

**Universidad de Cienfuegos
Carlos Rafael Rodríguez
Facultad de Ciencias Agropecuaria**



**Tesis presentada en opción del título académico de
“Ingeniero Agrónomo.”**

**Título: INTEGRACIÓN DEL HACCP AL MANEJO
INTEGRADO DE PLAGAS.**

Autor: Juan de Jesús Cordero Pérez.

**Tutor: Msc. Miladys Onelys Sosa Madrazo.
Cotutor: Dr. Léonides Castellanos González**

Cruces

Año 54 de La Revolución

Pensamiento

“El control biológico como método de regulación de organismo nocivo, consiste en la implementación de prácticas mediante las cuales se producen cambios en el ambiente que lo hacen menos favorables para el desarrollo de éstos y que benefician a la vez directa o indirectamente a sus enemigos naturales.”

Altieri 2004

Dedicatoria

A mis padres el Sr. Jesús Cordero ya que no se encuentra físicamente entre nosotros y a Irma Pérez. A mi esposa, a mis hijas, mis yernos, mis nietos, mi hermano, mi cuñado, mis profesores, a los compañeros de estudio, en fin a todos los que han sido ejemplo de fuerza, de voluntad ética, por la fuerza de apoyarme siempre en todo momento y darme valores determinantes para triunfar en la vida. A mis tutores por haber confiado en mí. En especial a esta Revolución que me dio la oportunidad de estar donde hoy estoy y poder realizar mi sueño de ser ingeniero.

AGRADECIMIENTOS

Las personas que verdaderamente enriquecen tu vida, son aquellas a las cuales tú les preocupas, las que de muchas maneras, están contigo.

Agradezco la compañía de todos aquellos que siempre me motivaron en el esfuerzo por alcanzar la meta.

A mi familia, que me ha apoyado siempre y me ha hecho sentir especial.

A mis profesores, por su valiosa ayuda y aportarme todo el tiempo necesario para la realización de este trabajo.

A mi tutor Miladys Onelys Sosa Madrazo, por su colaboración y ayuda, y ser una de las mejores personas que conozco.

A mi cotutor Leonίδes castellanos por confiar en mi.

A mis compañeros de trabajo por apoyarme en todo momento.

A mis compañeros de estudio, por su preocupación y colaboración.

A todos aquellos profesores que contribuyeron a mi formación.

A la vida, por darme la oportunidad de conocer a todas esas personas que con cariño me mostraron su generosidad.

Gracias a todos.

“La rosa blanca que el maestro cultivo para su amigo sincero con el mismo aroma y pureza como cuando la plasmó en sus versos sencillos”.

Resumen

El estudio se realizó en los Silos metálicos de tecnología brasileña Maltiempo con el objetivo de realizar un diagnóstico de los insectos plagas más importantes y su relación con el tiempo de almacenamiento y el calendario del año, Proponiendo un sistema de manejo de insectos integrando el manejo integrado de plagas con el sistema de análisis de peligro puntos críticos de control (HACCP).

El diagnóstico de los insectos plagas se realizó mediante inspecciones diarias realizadas por control de la calidad y los especialistas de sanidad vegetal, para la combinación de estos sistemas se siguieron los principios del sistema HACCP incorporando la metodología de implantación del MIP y validando el sistema de manejo por dos años.

Los insectos plagas más importantes en los Silos Maltiempo fueron los *Coleópteros Sitophilus oryzae*, *Cristolestes sp*, *Carpophilus sp* y los *Lepidóptera Sitotroga cerealella*, *Corcyra Cephalonica Stainton*, *ephestia Cautella*, en el año 2008-2009 los plagamientos se presentaron en el mes de mayo con índices ligeros, medio e intenso, en el año 2010 los índices de plagamiento fueron medio y ligero, con la implementación del manejo MIP-HACC. Se logró disminuir a partir del año 2011-2012 los niveles de plagamiento.

Con el sistema de manejo propuesto se logró un ahorro en los Silos Maltiempo de \$44211,34.

-Palabras clave: Silos metálicos , Insectos plagas , factores abióticos

INDICE

Pág.

1. Introducción.....	8
2. Revisión Bibliográfica.....	14
2.1 Importancia económica de las plagas de productos almacenados.....	14
2.2 Características generales de los principales insectos plagas y ácaros de productos almacenados en la provincia de Cienfuegos.....	14
2.3 Tipo de daño.....	21
2.4 Estrategias ecológicas de los insectos plagas de almacén.....	22
2.5 Influencia de los factores abióticos.....	23
2.5.1 Humedad.....	24
2.5.2 Temperatura.....	25
2.5.3 Oxígeno.....	28
2.6 Almacenamiento.....	28
2.7 Control biológico.....	30
2.8 Control Químico.....	36
2.9 Bromuro de metilio.....	38

2.10	Dióxido de carbono CO2	38
2.11	Otras alternativas.....	39
2.12	Inocuidad de alimentos.....	41
Materiales y Métodos.....		53
a.	Realización de un diagnóstico de los insectos plagas más importantes y su realización con el tiempo de almacenamiento y el calendario del año.....	53
b.	Propuesta de sistema de manejo de insectos plagas en los silos de Malt tiempo.....	53
c.	Validación del sistema de manejo durante dos años.....	54
4.	Resultado y Discusión.....	55
a.	Diagnóstico de los insectos plagas más importantes y su relación con el tiempo de almacenamiento y el calendario del año.....	55
b.	Propuesta de sistema de manejo de insectos plagas en los silos Malt tiempo.....	60
c.	Validación del sistema de manejo durante dos años.....	66
5.	Conclusiones.....	69
6.	Recomendaciones.....	70
7.	Bibliografía.....	71

1. INTRODUCCIÓN

El almacenamiento de granos y otros alimentos derivados de la producción agraria, ya sean importados o de producción nacional, constituye una actividad muy especializada que requiere tecnologías apropiadas y personal calificado, debido a los disímiles aspectos que se deben considerar para garantizar que dichos productos se conserven con la calidad que se exige para su uso industrial o consumo directo; entre ellos los relacionados con la prevención y control de organismos que se manifiestan como dañinos o perjudiciales, o sea, que puedan constituir plagas de almacén o contaminarlos, inhabilitándolos para el consumo humano o animal. (Cepero, 2010),

La finalidad principal del almacenamiento está en guardar parte o la totalidad de las cosechas o subproductos elaborados en correspondencia con necesidades tales como: contar con semillas certificadas para los cultivos de las siguientes temporadas, constituir una reserva de alimentos para épocas posteriores, esperar mejores precios en los mercados locales e internacionales y utilizar los productos de acuerdo con las necesidades de consumo, industriales y de mercado. La conservación de los productos agropecuarios es necesaria para lograr su disponibilidad en un momento dado o a lo largo de todo un período. Durante la conservación el producto puede mantener sus cualidades originales o sufrir transformaciones, según el proceso y los objetivos (MINAGRI, 2006).

La clave para garantizar el almacenamiento de granos, su conservación, con la calidad necesaria como uso industrial o consumo directo y que este se efectúe correctamente, radica en que estos deben conservarse limpios, sanos, secos y fríos y en un lugar o depósito que pueda mantener las temperaturas y las condiciones iniciales de calidad hasta que el producto llegue a su destino final. El desarrollo de tecnologías avanzadas como la conservación de los granos en almacenes y sobre todo en dispositivos de mayores requerimientos técnicos como los silos metálicos refrigerados (SMR) ha logrado que las producciones se conserven por mayor espacio

de tiempo, en condiciones más homogéneas libres de cambios bioquímicos y del daño ocasionado por las plagas.(Pérez ,2005)

Las condiciones tropicales imperantes en Cuba, favorecen grandemente la proliferación de las plagas dentro de los almacenes, toda vez que estas requieren valores elevados de temperatura para su desarrollo, reproducción y mantenimiento en el ambiente. (Vázquez, 2006) Al mismo tiempo que ocurre la elevación de la temperatura aumenta con esta la actividad biológica de las poblaciones de insectos que viven en los alimentos almacenados dado que la temperatura posee una influencia directa sobre el ritmo de desarrollo de estos que permite su desarrollo entre 15-35 °C. en climas tropicales húmedos como el de Cuba.

Según refleja Domínguez (2006) la tasa de desarrollo a que responden los insectos presenta temperaturas extremas ubicadas entre 15-36 °C en las cuales pueden enmarcarse las condiciones de desarrollo de las más comunes plagas de almacén. (Velásquez ,2005) explica que entre 27-30 °C las condiciones ambientales pueden ser muy favorables para el desarrollo de muchas especies plagas de almacén, señala además que la temperatura y la humedad contribuyen de manera determinante a acelerar o retrasar los procesos bioquímicos que conducen a la degradación de los granos.

Los productos almacenados están sujetos a deterioros debidos a distintos factores bióticos (hongos, bacterias, insectos, roedores), cuya incidencia está en la mayoría de ocasiones relacionada con factores abióticos, como la humedad relativa, la humedad del producto y la temperatura. A nivel mundial los factores bióticos suponen una pérdida del 30% de la producción, de los cuales, el 10% se atribuyen a insectos. A causa del comercio internacional estas plagas fácilmente entran de un país a otro volviéndose cosmopolitas. Las plagas de almacén producen una pérdida de peso por su alimentación directa pero también disminuyen la calidad al producir alteraciones químicas y al contaminar con sus restos (excrementos, exuvios, cadáveres, seda) el producto e incluso transmitir enfermedades como en el caso de roedores. (CNSV; 2006).

La protección de los granos almacenados ha constituido un problema difícil desde que el hombre comenzó a almacenarlos. A medida que ha avanzado el desarrollo de la agricultura, el mejoramiento de las técnicas agrícolas ha ido aumentando y como consecuencia de ello, el rendimiento de las cosechas, al aumentar las producciones de granos disponibles, se tiene la imperiosa necesidad de contar con métodos de almacenaje que sean adecuados y eficientes, chocándose en este sentido con la presencia de los insectos que los atacan durante este período de almacenaje. Actualmente este problema ha adquirido mayor relevancia dada la necesidad de disponer de material limpio y de alta calidad para el consumo humano y animal para la elaboración de los piensos que además, se requiere semillas libres del ataque de insectos que garanticen una alta germinación para la siembra, aspectos que reclaman una mayor protección de los productos y semillas durante su manejo y almacenaje (Vázquez y Martín, 1978).

Los granos almacenados constituyen un agro ecosistema complejo. Esto se debe a que se producen una serie de interacciones entre luz, temperatura, humedad y agentes bióticos (insectos y hongos). Después de la cosecha los cereales pueden ser atacados por numerosos insectos y los daños que estos causan pueden ser directos e indirectos (Larrain, 1994). Los directos consisten en alimentarse propiamente de la semilla, contaminarlas con sus desechos o bajar el porcentaje de germinación y los indirectos son elevar la temperatura, diseminar las esporas de los hongos (Ramayo, 1983) e incluso atacar y dañar el material de empaque. La infestación puede producirse ya sea en el campo, durante el transporte o en almacenes (Ramayo, 1983). En base a todas estas consideraciones es que se deben tomar las medidas de control necesarias ya sean preventivas o curativas.

Los granos almacenados pueden exponerse a pérdidas en cantidad y calidad, las cuantitativas ocurren cuando el grano es consumido por insectos, ácaros, roedores, aves, microorganismos, etc. Las de calidad son más difíciles de definir que las de cantidad; estas últimas se reflejan en el valor económico del producto. Los factores que más afectan la calidad en condiciones de almacenamiento son la sanidad y el color de los granos. El daño al grano causado por diferentes agentes nocivos, puede

conducir a una reducción importante en el valor del mismo (Proyecto MP/04/133, 2006). Según este proyecto, algunas cifras conservadoras plantean que a nivel mundial las pérdidas pueden alcanzar el 30%, pero aclaran que estas pueden ser mayores y cercanas al 50% en las zonas tropicales y subtropicales.

White (1993), estimó para Canadá la pérdida total económica debido a las plagas de productos almacenados y microorganismos en granos y oleaginosas entre 162 a 475 millones de dólares /año. Las mismas representan aproximadamente entre el 3 y 10% del valor total de la cosecha del producto no procesado. En Vietnam las pérdidas de arroz se ha estimado entre 10 y 25% que es equivalente a 1,5 miles de toneladas, valorado en 300 millones de dólares americanos (Anon, 1996).

Anon (1996) plantea que los sistemas y formas de almacenamientos son muy diversos y en diferentes modalidades pero todas se enfrentan con un denominador común y un reto que es el de evitar que los productos almacenados sean atacados por agentes nocivos que lo afecten en cualquier grado y por ende que los limiten e inhabiliten para el consumo ya sea humano, animal u otro.

Estas plagas (gorgojos, tribolios, carcomas, palomitas, polillas, taladrillos) pueden volar a edificios desde el exterior, venir de áreas interiores apartadas o emigrar dentro de lugares no infestados hacia fuentes de infestación como desechos de granos que se concentran en rendijas y grietas. Generalmente se encuentran en plantas de almacenaje de granos, silos, molinos, plantas procesadoras. Es esencial efectuar controles periódicos para detectar la presencia de la plaga. Siempre es conveniente la prevención de infestaciones, eliminando todos los granos, cereales en polvo y otros desechos, en los cuales los insectos se pueden reproducir. Es importante conocer durante cuanto tiempo se mantendrá el grano almacenado, para tomar las precauciones de prevención antes de que aparezca la plaga (Bayer, 2003). Los efectos principales del ataque de los insectos en granos almacenados son pérdida de peso (encubierta a veces por los cambios del contenido de humedad), disminución del poder germinativo (por el daño al embrión) y los cambios resultantes de un calentamiento espontáneo debido a la actividad de los insectos, y que puede conllevar a un ataque por hongos, además de producirse pérdidas en valor nutritivo, sabor y olor. (FONAIAP, 1988).

En abril del 2002 el comandante en jefe Fidel Castro dio las directrices para la reconstrucción del sistema MINAZ y en mayo del mismo año comenzaron la paralización y desactivación de 71 centrales, quedando intactas las naves de almacenes de azúcar, por sus características y como estrategia de la alta dirección del país para satisfacer las necesidades alimentarias de la población decidió introducir en Cuba la novedosa técnica brasileña Kepler Weber de Silos metálicos refrigerados que permitía almacenar y conservar granos. (Martínez ,2008).

Según la certificación del Ministerio de Economía y planificación emitida en la provincia de Cienfuegos durante el periodo de enero a mayo de los años – 2005 - 2006, las pérdidas por plagas fueron de 4 y 9 toneladas respectivamente .Una de las instalaciones más afectadas en la provincia por plagas de insectos fue la instalación de los silos metálicos de tecnología brasileña que los mismos ya cuentan con una explotación de cinco años construidos en la empresa. El maíz almacenado en dichos silos a su arribo al puerto no se le detectó plagamiento, a los 60 días días el producto ya se hallaba con infestación ligeras de *Ephestia cautella* según NC 70-10 y presencia de otras plagas. Infestación que fue incrementándose con el tiempo hasta alcanzar altas poblaciones dentro y fuera de los silos (D.F.P.Cienfuegos, 2006).

En el 2007 se diseñaron los Silos Mal tiempo para el almacenamiento de maíz, sin experiencia en esta actividad. Desde un inicio se presentaron incidencias y pérdidas por plagas insectiles lo cual se convirtió en una preocupación para los técnicos y directivos por el escaso conocimiento sobre las plagas que estaban incidiendo y las alternativas de manejo más adecuadas permitiendo un uso racional de los tratamientos químicos en el entorno de la comunidad Mal Tiempo.

Teniendo lo anterior, como antecedente y conociendo, que el almacenaje de granos es una estrategia para seguridad alimentaria del país se formuló el siguiente problema científico:

Problema científico:

¿Qué alternativas de control para las plagas almacenadas pudieran ser efectivas bajo las condiciones de los silos de tecnología brasileña construidos en Mal Tiempo?

Para dar respuesta al problema científico se planteó la siguiente hipótesis:

Hipótesis:

Las plagas insectiles más importantes de los Silos de Mal Tiempo se corresponden con los órdenes Lepidópteros y Coleópteros y con un sistema de manejo de plagas que incluya medios biológicos y otras alternativas podrían mantenerse éstos en niveles mínimos de daños y un nivel favorable de impacto al medio ambiente.

Para dar cumplimiento a la hipótesis se trazaron los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Establecer un sistema de manejo de plagas para los silos refrigerados de tecnología brasileña en Mal Tiempo.

Objetivos Específicos:

- 1- Realizar un diagnóstico de los insectos plagas más importantes y su relación con el tiempo de almacenamiento y el calendario del año.
- 2- Proponer un sistema de manejo de insectos plagas en los Silos de Mal Tiempo
- 3 –Validar el sistema de manejo durante dos años.

2.- Revisión bibliográfica.

2.1. Importancia económica de las plagas de producto almacenado.

En el mundo ciertos coleópteros y lepidópteros son los causantes de pérdidas y deterioro de los granos almacenados. Esto trae como consecuencia grandes pérdidas económicas por los daños causados tanto en granos como subproductos infestados por estos agentes. (Conway., 1976). En E. U. A .se considera que el daño causado por estos excede a los 500 millones de dólares (Metcalf *et al*, 1966).

Según Dobie *et al* (1984) los insectos plagas, tanto primario como secundarios pueden penetrar dentro de los envases o y en productos a granel llegando a infestar a una profundidad de 10 a 20cm. Estos insectos se mueven dejando calor y mal olor, produciendo una seda que une el producto formando grumos y producen residuos como son excreta, mudas y restos de larvas muertas provocando que estos productos sean invalidables para el consumo ocasionando así importantes pérdidas. En caso del trigo se ha observado que en granos picados y puestos a germinar, solo se logra un 25 %de germinación, lo que no sucede con granos que son dicotiledones. También se ha detectado que las larvas se alimentan del endospermo y los adultos solo a veces pica el germen del grano.

Según Monro (1984) las perdidas cada año por insectos y roedores varían entre 5-10% los valores de la cosecha original. Además se destaca por este autor que en almacenes de producto, un foco pequeño de infestacion puede provocar otras alteraciones por cambios en la temperatura que causan perdidas mas serias que la que ocasiona el insecto por si mismo.

2.2. Características generales de los principales insectos plagas y ácaros de productos almacenados en la provincia. Cienfuegos.

Los principales enemigos de los granos, cereales y de otros productos almacenados son:

Insectos.

Roedores.

Microorganismos y sus toxinas.

Aves domésticas y silvestres.

Ácaros.

Las infestaciones por insectos pueden producirse en el campo, antes de la recolección, o en los lugares de almacenamiento de los productos. En ciertos casos, estas infestaciones son difíciles de descubrir a simple vista, pues los daños son obra de larvas que se desarrollan en el interior de los granos. Los principales insectos que pueden infestar los productos almacenados pertenecen a los órdenes siguientes:

Coleópteros (daños causados por las larvas y por los insectos adultos)

Lepidópteros (daños causados sólo por las larvas).

Los insectos son responsables de pérdidas a veces significativas de productos.

Además, su actividad biológica (deyecciones, respiración, etc.) compromete la calidad y el valor comercial de los granos almacenados y favorece el desarrollo de microorganismos.

Los insectos pueden vivir y reproducirse a temperaturas comprendidas entre +15°C y + 35 °C.

Por el contrario, una humedad débil dificulta o incluso detiene su desarrollo, y los medios pobres en oxígeno provocan rápidamente su muerte.

Sitophilus oryzae L (Vázquez *et al*, 1981)

Orden: Coleóptera

Familia: Curculionidae

Genero: *Sitophilus*

El adulto es un insecto con longitud entre 2.1 y 2.8 mm, de color café oscuro casi negro, cuerpo cilíndrico y cabeza prolongada en un pico o proboscis delgado que soporta un par de mandíbulas resistentes. El tórax se encuentra densamente marcado con puntos y tiene cuatro manchas anaranjadas rojizas sobre sus élitros. Posee alas funcionales. Las hembras depositan los huevos entre los granos y pueden poner entre 300 y 400 en agujeros minúsculo que ella abre con su trompa y que tapa luego con una secreción. La larva carece de patas y tiene una forma curvada característica, permanece en el grano para su sustento y es la que más daño produce al grano, se transforma en pupa y de ella sale el adulto. La fase larval dura unas cinco semanas. El paso de huevo a adulto dura unos 35 días, pero este

periodo puede prolongarse, dependiendo de las condiciones y de la disponibilidad de alimento. El huevo es opaco de color blanco de mas o menos 0.7 mm en forma de pera u ovoide, generalmente eclosiona entre 3 y 5 días después de la ovoposición, sin embargo en climas fríos puede durar hasta 10 días

Alcanza una longitud de 3. A 3.8 mm, su cuerpo es aplanado, de color café rojizo, cabeza tórax y abdomen son completamente diferente y sus antenas están bien desarrolladas, siendo sus tres últimos segmentos mas anchos y largos que los anteriores Una sola hembra deposita un promedio de más o menos 450 huevos. El periodo de incubación varía de 5 a 12 días dependiendo de las condiciones climáticas. Siendo la temperatura mas favorable para su desarrollo, los 27 grados centígrados. La larva es delgada cilíndrica con apariencia de alambre, con el cuerpo cubierto de pelos fino, en el ultimo segmento terminal presenta un par de espinas como pequeños apéndices, completamente desarrollada, tiene una longitud de 4.5 milímetros de largo, su color amarillo pálido. Este estado larvario dura de 27 a 90 días, de acuerdo con las condiciones y alimento disponible. La pupa se desarrolla normalmente sobre el alimento, en un principio es desnuda, cambiando de color blanco a blanco amarillento, teniendo en su parte dorsal haces de pelos como en el caso de las larvas. El estado pupal tarda de 6 a 9 días en clima calido. Puede tener un desarrollo prolongado hasta de 6 meses en clima frió.

Tribolium castaneum Herbst (Vázquez et al, 1981)

Orden: Coleóptera

Familia: Tenebrionidae

Género: *Tribolium*

Alcanza una longitud de 3. A 3.8 mm, su cuerpo es aplanado, de color café rojizo, cabeza tórax y abdomen son completamente diferente y sus antenas están bien desarrolladas, siendo sus tres últimos segmentos mas anchos y largos que los anteriores Una sola hembra deposita un promedio de más o menos 450 huevos. El periodo de incubación varía de 5 a 12 días dependiendo de las condiciones climáticas. Siendo la temperatura mas favorable para su desarrollo, los 27 grados centígrados. La larva es delgada cilíndrica con apariencia de alambre, con el cuerpo cubierto de pelos fino, en el ultimo segmento terminal presenta un par de espinas

como pequeños apéndices, completamente desarrollada, tiene una longitud de 4.5 milímetros de largo, su color amarillo pálido. Este estado larvario dura de 27 a 90 días, de acuerdo con las condiciones y alimento disponible. La pupa se desarrolla normalmente sobre el alimento, en un principio es desnuda, cambiando de color blanco a blanco amarillento, teniendo en su parte dorsal haces de pelos como en el caso de las larvas. El estado pupal tarda de 6 a 9 días en clima calido. Puede tener un desarrollo prolongado hasta de 6 meses en clima frió.

Rhyzopertha dominica F (Vázquez *et al* 1981)

Orden: Coleóptera

Familia: Bostrychidae

Género: *Rhyzopertha*

El adulto tiene forma alargada, estrecha y cilíndrica, de pequeña dimensión, mide de 2.5 a 3 mm de largo y es de color amarillo rojizo brillante algo peludo en la superficie de la cabeza, cabeza grande, doblada debajo del tórax, antenas con 10 segmentos. Pronoto muy abombado, mucho mas granulado en su parte delantera. Élitros 2,5 veces mas largo que ancho, redondeado en su parte posterior y ostentando estrías de punteadas gruesas. Las larvas muy curvadas, gruesas, blancuzca, con pelos oscuros; mide aproximadamente de 5 o 6 mm de largo, parte anterior mucho mas gruesa que el resto del cuerpo; cabeza gruesa y oscura, provista de pelos marrones. Cada hembra pone un promedio de 150 a 200 huevos, la incubación dura de 5 o 8 días y las larvas se desarrollan en 26- 36 días, a la temperatura.

Corcyra cephalonica Stainton (Vázquez *et al*, 1981)

Orden: Lepidóptera

Familia: Pyralidae

Género: *Ephestia*

El adulto tiene la cabeza cubierta por escamas amarillo – ocre. El segundo par de patas de la hembra esta intensamente cubierta por escama, el tercero es delgado y desnudo con una ligera curvatura en el ápice. Las alas anteriores son continuas y ovaes y el largo de los mismos es tres veces mayor que el ancho con los ápices redondeados no puntiagudos. La cabeza de la larva es carmelita y sin dibujos, la cutícula no es esclerotizada, el abdomen es ancho con 15 mm de largo y 3 mm de

ancho. El color de la pupa es amarillo pálido, la forma es robusta y la posición de los segmentos se pueden observar tanto por la parte ventral como por la parte dorsal, también se pueden observar los procesos de las alas y de las patas. Los huevos son depositados en grupos o adheridos a las paredes de los recipientes, las larvas al nacer penetran dentro del producto y comienzan a unir las partículas con hilos de seda que van segregando y corren desde el interior de esos túneles sin salir de ellos hasta que realizan la pupa.

Ephestia cautella Walk (Vázquez *et al*, 1981)

Orden: Lepidóptera

Familia: Pyralidae

Género: *Ephestia*

El adulto presenta una envergadura de 15 – 22 mm. Cabeza de color gris oscuro, con punteaduras carmelitas y blanquecinas. El color general del cuerpo es gris parduzco, con algunas manchas en el primer par de alas. El segundo par de alas es amarillo pálido, casi transparente. El primer par de alas del macho se caracteriza por que el borde anterior tiene una pequeña expansión, que se dobla hacia atrás por la región ventral del ala. La larva es de color café y ligeramente rayada con puntos más oscuro. En la pupa se observa como una característica bien marcada suturas oscuras en la región cefálica. La hembra deposita los huevos en la superficie de los productos almacenados en grupo de dos o tres.

El adulto tiene forma alargada, estrecha y cilíndrica, de pequeña dimensión, mide de 2.5 a 3 mm de largo y es de color amarillo rojizo brillante algo peludo en la superficie de la cabeza, cabeza grande, doblada debajo del tórax, antenas con 10 segmentos. Pronoto muy abombado, mucho más granuloso en su parte delantera. Élitros 2,5 veces más largo que ancho, redondeado en su parte posterior y ostentando estrías de punteadas gruesas. Las larvas muy curvadas, gruesas, blancuzca, con pelos oscuros; mide aproximadamente de 5 o 6 mm de largo, parte anterior mucho más gruesa que el resto del cuerpo; cabeza gruesa y oscura, provista de pelos marrones. Cada hembra pone un promedio de 150 a 200 huevos, la incubación dura de 5 o 8 días y las larvas se desarrollan en 26- 36 días, a la temperatura.

Ácaros de almacén:

Ácaros: Los ácaros puede encontrarse en casi todos los ecosistemas incluyendo desiertos, tundras, alpinos, estrato profundo del suelo, cuevas, manantiales calientes, suelo oceánico... En otras palabras: los ácaros han colonizado casi todos los hábitats terrestres, marinos y dulceacuícolas. Quizá la ausencia más destacable sea el ambiente aéreo, pues no existen ácaros voladores activos, aunque su pequeño tamaño en la mayoría de los casos les permite dispersarse por el viento, hasta tal punto que existen grupos que han desarrollado una suerte de "alas" que les permite planear.

Las exploraciones en hábitat tan sorprendentes como el substrato ultra profundo del suelo, tejido cutáneo y subcutáneo de animales o las profundidades abisales descubren familias de ácaros que no se puede imaginar. Por lo tanto, los conceptos actuales de sistema ática de ácaros están basados en poco más que una comprensión fragmentaria de la fauna (Evans, 1992).

Ácarus sirus (González, 1981).

Orden: Asigmata

Familia: Acaridae.

Género: *Acarus*

El cuerpo es coloreado, el gnathosoma y patas varían en color, de acuerdo a la alimentación; de perlado amarillo a carmelita rojizo, el margen es redondeado. El rango de temperatura para que ocurra el desarrollo completo esta entre 25 (C y 31 (C o 32 (C, la humedad relativa entre 62 – 100%.

Tyrophagus putrescentiae (González, 1981).

Orden: Astigmata.

Familia: Acaridae

Genero: *Tyrophagus*

Este insecto presenta una longitud del idiosoma de 280 a 415 micras. El menor límite para el desarrollo ocurre de 7 – 10 (C, el mayor de 35 – 37 (C. Se encontró que el desarrollo más rápido (21 días) ocurrió a 32, 2 (C y humedad relativa de 98 % a 100%, el ciclo se realizo de 2-3 semanas.

Los ácaros en el almacén consumen y dañan los alimentos sanos (generalmente los cereales) además lo echan a perder el producto con sus heces y mudas. Cuando

estos son consumidos por algunos animales como pollos, le pueden provocar asma debido a alguna sustancia química que poseen. Además le puede producir trastornos en los conejos en las glándulas adrenales y los testículos provocan deficiencias de vitamina A y B, algunos pueden contribuir a la diseminación de las pudriciones. (Evans, 1992)

Son vectores de organismos perjudiciales contribuyendo a la difusión de enfermedades. Entre los organismos que pueden transmitir se encuentran: nematodos, protozoos (causantes de piroplasmosis), treponemas (causan la fiebre recurrente), bacterias (que producen la tularemia, por ejemplo), rickettsias (fiebre Q, fiebre tsutsugamushi, fiebre de las Montañas Rocosas...), virus (causantes de diversos tipos de encefalitis (Fernández-Rubio, F. 1997).

Además son causantes de enfermedades alérgicas, especialmente en el caso de los Astigmata propios del polvo de las casas, que pueden producir asma bronquial. En este caso lo que causa la enfermedad es la presencia en el ambiente de los alérgenos presentes en los restos de mudas o heces, que provocan en el organismo la reacción alérgica. Estos mismos ácaros si se manipula el hábitat donde viven (granos almacenados, por ejemplo) pueden producir dermatitis alérgica. (García-Marí. 1991).

Los roedores principales y más comunes en Cuba que pueden atacar los productos almacenados pertenecen a las especies siguientes:(Vázquez et al ,1975)

Rata negra, llamada también "Rata de granero" (*Rattus rattus*),

Rata parda, llamada también "Rata de alcantarilla" (*Rattus norvegicus*),

Ratón doméstico (*Mus musculus*).

La acción prolongada de estos animales se traduce inevitablemente en graves pérdidas cuantitativas de productos almacenados. Hay que añadir a estas pérdidas las acarreadas por la disminución de la calidad de los artículos a causa del ensuciamiento (deyecciones, secreciones) producido por los roedores en los productos almacenados; lo cual resulta extremadamente importante tanto en el plano comercial como en el de la higiene y la salud.

Los microorganismos (hongos, levaduras, bacterias) son agentes biológicos presentes en el suelo que, transportados por el aire o por el agua, pueden

contaminar los productos antes, durante o después de su recolección. Su presencia y su desarrollo producen graves alteraciones en el valor nutritivo y en las características organolépticas de los granos (sabor, olor, aspecto. (Pérez ,2009)

Son además responsables de la alteración de importantes propiedades germinativas de las semillas (vigor y poder de germinación) y, en el caso de los hongos, de la eventual formación de peligrosas sustancias tóxicas (micotoxinas).

Las impurezas, los granos rotos y agrietados, favorecen el desarrollo de microorganismos.

La temperatura y la humedad tienen también una influencia determinante sobre el ritmo de desarrollo de estos agentes de degradación.

Se ha comprobado que el desarrollo de microorganismos se produce a temperaturas comprendidas entre -8°C y $+80^{\circ}\text{C}$, cuando la humedad relativa del aire es superior al 65%; por el contrario, las atmósferas pobres en oxígeno contribuyen a detener el desarrollo de estos agentes de degradación.

Las aves encuentran alimento en abundancia en los almacenes, produciendo pérdidas que pueden ser considerables, además de contaminar los productos con sus excretas.

2.3. Tipo de daños.

Una atención especial tienen que ser dedicada a las plagas que perjudican los alimentos almacenados debido a los daños que las mismas causan en detrimento de las reservas alimenticias que son producto de los aumentos mundiales en la producción de granos, semillas y cereales; los insectos que atacan productos almacenados son generalmente polívoros. (Altieri. 1994).

Daños directos: Consumo y contaminación.

Daños indirectos: Calentamiento y migración de humedad, el alimento básico de los insectos es el almidón, éste y otros componentes del grano se metabolizan liberando calor y humedad, pudiendo generar intensos focos de calor, esta diferencia de temperatura en la masa de granos conlleva movimientos de aire que termina con incrementos de humedad en las zonas más frías. Otros daños son transmisión de enfermedades, distribución de hongos y otros microorganismos incremento en los

costos de almacenamiento (por el uso de insecticidas) y distribución de micotoxinas. (Casini ,2008).

En E.U.A. cinco plagas primarias son causantes de la mayoría de los daños ocasionados a granos o semillas en almacenamientos y embarque. Estos son los gorgojos *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus granarium*, *Sitophilus zeamays*, *Rhyzopertha dominica* y la polilla *Sitotroga cerealella*. (USDA, 1979).

Muchas polillas son consideradas como plagas secundarias, ya que el daño que ocasiona en estado adulto es colocar huevos, pero cuando se encuentra en estado larval se le considera primaria por los daños producidos en el interior del grano (Schoonhoven, 1978).

Dentro de los lepidópteros se encuentran cuatro especies que están ampliamente distribuidas en el trópico sobre productos almacenados, solo una especie *Sitotroga cerealella* es plaga primaria. (Dobie *et al*, 1984). Según estos autores esta especie infesta solo cereales en estado larval donde transcurre escondida dentro de los granos. Las otras *Ephestía cautella* (Walter), *Corcyra cephalónica* (Stainton) y *Plodia interpunctella* (Halner), son plagas secundarias cuyas larvas pueden encontrarse sobre los productos.

2.4. Estrategias ecológicas de los insectos plagas de almacén.

La mayoría de las especies de plagas de almacén tienen la capacidad de incrementarse en una proporción sumamente alta. Este incremento de la población es exponencial. Las condiciones mínimas para el aumento de la población en un amplio rango de especies de productos almacenados fueron dadas por (Dobie *et al*, 1984)

Según Dobie *et al* (1984) en años recientes los ecologistas se han dado cuenta que el modelo de infestación y el aumento de las poblaciones de insectos es típico de la estrategia adoptada por muchas especies que infestan los hábitat inestables clasificadas como individuos del tipo r, que exhiben las características siguientes:

- Producen grandes números de descendientes.

- Empiezan a reproducirse temprano en su ciclo adulto.
- Tiene un periodo de desarrollo corto.
- Tamaño de su cuerpo es pequeño.
- Tiene una proporción intrínseca alta de aumento.

Tales individuos se distinguen de los individuos con estrategia **k** porque estos exhiben las siguientes características:

- Producen pocas descendencias.
- Su reproducción se tarda a menudo.
- Su periodo de desarrollo es muy largo.
- Su ciclo de vida es largo.
- El tamaño de su cuerpo es a menudo grande.
- Tienen una proporción intrínseca baja de aumento.

Dejando claro que la mayoría de las plagas de almacén son estrategia **r**. Ya que **r** se caracterizan por la habilidad de colonizar un nuevo ambiente (instalaciones de almacenaje y otra) con pocos individuos y de incrementarse en números muy rápido.

2.5. Influencias de los factores abióticos.

Los factores abióticos tienen una influencia decisiva en el almacenamiento de los granos y las semillas. Cuando las condiciones ambientales son apropiadas, los granos se podrán almacenar por largos períodos sin que presenten problemas. Por el contrario cuando las condiciones ambientales son adversas el deterioro puede ocurrir en pocos días descomponiendo el grano hasta su destrucción total. Los factores más importantes son la humedad, la temperatura, y la cantidad de oxígeno disponible en el almacén (FAO.2006).

2.5.1 Humedad

Según Vajda y Zaenz (1976) los procesos de conservación de los cereales, se basan en el contenido de agua fijada en el interior del grano como medio de control de los microorganismos causantes de deterioro y otros agentes.

La humedad es el factor de mayor influencia en la conservación de granos y semillas durante el almacenamiento. Su importancia radica en su relación con factores biológicos que causan daño y en los que afectan el valor nutricional y económico (calidad y peso) de las cosechas. Las plagas que atacan el grano son menos atraídas al grano seco, por el contrario el deterioro de grano húmedo es muy rápido y puede llegar a niveles de 100% de pérdidas. Usualmente el grano viene del campo con contenidos de humedad altos (20% ó más), impidiendo su almacenamiento "seguro". El grano con niveles de humedad seguros para su almacenamiento tendrá bajos o insignificantes problemas por ataque de microorganismo y bajos niveles de ataque por insectos. En el caso de los cereales un contenido de humedad menor del 14% es aceptable para el almacenamiento de 1 año ó más;. El grano es un producto higroscópico. La humedad del ambiente (humedad relativa) y la temperatura afectan su contenido de humedad. Para prevenir que el grano absorba humedad del medio ambiente, es recomendable secarlo bien y almacenarlo dentro de un recipiente cerrado que prevenga la libre entrada de la humedad; por ejemplo el silo metálico o un barril, ambos ofrecen una barrera física a la entrada de humedad y de esta forma se puede almacenar grano por un año o más, con humedades en equilibrio inferiores que las encontradas en el medio ambiente (FAO.1996).

Entre más seco se encuentre el grano almacenado, menor será su índice de deterioro aún cuando otros factores físicos sean desfavorables. La mayoría de insectos de almacén no se reproducen a humedades inferiores de 10% ya que no pueden sobrevivir. Existen dos excepciones, *Rhizopertha dominica* y *Prostephanus truncatus* los cuales pueden dañar el grano a humedades de 9 y 10%. Deben

vigilarse el grano almacenado por largos períodos para controlar el ingreso de estas especies. (FAO. 2006).

2.5.2 Temperatura.

Uno de los puntos básicos en el almacenamiento de granos tiene que ver con la termometría (monitoreo de temperatura) y la aireación (control de temperatura), a fin de brindar buenas condiciones para asegurar la calidad del producto que será exportado o comercializado. Además, el acopiador y los industriales deben ser muy cautelosos al guardar los granos en los silos, teniendo en cuenta la termometría adecuada y los estándares establecidos. Hoy, la tecnología electrónica aplicada por Fockink, Grupo Rockink del Brasil, es referente mundial y tiene por finalidad potencializar las estructuras del almacenamiento, con calidad y eficiencia. Se han desarrollado sistemas inteligentes para el monitoreo y control del micro clima de masa de granos, que propician condiciones favorables a la conservación prolongada de granos no permitiendo el desarrollo de organismos nocivos. (Domínguez, 2006),

Por citar algunos de los sistemas desarrollados por Fockink, para esta área específica e importada por BRASGUAY S.R.L., tenemos:

El sistema Air Master: es un sistema de control de temperatura de masa de granos, compuesto por un panel de control, software, estación meteorológica y termometría. El software Air Master es de fácil manejo y permite el control de motores de ventilación en forma automática, de acuerdo con la temperatura y humedad que se desea mantener; así también es posible la programación de la puesta en marcha de los mismos, evitando horarios en donde el consumo de energía es mayor. El supervisorio hace uso de pantallas gráficas y layout personalizado para cada cliente. El sistema STM: es un equipo indicado para instalaciones de porte medio. Este contiene un panel sinóptico para indicaciones luminosas del cabo y sensor individualizado de acuerdo con la planta de la unidad de almacén. Su programación auto-explicativa facilita la operación del panel. Este equipo realiza lecturas automáticas programables con el almacenamiento de las temperaturas en memoria,

así dejando a disposición para la impresión a través de una salida paralela. Termo Coletor V5: es un termómetro digital con memoria propia, desarrollado para medición y control de temperaturas de los granos almacenados en silos o almacenes. Se conecta a las cajas interconectadas a los cabos termométricos instalados en la masa del grano. Posee memoria digital que permite guardar más de 60.000 temperaturas juntamente con la hora y fecha de lectura. La mayoría de las plantas de almacenaje en Paraguay cuentan con toda la tecnología para el manejo de granos, sin olvidar los sistemas de aireación. Es decir, que no solo el acopiador juega a favor de la calidad de granos, sino también la propia industria. Sin embargo, existen tres pilares básicos a considerar, que son la limpieza, el secado y aireado. El productor que cosecha los granos debe limpiarlos, secarlos y almacenarlos con aireación adecuada y termometría de acuerdo a estándares seguros. (Domínguez, 2006)

Dentro de los silos, se debe mantener un valor constante de temperatura y humedad para no favorecer los procesos fermentativos que pueden sufrir los granos en condiciones de almacenamiento. El aislamiento total con el exterior del producto almacenado y su consecuente conservación en el tiempo es la premisa fundamental de este tipo de sistema de almacenaje (Velásquez, 2005).

Las condiciones tropicales imperantes en Cuba (Vázquez 2006), favorecen grandemente la proliferación de las plagas dentro de los almacenes, toda vez que estas requieren valores elevados de temperatura para su desarrollo, reproducción y mantenimiento en el ambiente. Al mismo tiempo que ocurre la elevación de la temperatura aumenta con esta la actividad biológica de las poblaciones de insectos que viven en los alimentos almacenados dado que la temperatura posee una influencia directa sobre el ritmo de desarrollo de estos que permite su desarrollo entre 15-35 °C. En climas tropicales húmedos como en Cuba.

La temperatura cambia de acuerdo a los efectos de la radiación solar. Dependiendo de los materiales de construcción del almacén, la variación será más o menos pronunciada. En climas calientes la temperatura de algunas bodegas puede alcanzar niveles muy altos afectando el grano y la semilla almacenada. Si la temperatura en la

noche es baja, la temperatura en el almacén tenderá a bajar; si la temperatura en el día es alta, la temperatura del almacén aumentará. La germinación de la semilla es especialmente afectada por la temperatura. Temperaturas superiores 40°C pueden reducir la germinación rápidamente. La temperatura radica en su efecto sobre factores biológicos como los microorganismos e insectos. Mientras más alejada sea la temperatura del óptimo de su desarrollo más seguro será el almacenamiento (Arroqui *et al*, 2006).

Los microorganismos (hongos) que atacan el grano almacenado se desarrollan rápidamente a temperaturas mayores de 25°C, con un rango óptimo entre 28 y 32°C si se encuentra humedad disponible. Según se desarrollen, la temperatura irá en aumento debido a su metabolismo y crecimiento, causando la descomposición del grano. Los hongos mueren cuando la temperatura del grano está fuera del margen en que se efectúa su crecimiento. Su muerte es rápida si la temperatura sobrepasa su máximo de tolerancia, y lenta, si está por debajo de la mínima. Es importante mantener el grano a temperaturas inferiores de las óptimas para evitar el desarrollo de los hongos y que este no se dañe. En almacenes como los silos metálicos esto se obtiene al colocarlos en ambientes frescos y bajo techo, mientras menos tiempo permanezca el grano a temperaturas de óptimo desarrollo de hongos mayor y mejor será su almacenamiento. La temperatura también tiene un efecto importante en el desarrollo de insectos. A bajas temperaturas, su desarrollo y reproducción es despacio o retardado, su mortalidad es relativamente alta y su actividad también baja. Si la temperatura sube, la tasa de desarrollo aumenta, la actividad de los insectos se incrementa, baja la mortalidad y como consecuencia sus números aumentan rápidamente (FAO.1996).

Todas las especies de insectos tropicales importantes de almacén se desarrollan en un rango óptimo de temperatura entre 25 y 35°C. Temperaturas debajo de 20°C reducen su tasa de crecimiento a puntos tan bajos que a los niveles de daños son casi insignificantes. Temperaturas inferiores a 5°C pueden erradicar las poblaciones de la mayoría de insectos, aunque sorprendentemente algunas especies son

resistentes. Pocas especies pueden resistir temperaturas mayores de 45°C la mayoría muere rápidamente en estas condiciones (FAO.2006).

2.5.3 Oxígeno.

La respiración de los granos, los insectos y microorganismos asociados a ellos, involucra el uso de oxígeno. Mientras menor sea el contenido de oxígeno de un almacén, menor será la respiración del grano y la actividad de los insectos y microorganismos reduciéndose sus efectos de daño. En métodos tradicionales de almacenamiento la presencia de oxígeno no es una limitante, salvo en almacenamiento e estructuras herméticas como en silos metálicos y barriles. En estos casos los niveles de oxígeno pueden reducirse al sellar completamente la estructura y permitir que la respiración del grano, insectos y microorganismos consuma todo el oxígeno disponible. Esto ha sido reconocido como una alternativa para evitar el deterioro y ha sido utilizada para almacenar grano húmedo para ensilaje, sin embargo, en el caso del grano almacenado para consumo humano su uso es limitado. No sólo se deben reducir los niveles de oxígeno a concentraciones mínimas, sino que se deben mantener bajos, requiriendo así de estructuras especiales a prueba de escapes. Cualquier orificio permitirá la entrada de oxígeno lo mismo que el abrir la estructura para sacar el grano. El uso de atmósferas sin oxígeno para controlar plagas de almacén para pequeñas o grandes cantidades de grano es poco práctico para el agricultor (FAO.2006).

2.6 Almacenamiento .

Para conservar productos en su estado natural (León y Ravelo, 2007) con el mínimo de cambios y pérdidas, es necesario controlar: temperatura, humedad relativa, condiciones del local. La humedad y las altas temperaturas combinadas propician, en primer lugar, las actividades biológicas de los tejidos vegetales (respiración principalmente), hasta la germinación o brote, y también el desarrollo de enfermedades que puedan estar en el producto o que se provoquen por accidentes. A temperaturas y humedad relativa bajas, los efectos anteriores disminuyen o cesan, incluido el ataque de insectos. (López *et al*, 2007) señalan que las bajas

temperaturas tienen acción inhibitoria en las reacciones bioquímicas de la germinación y de la fermentación así como en la supervivencia de agentes bióticos destructores de los granos.

La variable temperatura es la más importante en el proceso de conservación de los granos en los Silos Metálicos Refrigerados (SMR), pues esta influye en el tiempo de almacenamiento de los granos, además en la velocidad de desarrollo de hongos y plagas y solo logramos controlarla con un buen enfriamiento, entonces partiremos de la importancia o finalidad de la refrigeración del grano (Martínez, 2008).

- Permite enfriamiento de los puntos calientes en la masa de granos.
- Uniformar temperaturas en la masa de granos.
- Ayuda al control de insectos y hongos.

❖ Conservar la calidad y las propiedades físicas y químicas del grano. Las condiciones ambientales del almacén determinan si el grano puede ser almacenado con seguridad. Si el grano es expuesto a humedades o temperaturas altas comenzará el proceso de deterioro. Este proceso continuará más rápidamente si el grano se encuentra en malas condiciones. Si se conoce el contenido de humedad del grano además de la temperatura y humedad relativa, entonces pueden usarse los cuadros 2 y 3 para determinar si el grano puede almacenarse con seguridad o si debe secarse más o protegerse de la humedad. Por ejemplo, si el maíz tiene 14% de humedad y la temperatura promedio durante el período de almacenamiento es 32°C con una humedad relativa de 75%, entonces de acuerdo al cuadro 2 (para maíz) el grano puede ser almacenado con seguridad. Sin embargo, si el contenido de humedad del maíz es 16% bajo las mismas condiciones, comenzará a deteriorarse. . (FAO.2006).

Las buenas prácticas relacionadas con la cosecha y con el procesamiento y almacenamiento en la explotación incluirán las relativas a la recolección de los productos alimenticios después de los intervalos adecuados posteriores a la cosecha y los períodos de retención; la manipulación limpia e inocua de los productos que se van a procesar en la explotación. En lo que respecta al lavado, deben utilizarse detergentes recomendados y agua clara; los productos alimenticios deben

almacenarse en condiciones ambientales higiénicas y adecuadas; los productos alimenticios deben embalarse en contenedores limpios y adecuados para su transporte desde la explotación agrícola (MINAGRI, 2006).

2.7. Control biológico.

El control biológico constituye actualmente la alternativa de control principal (Rosset y Benjamín, 1994; Pérez *et al.*, 1995; Rovesti, 1998). El uso de organismos biorreguladores en el país data de principios de siglo, pero no es hasta los años 60 que se establecen programas más completos para el estudio y aplicación de estos, alcanzando su mayor desarrollo en la década de los 80. Posterior al triunfo de la Revolución, el desarrollo de la protección de plantas en Cuba ha pasado por cuatro etapas o fases decisivas, con una tendencia agroecológica (Vázquez y Almaguel, 1997). La introducción de organismos benéficos para la polinización de las plantas o el control biológicos de plagas, ha sido un tema muy ligado a las actividades del hombre en diferentes ramas de las ciencias. (Vázquez, 2004).

La búsqueda de solución con una creciente utilización de medios de control biológico, los cuales se integran eficazmente a los Programas de Manejo Integrado de Plagas con la consiguiente reducción del empleo de los plaguicidas químicos. Los elementos biológicos más utilizados son los insectos, parásitos o depredadores, y los microorganismos. Estos últimos se producen y emplean con eficacia a partir de diferentes especies de hongos, algunos virus, y bacterias principalmente. (Vázquez, 2004).

En los últimos años se han incrementado las regulaciones debidos al interés mundial en la conservación de la biodiversidad, la seguridad biológica y los cambios en las exigencias del comercio, que han contribuido a un mayor interés sobre estos temas, motivo por el cual las organizaciones de sanidad vegetal han perfeccionado sus procedimientos para decidir introducciones a partir de los análisis de riesgos. (FAO, 2002).

Sobre la introducción de Organismo para el control Biológico (OCB), considerada como control biológico clásico, realizado precisamente por la necesidad de importar enemigos naturales eficientes desde la región de origen de las plagas introducidas, hay diversas exigencias internacionales. FAO, (1996), a fin de evitar los riesgos por el impacto que pudieran ocasionar en los ecosistemas, Berovides, (1988). Al respecto existen innumerables experiencias internacionales. (Altieri, 1989; Cock, (1985).

Particularmente en Cuba se han realizado muy pocas introducciones de controles biológicos, precisamente porque las autoridades fitosanitarias y los especialistas han sido muy celosos en prevenir5 desequilibrios ecológicos. (Vázquez *et al*, 2001).

Es importante resaltar las dos primeras introducciones, que se realizaron en 1928-1930 para el control de la mosca prieta de los cítricos (*Aleurocanbthus woglumi*), plaga introducida que afectó sensiblemente la citricultura del país (Bruner *et al*, 1975) y que con posterioridad a estas introducciones se han mantenido a bajos niveles poblacionales, lo que se considera como un ejemplo muy exitoso de introducción de agentes de control biológicos en la región (Vázquez y Castellanos, 1997), con gran impacto para la citricultura nacional .

En EE.UU., Israel, México y en otros muchos países de clima tropical, se han obtenido éxitos espectaculares de control biológico, a extremo tal que las plagas se considera prácticamente erradicada (Cohé y Kamburov, 1968; Muma, 1969; Jiménez, 1969; Knapp, 1984).

El control biológico fue definido en 1987 por la Academia Nacional de Ciencias (NAS) de Estados Unidos como el uso de organismos naturales o modificados, genes o productos genéticos que reducen el efecto de organismos indeseables (plagas) y favorece a organismos útiles como cultivos, árboles, animales e insectos benéficos y microorganismos (García, 1988). Según Brower *et al*. (1996), el uso del control biológico en granos almacenados presenta muchas ventajas como es que la liberación de los enemigos naturales en ambientes confinados los protege de las condiciones adversas del clima, además que los agentes controladores que sobreviven hasta las últimas etapas del almacenamiento no son dañinas como

pueden llegar a ser los residuos de plaguicidas, no se conoce resistencia por parte del insecto plaga (huésped) y no ponen en peligro a los operadores que realizan la aplicación (liberación en este caso). Aunque también estos autores señalan algunas desventajas como por ejemplo que los enemigos naturales son muy específicos y actúan lentamente además de que se requiere de infraestructura permanente para su reproducción y su éxito puede requerir liberaciones demasiado frecuentes. El uso de enemigos naturales para el control de plagas de los granos almacenados puede ser con insectos depredadores o parasitoides.

Una amplia variedad de depredadores atacan a plagas de los granos, semillas y productos almacenados en general (Brower *et al.* 1996). Sin lugar a dudas los dos órdenes más importantes son Coleóptero y Hemíptero. Según Baur (1992), las familias más importantes de coleópteros depredadores son Carabidae, Staphylinidae e Histeridae pero los depredadores más comúnmente encontrados en productos almacenados son los chinches de la familia Anthocoridae y específicamente *Xylocoris flavipes*. Antecedentes reportados por Brower *et al.* (1996), indican que este depredador después de 16 semanas fue capaz de disminuir en un 97 a 99% la población de *Oryzaephilus surinamensis*, en un 97.6% la de *Tribolium castaneum*.

La mayoría de los parasitoides que atacan plagas de los granos almacenados son del orden Hymenoptera (Baur, 1992). Según Brower *et al.* (1996), los parasitoides en este contexto se pueden dividir en aquellos que parasitan a plagas que se alimentan del interior del grano y aquellas que atacan a las que se alimentan de la parte externa. En el caso de aquellos que parasitan plagas externas al grano Brower *et al.* (1996), menciona a *Trichogramma pretiosum* y *Trichogramma evanescens* quienes atacan a los diferentes estados inmaduros de estas plagas pero especialmente huevecillos. A su vez también se destaca el braconido *Bracon bebetor* que parasita larvas de varias polillas como por ejemplo *Plodia interpunctella* en la que reduce la emergencia en un 74% y en un 97% en *Ephesia cautella* (Baur, 1992).

Según Poehling,(1992) en Europa *Trichogramma sp* es principalmente usado en maíz pero en un porcentaje bajo del área de esos países el sistema está basado en 2 o 3 introducciones inundativas de parásitos. Los parásitos son liberados en estado pupal y se deja a decisión propia el sistema y momento para liberar junto con el

servicio de extensión o un instituto de investigación. El uso de este parasitoide es comparable a aquellos pesticidas usados y tiene la ventaja sobre esto que parasitan y predan a otras plagas. También este parasitoide puede usarse en otros cultivos para controlar plagas de mariposas

Poehling, (1992) plantea que varias especies de *Trichogrammas* especializados en el parasitismo de huevos de lepidópteros intervienen en el desarrollo de las poblaciones plagas por eliminación de los huevos, una ventaja de *Trichogramma* desde el punto de vista práctico es que no es muy selectivo con su hospedero.

Según Poehling. (1992) mundialmente *Trichogramma* esta entre los mas importantes insectos benéficos. Cita este autor que una de las actividades investigativas mas importante sobre esta especie esta encaminada a la selección de razas con una alta especificidad con el hospedante o preferencia de ciertas plagas de lepidópteros para una mayor estabilidad en la capacidad parasitica en función del cultivo y las condiciones climáticas.

Un estudio realizado en la India a una población de *Trichogramma spp*, criada en el laboratorio en huevo de *Corcyra cephalónica* a una temperatura de 26+-1°C y 50% de humedad relativa, con una población salvaje de la misma especie. Donde arrojó que la hembra salvaje es más fértil, aunque la criada en el laboratorio presento mayor longevidad (Konnorova y Gasca., 1984).

Los hongos entomopatógenos también son enemigos naturales de los insectos y para algunos autores constituyen una alternativa interesante en la protección de semillas almacenadas. Estos básicamente actúan invadiendo el cuerpo de su huésped penetrando la cutícula o exoesqueleto. Una vez en el celoma, se multiplican rápidamente y se dispersan a través del cuerpo. La muerte del insecto es ocasionada por la destrucción de tejidos y, ocasionalmente, por toxinas producidas por los hongos. Después que la plaga muere, los hongos emergen de su cuerpo para producir esporas, las cuales, llevadas por el viento, lluvia o por otros insectos pueden expandir la infección (Boucias y Pendland, 1998). La eficacia de estos hongos contra los insectos plaga depende de los siguientes factores: especie y/o cepa específicas del hongo patógeno, etapa de vida susceptible del hospedero y humedad y temperatura adecuadas. Como se puede ver la limitante de este método es que

necesitan humedad para poder actuar, situación que no es recomendable si se trata de almacenamiento de semillas. Sin embargo, existen algunos casos de control de insectos plaga de semillas con estos microorganismos. Por ejemplo, Moino y Alves (1995), plantean que un total de 72 aislamientos de *Beauveria bassiana*, encontraron 10 que demostraron tener efecto sobre *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais* y *Rhizopertha dominica*, llegando en algunos casos hasta una mortalidad cercana al 100%.

En un trabajo posterior los mismos autores (Boucias y Pendland, 1998), obtuvieron reducciones de hasta un 60% de *Sitophilus zeamais* con inoculaciones de este mismo hongo. Otro resultados lo obtuvieron Padin *et al* (1995), quienes evaluaron aislamientos de *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae*, y *Verticillium lecanii* sobre *Sitophilus oryzae*, *Rhizopertha dominica* y *Tribolium castaneum*. Y demostraron que *Beauveria bassiana* fue el hongo más efectivo y *Sitophilus oryzae* la plaga más susceptible.

Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin (Caballero *et al*, 2003)

Especie: *Beauveria bassiana*

Características: Colonias blancas en los bordes que se vuelven crema-amarillo pálidas, algunas veces rojizas, incoloras al reverso, amarillas o rojizas, en medio Papa –dextrosa – Agar - Agar Extracto de Malta (PDA o MEA) a los 14 días a 23 °C, con aspecto aterciopelado a polvoriento.

Modo de acción: Comienza por la adhesión del tegumento y la germinación de los conidios o esporas sobre este. Luego se produce la penetración a través de la cutícula del insecto, la multiplicación del hongo en el hemocele y la producción de toxinas (en ciertos hongos y cepas). Sobreviene la muerte del insecto y el hongo coloniza todo el interior del hospedante.

Utilización: El producto sólido que se obtiene, se aplica con éxito en el control del picudo negro del plátano, el picudo verde-azul de los cítricos, el Tetuán del boniato, y se han obtenido buenos resultados contra el Borer de la caña de azúcar, varios lepidópteros y otras plagas .

Metarhizium anisopliae (Caballero *et al*, 2003)

Características: Colonias que su color varia desde oliváceo hasta amarillo-verde o verde-hierba oscuro. Pero en raros casos rosados o vináceos, a 26 °C en Papa – Dextrosa- Agar (PDA) a los 14 días con un margen micelial blanco.

Modo de acción: Comienza por la adhesión del tegumento y la germinación de los conidios o esporas sobre este. Luego se produce la penetración a través de la cutícula del insecto, la multiplicación del hongo en el hemocele y la producción de toxinas (en ciertos hongos y cepas). Sobreviene la muerte del insecto y el hongo coloniza todo el interior del hospedante. Posteriormente, el micelio sale hacia el exterior pasando a través del tegumento, esporula sobre la superficie del insecto y finalmente los propágulos son diseminados al medio.

Un hongo entomopatógeno como *Metharhizium anisopliae*, puede solo ser usado como un agente en el control biológico cuando su crecimiento desarrollo e infección son independiente de los factores que prevalezcan en un lugar dado (Hartwig.J y Ochmig. S., 1992). El BIO 10.20 producto basado en *Metharhizium anisopleae* esta formado por granulados de micelios. Las esporas de este hongo son altamente inactivas en suelo, germinando después del contacto con los insectos huésped. (Stengel. K., 1992).

La producción de hongos como producto fitosanitarios microbianos para el control biológico de agentes patógenos plagas o malezas enfrenta a la investigación con diferentes problemas técnicos (Andersch. W., 1992).

Según Zimmermann (1992) *Metharhizium anisopliae* se encuentra hoy en día entre los hongos entomopatógenos más importantes. Esta extendido por todo el mundo, encontrándosele entre los ordenes de insectos atacados preferentemente a los escarabajos dañinos.

El mismo autor plantea que las aplicaciones mas recientes abarcan en primer lugar diversos curculionidos (Curculionidae) escarabeidos (Scarabacidae) crisomélidos (Chrysomeludae) cigarras chupadoras de plantas o cercopidos (cercapidae) así como langostas africanas. Un aspecto importante con respecto al registro de los

productos microbiológicos es la inofensividad higiénica, ser inofensivo para el ser humano y los agentes de sangre caliente y las plantas.

2.8. Control Químico.

Durante muchos años ha sido utilizado la lucha química con la desventaja debido a su ineficiencia, la toxicidad que en muchos casos representa, la tendencia en aumentar las propias plagas al mermar sus enemigos naturales y el peligro de contaminación ambiental especialmente los relacionados con posibles efectos tóxicos en cuanto a la salud humana (Wite., 1993).

Los plaguicidas químicos son por definición sustancias tóxicas, son las armas de la industria química que se ofrecen para el combate de las plagas, como insecticidas, herbicidas y funguicidas; y afectan sistemas biológicos fundamentales que son compartidos también por el hombre. El uso intensivo de estos agrotóxicos provoca el envenenamiento a corto y largo plazo de la naturaleza, los trabajadores, las comunidades rurales y los consumidores (Malthora *et al.*, 2003),

La mayoría de los plaguicidas entraron al mercado mundial antes de que se exigieran pruebas que demostraran no tener efectos crónicos sobre la salud de la población. Hay ya identificados cientos de plaguicidas que se sabe o sospecha pueden provocar cáncer, malformaciones, afectar la fertilidad de hombres y mujeres, dañar su sistema natural de defensas contra infecciones y enfermedades, provocar abortos espontáneos y otros males reproductivos. Los daños a la salud no son siempre inmediatos, ni se presentan a corto plazo, sino que pueden manifestarse años después, sobre todo en las mujeres embarazadas que se exponen a estos agrotóxicos (Malthora *et al.*, 2003).

Su uso se ha multiplicado por 32 entre 1950 y 1986, y los países en desarrollo ocupan una cuarta parte del uso mundial de plaguicidas. Pero si esto es inadecuado y excesivo puede contaminar los alimentos y el medio ambiente y, en algunos casos, dañar la salud. Los plaguicidas también eliminan a los enemigos naturales de las plagas, lo que permite a éstas multiplicarse, y la cantidad de especies de plagas

resistentes a los plaguicidas ha aumentado desde unas pocas hace 50 años hasta 700 hoy en día (FAO, 2001).

Los plaguicidas son biocida matan no sólo a las plagas sino a los insectos benéficos que las controlan de manera natural, es así, pueden desarrollar resistencia, una capacidad biológica hereditaria a esta sustancias tóxicas por la que ya no se mueren a las dosis que se aplicaban anteriormente. Los plaguicidas contaminan el agua de los ríos, manantiales y pozos, y afectan los ecosistemas costeros donde descargan los distritos de riego, además de afectar a la flora y fauna silvestre en los lugares donde se aplican (Malthora *et al*, 2003),

Estados Unidos es el país que usa más plaguicidas químicos en el mundo un - 20 % del total mundial- con cientos de miles de toneladas aplicados cada año, y con productos que aunque estén registrados no son inofensivos sino conocidos o sospechosos de causar cáncer, afectar el desarrollo reproductivo, provocar altercaciones hormonales o dañar el desarrollo cerebral y el sistema nervioso (Bejarano, 2003)

Los plaguicida utilizado en el control de plagas de almacén tienen la característica de ser, gases refrigerados, grasa, aceites y metales pesados principalmente. Durante el almacenamiento y transporte, la principal fuente de contaminación químico puede deberse a la presencia de estos compuestos en el almacén o contenedores de transporte, por la presencia de residuos por cargas anteriores (Cantwell., 2002).

Para reducir al mínimo o evitar la contaminación de los alimentos, se aplica una versión concreta de las BPA dentro de los códigos de prácticas establecidos relativos a la inocuidad de los alimentos, en el marco del Codex Alimentarius. La Comisión del Codex Alimentarius elabora y adopta normas, directrices y textos conexos sobre todos los aspectos de la inocuidad y la calidad de los alimentos que reflejan un consenso internacional. Las normas del Codex son puntos de referencia para el establecimiento y la armonización de normas nacionales. El Codex prescribe que las BPA en el uso de plaguicidas comprenden “todo uso inocuo autorizado a nivel nacional, en las condiciones existentes, de los plaguicidas necesarios para un control

eficaz y fiable de las plagas”¹. Las condiciones concretas comprenden cualquier etapa de la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución y la elaboración de productos alimenticios y piensos. Las Buenas Prácticas Agrícolas en este contexto se utilizan para establecer niveles máximos de residuos con respecto a los plaguicidas y están así mismo reconocidas en el código internacional de conducta sobre la Distribución y Utilización de Plaguicidas (Fields, 2003).

2.9. Bromuro de metilo.

Se usa para matar insectos, huevos de insectos, nemátodos, y ciertos microorganismos en edificios, bodegas, elevadores de granos (silos), suelos, e invernaderos en productos empacados tales como frutas secas, frijoles, granos, y cereales para el desayuno. Aunque su uso ahora se está reduciendo debido a preocupaciones medioambientales, en el mundo entero el bromuro de metilo es el más usado de los fumigantes, en 1966 se usaron 68.424 toneladas métricas de él, y casi la mitad fue usada en los EEUU (Aspelin y Grube 1998). El uso predominante es para tratamientos al suelo antes de la siembra, lo cual fue responsable de 70% del uso global total. Su uso en cuarentenas es responsable de 5-8%, mientras que 8% se usa para tratar productos perecederos, tales como flores y frutas, y 12% para productos no perecederos, como nueces y madera. Aproximadamente 6% es usado para aplicaciones estructurales, como fumigaciones de madera seca contra termitas en edificios infestados (C&E News, Nov. 9, 1998).

2.10 Dióxido de carbono CO₂.

El dióxido de carbono (CO₂) es una excelente alternativa a otros productos tóxicos usados tradicionalmente (bromuro de metilo, fosfinas, insecticidas) en la desinsectación ya que, además de ser altamente eficaz, proporciona una tecnología

más beneficiosa con el medio ambiente, es un gas que no deja residuos, su utilización y producción no están reguladas por motivos de seguridad, es reciclable y es muy utilizado en aplicaciones alimentarias por su inocuidad (IRTA., 2006).

El CO₂ afecta a varias características fisiológicas, metabólicas, biológicas y de comportamiento de los insectos. Una de las causas principales de la toxicidad del (CO₂) en los insectos es el efecto que tiene sobre el estímulo de obertura de los espiráculos que regulan la respiración. Este hecho induce de forma indirecta a la pérdida de agua y posterior desecación. También produce acidificación en los fluidos internos, lo que provoca modificaciones en muchas vías metabólicas afectando al crecimiento, al desarrollo y a la reproducción (IRTA., 2006).

El dióxido de carbono es un producto de la respiración de todos los seres vivos. Una atmósfera de CO₂ entre 1% y 3% V/V, es capaz de provocar, primero un estado de letargo o aturdimiento y a más largo plazo la muerte de insectos y roedores. Requiere un tiempo de exposición alto (20 días o más) para lograr una efectividad adecuada. No deja residuos, es fácil de manipular, pero tiene el inconveniente señalado. En Cuba no se ha usado hasta el presente. A nivel mundial se ha usado en mezcla con la fosfamina con resultados muy favorables, o en bodegas de barcos durante la travesía. (IRTA, 2006).

2.11 Otras alternativas de control.

Control integrado de plagas (C.I.P.): El objetivo del control integrado de plagas es reducir la incidencia de plagas a un mínimo haciendo uso de todos los medios disponibles mediante diferentes combinaciones de métodos.

Los pasos a tener en cuenta para realizar un buen control son los siguientes: Higiene y limpieza, Inspección mediante la toma de muestra uso de trampas, medición de la temperatura los insectos producen focos de calentamiento con temperaturas máximas que pueden llegar a treinta y cinco o cuarenta y cinco grados centígrados.

Una vez detectada la presencia de la plaga es conveniente desarrollar una estrategia de control, los puntos a tener en cuenta para delinear una estrategia son los siguientes:

Especies de insecto a controlar, estadio en el cual se encuentra y lugar de almacenaje del producto donde vamos a realizar el control. Hay un conjunto de técnicas de manejo agroecológico de plagas que permiten eliminar el uso de plaguicidas químicos, la conservación y aumento de los insectos benéficos que controlan biológicamente a las plagas, el empleo de trampas y cebos, así como el uso de plantas - como el tabaco, chile, ajo y muchas más- como insecticidas naturales.(Bejerano y Mata, 2003).

Ensayos realizados por Pascual Villalobos (1998) en condiciones de laboratorios utilizando la plaga de almacén ***Tribolium castanum*** Herbst y empleando extractos vegetales incorporados a la dieta obtenido de las familias Solanáceas y Compostela (género Caléndula) provocaron efectos repelentes a las plagas en el caso de los caléndulas, y acción inhibidora del crecimiento. Así como insecticidas con las solanáceas muy en especial el genero Nicotiana. Por lo que sugiere profundizar en estos estudios sobre los efectos sinérgicos de las mezcla, toxicidad y modo de acción entre otros.

En el estudio realizado por Febles *et al* (2006) para la conservación de productos almacenados, a través de la utilización de la zeolita como componente mineral natural. Las semillas tratadas con zeolitas a razón de 50g de zeolita/Kg. de semilla de granos y 25g de zeolitas /Kg. de semilla de hortaliza presentaron un ligero o nulo ataque de plaga por lo que se surgiere profundizar en dicho estudio.

Los sistemas biológicos de control, como el uso de enemigos naturales de las plagas, son útiles. En África Occidental la introducción de la avispa ha producido un control espectacular. En la India las semillas del árbol nin (neem), ***Azadirachta indica***, se usan como insecticida natural para proteger las cosechas y los granos almacenados. Los investigadores han encontrado que las sustancias activas pueden controlar más de 200 especies de plagas, inclusive plagas importantes como las

langostas, los gorgojos del maíz y los gusanos del arroz, pero sin dañar a las aves, los mamíferos ni a los insectos benéficos como las abejas (Malthone,2003)

El control de los insectos de las semillas puede hacerse también tratándolas con polvos elaborados a partir de semillas, hojas, ramas y raíces de muchas plantas que crecen en las zonas tropicales. Se ha observado, por ejemplo, que el polvo de semillas de nim, y de los residuos de tabaco curado en dosis de 50g/Kg., es efectivo para evitar la infestación (Avilés, 1997).

2.12. Inocuidad de alimentos.

La inocuidad, requisito básico de la calidad, implica la ausencia de contaminantes, adulterantes, toxinas y cualquier otra sustancia que pueda hacer nocivo el alimento para la salud, o bien unos niveles inocuos o aceptables de los mismos. Además de la inocuidad, las características de calidad incluyen el valor nutricional y las propiedades organolépticas y funcionales (MCCA, 1997).

Un suministro de alimentos inocuos y de calidad es esencial para una nutrición correcta; los alimentos deben tener un contenido de nutrientes apropiados y ser suficientemente variados, no poner en peligro la salud de los consumidores como resultado de la contaminación química o biológica y deben ser presentados de modo que no induzcan al engaño. La calidad e inocuidad de los alimentos comienza en la explotación agropecuaria y continúa a lo largo de la cadena de elaboración y distribución hasta el almacenamiento y preparación por los consumidores o por las industrias de servicios alimentarios. Para proteger la salud de los consumidores son esenciales unas buenas prácticas agrícolas y de manufactura, incluidas la elaboración, distribución y comercialización. Todo factor que ocasione una exposición a agentes químicos o biológicos peligrosos que determine una ingestión insuficiente o excesiva de nutrientes o que obstaculice su utilización óptima contribuye a la desnutrición (Morón., 2001).

La manifestación final de la inseguridad alimentaria es la desnutrición. Esta es causada no solamente por la falta de un acceso suficiente de diversos alimentos sino también por el consumo de alimentos de mala calidad y nocivos, y que no proporcionan los niveles apropiados de los macro y micro- nutrientes necesarios para

la buena salud. En el mundo 826 millones de personas sufren de inseguridad alimentaria, la mayoría de los afectados residen en países en desarrollo. En América Latina y el Caribe para 1996-98 se estimó que existen 55 millones de personas en inseguridad alimentaria, lo que representa del 11 % de la población (Morón., 2001).

Las condiciones ambientales del almacén determinan si el grano puede ser almacenado con seguridad. Si el grano es expuesto a humedades o temperaturas altas comenzará el proceso de deterioro. Este proceso continuará más rápidamente si el grano se encuentra en malas condiciones. Si se conoce el contenido de humedad del grano además de la temperatura y humedad relativa, entonces pueden usarse los cuadros 2 y 3 para determinar si el grano puede almacenarse con seguridad o si debe secarse más o protegerse de la humedad. Por ejemplo, si el maíz tiene 14% de humedad y la temperatura promedio durante el período de almacenamiento es 32°C con una humedad relativa de 75%, entonces de acuerdo al cuadro 2 (para maíz) el grano puede ser almacenado con seguridad. Sin embargo, si el contenido de humedad del maíz es 16% bajo las mismas condiciones, comenzará a deteriorarse. . (FAO.2006).

Las buenas prácticas relacionadas con la cosecha y con el procesamiento y almacenamiento en la explotación incluirán las relativas a la recolección de los productos alimenticios después de los intervalos adecuados posteriores a la cosecha y los períodos de retención; la manipulación limpia e inocua de los productos que se van a procesar en la explotación. En lo que respecta al lavado, deben utilizarse detergentes recomendados y agua clara; los productos alimenticios deben almacenarse en condiciones ambientales higiénicas y adecuadas; los productos alimenticios deben embalarse en contenedores limpios y adecuados para su transporte desde la explotación agrícola (Malthore, 2003).

Control biológico

El control biológico constituye actualmente la alternativa de control principal (Rosset y Benjamín, 1994; Pérez *et al.*, 1995; Rovesti, 1998). El uso de organismos biorreguladores en el país data de principios de siglo, pero no es hasta los años 60 que se

establecen programas más completos para el estudio y aplicación de estos, alcanzando su mayor desarrollo en la década de los 80. Posterior al triunfo de la Revolución, el desarrollo de la protección de plantas en Cuba ha pasado por cuatro etapas o fases decisivas, con una tendencia agroecológica (Vázquez y Almaguel, 1997). La introducción de organismos benéficos para la polinización de las plantas o el control biológicos de plagas, ha sido un tema muy ligado a las actividades del hombre en diferentes ramas de las ciencias. (Vázquez, 2004).

La búsqueda de solución con una creciente utilización de medios de control biológico, los cuales se integran eficazmente a los Programas de Manejo Integrado de Plagas con la consiguiente reducción del empleo de los plaguicidas químicos. Los elementos biológicos más utilizados son los insectos, parásitos o depredadores, y los microorganismos. Estos últimos se producen y emplean con eficacia a partir de diferentes especies de hongos, algunos virus, y bacterias principalmente. (Vázquez, 2004).

En los últimos años se han incrementado las regulaciones debidos al interés mundial en la conservación de la biodiversidad, la seguridad biológica y los cambios en las exigencias del comercio, que han contribuido a un mayor interés sobre estos temas, motivo por el cual las organizaciones de sanidad vegetal han perfeccionado sus procedimientos para decidir introducciones a partir de los análisis de riesgos. (FAO, 2002).

Sobre la introducción de Organismo para el control Biológico (OCB), considerada como control biológico clásico, realizado precisamente por la necesidad de importar enemigos naturales eficientes desde la región de origen de las plagas introducidas, hay diversas exigencias internacionales. FAO, (1996), a fin de evitar los riesgos por el impacto que pudieran ocasionar en los ecosistemas. Al respecto existen innumerables experiencias internacionales. (Altieri, 1989; Cock, (1985).

Particularmente en Cuba se han realizado muy pocas introducciones de controles biológicos, precisamente porque las autoridades fitosanitarias y los especialistas han sido muy celosos en prevenir5 desequilibrios ecológicos. (Vázquez *et al*, 2001).

Es importante resaltar las dos primeras introducciones, que se realizaron en 1928-1930 para el control de la mosca prieta de los cítricos (*Aleurocanbthus woglumi*), plaga introducida que afectó sensiblemente la citricultura del país (Bruner *et al*, 1975) y que con posterioridad a estas introducciones se han mantenido a bajos niveles poblacionales, lo que se considera como un ejemplo muy exitoso de introducción de agentes de control biológicos en la región (Vázquez y Castellanos, 1997), con gran impacto para la citricultura nacional .

En EE.UU., Israel, México y en otros muchos países de clima tropical, se han obtenido éxitos espectaculares de control biológico, a extremo tal que las plagas se considera prácticamente erradicada (Cohé y Kamburov, 1968; Muma, 1969; Jiménez, 1969; Knapp, 1984).

El control biológico fue definido en 1987 por la Academia Nacional de Ciencias (NAS) de Estados Unidos como el uso de organismos naturales o modificados, genes o productos genéticos que reducen el efecto de organismos indeseables (plagas) y favorece a organismos útiles como cultivos, árboles, animales e insectos benéficos y microorganismos (García, 1988). Según Brower *et al.* (1996), el uso del control biológico en granos almacenados presenta muchas ventajas como es que la liberación de los enemigos naturales en ambientes confinados los protege de las condiciones adversas del clima, además que los agentes controladores que sobreviven hasta las últimas etapas del almacenamiento no son dañinas como pueden llegar a serlo los residuos de plaguicidas, no se conoce resistencia por parte del insecto plaga (huésped) y no ponen en peligro a los operadores que realizan la aplicación (liberación en este caso). Aunque también estos autores señalan algunas desventajas como por ejemplo que los enemigos naturales son muy específicos y actúan lentamente además de que se requiere de infraestructura permanente para su reproducción y su éxito puede requerir liberaciones demasiado frecuentes. El uso de enemigos naturales para el control de plagas de los granos almacenados puede ser con insectos depredadores o parasitoides.

Una amplia variedad de depredadores atacan a plagas de los granos, semillas y productos almacenados en general (Brower *et al.* 1996). Sin lugar a dudas los dos

órdenes más importantes son Coleóptero y Hemíptero. Según Baur (1992), las familias más importantes de coleópteros depredadores son Carabidae, Staphylinidae e Histeridae pero los depredadores más comúnmente encontrados en productos almacenados son los chinches de la familia Anthocoridae y específicamente *Xylocoris flavipes*. Antecedentes reportados por Brower *et al.* (1996), indican que este depredador después de 16 semanas fue capaz de disminuir en un 97 a 99% la población de *Oryzaephilus surrinamensis*, en un 97.6% la de *Tribolium castaneum*.

La mayoría de los parasitoides que atacan plagas de los granos almacenados son del orden Hymenoptera (Baur, 1992). Según Brower *et al.* (1996), los parasitoides en este contexto se pueden dividir en aquellos que parasitan a plagas que se alimentan del interior del grano y aquellas que atacan a las que se alimentan de la parte externa. En el caso de aquellos que parasitan plagas externas al grano Brower *et al.* (1996), menciona a *Trichogramma pretiosum* y *Trichogramma evanescens* quienes atacan a los diferentes estados inmaduros de estas plagas pero especialmente huevecillos. A su vez también se destaca el braconido *Bracon bebetor* que parasita larvas de varias polillas como por ejemplo *Plodia interpunctella* en la que reduce la emergencia en un 74% y en un 97% en *Ephestia cautella* (Baur, 1992).

Según Ravensberg. (1992) en Europa *Trichogramma sp* es principalmente usado en maíz pero en un porcentaje bajo del área de esos países el sistema está basado en 2 o 3 introducciones inundativas de parásitos. Los parásitos son liberados en estado pupal y se deja a decisión propia el sistema y momento para liberar junto con el servicio de extensión o un instituto de investigación. El uso de este parasitoide es comparable a aquellos pesticidas usados y tiene la ventaja sobre esto que parasitan y predan a otras plagas. También este parasitoide puede usarse en otros cultivos para controlar plagas de mariposas

Poehling. (1992) plantea que varias especies de *Trichogrammas* especializados en el parasitismo de huevos de lepidópteros intervienen en el desarrollo de las poblaciones plagas por eliminación de los huevos, una ventaja de *Trichogramma* desde el punto de vista práctico es que no es muy selectivo con su hospedero.

Según Poehling. (1992) mundialmente *Trichogramma* está entre los más importantes insectos benéficos. Cita este autor que una de las actividades

investigativas mas importante sobre esta especie esta encaminada a la selección de razas con una alta especificidad con el hospedante o preferencia de ciertas plagas de lepidópteros para una mayor estabilidad en la capacidad parasitica en función del cultivo y las condiciones climáticas.

Un estudio realizado en la India a una población de *Trichogramma spp*, criada en el laboratorio en huevo de *Corcyra cephalónica* a una temperatura de $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ y 50% de humedad relativa, con una población salvaje de la misma especie. Donde arrojó que la hembra salvaje es más fértil, aunque la criada en el laboratorio presento mayor longevidad (Konnorova y Gasca., 1984).

Sistema de Análisis de Peligros Y Puntos Críticos y de Control (HACCP), NC 136 /2007

El Sistema de Análisis de Peligros Y Puntos Críticos y de Control (HACCP), NC 136 /2007, tiene un fundamento científico y carácter sistemático, que permite identificar los peligros específicos y medidas de control, con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos, es un instrumento para evaluar los peligros y establecer un sistema de control basado en la prevención, en lugar de basarse en los ensayos del producto final. Norma Cubana 136-2007

El HACCP puede implantarse a lo largo de toda la cadena alimenticia, desde el producto primario hasta el consumidor final, su aplicación deberá estar basada pruebas científicas de peligros para la salud humana, la calidad del producto; la aplicación del sistema además de mejorar la inocuidad de los alimentos, facilita la inspección por parte de las autoridades sanitarias competentes; puede ser aplicado de forma efectiva, debe contar con toda la masa de trabajadores o sea que debe involucrar y comprometer a todos en el cumplimiento de lo reglamentado de una forma conciente Norma Cubana 136- 2007.

El sistema HACCP se basa en los siete principios siguientes:

PRINCIPIO 1: Realizar el análisis de peligros

PRINCIPIO 2: Determinación de los puntos críticos de control (PCC)

PRINCIPIO 3: Establecer un límite o límites de críticos

PRINCIPIO 4: Establecer un sistema de vigilancia de control de los PCC

PRINCIPIO 5: Establecer las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado

PRINCIPIO 6: Establecer procedimientos de comprobación o verificación

PRINCIPIO 7: Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y registros apropiados para estos principios y su aplicación.

Estos principios esquematizado queda como sigue:

ESQUEMA DEL SISTEMA DE ANÁLISIS DE LOS PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS Y DE CONTROL (HACCP)



Manejo integrado de plagas (MIP).

El MIP es un proceso, una actitud, un sistema encaminado a mantener las plagas en los niveles permisibles, es más que una alternativa para combatir plagas y evitar las pérdidas asociadas a las mismas, sino que influye positivamente sobre la salud de lo hombre, los animales, el ambiente, así como una mayor eficiencia económica por

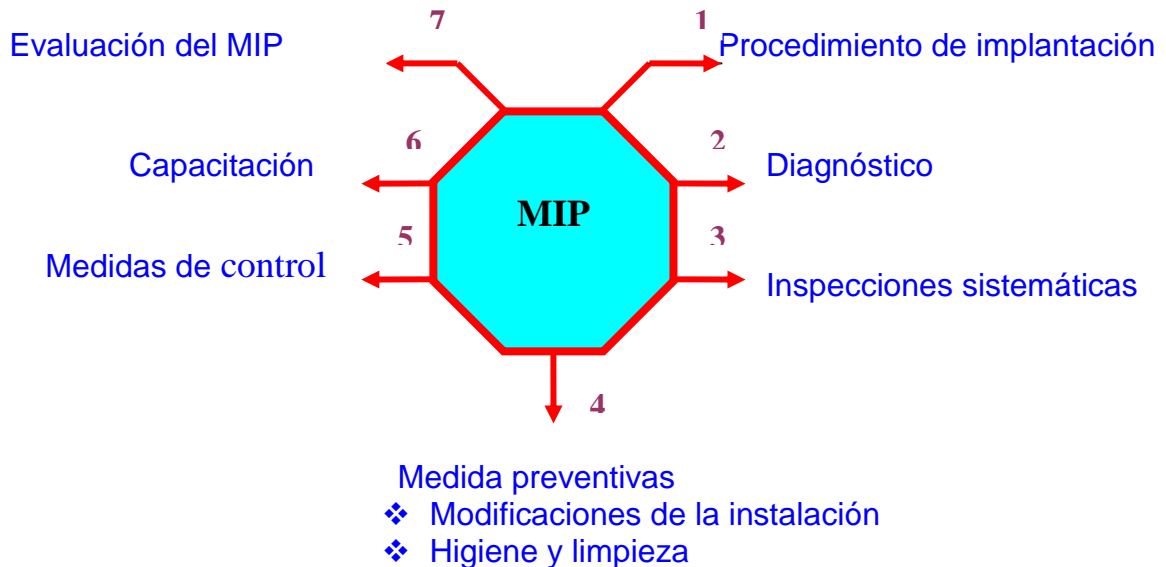
disminución de insumos de plaguicidas. El objetivo del sistema es ser capaz en cualquier momento, de proponer soluciones eficaces, económicas y ambientalmente seguras a problemas de plagas, dentro de los límites de tolerancia fijados por autoridades competentes. Este proceso es controlado y supervisado por un plan detallado de las actividades que se llevarán a cabo, prescrito a través de los Procedimientos Normalizativos Operativos.

Estos procedimientos son:

1. Procedimiento para las condiciones constructivas de la instalación. Medidas de exclusión de plagas.
2. Procedimiento de Higiene y Limpieza.
3. Procedimiento de monitoreo de plagas.
4. Procedimiento de monitoreo de humedad y temperatura de los productos y de el ecosistema de la instalación.
5. Relaciones contractuales con terceros, en aspectos relacionados con la conservación de los productos.
6. Planes de contingencia
7. Programas de capacitación.

El esquema del MIP quedaría como sigue:

ESQUEMA DEL MIP

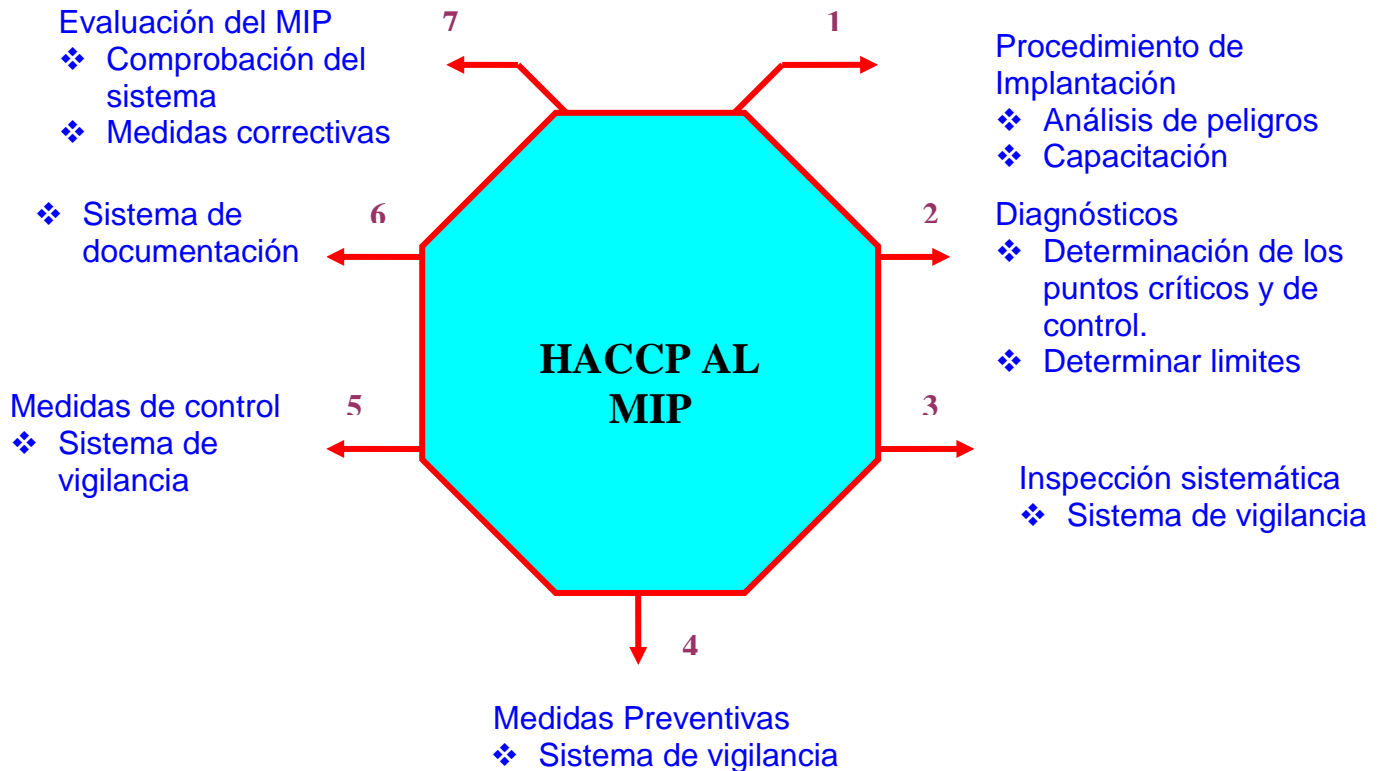


El MIP es un componente sustancial para garantizar la inocuidad de los alimentos, además de las pérdidas económicas que evita, su adecuada implantación, entre los componentes fundamentales que afectan la inocuidad de los alimentos, se incluyen las plagas y la contaminación derivada de estas, por transmisión de enfermedades, producción de toxinas, así como los residuos de plaguicidas.

El Sistema de Análisis de Peligros Y Puntos Críticos y de Control y el Manejo Integrado de Plagas, persiguen los mismos objetivos y los procedimientos para su implantación son muy similares, lo que permite la integración de los mismos, logrando así perfeccionar el MIP con el HACCP. Norma Cubana 136- 2007

El sistema HACCP integrado al MIP, adaptado a las condiciones de cada lugar permite controlar, central la información favoreciendo una respuesta rápida a cualquier emergencia. Para realizar la combinación de estos sistemas se siguieron los principios del sistema HACCP, incorporando la metodología de implantación del MIP. Basándose en lo antes señalado y para que sirva de guía para los pasos a seguir en la integración del sistema HACCP y el MIP se realiza el esquema que a continuación se relaciona: NC 136-2007.

ESQUEMA DE INTEGRACIÓN DEL HACCP AL MIP



Los pasos a seguir para lograr la integración HACCP – MIP se detallan a continuación

1. Análisis de Peligros.

Se crea un equipo técnico con un líder: En este caso específico, se decidió que fuera la misma comisión de calidad. Integrado por 5 compañeros, buscando la representabilidad de cada parte de la Posición, es decir Control Calidad, Energético, Protección, Jefe de Brigada y Jefe de Posición.

El análisis se enfoca en determinar los factores que afectan la calidad e integralidad del grano, se conoce que:

- ❖ Para que un organismo se considera plaga cuando sea capaz de provocar un **daño o perjuicio económico** o en algún otro sentido sea no deseable para el hombre.

- ❖ Las causas de aparición de plagas: Calidad del producto almacenado; Mala higiene y limpieza de la instalación; condiciones ambientales de cada lugar.
- ❖ La forma de introducción fundamental de las plagas en los silos es en el medio de transporte.
- ❖ **Análisis de peligros:** Proceso de recopilación y evaluación de información sobre los peligros y las condiciones que lo originan para decidir cuales son importantes con la inocuidad de los alimentos y por tanto planteado en el plan del sistema HACCP.
- ❖ **Peligro:** Agente biológico, químico o físico presente en el alimento o bien la condición en que este se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud.

Punto crítico de control: Fase en que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos o para reducir a un nivel aceptable.

Vigilar: Llevar a acabo una secuencia planificada de observaciones o mediciones de los parámetros de control para evaluar si un PCC esta bajo control.

Controlado: Condición obtenida por cumplimiento de los procedimientos y de los criterios marcados o parámetro.

Controlar: adoptar todas las medidas necesarias para asegurar y mantener el cumplimiento de los criterios establecidos en el plan de HACCP.

Utilizando y analizando la información recopilada en el diagnóstico y demás documento y definiciones, logramos saber sobre que, se debe mantener una

estrecha vigilancia para disminuir la posibilidad de la aparición de un plagamiento, determinando como:

Puntos críticos

- ❖ Medio de transporte
- ❖ Tolvas
- ❖ Nivel de cangilones
- ❖ Registro nivel de cangilones
- ❖ Conductores superiores
- ❖ Almacén A, B, C, D
- ❖ Registros de refrigeración Almacén
- ❖ Túneles
- ❖ Área exterior de los almacenes
- ❖ Áreas verdes

Puntos de control:

- ❖ Almacén A, B, C, D
- ❖ Tolva 1 y 2
- ❖ Área exterior de los almacenes
- ❖ Áreas verdes

El desglose detallado de los puntos críticos, las formas en se realiza el control, el modo y evidencia del mismo, se relaciona en la tabla siguiente:

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente estudio se realizó en los Silos metálicos de tecnología brasileña Mal Tiempo, con una capacidad de 2000t métricas de producto a granel y temperatura controlada. El trabajo se llevó a cabo durante el periodo comprendido desde diciembre 2008 a 20012.

3.1. Realización de un diagnóstico de los insectos plagas más importantes y su relación con el tiempo de almacenamiento y el calendario del año.

El diagnóstico se realizó mediante las inspecciones diarias realizadas por control de la calidad y las inspecciones que semanalmente realizan los especialistas de la Estación de Sanidad Vegetal de Lajas , los diagnósticos para la determinación de las especies fueron dados por el Laboratorio provincial de Sanidad Vegetal , los índices de plagamiento fueron dados por una escala donde

Grado 0 no existe plagamiento

Grado 1 índices ligero

Grado 2 índices medios

Grado 3 índices intensos

Se realizaron registros con el comportamiento de los factores climáticos, el tiempo de estadía del maíz en los silos, de plagas en almacenes tiempo en que se plagó el producto .por Silos y por años.

Se realiza una propuesta de sistema de manejo de insectos plagas en los Silos de Mal Tiempo.

3.2 Propuesta de sistema de manejo de insectos de plagas en los Silos de Malt tiempo

Para el MIP se tuvo en cuenta el manual de manejo integrado en almacenes y Silos Pérez et al 2009,y El Sistema de Análisis de Peligro y Puntos Críticos y de Control (HACCP), NC 136 /2007,

El sistema HACCP se basa en los siete principios siguientes:

PRINCIPIO 1: Realizar el análisis de peligros

PRINCIPIO 2: Determinación de los puntos críticos de control (PCC)

PRINCIPIO 3: Establecer un límite o límites de críticos

PRINCIPIO 4: Establecer un sistema de vigilancia de control de los PCC

PRINCIPIO 5: Establecer las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado

PRINCIPIO 6: Establecer procedimientos de comprobación o verificación

PRINCIPIO 7: Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y registros apropiados para estos principios y su aplicación.

Estos principios esquematizado queda como sigue:

Se realizó una integración del sistema HACCP con el MIP, adaptado a las condiciones del lugar. Para realizar la combinación de estos sistemas se siguieron los principios del sistema HACCP, incorporando la metodología de implantación del MIP basándose en lo antes señalado.

Se realizaron liberaciones de *Trichogramma*, *Tetrastichus*, se sembraron plantas repelentes y se realizaron aplicaciones de *Beauveria bassiana* y *Bacillus*, se colocaron trampas de colores.

3.3 Validación del sistema de manejo durante dos años.

Para la validación de los sistemas de manejo finalmente se realizó un análisis del efecto económico de las variables biológicas con respecto a los tratamientos químicos semanales. Para ello se calculó el costo del tratamiento biológico de cada variante, con el ensayo gastado y el precio. Se estimó el costo semanal del tratamiento químico a un silo en 625.00 pesos a partir de la información estadística del primer trimestre del 2008 cuando se nebulizaba con píretroide semanalmente cada silo por la Empresa Suministro Agropecuario.

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.

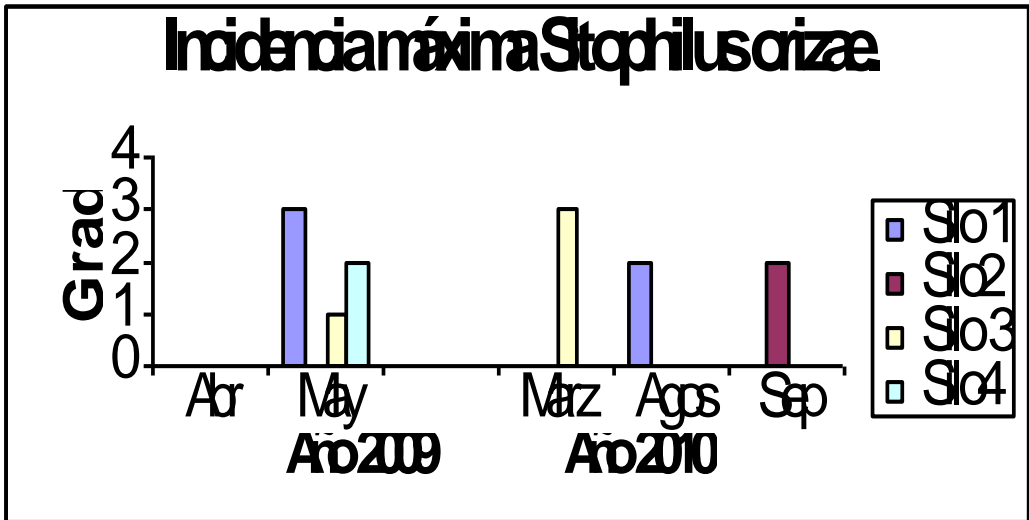
4.1 Diagnóstico de los insectos plagas más importantes y su relación con el tiempo de almacenamiento y el calendario del año.

Tabla No1 Insectos plagas presentes en los Silos Mal Tiempo.

<i>Especie</i>	<i>Orden</i>	<i>Nombre Común</i>
<i>Tribolium castaneum (Hbst,)</i>	<i>Coleóptera</i>	<i>Tribolium de la harina</i>
<i>Sitophilus oryzae L</i>	<i>Coleóptera</i>	<i>Gorgojo del arroz</i>
<i>Cryptolestes (sp)</i>	<i>Coleóptera</i>	<i>Carcoma achatada de los granos</i>
<i>Carpophilus sp</i>	<i>Coleoptera</i>	
<i>Sitotroga cerealella (Oliv.)</i>	<i>Lepidoptera</i>	<i>Palomilla de los cereales</i>
<i>Corcyra cefhalonica Stainton</i>	<i>Lepidoptera</i>	<i>Polilla o palomilla del arroz</i>
<i>Efhestia Cautella (Zell)</i>	<i>Lepidoptera</i>	<i>Polilla de la harina</i>

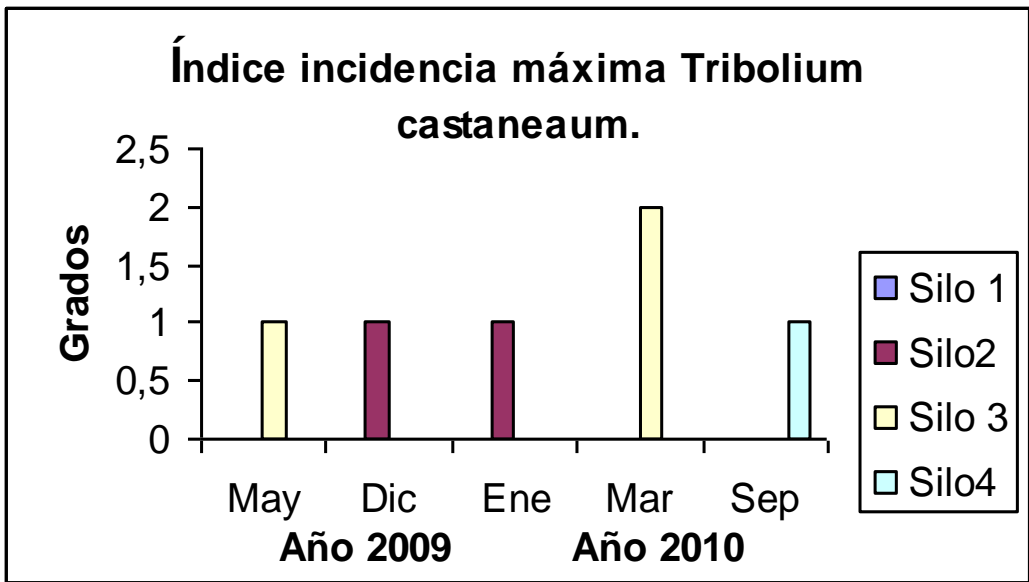
En el año 2009 a los cinco meses de almacenado el maíz presentó afectación por *Sitophilus oryzae* en los cuatro silos, en el Silo 1 con afectación intenso, Silo dos y tres ligero y en el Silo 4 fue media se debe a que en ese año no se había implementado en la unidad el MIP, no existía experiencia en el almacenamiento del producto y qué métodos utilizar para combatir las plagas; en el año 2010 el plagamiento comenzó en el mes de marzo en el silo tres intenso y en el silo cuatro ligero.

Figura 1 Índices de incidencia máxima de *Sitophilus orizae* año 2009-2010.



Tribolium castaneum en el año 2009 solo afectó el Silo 3 con índices ligero en el quinto mes de estar almacenado el grano y en Diciembre con índices ligeros. En el año 2010 en el Silo dos comenzó el plagamiento ligero en el mes de Enero , y en marzo el plagamiento ya estaba medio en el Silo tres mientras que en el Silo cuatro el plagamiento era ligero, el Silo uno no presentó plagamiento.

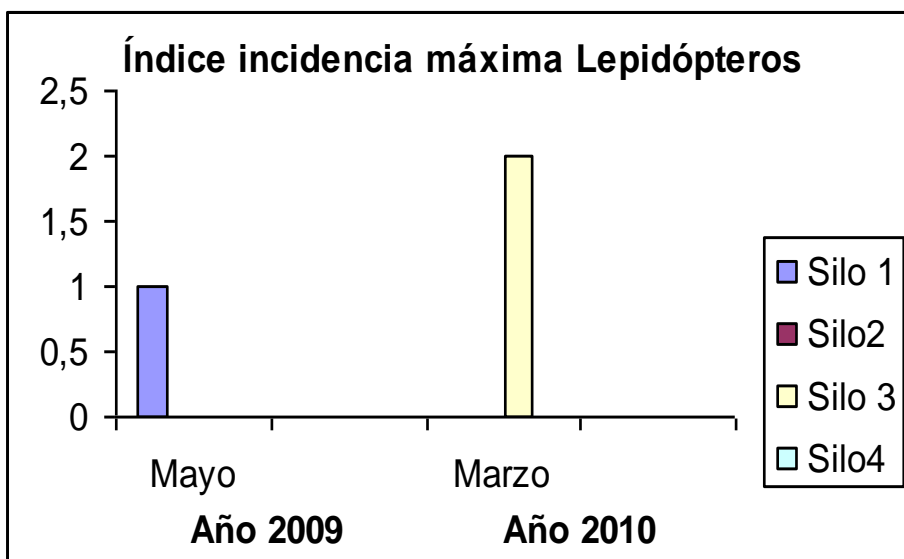
Figura 2 Índices de incidencia máxima de *Tribolium castaneum* año 2009-2010.



En el año 2009 comenzó la afectación por Lepidópteros en el silo 1 con un índice medio las especies que incidieron fueron la *Corcyra cephalonica*, *Sitotroga cerealella*

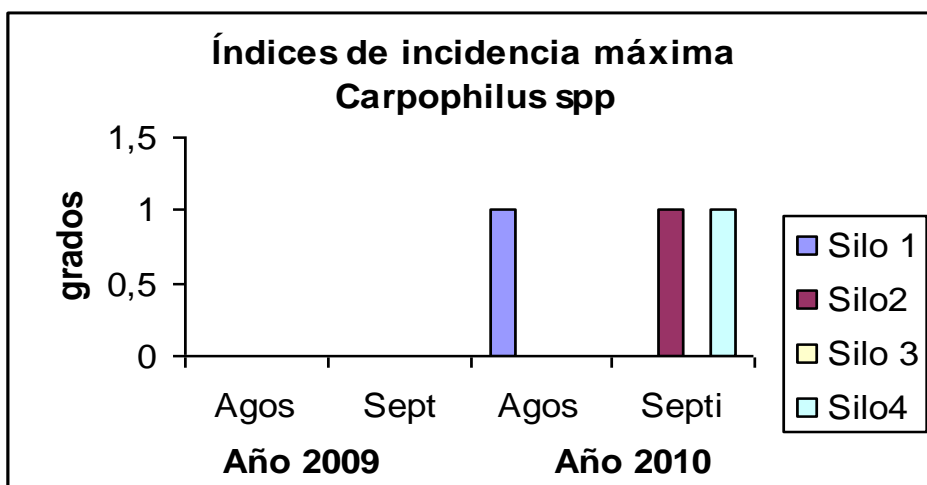
y *Efhestia Cautella* y la unidad no contaba con experiencias para el combate de la misma por lo que las poblaciones de Lepidóptero aumentaban cada día más. En el año 2010 la afectación por Lepidópteros fue media en el silo 3, no observándose incidencia en el resto de los silos.

Figura 3 Índices de incidencia máxima de Lepidópteros 2009-2010.



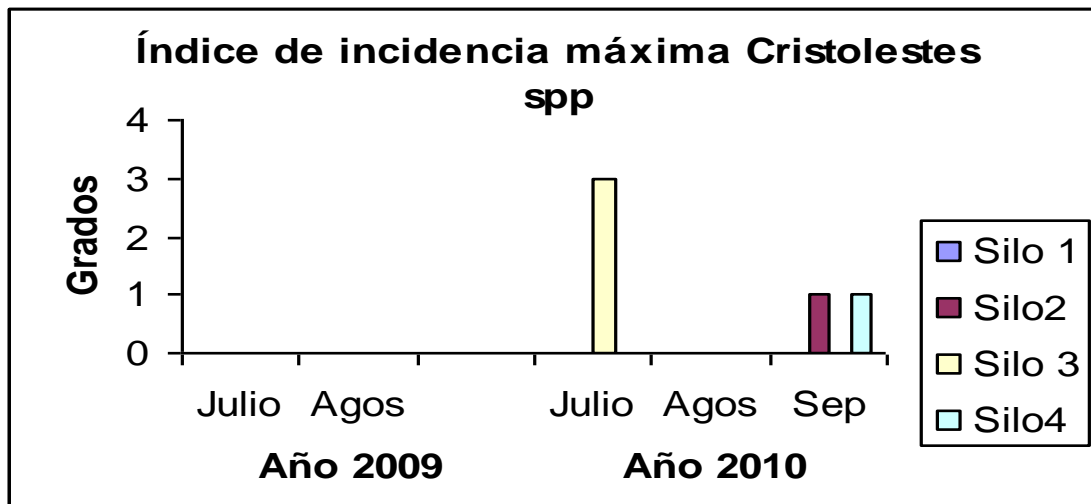
La afectación por *Carpophilus spp* Comenzó en el año 2010 en los silos uno, dos y cuatro con índices ligeros.

Figura 4 Índices de incidencia máxima de *Carpophilus sp* 2009- 2010.



El *crystolestes sp* comenzó su aparición en los meses de julio y septiembre de 2010 con índices ligeros en los silos dos, tres y cuatro el silo 1 no tuvo afectación.

Figura 5 Índices de incidencia máxima de *Crystolestes sp* 2009-2010.



En el año 2008-2009 se presentaron plagamientos a partir del tercer al quinto mes, con índices ligero y medio con *Tribolium*, *Sitophilus* ligero, medio e intenso y los Lepidópteros de medio a medida que fue aumentando el tiempo de almacenamiento.

Tabla No 2 Influencia del tiempo de almacenamiento en la incidencia de plagas 2008-2009.

Silo	Tiempo almacenamiento	Plagas	Días de almacenamiento	Nivel plagamiento
Silo3	302	<i>Tribolium castaneum</i>	5 meses	Ligero
		<i>Sitophilus oryzae</i>	5 meses	Ligero
Silo 4	217	<i>Sitophilus oryzae</i>	5 meses	Medio
Silo 1	278	Lepidópteros	5 meses	Medio
		<i>Sitophilus oryzae</i>		Intenso
Silo 2	180	<i>Tribolium castaneum</i>	3 meses	Ligero
Silo 4	117	<i>Tribolium castaneum</i>	3 meses	Ligero
Silo 3	127	<i>Sitophilus oryzae</i>	3 meses	Intenso
		<i>Tribolium castaneum</i>		Medio
		Lepidópteros		

En el año 2010 el tiempo de almacenamiento fue menor pero las plagas comenzaron a incidir a partir del segundo y tercer mes, con un nivel de plagamiento ligero para *Criptolestes* spp y *Carpophilus*, y el *Sitophilus* en medio el *Tribolium* estaba afectado con índices ligeros y no hubo afectación por Lepidópteros.

Tabla No. 3 Influencia del tiempo de almacenamiento en la incidencia de plagas en el año 2010,

Silo	Tiempo almacenamiento	Plagas	Días de almacenamiento	Nivel plagamiento
3	131	<i>Criptolestes</i>	2 meses	Ligero
1	120	<i>Carpophilus</i>	2 meses	Ligero
		<i>Sitophilus</i>		Medio
2	150	<i>Criptolestes</i>	3 meses	Ligero

		Carpophilus Sitophilus		Ligero Medio
4	120	Carpophilus	2 meses	Ligero
		Criptolestes		Ligero
		Tribolium		Ligero

4.2 Proponer un sistema de manejo de insectos plagas en los Silos de Mal Tiempo.

El sistema de manejo comenzó por el diagnóstico

Caracterización del producto almacenado mediante:

- ❖ Resumen de trazología
- ❖ Tratamientos realizados
- ❖ Enfriamientos
- ❖ Recirculaciones
- ❖ Monitoreo de temperatura y humedad
- ❖ Monitoreo de plagamiento
- ❖ Destino del producto: Si este no está explícito en la trazabilidad, investigar su consumo o si es para la reserva.

b) Al concluir el diagnóstico con la información recopilada se elaboró el diagrama de flujo. Proceso del almacenamiento de grano.

Para lograr un sistema eficiente se debe involucrar a todo el personal. Cada individuo debe estar consiente de informar evidencia de plagas o condiciones que pueden causar o favorecer la infestación de estas, por lo que todo el personal debe recibir entrenamiento que proporcionen la información necesaria para que puedan llevar a cabo sus deberes de manera eficiente, con este objetivo se elabora:

Un plan de capacitación, con los temas siguientes:

- ❖ Regulaciones en los procesos operativos
- ❖ Prevención de plagas
- ❖ Detección y control de plagas

- ❖ Importancia del monitoreo de temperatura, humedad y plagamiento en la conservación
- ❖ Mantenimientos
- ❖ Limpieza e higiene de la instalación.
- ❖ Acción y uso de los controladores biológicos
- ❖ Uso y conservación de los medios de protección individual y colectivo
- ❖ Manejo Integrado de Plagas
- ❖ Normas Cubanas

Teniendo en cuenta, que el análisis del peligro es la clave para un sistema eficaz de gestión de inocuidad de los alimentos, ya que llevarlo a cabo ayuda a organizar los conocimientos requeridos, para establecer la estrategia a utilizar y asegurar el control del peligro.

Tabla # 4 Propuesta de Sistema de manejo de insectos plagas en los Silos de Mal Tiempo.

PUNTOS CRÍTICOS	ACCIÓN DE CONTROL	MODO DE SUPERVISIÓN	EVIDENCIA DEL CONTROL
Medio de transporte	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vigilar las condiciones fitosanitarias del trailer de la rastra 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Registro de análisis laboratorio
Tolvas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vigilar las compuertas ❖ Vigilar el Conductor de tolva ❖ Aplicar medio biológico 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Registro de MTTO ❖ Registro de limpieza ❖ Control de tratamientos
Nivel de cangilones	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vigilar los cangiles ❖ Aplicar medio biológico 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Registro de MTTO ❖ Registros de limpieza
Registro del nivel de	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vigilar las descarga inferior y superior 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Registros de limpieza ❖ Control de tratamientos

cangilones	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Aplicar medios biológicos 		
Conductores superiores	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vigilar los conductor y accesorios ❖ Vigilar las Cúpula de silos ❖ Aplicando medios biológicos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Registro de MTTO ❖ Registros de limpieza ❖ Control de tratamientos
Almacenes	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vigilar en los silos vacíos las paredes y piso del interior con todos sus componentes ❖ Monitoreo de temperatura y humedad ❖ Aplicar medios biológicos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Visual ❖ Registros de limpieza ❖ Replicas de temperatura ❖ Control de tratamientos ❖ Control de muestreo
Registro de refrigeración	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vigilar antes de las conexiones ❖ Aplicar medios biológicos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Visual ❖ Registros de limpieza ❖ Control de tratamientos
Túneles	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vigilar las descargas ❖ Vigilar los conductor con sus componentes ❖ Vigilar las paredes, techo, pisos y muros ❖ Aplicar medios biológicos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Visual ❖ Registros de limpieza ❖ Control de tratamientos
Área exterior del almacén	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Revisión del estado higiénico sanitario ❖ Revisión de la pintura (cal) ❖ Aplicando medios biológicos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Visual ❖ Registros de limpieza ❖ Control de tratamientos
Áreas verde	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Revisión del nivel de la hierba ❖ Revisión de las plantas 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Visual ❖ Registros de limpieza

	repelentes		
--	------------	--	--

Tabla # 5 Descripción de los puntos de control, acción de control, modo de inspección y la evidencia del control de cada punto

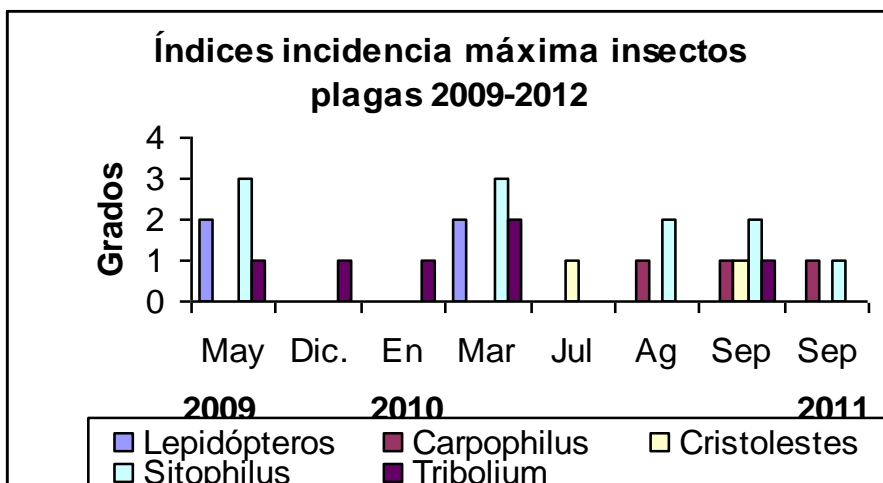
PUNTOS DE CONTROL	CONTROLAR	MODO DE CONTROL	MODO Y EVIDENCIA DE CONTROL
Tolva	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tres momentos de descarga del trailer(presencia insectos ,objetos extraños) ❖ El flujo de granos (menor explosión posible del grano al medio ambiente) ❖ Estado higiénico sanitario del área 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Recogida de muestra ❖ Registro analítico ❖ Registro de eficiencia de operaciones ❖ Registro de limpieza ❖ Registro de mantenimiento en operaciones
Almacenes	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El estado higiénico de los Silos vacíos ❖ La temperatura y humedad 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Registro de limpieza ❖ Registro de réplicas de temperatura ❖ Registro de muestreo
Área exterior	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El estado higiénico de la zona de alto riesgo y riesgo ❖ Tamaño de las partículas de polvo 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Registro de limpieza

Áreas verdes	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Altura de la hierba ❖ Guataquea de la franja de seguridad sanitaria 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inspección Visual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Registro de limpieza
--------------	--	---	--

En el año 2009 las plagas que incidieron fueron Lepidópteros con infestación media en el silo 1, *Sitophilus orizae* spp con infestación ligera en el silo dos y tres, media en el silo cuatro e intensa en el silo 1 y *Tribolium castaneum* ligero en el silo 3 , el mes de mayor incidencia de plagas fue mayo esto se debe a que la temperatura promedio era de 28 grados, en el año 2010 las principales afectaciones fueron por Lepidópteros medio, *Carpophilus sp* ligero, *Criptolestes spp* ligero ,*Sitophilus orizae* en medio e intenso y *Tribolium castaneum* en ligero ,medio e intenso.

En el año 2011 se comenzó a aplicar el Manejo integrado de plagas con el HACCP y solo se ha tenido afectación por *Carpophilus spp* *Sitophilus orizae* con índices ligeros,se han realizado liberaciones de *Trichogramma spp*, *Tetrastichus*, *Baccillus thurigiensis*, *Beauveria bassiana* logrando en el año 2012 tener cero plagamiento.

Figura No 6 Índices de Incidencia máxima de los insectos plagas durante cuatro años.



En los Silos de Mal Tiempo se liberaron en el año 2011 un total de 118 aplicaciones con *Beauveria bassiana*, 54 con *Bacillus thuringiensis*, se liberaron un total de 12000000 individuos de *Trichogramma spp* y 1520 000 individuos de *Tetrastrichus spp*. Tabla No 6.

Tabla 6 Alternativas de control utilizadas en los Silos Mal Tiempo. Año 2011.

Medios biológicos	Cantidad
<i>Beauveria bassiana</i>	118 aplicaciones
<i>Bacillus thuringiensis</i>	54 aplicaciones
<i>Trichogramma spp</i>	12 000 000 individuos
<i>Tetrastichus spp</i>	1520 000 individuos.

En el año 2012 un total de 66 aplicaciones con *Beauveria bassiana*, 20 con *Bacillus thuringiensis*, se liberaron un total de 3000000 individuos de *Trichogramma spp* y 4000 000 individuos de *Tetrastrichus spp*.

Tabla No 7 Alternativas de control utilizadas en los Silos Mal Tiempo. Año 2012.

Medios biológicos	Cantidad de liberaciones
<i>Beauveria bassiana</i>	66 aplicaciones 250 gr / mochila
<i>Bacillus thuringiensis</i>	20 aplicaciones 100 gr / mochila
<i>Trichogramma spp</i>	3 000 000 individuos.
<i>Tetrastichus spp</i>	4 000 000 individuos

Se sembraron 20 plantas de salsafrat, dos plantas de Paraíso y ocho árbol del NIM como barreras, además la unidad cuenta con un total de 62 trampas de colores y 10 de melaza ubicadas por zonas aledañas a las baterías de los Silos. (Armenta, 2006.)

Tabla No. 8 Cantidad de plantas por especies.

Plantas repelentes	Cantidad.
Salsafrat	20
Paraíso	2
NIM	4
Caléndula	120

4.3 Validación del sistema de manejo durante dos años.

Valoración Económica

Como se puede observar en las tablas anteriores en el periodo 2009 -2010.

Gasto Silos B + Gasto Silos D = gastos por aplicación de insecticida

$$\text{\$ } 33\,369.79 + \text{\$ } 20\,363.84 = \text{\$ } 53\,733.63$$

Año 2011 hasta fecha

Silo B Plaguicida + Silo D Plaguicida = Gastos por aplicación de insecticida
del periodo

$$\text{\$ } 7\,128.0 + \text{\$ } 7\,216.79 = \text{\$ } 14\,344.79$$

Por lo que si se restan los gastos del 2009-2010 a los del 2011, se obtiene el ahorro por aplicación de insecticida

Gastos 2009-2010 — Gastos 2011 = Ahorro por la integración de los Sistemas

HACCP con el MIP

$$\text{\$ } 53\,733.63 - \text{\$ } 14\,344.79 = \text{\$ } 39\,388.84$$

Tabla No. 9: Pérdidas por plagamiento período 2009-2010

Silo	Peso silo(Tn)	Perdida total (Tn)	Perdida por plagamiento (Tn)	% que representa la perdida	Precio del maíz (\$)	Perdidas en peso por plagamiento. (\$)
B	1 149.050	4.940	3.450	0.3	232.71	802.80
D	1 789.400	23.545	17.894	1	224.67	4020.20
	2 938.45	28.49	21.34			4 823.00

Como se puede apreciar en la tabla # 5 de 2 938.45 toneladas almacenadas al realizar la venta de los 2 silos resulta una perdida total de 28.49T de ellas 21.34T fueron por plagamiento, resultando una perdida total en pesos por plagamientos de \$4 823.00

Realizando un análisis de la situación actual de los silos almacenados, se reporta que el silo A, estuvo desde la recepción supervisado por la aplicación del sistema integrado HACCP y el MIP todo su producto el que fue comercializado el pasado 31/8 /11, sin tener

Pérdidas por ningún concepto, los silos restantes han cumplido y sobre cumplido el tiempo previsto de almacenaje sin plagamiento.

Resumiendo se puede decir que en el periodo 2009-2010 por concepto de plaguicidas se tuvo un perdida de \$ 53 733.63 y por plagamiento \$ 4 823.00 dando un total de perdidas de \$ 58 556.63 si a esto se le resta lo consumido en este año por insecticida preventivo en la recepción en cifra de \$ 14 344.79, se obtiene un ahorro de \$44 211.84 por la aplicación de la integración del sistema HAPCC al MIP.

Tabla No. 10: Comparación de gastos económicos por concepto de insecticidas químicos.

Silos	Año 2008, 2009, 2010			Año 2011		
	Producto	Precio del producto (\$)	Gasto total (\$)	Producto	Precio del producto (\$)	Gasto total (\$)
B	Actellic (3)	280.32	28161.44	Actellic (1)	280.32	7128.0
	K –Obiol (1)	280.32				
D	Actellic (2)	280.32	18317.22	K –Obiol (1)	280.32	7216.79
	K –Obiol (1)	280.32				

Tabla No. 11 Gastos totales por plagamiento en el periodo 2009-2010

Silo	Gastos por consumo de plaguicidas(\$)	Toneladas perdidas (Tn)	Perdidas por plagamiento(\$)	Gasto total (\$)
B	28161.44	18.58	5208.35	33369.79
D	18317.22	7.30	2046.62	20363.84

CONCLUSIONES.

1.- Los insectos plagas más importantes en los Silos Mal Tiempo son Coleópteros: *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Carpophilus* sp, Lepidópteros: *Sitotroga cerealella*, *Corcyra cefalonia* y *Efestia Cautella*

2.-En el año 2008-2009 los plagamientos se presentaron en el mes de mayo, el tiempo de almacenamiento fue prolongado y los niveles de plagamiento alcanzados por *Sitophilus oryzae* fueron ligeros, medio e intenso de *Tribolium castaneum* ligero y medio y *Lepidópteros* medio. En el año 2010 los niveles de plagamiento fueron *Cryptolestes ferrugineus*, *Carpophilus* sp, *Tribolium castaneum*, ligeros y *Sitophilus oryzae* medio.

3.-Con la implementación del sistema de manejo MIP- HACCP se logró disminuir a partir del año 2011 -2012 el nivel de plagamiento en los Silos Mal Tiempo.

4.- En el año 2009-2010 se tuvo una pérdida por plagamiento de \$ 4823.00 y por plaguicidas \$ 53733.63 con una pérdida total de 58556.63.

5.-Con el sistema de manejo propuesto se obtuvo un ahorro de \$ 44211.34.

RECOMENDACIONES:

1.-Continuar con el manejo integración MIP- HACCP para lograr mantener los niveles de plagamiento en índices bajos.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .

- Alteri, M. A.; J. Trujillo; L. Campos; C. Klein-Koch; C. S. Gold; J. R. Quesada. (1989). *El control biológico clásico en América Latina en su contexto histórico, Manejo integrado de Plagas*. Costa Rica.
- Altieri, M. A. (1994). *Manejo Integrado de plagas y Agricultura Sustentable en América Latina*. Quito, Ecuador.
- Álvarez Eulalia .A, Doris. González. (1985). *Tercera jornada científica- técnica. Resume. Sanidad vegetal*. Cienfuegos.
- Andersch. W. (1992). *Production of fungi as crop protection agents*. (Vols. 1-45).
- Anon . (1996). *Grain drying in Vietnam – enterprise and innovation . ACIAR Post harvest Newsletter*. March.
- Armenta Bojorquez, Adolfo Dagoberto. (s.f.). Control De Plagas De Granos Almacenados Con Insecticidas Biorracionales. <http://redesus.files.wordpress.com/2008/12/tecnologias-de-granos-y-semillas.pdf>, .
- Arroqui, C. (2006). modelización y simulación del almacenamiento de arroz cáscara en silos con y sin aireación. Área de Tecnología de Alimentos.
- Aspelin AL y Grube AH. (1998). *Pesticide Industry Sales and Usage*.
- Avilés R. P. (1997). Protección de los granos almacenados en condiciones de bajos insumos. *Curso poscosecha. Agencia española de Colaboración Internacional* (págs. 161-188). C de la Habana.
- Batta, Jacob A., Abu Safich., Daoud. I. (2005). *A study of treatment effect with Metharhizium anisopliae and for types of dusts on wheat grain infestation with seed flow beetles (Tribolium castaneum Herbs, Coleoptera, Tenebrionidae)*. University of Gaza.

- Baur. (1992). *Protection of farm stored maize against infestation by Prostephanus truncates (HORN) and Sitophilus species in Tanzania. J. Stored Prod. Res.*
- Bejarano F y Mata B. (2003). Impactos del Libre Comercio Plaguicidas y Transgénicos en la Agricultura de América Latina.
- Bejarano. F. (2000). La Espiral del Veneno, y de Mary O'Brien Making better environmental decisions. An alternative to risk assessment.
- Bello, A. (1999). *Local Resources as methyl bromide alternatives in nematode control.* San Juan, Nematropica.
- Beng .G. (1975). El Gorgojo khapt. Trogoderma granarium Euret.
- Biuger, H.D, and J. Weiser. (1973). *Occurrence of pathogens of the flour beetle Tribolium castanueum J, Invertebrate pathology.*
- Boucias, D, J. Pendland. (1998). *Principles of insect pathology. Kluwer Academic Publishers.* Massachussets. USA.
- Brower, J.; L. Smith. P. Vail. Y P. Flinn. (1996). *Biological Control In: Subramanyam, B y D. Hagstrum (Eds). Integrated Management of insects in stored products.* Marcel Dekker. New York. USA.
- Bruner, S. (1975). *Catalogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba.* La Habana.
- Caballero, S., A. Carr y L. L. Vázquez. (2003). *Guía de Medios Biológicos.* Ciudad de la Habana.
- Cantwell. M. (2002). *Optimal handling conditins for fresh produce.* (3o ed.). University of California. USA.
- Carpenter MJ, Ware GW. (2004). *Manual de ensayo de campo en producción vegetal* (14o ed.). Ciba- Geigy. Switzerland.

- Cock, M. J. W. (1985). A Review of Biological Control of pests in the Commonwealth Caribbean and Bermuda up to 1982.
- Cohen, I. Y S. Kamburow. (1968). *Biological Control Institute, Citrus Borrad OF Israel*.
- Colectivo de autores. (1988). *Recomendaciones para la prevención y control de plagas en granos almacenados*.
- Coway G. R. (1976). *Mon versus pestes. Ins[?]: Theoretical ecology[?]: Principle and applications* . (Ed , R, M. May.). Orford.
- Cuarentena Exterior- CNSV. (1985). Metodología para insectos de Cuarentena Exterior.febrero.
- De la Torre. S. (1971). *Uso de Trichogramma (Hymenoptera. Trichogrammatidae) en el control biológico del bore (Diatraea sacharalis (Fab.)) en Cuba*. Universidad de La Habana.
- De León L. y M Peyrou. (2000). Case Studies on Alternatives to methyl bromide. Strawberries in Uruguay.
- DeBach, Paul, and Blair Bartlett. (1951). *Effects of insecticides on biological control of insect pest of citrus*.
- DeBAch, Paul, E. J. Dietrick, and C. A. Fleschner. (1953). *Natural control of the California red scale in untreated citrus orchards in southern California*.
- DeBach. P. (1969). *Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas*. (primera edición.). Habana.
- Description of pathogenic fungi and Bacteria Ken. Survey. (1980).
- Díaz-Viruliche, JA, B. A., L. (2000). *Biofumigation with rice residues in integrated crop production*. Debrecen, Hungary.
- Dierksmeier G., R. (1983). *Efecto de la dosis, el tiempo de exposición y la repetición de un*

- mismo tratamiento sobre la Residualidad del bromuro de metilo en harina de trigo.*
(Vols. 1-6).
- Dios, de C.A. (1996). *Secado de Granos y Secadoras Ser Tecnol. Postcosecha.*
- Dobie P , Haines .C.P. (1984). *Insects and arhchnids of tropical stoncol products . Their biology and identification.*
- Dowd P .F. (1991). *Nitidulids as a vector of mycotoxin-producing fungi.*
- Evans, G. O. (1992). *Principles of acarology.*
- FAO. (1996). *Code of Conduct for the Import and Release of Exotic Biological Control Agents, International Standard for Phytosanitary Mesures.* Roma, Italy.
- FAO. (2001). *Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha.* Roma .Italia.
- FAO. (2002). *Análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias, Norma Internacionales para Medidas Fitosanitarias.*
- FAO. (2006). *Factores físicos que afectan al grano almacenado.*
<http://wwwF.A.O.org/docrep/+50415/+5041503.htm>, .
- Febles. P.G. J. (2006). *Evaluación del uso de zeolita para el almacenamiento de semilla.*
- Fernández-Larrea, O. (1999). *A review of Bacillus thuringiensis (Bt) production and use in Cuba. Biocontrol News and Information.*
<http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/BTMETODO.ht>., .
- Fernández-Rubio, F. (1997). *Artrópodos y salud humana., (Boletín S.E.A), 167-191.*
- Fields . P. and White. N. (2003). *Alterratives to methyl bromide treatments for stored – producto and quarantine insect., (Rev. Entomol.), 39.*
- Flanders, S. E. (1951). *Mass culture of California red scale and its golden chalcid parasites.*
- Flanders. (1953). *Predatism dy the adult hymenopterous parasite and its role in biological*

control four .

Fulton , B . B. (1933). *Notes on Habrocytus cerealellas , parasite of the angoumois grain monh .*

García, R., L.E. Caltagirone y A.P. Gutierrez. (1988). *Comments on a redefinition of biological control. BioScience.*

García-Marí, F., Llórens J.M, Costa-Comelles, J. & Ferragut, F. (1991). *Ácaros de las plantas cultivadas y su control biológico.* Ed. Pisa.

Gerson U. & Smiley, R.L. (1990). *Acarine biocontrol agents. An illustrated key and manual.* Londres.

González. D. (2004). *Informe sobre intercepciones realizadas en Harina proteica desde 1979 hasta 2004.*

Hal, D. H. (1971). *Manipulación y Almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales.*

Hartwig. J and Oehmig. S. (1992). *BIO 1020- Behaviorur in soil, and impotant factos affecting its actions.*

Informe situación de plagamiento en almacenes portuarios y Silos. (2006). Departamento Provincial de Sanidad Vegetal de Cienfuegos.

IRTA. (2006). El Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) y Carburos Metálicos. http://www.carburos.com/htm/your_business/Food_desinsectacion.html,

Jackson, D. J. (1958). *Afurther note on Chrysocharis (Hym.☒: Eulophidae) parasitizing the eggs of Dytiscus marginalis L., and a comparison of its larva with that of Caraphractus cinctus Walker (Hym.: Mymaridae).*

Jiménez, E J. (1969). *Control biológico de algunas plagas de los cítricos en México.*

Knapp. (1984). *Integrated pest management in Florida Citrus*.

Konnorova. E y Gasca. D. (1984). *Protección de plantas. Aspectos tratados en los últimos años relacionados con la lucha biológica e integral (Experiencia de varios países)*.