en América Latina se estima que entre un 30% y 40% de la producción de maíz (*Zea Mays* L) se pierde durante su almacenamiento. Silva-Aguayo, Kiger-Melivilu, Hepp-Gallo, & Tapia-Vargas, (2005).

1.7.4. Descripción Morfológica de *Sitophilus zeamais* (Figura 2)

- **Huevo**

El huevecillo rara vez se observa ya que se desarrolla en el interior del grano infestado donde se alimenta, es en forma de pera u ovoide de un color blanco opaco, ensanchado de la parte media hacia abajo y con todo redondeado, mide aproximadamente 0.3 mm de ancho. Hernandez, Luis Miguel Bastidas (2016).

- **Larva**

La larva es un gusano pequeño de 2.5 a 2.75 mm de largo, blanco aperlado; de cuerpo grueso y apodo, con cabeza pequeña de color café claro, más larga que ancha y cuneiforme; centralmente casi recta y dorsalmente muy convexa, pasa por cuatro estadios larvales. Bojorquez, Ariana Isabel Torres (2011).

- **Pupa**

La pupa al inicio es de un color blanco pálido hasta que se torna a un color café claro al final, aproximadamente mide de 2.75 mm a 3 mm, tiene proboscis larga y las patas dobladas hacia el cuerpo. Perez (2009).

- **Adulto**

Presentan antena en forma de codo y de 8 segmentos, los adultos miden de 2.5 mm a 4.5 mm de largo, son de color café a negruzco de con cuerpo cilíndrico y la cabeza prolongada con un pico en forma de curva, tiene alas funcionales y el protórax densamente. Perez (2009).

1.7.5. Métodos de control para *Sitophilus zeamais*

1.7.5.1. Control Biológico

El enemigo natural del gorgojo es una avispa que pertenece a la familia de los Pteromalidae y Hymenoptera, que frecuentemente están en el maíz almacenado, junto con la plaga, se la identifica de manera muy fácil porque su característica es pequeña y de tonalidad verde metálico (Figura 9), estas avispas no deben eliminarla, la avispa procede de la siguiente forma, primero localiza la galería que creó la larva del gorgojo, luego introduce su ovipositor en el pericarpio

y pone un huevecillo cerca de la larva del gorgojo, esta eclosiona y se ancla a su hospedaje, la larva de la avispa luego se desarrolla a expensas de su hospedero, por último, la avispa emerge después de 14 días y la larva del gorgojo muere. S. García-Lara, C. Espinosa Carrillo y D.J. Bergvinson (2007).

1.7.5.2. Prácticas culturales para el control del gorgojo del Maíz

Aplicar mezclas de agentes que sean protectores como lo son el cal y el tizate, entre capa y capa de grano, esto impide el libre movimiento de los insectos, ya que se adhiere la sustancia a su cutícula causándoles severos daños y en unos casos incluso la muerte, se debe evitar guardar en sacos que estén viejos y rotos, además el uso de plantas repelentes como, hojas de eucalipto, hojas del árbol de Neem puede llegar a reducir en un 25% la presencia del gorgojo Hernandez (2016). Perez (2009).

1.7.5.3. Control físico

Las temperaturas extremas son usualmente las más utilizadas como método de control físico ya que los insectos no pueden desarrollarse y reproducirse bajo los 13°C y sobre los 35 °C, dentro de la agricultura tradicional una práctica común es la exposición del grano al sol debido a que los insectos no toleran las elevadas temperaturas (Lindbland & Druben, 1979). Un ejemplo del uso de las bajas temperaturas, se da al exponer la semilla en lugares de otoños e inviernos fríos debido a que las bajas temperaturas reducen la tasa de desarrollo, la alimentación, fecundidad y porcentaje de supervivencia de los insectos. Subramanyam (2018).

1.7.5.4. Radiación

Se han utilizado radiaciones de varios tipos con la finalidad de evitar o reducir las infestaciones de insectos plaga de los granos almacenados, la radiación gamma con cobalto 60 como fuente radiactiva es el método más común para irradiar alimentos pudiendo penetrar alimentos sólidos entre 25 a 50 mm (Aguilera, 1991). Para desinfectar granos o harina se necesitan concentraciones entre 0.2-1.0 kg y aunque hacen la aclaración que esta concentración no mata a

toda la población, los pocos sobrevivientes tendrán menor actividad y sin lugar a dudas serán estériles. Fields y Muir (1996).

1.7.5.5. Control químico

Según Galindo-Reyes et al. (1999) los productos autorizados son como: clorpirifos metil, deltametrina, diclorvos (Naled), fenitroton, foxim, y pirimifos metil.

Para un control curativo se efectúa con fumigantes como el Fosforo de aluminio y Fosforo de magnesio, con el único fin de eliminar una plaga presente, puede controlar infestaciones, pero no ofrece ningún tipo de defensa hacia futuras infestaciones, habitualmente para este control se utilizan gases que actúan por inhalación, el cual requiere mayor grado de hermeticidad posible y un tiempo de exposición adecuado. Hernandez (2016).

Pero el producto más popular comercialmente es el Fosforo de aluminio, este es un fumigante solido que al entrar en contacto con la humedad del aire y del grano crea fosfamina, gas insecticida que llega a controlar las plagas desde que son huevos hasta adulto. Alicia Cavallo, Clara I. Cragolini, Raúl A. Nóbile, Martha Y. Conles. (2009).

1.7.5.6. Insecticidas de origen botánico

La primera generación de insecticidas de origen botánico incluye extractos y compuestos derivados metabolitos secundarios de plantas tales como piretrinas, rotenoides y alcaloides, el alcaloide más importante como insecticida es la nicotina, que se extrae de las hojas de al menos 18 especies del género *Nicotiana* (Solanaceae) George (2000).

1.8. El barrenador mayor de los granos (*Prostephanus truncatus*) (Figura 3)

1.8.1. Origen y definición

Prostephanus truncatus (Horn) es un insecto barrenador de madera y una plaga de postcosecha, nativa de Mesoamérica, que daña el maíz (*Zea mays* L.) y estructuras de almacenamiento. Farrell & Schulten, (2002).

1.8.2. Habito alimenticio

El insecto *P. truncatus*, también conocido como “el barrenador mayor de los granos”, se alimenta y desarrolla preferentemente en los granos y mazorcas de maíz desde el campo hasta el almacén, pero es capaz de dañar a otros materiales tanto alimenticios como de empaque, de construcción y de vestir, las pérdidas causadas por el barrenador mayor se estiman en un rango de 9 a 45 % dependiendo de la duración del almacenamiento. Gueye, Goergen, Badiane, Hell, & Lamboni, (2008).

1.8.3. Taxonomía

Según Horn (1878), el barrenador mayor de los granos presenta la siguiente clasificación taxonómica:

- Reino: Animalia
- División: Arthropoda
- Clase: Insecta
- Orden: Coleoptera
- Familia: Bostrichidae
- Género: Prostephanus
- Especie: *P.truncatus*

1.8.4. Descripción morfológica

- **Huevo**

Los huevos son de forma ovoide, 0,6 mm de longitud, 0,2 mm de diámetro, dispuestos libremente en los granos, son un blanco cuando el primer puesto, y se levantó a tomar color antes de la eclosión. Cáliz Rubio & Cave, (1995).

- **Larva**

Las larvas son de color blanco a color crema, con piezas bucales picadores y tres pares de patas, las larvas jóvenes se están moviendo en bultos de grano,

pero poco a poco se convierten en inmóviles y en forma de C moras, ya que el desarrollo completo oculto dentro de su grano o harina. Cáliz Rubio & Cave, (1995). (Figura 4).

- **Adulto**

El adulto es de 2-3 mm de largo, de color marrón rojizo en color con una forma cilíndrica delgada, los élitros (élitros), que cubren las alas posteriores membranosas, el borde delantero de la pronotum (similar a una placa de cubierta de la parte delantera del segmento del tórax) tiene un aspecto de dientes de sierra, la cabeza no es visible una vista desde arriba y su final antenas en un 3-segmentado club de forma distintiva. Cáliz Rubio & Cave, (1995). (Figura 4).

1.8.5. Control

1.8.5.1. El control cultural

Extracción de grano derramado alrededor de las instalaciones de almacenamiento puede reducir las poblaciones rurales barrenador del grano menor, hasta ahora el uso de variedades resistentes ya no haya sido utilizado como un método de control. Adda (1996).

1.8.5.2. El control físico

La eliminación de los insectos adultos del grano por tamizado puede reducir las poblaciones rurales, pero esto es muy laborioso, las adiciones de polvos inertes, tales como la ceniza y arcilla de grano pueden reducir el número de insectos haciendo que los insectos que mueren a causa de la desecación.

1.8.5.3. Control biológico

Hay unos pocos parásitos y depredadores atacan que el barrenador del grano menor, pero su efectividad en el campo es incierta, el hongo *Beauveria bassiana* puede ser utilizado como un insecticida biológico. Hodges (1986).

1.8.5.4. Atmósfera controlada

Si existe una infraestructura adecuada, atmósferas enriquecidas en dióxido de carbono y bajas de oxígeno se pueden utilizar para controlar las plagas de productos almacenados. Adda (1996).

1.8.5.5. El control químico

Los insecticidas clorpirifos-metilo y pirimifos-metilo, aunque son eficaces contra plagas de insectos de granos almacenados más, no son muy eficaces contra el barrenador de grano menor, la fosfina fumigante se puede utilizar en instalaciones de almacenamiento sellados, los pesticidas son venenos por lo que es esencial seguir todas las advertencias y precauciones de seguridad en las etiquetas. Cáliz Rubio & Cave, (1995).

1.9. Pequeño barrenador o taladrilla de los granos (*Rhyzopertha dominica* F.) (Figura 5).

Los insectos que irrumpen en época temprana los granos se las catalogan plagas primarias, debido a que estas poseen mandíbulas más eficaces con las que pueden hacer perforaciones a las semillas creando condiciones para que se desarrollen otras especies que viven de manera asociadas a ellas. Pascual-Villalobos & Del Estal, (2004).

Se conoce que el ciclo biológico de los insectos varía con la temperatura, de manera que en verano suele ser mucho más rápido que en invierno, todo lo cual incrementa el número de generaciones anuales y puede traer consigo el aumento sustancial de los daños. Faroni & Mari, (1992).

En general ataca a la mayoría de los granos, el adulto mide alrededor de 3 mm de largo y su tamaño puede variar según el ambiente en el que se desarrolla, cada hembra puede llegar a poner aproximadamente de 400 a 500 huevos en la parte posterior del grano, desde cuando ponen los huevos hasta la salida del adulto son unos 30 días para su desarrollo bajo condiciones climáticas favorables. PARA (1993).

1.9.1. Clasificación taxonómica

- Orden: Coleoptera
- Familia: Bostrichidae
- Nombre científico: Rhizopertha dominica
- Nombre común: capuchino de los granos

1.9.2. Descripción morfológica (Figura 6).

- **Huevo**

El huevo recién puesto es de color blanco semitransparente, y a medida que madura se torna blanco lechoso hasta que adquiere una apariencia calcárea con un tono carmelita muy tenue, el huevo es más largo que ancho y romo en sus extremos; su eje mayor mide entre 0,45 y 0,50 mm, y el menor entre 0,18 y 0,22 mm. Pacheco, Sánchez, Sánchez, & Suárez, (2008).

- **Larva**

Primer instar. Pueden ser de tipo campodeiforme, dada su gran movilidad, además de no poseer falsas patas como ocurre con las larvas de esta categoría, por lo habitual su color es amarillento y la cabeza más oscura, cuatro ocelos a cada uno de sus lados, la longitud total aproximada varía entre 0,82 y 0,87 mm, y el ancho cefálico entre 0,14 y 0,16 mm, el primer segmento torácico y todos los abdominales portan espiráculos, y se observa una protuberancia en el extremo del abdomen que favorece la locomoción. Pacheco (2008).

Segundo instar. Las larvas son menos móviles que en el caso anterior y con cierta curvatura del cuerpo al estilo carabeidae, en este estadio los ocelos son más visibles, y la cabeza es algo retráctil, el insecto se muestra algo torpe en sus movimientos, a diferencia del estadio precedente, su longitud total aproximada varía entre 1,39 y 1,49 mm, y el ancho cefálico entre 0,24 y 0,26 mm. Pacheco (2008).

Tercer instar. La larva asume forma scarabeidae y reduce notablemente su facultad de locomoción, la cabeza se presenta completamente retráctil dentro del protórax, y los ocelos pueden o no estar claramente expuestos, la longitud total aproximada varía entre 2,0 y 2,06 mm, y el ancho cefálico fue de 0,37 mm. Pacheco (2008).

Cuarto instar. Presente únicamente cuando se desarrollaron las larvas a 22 y 25oC, sus características morfológicas y actividad son similares al estadio precedente, las larvas de este último estadio presentaron notables diferencias en la duración de su desarrollo y también en su longitud y ancho cefálico, que fueron de 2,80 - 2,99 mm y 0,49-0,50 mm, respectivamente. Pacheco (2008).

- **La pupa.**

Es del tipo libera, con siete terguitos evidentes y la parte caudal siempre cubierta por la última muda, esta fase dura entre 6,5 días, y se encontraron valores de alrededor de 8,4 días, siempre caracterizado por un proceso de deposición de quitina en la cutícula, que se hace visible primeramente en las mandíbulas y en la parte inferior de los élitros. Pacheco (2008).

Adulto.

Una vez completado el período pupal aparecen los adultos, que tienen el cuerpo cilíndrico y la cabeza retráctil dentro de un protórax bien diferenciado del resto del cuerpo, estos insectos son muy activos al vuelo, copulan en las primeras 24 o 48 h, y de inmediato reanudan el proceso de ovoposición y re infestación de las semillas almacenadas. Pacheco (2008).

1.9.3. Síntomas / Daños

Las larvas y los adultos provocan pérdida de peso y calidad del grano al introducirse en su interior donde practican galerías, produciendo harina, y rompiendo los granos, esto unido a la contaminación por la simple presencia de deyecciones, exuvios e individuos muertos provoca la depreciación comercial del producto.

1.9.4. Control

1.9.4.1. Químico

Antes de introducir el grano, la limpieza y fumigación del lugar se puede llevar a cabo mediante pulverización a base de metil pirimifos, el grano en el almacén se pulveriza por tomización o en espolvoreo con piretrinas, deltametrin o metil clorpirifos, si se opta por la fumigación, los productos a emplear son fosfuro de aluminio o fosfuro de magnesio.

1.9.4.2. Biológico

Anisopteromalus calandrae: Es un insecto que está distribuido por todo el orbe, es cosmopolita, a los insectos a cuáles parasita son también cosmopolitas, estos son especialmente insectos clasificados como plagas de productos almacenados, las hembra depositan sus huevos cerca de donde se encuentran las larvas para parasitar, ya que serán la comida de su prole. El desinsectador y desratizador (2014).

1.9.4.3. Medidas culturales

La colocación de trampas de caída en los montones de grano, o en la superficie, permite realizar un seguimiento de las poblaciones y determinar el momento oportuno de los posibles tratamientos, la ventilación de productos almacenados es muy importante, a fin de evitar aumentos de humedad o temperatura (por debajo de 15°C son pocas las especies que pueden desarrollarse).

1.10. Polilla o palomilla de los cereales (*Sitotroga cerealella*) (Figura 7).

Es una pequeña mariposa de coloración amarilla pajiza, que es muy fácil de reconocer por estar constantemente volando en el almacén o andando ágilmente por sobre los granos o los sacos, bajo condiciones favorables necesita 35 días para terminar su ciclo evolutivo, el promedio de huevos que pone la hembra, a los dos o tres días despues de que sale del grano, es cercano a 80, los adultos no se alimentan y no viven más de cuatro días. PARA (1993).

1.10.1. Clasificación taxonómica

Orden: Lepidoptera

Familia: Gelechiidae

Nombre científico: Sitotroga cerealella

Nombre común: palomilla de los cereales

1.10.2. Descripción morfológica (Figura 8).

- **Huevo**

Sus huevos, de color blanco, son puestos por la hembra en grupo los mismos que sufren cambios tornándose rojizos, eclosionando de 4 a 10 días después de la ovoposición, pueden tener textura lisa o estriada, del tamaño de la cabeza de un alfiler, por lo habitual, los huevos eclosionan una semana después de haber sido ovipositados. García-Lara (2007).

- **Larva**

La etapa larva se arrastra hasta un grano y muchas veces hila en pequeños capullos para ayudarse a perforar el grano duro; una vez dentro alimenta del endospermo o del germen hasta que esté completamente desarrollado, la etapa larval del ciclo de vida de una polilla puede durar hasta 23 días, la larva desarrollada mide 5mm de largo, es de color blanco y cabeza amarillenta. Estrada Rumiguano (2019).

- **Pupa**

Una oruga que ha llegado a su último estadio construirá o tejera un capullo alrededor de sí mismo, en el interior del capullo, no puede comer ni beber, utiliza los recursos almacenados en el interior de su cuerpo para transformarse en su forma adulta, todo su cuerpo cambia de forma de una oruga con un cuerpo largo y con muchas patas a una palomilla con una cabeza, tórax y abdomen, seis patas y cuatro alas, el proceso puede tardar de 7 a 9 días. Guastella (2005).

- **Adulto**

La polilla de maíz no tiene boca y no pueden comer, sobreviven de los recursos almacenados para poder vivir el tiempo suficiente para aparearse, desovar y morir, los machos adultos solo tienen que vivir lo suficiente para aparearse, a lo mucho un par de días, mientras que las hembras pueden sobrevivir más de una semana, ya que ponen los huevos. Estrada Rumiguano (2019).

1.10.3. Síntomas / Daños

Las larvas excavan galerías en el grano, provocando una pérdida de peso de hasta el 50%, favorece la aparición de plagas secundarias que por sí solas no podrían penetrar el grano sano, y enfermedades, los daños se producen en los primeros centímetros de los montones de producto, dado que el adulto es frágil y no puede penetrar más en la masa de granos a la hora de realizar la puesta. García-Lara (2007).

1.10.4. Control

1.10.4.1. Químico

Se debe tener limpio el lugar donde se va a introducir el grano esto se lleva a cabo mediante pulverización a base de metil pirimifos, una vez está el grano en el almacén se pulveriza mediante atomización o en espolvoreo con piretrinas, si se opta por la fumigación, los productos a emplear son fosfuro de hidrógeno o fosfuro de magnesio.

1.10.4.2. Medidas culturales

Al colocar polilleros con trampas de feromonas ésta permite realizar un seguimiento a las poblaciones y establecer el momento oportuno de los posibles tratamientos, la ventilación de productos almacenados es muy importante, a fin de evitar aumentos de humedad o temperatura por debajo de los 10°C. Bermejo José (2011).

1.11. Metodología de investigación

1.12. Modalidad de estudio.

Para el desarrollo del presente componente práctico se recopiló revisión bibliográfica de distintos libros, revistas, artículos científicos y páginas web que fueron sometidas a técnicas de síntesis y resumen sobre: Insectos primarios que atacan al grano de maíz (*Zea mays L.*) en silos de almacenamiento.

1.12.1. Métodos.

Los métodos de estudio utilizados en el presente trabajo fueron:

- **Deductivo:** Este método busca deducir lógicamente las consecuencias de un problema; en este caso al inicio del presente trabajo se manifestó las problemáticas que causan los insectos primarios que atacan al grano de maíz (*Zea mays L.*) en silos de almacenamiento, afectando a la integridad y calidad del grano. Las cuales a medida que se realizó la investigación fueron corroborados.
- **Inductivo:** A través de este método se alcanzan conclusiones generales a partir de hipótesis o antecedentes en particular; partiendo de la hipótesis de que con técnicas culturales o controles químicos o botánicos se puede prevenir y minimizar los daños de insectos primarios que atacan al grano de maíz, llegamos a la conclusión general de que esto si es posible.

1.12.2. Factores de estudio.

El presente trabajo tuvo como factores de estudio los siguientes:

- Granos de maíz
- Insectos primarios

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El presente trabajo correspondió al componente práctico del examen de grado de carácter complejo, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, realizado mediante la investigación bibliográfica en la Sala de lectura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, y en diferentes sitios web, en base al tema de estudio “Insectos primarios que atacan al grano de maíz (*Zea mays* L.) en silos de almacenamiento.

2.2. Situaciones destacadas

A través de la investigación se evidencia que los insectos primarios que atacan en el almacenamiento del maíz, se presentan en condiciones de humedad, por lo que mantener una atmósfera controlada sería un control eficaz y a tiempo que permitiría a los agricultores y comerciantes de las grandes industrias a sacar adelante su producción, razón por la cual es de suma importancia que se tome en cuenta esta alternativa a este problema.

Una buena desinfección del lugar que el productor destine para el almacenamiento permitirá que el ataque de estos insectos sea nulo o bajo con respecto a que se pierda toda la cosecha.

El poco conocimiento sobre las alternativas como lo son el uso de insecticidas químicos, de origen botánico, el uso de polvos provenientes de extractos de plantas a dejada la puerta abierta para que los insectos proliferen y perjudiquen al almacenamiento de este cereal, perjudicando la economía del agricultor.

2.3. Situaciones planteadas

La solución viable por los estudios realizados, es utilizar cualquier método de control para evitar los daños en la etapa de post-cosecha del maíz.

Capacitar a los agricultores sobre el manejo post-cosecha del cultivo de maíz permitiendo estar mejor preparados para evitar el ataque de estos insectos primarios plagas como lo son el gorgojo del maíz (*S. zeamais*), el barrenador grande del grano (*Prostephanus truncatus*) y la palomilla de los granos (*Sitotroga cerealella*) y así obtener un porcentaje mayor de ganancia.

Mantener un buen programa de control de insectos que atacan en la fase de post-cosecha del maíz integrando los diferentes métodos que existen.

2.4. Conclusiones

Por la información recopilada se concluye lo siguiente:

- Los insectos plagas primarios en la etapa del almacenamiento del maíz son los siguientes: el gorgojo del maíz (*S. zeamais*), el barrenador grande del grano (*Prostephanus truncatus*) y la palomilla de los granos (*Sitotroga cerealella*).
- El uso de una atmósfera controlada ayuda a evitar la proliferación de los insectos plagas primarios, en el almacenamiento de las producciones del cultivo de maíz.

2.5. Recomendaciones

Por las conclusiones detalladas anteriormente, se recomienda:

- Elaborar un plan de manejo integrado de plagas que ataquen en post-cosecha al grano de maíz.
- Aplicar con cuidado cada uno de los insecticidas, ya sean de tipo químico o botánico.
- Realizar comparaciones entre los diferentes medios de control para los insectos que atacan en la fase de almacenamiento de granos.

ANEXOS

Figuras de insectos primarios que atacan al grano de maíz almacenado



Figura 9. Gorgojo del maíz

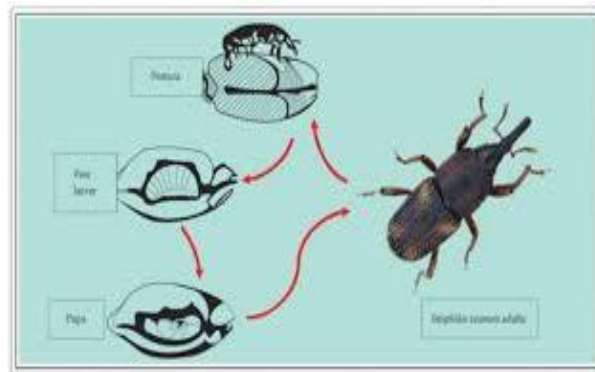


Figura 10. Ciclo biológico de *S. zeamais*



Figura 11. Insecto barrenador mayor de los granos



Figura 12. Larva de *P. truncatus*



Figura 13. Adulto de *P. truncatus*



Figura 14: Insecto perforador de los granos

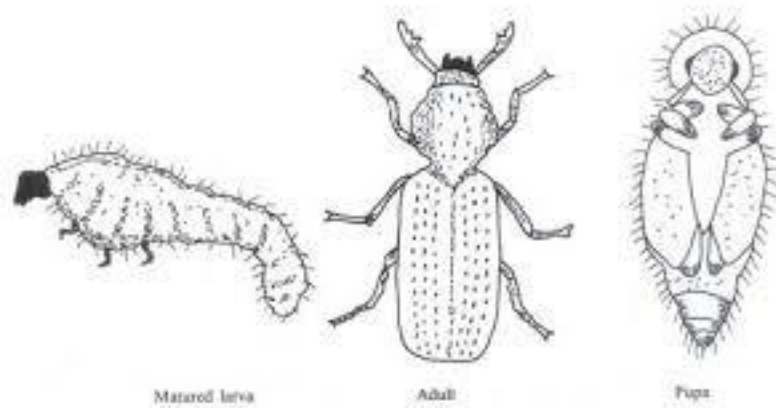


Figura 15. Morfología de *R. dominica*



Figura 16. *Sitotroga cerealella*

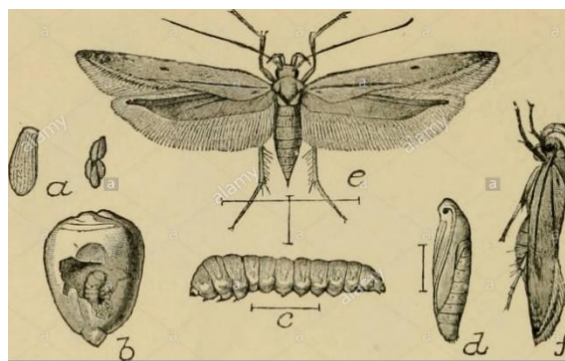


Figura 17. Ciclo fenológico de *Sitotroga cerealella*

Cuadro de insecticidas empleados para el control de insectos primarios que atacan al grano de maíz almacenado.

NOMBRE QUIMICO	NOMBRE COMUN	APLICACION	DOSIS	INSECTOS QUE CONTROLA
tiofosfato	chlorpyrifos-methyl	desinsectación general pulverizar suelo, techo y paredes	Concentración de 1.000 cc/hl (100 L de agua) (1 L/hl).	Gorgojo del Maíz (Sitophilus zeamais) Pequeño barrenador (Rhyzopertha dominica) El barrenador mayor de los granos (Prostephanus truncatus)
fosfamina, fosfuro de hidrógeno	Fosfuro de Magnesio	Granos en almacenamiento No fumigar semillas cuyo contenido en humedad sea superior a 12%	0,1-0,17 tabletas/m ³	palomilla de los cereales (Sitotroga cerealella) Gorgojo del Maíz (Sitophilus zeamais) Pequeño barrenador (Rhyzopertha dominica) El barrenador mayor de los granos (Prostephanus truncatus)
fosfamina o fosfuro de hidrógeno (PH3)	Fosfuro de Aluminio	En lugares de almacenamiento s tapar con un plástico de grosor no inferior a 100 micrones.	Determine el volumen a fumigar y dosis según recomendaciones de etiqueta (0,5 – 5 g PH3/m ³)	palomilla de los cereales (Sitotroga cerealella) Gorgojo del Maíz (Sitophilus zeamais) Pequeño barrenador (Rhyzopertha dominica) El barrenador mayor de los granos (Prostephanus truncatus)

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, e. f. (2014). "Caracterización agro-morfológica del maíz (zea mays l.) De la localidad San José de Chazo.". Riobamba-Ecuador.
- Aldana, HM. 1994. Eficiencia de la Deltrametrina en polvo (K-Obiol) en el control de los gorgojos del maíz *Sitophilus oryzae* (L.) y *Pagíocerus frontalis* (F.) en la zona maicera de Caqueza (Cundinamarca). *Agronomía Colombiana* 11(1):20-33.
- Bembibre, C. (2011). Importancia del Maiz.
- Bourne-Murrieta, L. R., Wong-Corral, F. J., Borboa-Flores, J., & Cinco-Moroyoqui, F. J. (2014). Daños causados por el barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) en maíz y ramas de plantas silvestres. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 20(1), 63–75.
- Cálix Rubio, L. C., & Cave, R. (1995). Variación en el potencial biótico de *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) en Honduras. EAP,
- Cano, E; López, JA; Cano, E; Carballo, C V; Guharay, F. 2004. Control biológico de plagas agrícolas. S.I., Bib. Orton IICA/CATIE.
- Estrada Rumiguano, D. F. (2019). Prospección de insectos que atacan al cultivo de arroz *Oryza sativa* L. antes de la cosecha y en centros de acopio. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil.
- FAO. (2010). Obtenido de www.fao.org
- Faroni, L. R. D. A., & Mari, F. G. (1992). Influencia de la temperatura sobre los parámetros biológicos de *Rhyzopertha dominica* (F.). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 18(2), 455–467.
- García-Lara, S; Espinosa Carrillo, C; Bergvinson, DJ. 2007. Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternativas para su manejo y control. S.I., CIMMYT.
- Gregorio, C. F. (2018). Comportamiento del Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo tres fechas de siembra, en Jipijapa- Manabi.
- Gutiérrez Díaz, LJ. (1990). Insectos que infestan los granos y productos almacenados: listado de especies reportadas a nivel mundial. S.I., s.e.
- INEC. (2010). Obtenido de www.inec.gob.ec

- intagri. (26 de agosto de 2015). intagri. Obtenido de intagri: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manual-plagas-granos-almacenados>
- Lamilla, T; Abel, A. 2017. Mecanismos eficientes para el control del insecto plaga *Sitotroga cerealella* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). s.l., Babahoyo: UTB, 2017.
- Longstaff, BC. 1981. Biology of the grain pest species of the genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae): a critical review. *Protection Ecology* 3(2):83-130.
- MAG. (2019). Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/>
- Pascual-Villalobos, M. J., & Del Estal, P. (2004). Plagas de almacén de arroz y enemigos naturales en Calasparra (Murcia). *Bol. San. Veg. Plagas*, 30, 363–368.
- Pacheco, R. A., Sánchez, E. S., Sánchez, G. G., & Suárez, Y. M. (2008). Ciclo biológico de *Rhyzopertha dominica* (F.) en semillas de arroz sometidas a cuatro temperaturas. *Fitosanidad*, 12(4), 221–225.
- Paliwal. (2001). Introducción del maíz y su importancia.
- PARA, O. (1993). Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural.
- Pliego, E. (19 de octubre de 2015). El maíz: su origen, historia y expansión. *Panorama Cultural*.
- Quiñones Dena, H; Flores Davila, M; Cerna Chávez, E; Aguirre Uribe, LA; Landeros Flores, J; Ochoa Fuentes, YM; Frías Treviño, GA. 2017. Efectividad de polvos vegetales sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky Coleoptera: Curculionidae. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 8(3):721-726.
- Rios, n. L. (26 de septiembre de 2009). Importancia del cultivo de maíz. *La Hora*.
- S. García-Lara, C. Espinosa Carrillo y D.J. Bergvinson. (2007). Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. México, D.F.: CIMMYT.
- Silva-Aguayo, GI; Kiger-Melivilu, R; Hepp-Gallo, R; Tapia-Vargas, M. 2005. Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales de tres especies del género *Chenopodium*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40:953-960.