

**INFORME FINAL
FIA-PI-C-2002-A-056**

“Búsqueda de alternativas de origen vegetal para el control de plagas de los granos almacenados, áfidos y enfermedades fungosas”

**Fundación para la Innovación Agraria
Ministerio de Agricultura
FIA**

11 de Abril de 2003

Nombre del Proyecto: Búsqueda de alternativas de origen vegetal para el control de plagas de los granos almacenados, áfidos y enfermedades fungosas.

Código: FIA-PI-C-2002-A-056

Región: Octava

Fecha de Aprobación:

Agente Ejecutor: Universidad de Concepción

Coordinador del Proyecto: Gonzalo Silva Aguayo

Costo Total: \$ 41.475.674

Aporte FIA: \$ 17.239.478

Período de Ejecución: 1 Noviembre 2002-31 Diciembre 2005



RESUMEN EJECUTIVO

Se evaluaron cerca de 350 plantas con el objetivo de buscar alternativas de origen vegetal para el control de plagas de los granos almacenados, áfidos y *Botrytis cinerea*. Las plantas se evaluaron como polvos y extractos y tanto en laboratorio como invernadero y bodega.

De las 350 plantas evaluadas solamente *Chenopodium ambrosioides* L. (Paico) y *Peumus boldus* Molina (Boldo), mostraron tener actividad insecticida como polvos. Los principales efectos del polvo de estas plantas en el control de plagas de cereales almacenados se produjo contra insectos adultos, en la emergencia de la F1 y como repelente y fumigante. Además, estos polvos demostraron no afectar la germinación de los granos. Posteriormente estos polvos vegetales se mezclaron con inertes minerales con el objetivo de disminuir la cantidad de material vegetal requerido sin perder la efectividad y baja toxicidad para los usuarios. Los mejores resultados se obtuvieron con la mezcla 60:40 (boldo: carbonato de calcio) a una concentración de 1% y 50:50 (boldo: carbonato de calcio) a una concentración de 2%. Estas dos mezclas mostraron alta efectividad tanto en laboratorio como en bodega. En la parte final se evaluó su toxicidad sobre aves al alimentarlas con maíz tratado con estos polvos no produciéndose ningún trastorno en el crecimiento ni intoxicación de las aves.

El resultado final de esta parte de la propuesta terminó con la obtención de un protector de granos natural, efectivo y de baja toxicidad para los usuarios.

En el caso de *Botrytis cinerea* sólo *Acacia melanoxylon* mostró tener alguna actividad en laboratorio ya que siempre tuvo un alto poder inhibitorio en el crecimiento del hongo. Sin embargo, cuando se realizaron pruebas en invernadero con plantas de tomate infestadas el extracto de la planta no mostró ninguna efectividad.

Los extractos de las plantas no mostraron actividad alguna contra áfidos, insectos de los granos almacenados y *Botrytis cinerea* por lo que esta etapa del proyecto no arrojó resultados positivos en lo referente a la búsqueda de alternativas a los agroquímicos sintéticos.

1.- CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

General

1.- Búsqueda de alternativas de origen vegetal para el control de plagas de los granos almacenados, áfidos y botrytis.

El objetivo general se cumplió en uno de los tres patógenos vegetales estudiados. En el caso de los granos almacenados se encontraron dos plantas con propiedades insecticidas que solas y mezcladas con inertes minerales protegen en forma eficaz los granos almacenados del ataque de los insectos. Sin embargo, con los áfidos ninguna de las plantas evaluadas mostró tener ni siquiera un efecto leve sobre estos insectos. Finalmente, con *Botrytis cinerea* las plantas que inhibieron el crecimiento del hongo in Vitro mostraron un efecto insectistático ya que no mataron el hongo y cuando se aplicaron en invernadero sobre plantas infestadas resultaron un completo fracaso.

Específicos

1.- Búsqueda de plantas con propiedades insecticida/insectistáticas para el control de coleopteros plaga de los granos almacenados

Este objetivo se cumplió en forma completa ya que al finalizar el proyecto se encontraron dos plantas con propiedades insecticidas las cuales fueron formuladas con un inerte de modo de crear un protector de granos natural, eficaz, de baja toxicidad además y fácil de usar.

2.- Búsqueda de plantas con propiedades insecticida/insectistáticas para el control de pulgones (Homoptera: Aphididae).

Este objetivo fracasó ya que ninguna de las plantas mostró algún nivel de efectividad en el control de *Myzus persicae* que fue el áfido seleccionado para los bioensayos.

3.- Búsqueda de plantas con propiedades fungicida/fungistáticas para el control de Botrytis

En el caso de la prospección de plantas para el control de *Botrytis cinerea* se encontró 1 planta con un alto poder para inhibir el crecimiento del hongo en

laboratorio. Sin embargo, una vez que el hongo fue puesto a crecer en áreas libres del compuesto vegetal este volvió a desarrollarse por lo que no se eliminó sino que solamente se limitó su crecimiento. Posteriormente, cuando los polvos vegetales de las plantas prometedoras se evaluaron en invernadero, estas no mostraron ningún efecto protector.

4.- Elaboración de un herbario de referencia de plantas con propiedades plaguicidas.

No se elaboró un herbario a causa de las escasas plantas que mostraron algún efecto por lo que de los ejemplares que tuvieron resultados auspiciosos se depositó una muestra en el herbario de la Facultad de Agronomía.

5.- Proporcionar a los agricultores recomendaciones de plantas usadas como extractos o polvos para el control de plagas y enfermedades.

En este objetivo solamente se cumplió con la parte de entregar una alternativa que constituyen el uso de plantas con propiedades protectoras en la forma de polvos vegetales ya que los extractos no mostraron tener actividad de ningún tipo.

2.- ASPECTOS METODOLOGICOS DEL PROYECTO

Actividad N°1

Colecta, secado y molienda de plantas

2.1.- Colecta de plantas

Se realizaron viajes de recolección a los siguientes lugares:

- 1.-Precordillera de Chillán. Sector Los Lleuques, alrededores Termas de Chillán, Las Turbinas y alrededores.
- 2.-Carretera del Itata y alrededores
- 3.-Precordillera de San Carlos
- 4.-Zona Costera cercana a Quirihue y Cobquecura.

El equipo de colecta estuvo integrado por Gonzalo Silva (coordinador del proyecto), Carolina Sepúlveda (Técnico laborante de Entomología), Alvaro Parra (Alumno tesista) , Felipe Pérez (Alumno tesista) y Ricardo Torres (Asesor de Investigación).

Las plantas colectadas fueron colocadas en bolsas de papel de color café, debidamente rotuladas con la fecha, lugar y nombre.

2.2.- Secado

Una vez en el laboratorio fueron puestas en una estufa de secado a 40°C por 48 horas. Se utilizó esta temperatura y tiempo porque la literatura señala que con estas características no se pierden los compuestos activos

2.3.- Molienda

Posteriormente con la ayuda de un molino eléctrico fueron molidas hasta alcanzar un polvo fino que fue almacenado en bolsas blancas pequeñas hasta que se necesitara para su evaluación.

Actividad N°2

Colecta y Cría de insectos

Se establecieron colonias de *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus granarium*, *Tribolium casteanum* y *Acastoscelides obtectus* en lo que se refiere a granos almacenados y del áfido *Myzus persicae* colectado en siembras de remolacha de la provincia de Ñuble.

Actividad N°3

Elaboración de un herbario

En el tiempo transcurrido del proyecto solo *Peumus boldus* y *Chenopodium ambrosioides* fueron las únicas plantas con propiedades insecticidas por lo que en lugar de elaborar un herbario estas fueron entregadas al herbario de la Facultad de Agronomía a cargo del Dr Victor Finot.

Actividad N°4

Bioensayos con coleopteros plaga de los granos almacenados

Los bioensayos en granos almacenados se fueron realizando en la medida que se contó con frascos disponibles. La primera actividad fue una ventana biológica en que todos los polvos fueron probados a una concentración del 1%. Se eligió esta concentración debido a que si se piensa en 1 quintal (100kg) esta concentración significa 1 kg de polvo seco. Esta medida se considera como racional ya que mayores concentraciones en caso de resultar efectivas podrían comprometer la densidad natural de la planta. Además esta es la concentración recomendada por la literatura para esta labor. La metodología mediante la cual se evaluaron los polvos vegetales fue la siguiente;

En un frasco de vidrio de 250 ml se colocaron 100 g de grano. Este grano fue previamente lavado, secado y puesto en el freezer por 48 horas para evitar cualquier contaminación externa por insectos que alteren la experimentación. Se mezcló manualmente durante aproximadamente un minuto y posteriormente se le colocaron 10 parejas de insectos. Estos insectos fueron de no más de 10 días de edad. Para asegurarse de esto último 10 días antes de comenzar la experimentación se eliminaron todos los insectos adultos de un pie de cría y aquellos que emergieron fueron las unidades experimentales usadas. Cada tratamiento tuvo tres repeticiones además de un testigo absoluto que es el grano con los insectos.

Para determinar la toxicidad de cada tratamiento se midieron los siguientes parámetros:

Porcentaje de mortalidad.

La mortalidad se evaluó a los 15 días de realizada la infestación y se cuantificaron los adultos vivos y muertos de cada tratamiento. La valoración del porcentaje de mortalidad se obtuvo utilizando la fórmula de Abott:

$$M C = \frac{x - y}{100 - y} * 100$$

Donde **M C** = mortalidad corregida
x = mortalidad del tratamiento
y = mortalidad del testigo

Criterio de decisión de mortalidad : De acuerdo al criterio FAO se consideró como muerto a todo aquel insecto que no se movía luego de la aplicación de un estímulo físico que fue el pinchazo con una pinza fina o aguja.

Porcentaje de emergencia.

Este parámetro debido a las características del ciclo de las plagas de granos almacenados se evaluó a los 55 días de realizada la infestación y se cuantificó utilizando la fórmula que a continuación se indica:

$$\% \text{ emergencia} = \frac{x}{y} * 100$$

Donde **x** = número de insectos emergidos en el tratamiento
y = número de insectos emergidos en el testigo

Pérdida de peso del grano.

Esta variable también se cuantificó a los 55 días a partir de la infestación. Se contabilizó el número de granos sanos y dañados y se calculó la pérdida de peso del grano utilizando la siguiente ecuación.

$$\% \text{ de pérdida de peso} = \left(\frac{\text{Número de granos dañados}}{\text{Número de granos sanos}} \right) * 100 * C$$

Donde:

C : 0.125 si el maíz es almacenado como grano suelto o mazorca sin brácteas.

: 0.222 si el maíz es almacenado como mazorca con brácteas

Residualidad

De los tratamientos en que se obtuvo un porcentaje de mortalidad sobre un 80%, se evaluó el posible efecto residual. Para esto se repitió la aplicación de los polvos en 1,2 kg de grano que posteriormente se dividió en un total de 12 submuestras de 100 g cada una. Estas a su vez se dividieron en cuatro grupos de tres submuestras que fueron inoculados con 10 parejas de insectos a las 24 horas, 30, 60 y 90 días. Los parámetros que se evaluaron son los mismos descritos anteriormente.

Repelencia

La metodología utilizada para la evaluación de repelencia es una adaptación a la propuesta por Tavares y Vendramim (2005) y Mazzonetto y Vendramim (2003). Se utilizó una estructura formada por cinco cajas plásticas circulares, de 5 cm de diámetro y 1,5 cm de altura, estando la caja central conectada con las demás cajas por tubos plásticos de 10 cm de longitud dispuestos diagonalmente. Los tratamientos con polvo vegetal en 10 gramos de maíz (p/p) y los testigos sin polvo vegetal, fueron distribuidos en dos cajas simétricamente opuestas. En el recipiente central se liberaron 50 adultos de *S. zeamais* sin sexar y luego de 24 horas se contabilizó el número de insectos en cada recipiente. Cada tratamiento tuvo cinco repeticiones. Se utilizó la fórmula descrita por Mazzonetto y Vendramim (2003) para determinar el Índice de Repelencia.

$$IR = \frac{2 G}{(G + P)}$$

Donde:

IR = Índice de Repelencia

G = Porcentaje de insectos en el tratamiento

P = Porcentaje de insectos en el testigo

Siendo el polvo vegetal Neutro si $IR = 1$, Atrayente si $IR > 1$ y Repelente si $IR < 1$.

Efecto fumigante

La metodología se adaptó de la propuesta por Tavares y Vendramim (2005). En frascos trapezoides de plástico de 200 mL de capacidad (con un diámetro superior de 10 cm, uno inferior de 8 cm y una altura de 6 cm), se dispuso en el fondo y centrado un tubo de PVC (de 3 cm de diámetro con una altura de 2,5 cm), en cuyo interior se colocó polvo de Paico a las concentraciones de 1%, 2% y 4% (p/p), el que fue tapado con un género de tul fino. Por fuera de este tubo se colocó 50 gramos de maíz, infestándose cada tratamiento con 20 insectos sin sexar. El género de tul fino impidió el contacto de los insectos con los polvos, pero permitió que se desprendieran al medio los semioquímicos presentes en ellos. La medición se realizó a los 5 días de haber realizado la infestación, contabilizándose los insectos adultos vivos y muertos. Cada tratamiento tuvo tres repeticiones, sumándose un testigo igual a los tratamientos pero sin polvo vegetal.

Ensayo en Bodega

La investigación se realizó en las dependencias de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de Concepción, Campus Chillán desde Diciembre del 2004 a Mayo del año 2005.

Los granos fueron almacenados en la bodega de materiales de la Universidad de Concepción Campus Chillán, con el fin de hacer lo más real posible la investigación.

El material vegetal se recolectó en el sector de Las Turbinas en la precordillera de Chillán, provincia de Ñuble, Octava Región. Se colectaron hojas de *Peumus boldus*, *Laurelia Sempervirens* y *Eucaliptus globulus*. Como testigo químico se utilizó Neem, el cual se compró como producto comercial formulado en una tienda especializada en la venta de agroquímicos.

Las hojas se secaron al aire libre durante 15 días, a temperatura ambiente (25° - 30° a la sombra en el mes de diciembre). Transcurrido el tiempo de secado, con la ayuda de un molino eléctrico para café, las hojas de *P. boldus* se trituraron hasta obtener un polvo de partículas finas el cual se tamizó con un cedazo de 40 hilos pulg².

La cosecha se realizó en lugares donde las plantas crecían en forma natural y aislada de centros urbanos para evitar la contaminación del material vegetal.

El maíz se compró en el mercado de frutas y hortalizas de la ciudad de Chillán, ya que aquí comercializa y se provee la mayoría de los agricultores de subsistencia de la zona. El maíz se colocó en sacos de nylon de 80 Kg., a los cuales se agregaron 30 Kg. de maíz. Cada tratamiento se evaluó en concentraciones de 0,5%, 1%, 2%(p/p) a excepción de Neem que se utilizó a una concentración de 1%, por ser la recomendada por el fabricante. Cada tratamiento se evaluó mensualmente por un periodo de 4 meses. Para esto se extrajo una muestra de 1 Kg., de la cual se contabilizó el número de insectos adultos vivos y muertos y el número de granos sanos y dañados por insectos. Antes de efectuar la extracción de las muestras se pesaron los sacos correspondientes a cada tratamiento con el fin de ver el efecto del insecto en el tiempo.

Evaluación de la Toxicidad en aves

En la etapa final del proyecto se evaluó la toxicidad en aves de maíz tratado con la versiones finales del protector de granos. Para esto se compraron 500 aves a las que como parte de su dieta se les incluyó en la ración el maíz tratado con los insecticidas que se indican en el cuadro 1.

Cuadro 1.- Tratamiento aplicados en la dieta de aves para analizar toxicidad de un protector de grano natural.

Nº	Nombre tratamiento	Componentes del tratamiento	Porcentaje en 136 kg de maíz por tratamiento
1	P. boldus	Polvo de Boldo	1%
2	Testigo	-----	-----
3	50% - 50%	50%boldo :50% cal	1%
4	60% - 40%	60%boldo: 50% cal	1%
5	Testigo químico	Phostoxin	Dosis comercial

La dieta base suministrada a las aves se detalla en el cuadro 2.

Cuadro 2. Dieta suministrada a 500 aves para un periodo de cuatro semanas

Componente	Aporte (Kg.)	Por tratamiento (Kg.)
<i>Maíz</i>	680	136
<i>Harina de pescado</i>	75	15
<i>Soya</i>	220	44
<i>Conchuela</i>	12	2.4
<i>Fosfato Bicalcico</i>	9	1.8
<i>Sal</i>	2	0.4
<i>Vitamina</i>	1	0.2
<i>Metionina</i>	1	0.2
Total	1000	200

Las aves fueron obtenidos de una empresa avícola ubicada en el sector de Pirque, Región Metropolitana. Estas fueron puestas en un galpón de la estación experimental para crianza de aves, perteneciente al Departamento de Producción Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción a una temperatura de 25 y 30 °C en su primera semana, para luego ser dejada a 25°C en forma permanente.

En la habitación se establecieron 2 set de baterías. Cada set de 5 jaulas apiladas en altura, disponiéndose en el primer piso los tratamientos correspondientes a *P. Boldus* y el Testigo. En el segundo set los tratamientos fueron 50% boldo:50% cal; 60%boldo:40% cal y Phostoxin. Esta disposición fue dada para el mayor aprovechamiento de la luz natural en la sala. Para la alimentación se dispusieron canales largas y continuas, las cuales estaban integradas al sistema de jaulas múltiples. Cada tratamiento constó con 4 repeticiones de 20 aves, por lo que un tratamiento correspondió a 80 aves, dejando además un grupo de 100 aves para reposición. Este último grupo al no ser evaluado fue alimentado con el testigo absoluto.

A cada repetición se suministró la misma cantidad de alimento que se entregó dependiendo del consumo diario, con la finalidad de evitar pérdidas por exceso de alimento puesto en la canal de alimentación. El agua fue reemplazada diariamente y fue de libre suministro.

Durante el ensayo se realizaron las siguientes evaluaciones:

Consumo de alimento (Kg./tratamiento/día): fue registrado a medida que las aves requirieron ser alimentadas. El alimento estuvo a libre disposición y fue entregado individualmente por tratamiento y repetición.

Peso del ave (Kg / semanal): Una vez a la semana se pesaron todas las aves por tratamiento, registrándose los datos correspondientes a cada una de las repeticiones. El primer registro fue el día de llegada de las aves que fijó el día y hora de registro para las posteriores semanas.

Eficiencia (Kg. Alimento /Kg ave): Con el objetivo de determinar si el alimento provocó el aumento de peso esperado, se realizó una medición semanal que sirvió para visualizar con anticipación si algunas de las repeticiones pudiera mostrar alguna alteración.

Mortalidad: Cada individuo muerto durante la evaluación de los tratamientos fue enviado al Departamento de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria para identificar la causa por intermedio de un análisis de Necropsis.

Actividad N°5

Bioensayos con áfidos

Para la evaluación de los extractos acuosos en áfidos se utilizó la metodología N°1 de IRAC (Insecticide Resistance Action Comitte). Se cortaron discos foliares de hojas de remolacha y se sumergieron por 15 segundos en una solución 500 ppm del extracto vegetal. Se dejó secar por media hora y luego se colocaron 10 áfidos. Posteriormente se evaluó la mortalidad a las 24, 48 y 72 horas. Se utilizó el criterio de FAO para declarar como muerto a un áfido es que este no responda al pinchazo de una aguja de disección. El objetivo es evaluar todas las plantas a una concentración alta, como la señalada, y aquellas plantas que muestren resultados prometedores serían evaluadas en un mayor número de dosis.

Actividad N°6

Bioensayos con Botrytis

Los polvos evaluados en los bioensayos con *Botrytis* constituyen los mismos que fueron evaluados para control de coleopteros plaga de los granos almacenados. Por ende, redundaría señalar las condiciones de secado, molienda y almacenamiento.

Obtención de la cepa de Botrytis

La cepa de *Botrytis cinerea* fue aislada de frutos de arándano en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción. Esta cepa fue mantenida en medio Agar Papa Dextrosa (PDA) y fue replicada las veces que fue necesario para inocular las placas que formaban el bioensayo.

Bioensayo de Laboratorio

La concentración discriminadora fue de 4000 partes por millón (ppm) y aquellos polvos con mejores resultados fueron evaluados en varias dosis. Estos polvos se mezclaron con el medio PDA en un matraz que contenía agua destilada calentada al baño María. Luego el contenido fue vertido en partes iguales en cuatro placas petri, constituyendo las cuatro repeticiones de cada tratamiento. Una vez enfriadas las placas fueron inoculadas en el centro con un disco de *Botrytis* proveniente de los aislamientos antes descritos. La capacidad fungicida/fungistática fue evaluada por la capacidad de crecer del disco inoculado. Todos fueron comparados con un testigo que solo contenía el medio PDA. Diariamente con una regla se midió el radio de crecimiento del disco inoculado y cuando el disco inoculado en el testigo alcanzó los bordes de la placa se dio por finalizado el bioensayo. La metodología fue repetida tres veces en el tiempo para disminuir el error experimental.

Bioensayo en Invernadero

Las pruebas en invernadero tuvieron como objetivo evaluar el efecto protector y no el curativo pues se conoce que estos compuestos actúan por contacto y no por sistemicidad.

Se evaluaron las concentraciones que en laboratorio mostraron tener los mejores resultados. Los extractos vegetales se prepararon vertiendo agua destilada a ebullición sobre el polvo vegetal y dejando la solución reposar por 24 horas hasta su utilización, previo filtrado con papel filtro. Estos extractos se asperjados con una bomba de espalda en plantas de tomate previamente sembradas en invernadero de modo de asegurarse que no tengan ningún rastro de fungicida. Considerando el tipo de ataque de Botrytis y la imposibilidad de medir todo el follaje de la planta se marcaron previamente dos racimos florales a los cuales se les dirigió en forma especial la aspersion. Con anterioridad se preparó con una cámara Neubauer una solución de conidias de Botrytis a una concentración de (685,000 conidias/ml), la cual fue asperjada tres horas después de los extractos vegetales. Se dejó un tratamiento testigo consistente solamente en la aplicación de conidias y un número igual de plantas (4) por tratamiento con Rovral que es el fungicida recomendado normalmente para esta enfermedad. Diariamente se revisaron los racimos marcados de tal forma de observar los avances de la infección. Se determinó la infección como positiva o negativa.

Diseño Experimental y Análisis estadístico

En todos los bioensayos antes descritos se utilizó un diseño estadístico completamente al azar y se realizó un análisis de varianza y test de comparación de medias Tukey con nivel de confianza del 95% con el software SAS versión 6,1.

3.- DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Actividad N°1

Colecta, secado y molienda de plantas

Esta actividad no presentó problemas durante el desarrollo de la propuesta. De hecho, el único inconveniente fue la vida útil de los molinos para café que por no estar diseñados para labores de esta exigencia debieron ser reemplazados cada tres meses aproximadamente.

Actividad N°2

Colecta y Cría de insectos

La obtención de las colonias no tuvo mayores problemas ya que se colectaron de muestras desechadas por los vendedores de grano del mercado de frutas y hortalizas de la ciudad de Chillán. La mantención de las colonias en el laboratorio fue más complicada debido a que era frecuente la aparición de hongos y bacterias que obligaban a la renovación seguida del sustrato disminuyendo la reproducción. Igualmente a pesar de que se les entregaron las condiciones óptimas para su desarrollo, en invierno se observó un menor desarrollo de la población, elemento que influyó en el tiempo tomado para realizar los bioensayos.

Actividad N°3

Elaboración de un herbario

El herbario no fue realizado debido a que solamente dos especies mostraron resultados prometedores por lo que las especies que mostraron buenos resultados fueron incorporadas al herbario de la facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción.

Actividad N°4

Bioensayos con coleopteros plaga de los granos almacenados

Los bioensayos con plagas de granos almacenados se realizaron sin contratiempos de acuerdo a las metodologías incluidas en la propuesta. De hecho se agregaron otras evaluaciones no consideradas como las de repelencia y efecto fumigante.

**Actividad N°5
Bioensayos con áfidos**

Los bioensayos con *Myzus persicae* se hicieron de acuerdo a lo incluido en la propuesta, Sin embargo, al no encontrarse resultados positivos con ninguna planta se decidió evaluar otras dos metodologías con igual resultado. Finalmente, las tres metodologías fueron utilizadas evaluando el insecticida sintético Malation obteniéndose en todas sobre un 90% de control por lo que se concluyó que estas metodologías eran correctas y el material vegetal evaluado no tenía propiedades insecticidas.

**Actividad N°6
Bioensayos con Botrytis**

Los bioensayos con Botrytis se realizaron sin ningún tipo de problemas cumpliéndose todo lo presupuestado en la propuesta.

Actividad N°7 Difusión de resultados

La difusión de resultados se cumplió casi por completo. Lo único que no se realizó fue un día de campo que por considerarse que ya se había realizado una profusa difusión en conjunto con FIA se decidió no realizarlo.

4.- RESULTADOS DEL PROYECTO

Prospección de plantas con propiedades insecticidas

En total se evaluaron cerca de 350 plantas durante todo el proyecto de las cuales solamente *Chenopodium ambrosioides* y *Peumus boldus* mostraron tener propiedades insecticidas. En el cuadro 3 se puede observar su efecto insecticida, en la F1 de los insectos y en la pérdida de peso del grano, en comparación a otras especies evaluadas.

Cuadro 3. Mortalidad, emergencia de adultos y pérdida de peso del grano para el control de *Sitophilus zeamais* M. en granos almacenados tratados con polvos vegetales al 1%

Nombre científico	Mortalidad (%) [*]	Emergencia (%) [*]	Perdida peso (%) [*]
<i>A. dealbata</i>	0,0 e	50,0 e	5,7 b
	11,3 c	35,2 f	7,1 ab
<i>C. silicuastrum</i>			
<i>Ch.ambrosioides</i>	65,8 b	11,6 ijk	6,3 ab
<i>C. sternianus</i>	2,5 de	26,9 fgh	5,4 b
<i>C. eragrostis</i>	0,0 e	16,1 hij	5,5 b
<i>D. stramonium(hoja)</i>	1,8 de	77,7 bc	6,9 ab
<i>D. stramonium(semilla)</i>	1,8 de	83,4 b	7,6 ab
<i>D. carota</i>	3,5 de	58,1 de	6,5 ab
<i>E. moschatum</i>	6,9 cd	20,7 ghij	6,0 ab
<i>E. californica</i>	2,9 de	8,0 jk	5,7 b
<i>H. perforatum</i>	3,5 de	16,9 hij	5,3 b
<i>L. angustifolius</i>	0,0 e	62,9 de	3,1 b
<i>M. piperita</i>	0,0 e	22,2 fghij	12,7 a
<i>P. boldus</i>	99,3 a	0,0 k	6,1 ab
<i>P. annua</i>	3,0 de	79,1 bc	6,3 ab
<i>Q. saponaria</i>	2,9 de	12,5 hij	6,3 ab
<i>R. raphanistrum</i>	3,3 de	24,4 fghi	6,6 ab
<i>R. graveolens</i>	3,5 de	67,8 cd	7,4 ab
	1,8 de	17,4 hij	5,9 ab
<i>S. molle</i>			
<i>S. vulgaris</i>	2,3 de	83,4 b	6,5 ab
<i>U. ureas</i>	0,6 e	25,4 fghi	5,2 b
<i>V. litorales</i>	7,2 cd	31,6 fg	4,7 b
<i>V. persica</i>	5,9 cde	60,2 e	6,2 ab
Testigo	-	100 a	9,5 ab
C.V.	20,7	10,9	33,6

*Tratamientos con igual letra en la columna, no difieren estadísticamente.

Tukey ($\alpha = 0,05$)

C.V.= Coeficiente de Variación

Una vez obtenidos estos resultados se decidió evaluar estas dos especies con un mayor número de concentraciones observándose que a partir del 1% ambas plantas superan el 90% de mortalidad.

Cuadro 4. Mortalidad, emergencia de adultos y pérdida de peso del grano para el control de *Sitophilus zeamays* M. con polvos de *Chenopodium ambrosioides* y *Peumus boldus* a diferentes concentraciones.

Concentración (%)	Especie	Mortalidad (%)*	Emergencia (%)*	Pérdida de Peso (%)*
0,1	<i>Ch. ambrosioides</i>	3,1 c	85,6 b	8,8 a
0,5		12,9 b	78,0 b	8,0 b
1		90,3 a	4,0 c	5,3 c
2		90,1 a	3,8 c	2,7 d
Testigo			100 a	8,2 ab
C.V. (%)		3,0	6,9	4,2
0,1	<i>P. boldus</i>	5,3 c	77,9 b	8,3 a
0,5		41,9 b	59,8 c	7,1 b
1		97,1 a	0,1 d	1,6 c
2		98,8 a	0,0 d	0,1 d
Testigo			100 a	8,2 a
C.V. (%)		4,2	5,2	3,8

*Tratamientos con igual letra en la columna, no difieren estadísticamente.

Tukey ($\alpha = 0,05$)

C.V.= Coeficiente de Variación

Lo usual que se señala en literatura es que una de las desventajas de los polvos con propiedades insecticidas es su baja residualidad a causa de la rápida degradación de sus componentes. Debido a esto se decidió realizar una investigación para evaluar el efecto del tiempo en las propiedades insecticidas de *Peumus boldus* y *Chenopodium ambrosioides*. Estos estudios mostraron que ambas plantas a los 30 días prácticamente ya han perdido todas sus propiedades insecticidas por lo que lo recomendable sería no almacenarlas por más de 10 días (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 5. Mortalidad, emergencia de adultos y pérdida de peso del grano para el control de *Sitophilus zeamays* M. en los tratamientos de residualidad con granos de maíz tratados con polvo de *Peumus boldus* al 1% y 2%.

Residualidad	Tratamiento	Mortalidad (%)	Emergencia (%)	Pérdida de peso (%)
24 horas	Testigo	0,0 b	100,0 a	8,2 b
	1%	95,0 a	4,7 e	2,4 d
	2%	100,0a	0,0 e	1,1 e
30 días	Testigo	0,0 b	100,0 a	9,4 a
	1%	1,7 b	65,1 d	8,2 b
	2%	3,9 b	72,9 bc	8,9 a
60 días	Testigo	2,3 b	100,0 a	9,3 a
	1%	1,6 b	75,4 b	7,5 c
	2%	1,3 b	66,4 cd	8,2 b
90 días	Testigo	0,0 b	100,0 a	9,2 a
	1%	1,7 b	75,5 b	7,2 c
	2%	3,3 b	74,5 b	8,2 b
C.V. (%)		10,4	3,5	2,9

Cuadro 6. Mortalidad, emergencia de adultos y pérdida de peso del grano para el control de *Sitophilus zeamays* M. en los tratamientos de residualidad con granos de maíz tratados con polvo de *Chenopodium ambrosioides* al 1% y 2%.

Residualidad	Tratamiento	Mortalidad (%)	Emergencia (%)	Pérdida de peso (%)
24 horas	Testigo	0,9 g	100,0 a	10,0 a
	1%	85,2 b	10,8 e	6,9 e
	2%	100 a	3,6 e	3,1 g
30 días	Testigo	2,8 fg	100,0 a	7,0 e
	1%	20,9 c	96,2 ab	7,2 de
	2%	23,7 c	81,1 c	8,0 cd
60 días	Testigo	1,1 g	100,0 a	9,2 ab
	1%	10,7 d	89,8 bc	7,2 de
	2%	21,9 c	64,8 d	8,5 bc
90 días	Testigo	0,0 g	100,0 a	5,1 f
	1%	6,1 ef	56,3 d	5,8 f
	2%	8,9 de	58,0 d	5,3 f
C.V. (%)		6,6	4,2	4,7

*Tratamientos con igual letra en la columna, no difieren estadísticamente. Tukey ($\alpha = 0,05$)

C.V.= Coeficiente de Variación

Los granos almacenados pueden ser destinados tanto para semilla como alimentación animal por lo que se debe evaluar el efecto de los polvos vegetales sobre el poder germinativo de las semillas. Los resultados (Cuadro 7) mostraron que los polvos no afectan en forma significativa la germinación de los granos.

Cuadro 7. Porcentaje de germinación de granos de maíz tratados con *Peumus boldus* y *Chenopodium ambrosioides* para el control de *Sitophilus zeamais* M.

Concentración (%)	Especie	Germinación (%)*
1	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	46,7 a
	<i>Peumus boldus</i>	36,7 a
2	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	46,7 a
	<i>Peumus boldus</i>	46,7 a
Testigo		73,3 a
C.V. (%)		37,6

*Tratamientos con igual letra en la columna, no difieren estadísticamente. Tukey ($\alpha = 0,05$)

C.V.= Coeficiente de Variación

Estudios anuales con *Peumus boldus* Mol.

Continuando con los estudios sobre variación de las propiedades insecticidas de los polvos vegetales, a continuación se muestran los resultados obtenidos en un estudio que consistió en coleccionar mensualmente y por el plazo de un año follaje de boldo de un mismo árbol el cual se secó de acuerdo a lo señalado en la metodología. El objetivo fue verificar si las propiedades insecticidas de la planta se correlacionan en forma positiva con las gráficas existentes para los contenidos de alcaloides y aceites esenciales.

Como se puede apreciar el mes donde se producen los valores más bajos de mortalidad es mayo, lo cual no coincide con los meses de menores concentraciones de alcaloides y aceites esenciales (Cuadro 8).

Cuadro 8.- Variación anual de la mortalidad de *Peumus boldus* Mol. Para el control de *Sitophilus zeamais*.

MES	Concentración		
	0,5 %	1%	2%
Octubre	68,1	82,4	100
Noviembre	74,5	100	100
Diciembre	50,8	96,6	100
Enero	60,9	100	100
Febrero	94,7	100	100
Marzo	98,3	100	100
Abril	73,3	100	100
Mayo	7,2	47	93,1
Junio	51	93	100
Julio	98,3	100	100
Agosto	100	100	100
Septiembre	100	100	100

Figura 1.- Tendencia de la mortalidad de *Sitophilus zeamais* Mots. con polvo de *Peumus boldus* colectado todos los meses.

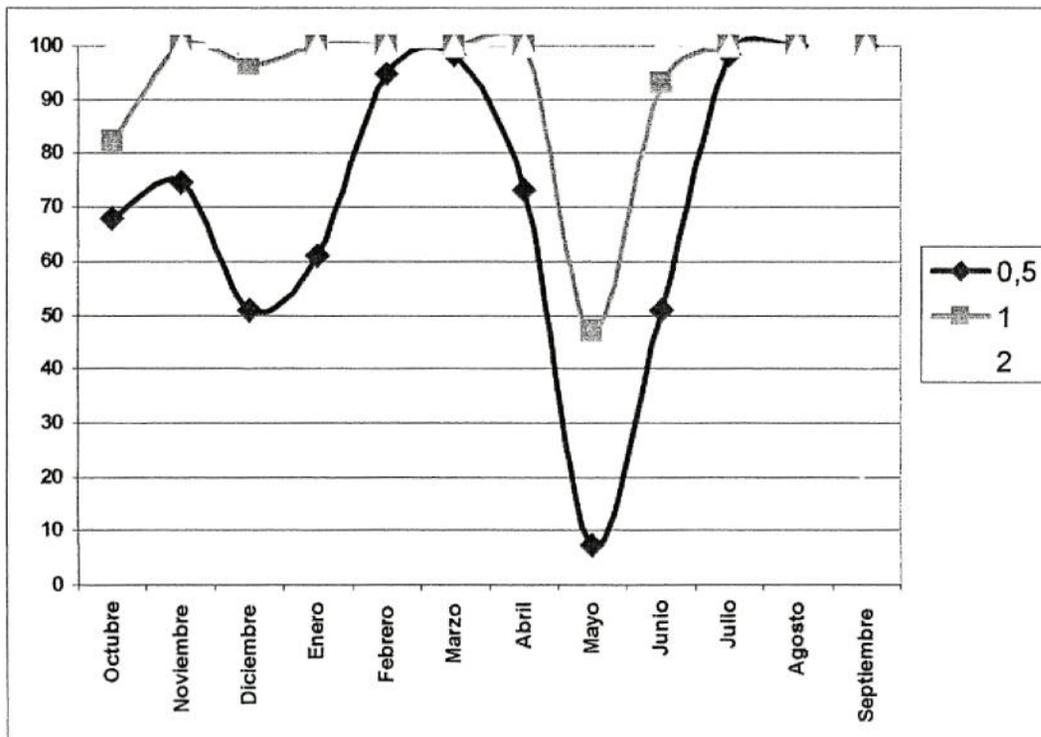


Figura 2.- Comparación de la tendencia de la mortalidad de *Sitophilus zeamais* Mots con polvo de *Peumus boldus* colectado todos los meses y la variación anual de alcaloides

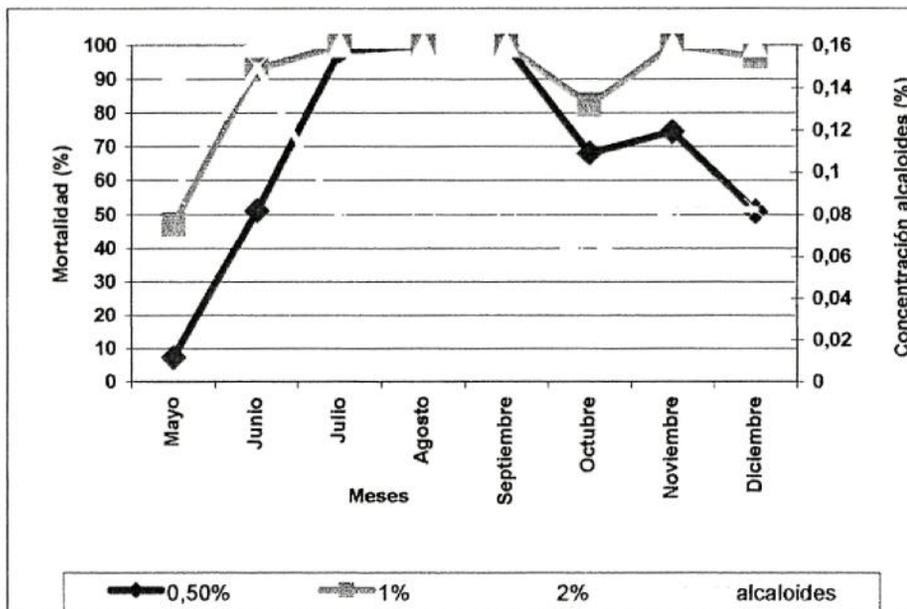
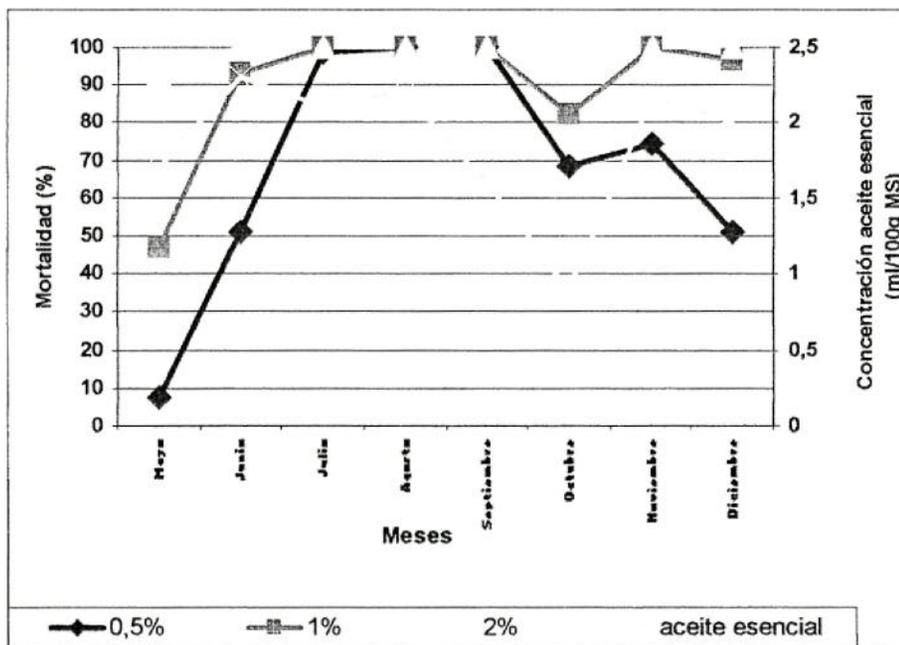


Figura 3.- Comparación de la tendencia de la mortalidad de *Sitophilus zeamais* Mots con polvo de *Peumus boldus* colectado todos los meses y la variación anual del contenido de aceites esenciales.



Estudios con *Chenopodium ambrosioides* L (Paico)

Así como se estudiaron las propiedades de *Peumus boldus* se decidió estudiar a otras especies del género *Chenopodium* con el objetivo de verificar si compartían las propiedades insecticidas.

Mortalidad

Cuadro 9. Mortalidad y emergencia de adultos de *S. zeamais* y pérdida de peso de los granos en los distintos tratamiento evaluados.

Concen- tración (%)	Especie	Mortalidad (%)	Emergencia (%)	Pérdida de peso (%)
0,5	<i>C. ambrosioides</i> ¹	37,18 abcde	41,76 bcdefg	3,05 b
	<i>C. ambrosioides</i> ²	37,50 abcd	15,72 defg	2,83 b
	<i>C. album</i> ¹	0,00 f	84,43 ab	5,79 a
	<i>C. album</i> ²	2,78 f	52,12 bcdefg	5,88 a
	<i>C. quinoa</i> cv. Baer ³	4,86 f	69,18 abcde	6,03 a
	<i>C. quinoa</i> cv. Faro ³	6,02 f	84,25 ab	6,44 a
	<i>C. quinoa</i> cv. Pichaman ³	2,00 f	83,76 ab	5,74 a
1	<i>C. ambrosioides</i> ¹	38,51 abc	22,79 cdefg	2,87 b
	<i>C. ambrosioides</i> ²	45,84 ab	7,21 g	2,34 b
	<i>C. album</i> ¹	6,87 def	64,12 abcdef	5,93 a
	<i>C. album</i> ²	2,08 f	53,59 bcdefg	5,10 a
	<i>C. quinoa</i> cv. Baer ³	2,55 f	73,08 abcd	5,67 a
	<i>C. quinoa</i> cv. Faro ³	1,93 f	78,27 ab	5,87 a
	<i>C. quinoa</i> cv. Pichaman ³	6,79 ef	77,66 abc	6,27 a
2	<i>C. ambrosioides</i> ¹	67,90 a	11,68 fg	2,47 b
	<i>C. ambrosioides</i> ²	69,45 a	14,26 efg	2,30 b
	<i>C. album</i> ¹	10,96 cdef	65,06 abcdef	5,63 a
	<i>C. album</i> ²	4,17 f	68,40 abcde	6,19 a
	<i>C. quinoa</i> cv. Baer ³	0,62 f	74,83 abc	6,20 a
	<i>C. quinoa</i> cv. Faro ³	4,17 f	78,74 ab	6,21 a
	<i>C. quinoa</i> cv. Pichaman ³	6,25 f	82,01 ab	6,60 a
Testigo		0,00 f	100,00 a	6,84 a
C. V. (%)		38,55	23,2	7,46

*Tratamientos con igual letra en la columna no difieren estadísticamente. Tukey ($\alpha = 0,05$). ¹ = hojas y tallos, ² = inflorescencias, ³ = tallos e inflorescencias.

Estos datos confirman los buenos resultados obtenidos por *Chenopodium ambrosioides*. Los granos tratados con esta planta aparte de tener una alta mortalidad de insectos también muestran una menor emergencia de insectos adultos y una menor pérdida de peso. Lamentablemente, esta experiencia mostró que *Ch. ambrosioides* es la única planta del género con estas propiedades.

Repelencia

Con esta especie se realizaron los primeros estudios de repelencia. Los resultados obtenidos (Cuadro 10) muestran que los polvos de *Chenopodium ambrosioides* poseen propiedades repelentes de modo de que si el grano fuera tratado con los polvos de esta planta los insectos no se acercarían a ella.

Cuadro 10. Porcentaje de insectos adultos atraídos e Índice de Repelencia de los distintos tratamientos evaluados.

Tratamiento	Concentración (%)	Insectos atraídos (%)	Índice de Repelencia
<i>C. ambrosioides</i>	1	30,2 a	0,604 (Repelente)
Testigo	-	69,8 b	
<i>C. ambrosioides</i>	2	37,1 a	0,742 (Repelente)
Testigo	-	62,9 b	
C. V. (%)			6,58

*Tratamientos con igual letra en la columna no difieren estadísticamente.

Tukey ($\alpha = 0,05$).

Efecto ovicida

Hasta la fecha con los polvos vegetales solamente se habían realizado evaluaciones con insectos adultos por lo que se decidió realizar una investigación sobre sus efectos contra estados inmaduros. Claramente se puede apreciar que los polvos de esta planta eliminan larvas y huevos de insectos plaga de los granos almacenados.

Cuadro 11. Emergencia de adultos de *S. zeamais* en los tratamientos con *C. ambrosioides*.

Especie evaluada	Estructura vegetal	Concentración (%)	N° de insectos emergidos	Emergencia (%)
<i>C. ambrosioides</i>	Inflorescencias	1	0	0,0 a
<i>C. ambrosioides</i>	Inflorescencias	2	0	0,0 a
<i>C. ambrosioides</i>	Hojas y tallos	2	0	0,0 a
Testigo			88	100,0 b
C. V. (%)				0,0

*Tratamientos con igual letra en la columna no difieren estadísticamente.

Tukey ($\alpha = 0,05$).

Efecto Fumigante

Sin duda, los compuestos más utilizados para el control de plagas de los granos almacenados son los fumigantes por lo que se decidió estudiar si los polvos de *Chenopodium ambrosioides* contaban con esta propiedad. Los resultados muestran un 100% de mortalidad a diferencia del testigo por lo que se puede señalar que otra de las propiedades del polvo de *Chenopodium ambrosioides* es fumigante (Cuadro 12). Esto seguramente se debe a la presencia de mototerpenos que le dan su fuerte efecto aromático.

Cuadro 12. Mortalidad de adultos de *S. zeamais* en los tratamientos con *C. ambrosioides* evaluado como fumigante.

Especie	Concentración (%)	Mortalidad (%)
<i>C. ambrosioides</i>	1	100,0 a
<i>C. ambrosioides</i>	2	100,0 a
<i>C. ambrosioides</i>	2	100,0 a
Testigo		0,0 b
C. V. (%)		0,0

*Tratamientos con igual letra en la columna no difieren estadísticamente.

Tukey ($\alpha = 0,05$).

Polvos inertes

El uso de polvos vegetales solos puede resultar en una amenaza para la densidad natural de la planta por lo que una alternativa para mantener la efectividad, no aumentar la toxicidad para los usuarios y disminuir la cantidad de polvo vegetal es mezclarlos con inertes.

Se evaluaron 7 polvos inertes con el objetivo de buscar el inerte que en un futuro pudiera servir como inerte diluyente en una posible formulación de un protector de granos en polvo formado por un polvo vegetal (como ingrediente activo). La mayoría de los inertes son diferentes formas de carbonato de calcio los cuales según la literatura disponible presentan propiedades insecticidas por una acción física. Estos inertes están formados por cristales de bordes irregulares y filosos los cuales rompen el integumento causando la muerte del insecto. Por si solos estos compuestos inertes nunca sobrepasan el 50% de mortalidad por lo que se hace necesario el ser mezclados con otro compuesto para que produzca una interacción de potenciación o de adición para lograr niveles de control de un 100%. También se evaluó ceniza de carbón de espino ya que algunas publicaciones hablan de sus propiedades insecticidas y tierra de diatomeas que es un inerte que se comercializa para el control de plagas de los granos almacenados y constituye los restos fosilizados de esqueletos de algas que se han acumulado en el fondo marino. Lamentablemente no es de un costo bajo que lo ponga al alcance de los pequeños agricultores.

Mortalidad, Emergencia y Pérdida de Peso.

Los mejores resultados se obtuvieron con polvo de diatomeas que se utilizó como testigo químico ya que es un compuesto que actualmente se comercializa para estos fines.

Como se puede apreciar en el cuadro 12 los mejores resultados entre los restantes polvos se obtuvieron con carbonato de calcio y cal.

CUADRO 13 Mortalidad y emergencia de adultos de *Sitophilus zeamais* y pérdida de peso del maíz tratado con polvos inertes.

Concentración (%)	Polvo Inerte	Mortalidad [§] (%)	Emergencia (%)	Perdida Peso (%)
0.1	Tierra diatomeas	76.9 efg [¶]	20.6 efg [¶]	4.2 jk [¶]
	Cal	31.8 fghi	71.3 bc	8.0 bcde
	Tiza	2.4 j	66.3 bcd	8.5 abcd
	Ceniza C. Espino	19.0 ghij	62.7 bcd	6.7 efgh
	C. Calcio	58.4 cdef	57.9 bcd	6.2 fghi
	Caolín	10.3 hij	63.0 bcd	7.7 cdef
	Talco	3.5 j	51.9 bcde	7.5 def
1	Tierra diatomeas	92.6 ab	12.5 g	3.3 lk
	Cal	53.2 def	75.2 bc	7.0 defgh
	Tiza	4.6 j	84.1 b	9.9 a
	Ceniza C. Espino	39.5 efg	70.6 bc	6.5 efgh
	C. Calcio	70.2 bcde	39.5 cdefg	4.9 ij
	Caolín	11.7 hij	64.7 bcd	7.2 defg
	Talco	19.7 ghij	42.1 cdefg	6.3 fghi
2	Tierra diatomeas	98.8 a	13.7 fg	3.1 l
	Cal	54.4 def	62.8 bcd	6.3 fghi
	Tiza	8.2 ij	74.0 bc	9.5 ab
	Ceniza C. Espino	34.9 fgh	68.5 bc	5.6 hi
	C. Calcio	84.2 abc	30.1 defg	4.9 ij
	Caolín	17.4ghij	47.1 cdef	7.2 defg
	Talco	32.2 fghi	45.2 cdef	6.0 ghi
-	Testigo	-	100 a	9.4 abc
Coeficiente Variación (%)		15.9	14.2	3.7

[¶]Tratamientos con igual letra en las columnas no difieren estadísticamente. Tukey, ($p \leq 0.05$). [§]Mortalidad corregida por Abbott.

Germinación

Como se puede apreciar en el cuadro 13 los polvos inertes no afectan en forma significativa la germinación de los granos.

CUADRO 14 Porcentaje de germinación del maíz tratado con carbonato de calcio y tierra de diatomeas para el control de *Sitophilus zeamais* M.

TRATAMIENTO	GERMINACION (%)
Carbonato de Calcio	77.7 a [¶]
Tierra de diatomeas 1%	81.4 a
Tierra de diatomeas 2%	85.1 a
Testigo	86.6 a
Coeficiente de Variación (%)	24.2

[¶]Tratamientos con igual letra en las columnas no difieren estadísticamente.

Residualidad

Una de los factores de mayor importancia es la residualidad de los polvos protectores de granos. Usualmente los insecticidas sintéticos señalan tener una duración de mínimo 90 días por lo que se decidió verificar la de los polvos inertes. Esto es relevante en el sentido de que todos los polvos vegetales no sobrepasan los 15 días de efectividad por lo que la mezcla de ambos podría extender este tiempo.

CUADRO 15. Variación en el tiempo de las propiedades insecticidas de tierra de diatomeas y carbonato de calcio para el control de *Sitophilus zeamais* M.

Tratamiento	Infestación DDA §	Mortalidad* (%)	Emergencia (%)	Pérdida de peso (%)
Carbonato de Calcio 2%	1	86.6 a [¶]	13.4 bc [¶]	1.9 b [¶]
	30	100 a	12.2 bc	1.7 b
	60	100 a	6.1 bc	1.4 b
	90	100 a	4.8 bc	1.4 b
Tierra de diatomeas 1%	1	83.3 a	7.3 bc	1.4 b
	30	98.3 a	0 c	1.5 b
	60	100 a	8.5 bc	1.4 b
	90	100 a	1.2 bc	1.5 b
Tierra de diatomeas 2%	1	81.6 a	17 bc	1.8 b
	30	95 a	8.5 bc	1.4 b
	60	100 a	4.9 bc	1.1 b
	90	100 a	0 c	1.3 b
Testigo	-	-	100 a	8.2 abc
Coeficiente de Variación (%)		15.9	14.2	3.7

[¶]Tratamientos con igual letra en las columnas no difieren estadísticamente. Tukey, (p≤0.05)

[§]DDA-Días después aplicación del tratamiento.

*Mortalidad corregida por Abbott.

Como se puede apreciar, los polvos inertes a diferencia de los vegetales mantienen su efectividad a los 90 días por lo que el siguiente paso será evaluar su residualidad en mezcla con polvos vegetales.

Dosis Equitoxicas (CL50 y CL90)

Se realizó un análisis Probit mediante el software Raymond Probit Análisis Software de modo de poder establecer la CL50, que es un requisito para cualquier compuesto que se utilice en el control de plagas.

CUADRO 16. Dosis equitoxicas de carbonato de calcio y tierra de diatomeas sobre *Sitophilus zeamais*.

Tratamientos	Concentración Letal (%)	Concentración (g Kg ⁻¹)	Rango Concentración
Carbonato de Calcio	90	2.454	2.144 < 2.454 < 2.764
	95	4.549	4.239 < 4.549 < 4.859
	98	9.078	8.768 < 9.078 < 9.388
	99	14.421	14.11 < 14.421 < 14.73
Tierra de diatomeas	90	1.039	0.729 < 1.039 < 1.349
	95	2.079	1.769 < 2.079 < 2.389
	98	4.528	4.218 < 4.528 < 4.838
	99	7.603	7.293 < 7.603 < 7.913

En este caso el estudio muestra una Concentración letal 90% de prácticamente 2,5 g Kg⁻¹ para Carbonato de Calcio y de 1,039 g Kg⁻¹ para Tierra de diatomeas. Considerando que la tierra de diatomeas no es un inerte de fácil disposición para los pequeños agricultores las mejores opciones la constituye Carbonato de Calcio que con una dosis cercana al 2,5% tiene mínimo un 90% de mortalidad. Cabe destacarse que para esta estimación no se realizó una ventana biológico por lo que seguramente al haber una mayor cantidad de puntos intermedios se obtendría una menor dosis equitóxica.

Mezcla de polvos de *Peumus boldus* Mol y *Chenopodium ambrosioides* con Carbonato de Calcio

En vista de que descartando a la tierra de diatomeas, carbonato de calcio fue el inerte con mejores resultados se realizaron las pruebas mezclando *P. boldus* y *Ch. ambrosioides* con este inerte.

Mortalidad y Emergencia de insectos

Los resultados muestran que el mezclar ambos polvos vegetales con carbonato de calcio no provoca disminuciones en la efectividad. De hecho, en la proporción 1% polvo vegetal y 99% C. calcio se observan valores superiores al 95%. Por lo tanto se produce un efecto de potenciación que mantiene la toxicidad para el insecto pero disminuye la cantidad de polvo vegetal requerido.

Cuadro 17.- Mortalidad y emergencia de adultos de *S. zeamais* Mots tratados con polvos de *Chenopodium ambrosioides* L y *Peumus boldus* L solos y en mezcla con carbonato de calcio.

		Concentración	Mortalidad *	Emergencia*
		(%)	(%)	(%)
<i>Ch. ambrosioides</i>	Testigo	0	0,0 c	100,0 a
	100 : 0	0,5	89,7 b	17,4 bc
	100 : 0	1	95,1 ab	5,9 cd
	100 : 0	2	100,0 a	6,2 cd
	10 : 90	0,5	88,6 b	18,4 b
	10 : 90	1	94,6 ab	10,8 bcd
	10 : 90	2	91,1 b	3,8 d
	1 : 99	0,5	95,2 ab	14,0 bcd
	1 : 99	1	83,9 b	17,7 bc
	1 : 99	2	89,9 b	14,1 bcd
<i>P. boldus</i>	Testigo	0	0,0 c	100,0 a
	100 : 0	0,5	84,0 b	3,9 de
	100 : 0	1	99,4 a	0,2 ef
	100 : 0	2	100,0 a	0,1 f
	10 : 90	0,5	97,7 ab	22,8 b
	10 : 90	1	97,7 a	10,2 cd
	10 : 90	2	99,4 a	9,0 cd
	1 : 99	0,5	99,4 a	16,8 bc
	1 : 99	1	98,9 a	14,6 bc
	1 : 99	2	99,4 a	14,3 bc

* Tratamientos con igual letra en las columnas no difieren estadísticamente. Tukey $p \leq 0,05$.

Germinación

En el cuadro 18 se observa que al proteger el maíz del ataque de los insectos con la mezcla de estos polvos la germinación no se ve afectada. Esto permite concluir que la mezcla de polvos vegetales con inertes minerales es una alternativa eficaz para disminuir la cantidad de material vegetal requerido sin perder efectividad.

Cuadro 18. Porcentaje de germinación de los granos de maíz tratados con polvos de *Chenopodium ambrosioides* L. y *Peumus boldus* Mol. solos y en mezcla con carbonato de calcio para el control de *S. zeamais* Mots.

		Concentración (%)	Germinación * (%)
<i>Ch. ambrosioides</i>	Testigo	0	61,1 a
	100 : 0	0,5	90,0 a
	100 : 0	1	91,1 a
	100 : 0	2	82,2 a
	10 : 90	0,5	78,9 a
	10 : 90	1	83,3 a
	10 : 90	2	80,0 a
	1 : 99	0,5	97,8 a
	1 : 99	1	93,3 a
	1 : 99	2	80,0 a
<i>P. boldus</i>	Testigo	0	71,1 ab
	100 : 0	0,5	73,3 ab
	100 : 0	1	70,0 ab
	100 : 0	2	85,6 a
	10 : 90	0,5	56,7 ab
	10 : 90	1	54,4 ab
	10 : 90	2	44,4 b
	1 : 99	0,5	48,9 b
	1 : 99	1	57,8 ab
	1 : 99	2	50,0 b

* Tratamientos con igual letra en las columnas no difieren estadísticamente. Tukey $p \leq 0,05$.

Repelencia

La mezcla de los polvos vegetales con inertes minerales no afectó las propiedades repelentes (Cuadro 19).

Cuadro 19.- Índice de repelencia de adultos de *S. zeamais* Mots. tratados con polvos de *Chenopodium ambrosioides* L. y *Peumus boldus* solos y en mezcla con carbonato de calcio.

		Concentración (%)	Índice de repelencia*	
<i>Ch. ambrosioides</i>	100 : 0	0,5	0,19	R
	100 : 0	1	0,55	R
	100 : 0	2	0,60	R
	10 : 90	0,5	0,85	R
	10 : 90	1	0,51	R
	10 : 90	2	0,52	R
	1 : 99	0,5	0,71	R
	1 : 99	1	0,41	R
	1 : 99	2	0,57	R
<i>P. boldus</i>	100 : 0	0,5	0,43	R
	100 : 0	1	0,18	R
	100 : 0	2	0,11	R
	10 : 90	0,5	1,01	A
	10 : 90	1	0,75	R
	10 : 90	2	0,67	R
	1 : 99	0,5	0,88	R
	1 : 99	1	0,62	R
	1 : 99	2	0,49	R

* IR=1 Neutro (N); IR < 1 Repelente (R); IR > 1 Atrayente (A)

Mezcla de polvos de *Peumus boldus* Mol con Cal

A pesar de los buenos resultados obtenidos con la mezcla de los polvos de *Chenopodium ambrosioides* y *Peumus boldus* con carbonato de calcio, se decidió realizar una evaluación complementaria utilizando solamente *P. boldus* y Cal. La justificación de esto se que Boldo es un árbol perenne por lo que está disponible para el agricultor durante todo el año a diferencia de *Ch. ambrosioides*. En el caso de cal es mucho más sencilla de obtener por el agricultor ya que lo compra en cualquier ferretería, es de menor costo que este último, es más conocido por el agricultor y este mismo le da otros usos cotidianamente y en los ensayos previos a una dosis del 2% sobrepasó el 50% de mortalidad.

Mortalidad Emergencia y Pérdida de peso

Se puede apreciar que se confirman los efectos de potenciación de ambos polvos muestran que se puede disminuir la concentración de Boldo hasta en un 50% sin dejar de obtener un 100% de mortalidad.

Cuadro 20. Mortalidad y emergencia de adultos de *S. zeamais* y pérdida de peso del maíz tratado con las diferentes combinaciones de *P. boldus* y cal.

CONCENTRACION (%)	TRATAMIENTO % BOLDO : % CAL	MORTALIDAD (%)	EMERGENCIA* (%)	PERDIDA DE PESO* (%)
0,1	0 : 100	47,0 fg	46,2 bcd	4,7 de
	20 : 80	43,8 fgh	34,5 bcde	5,4 cd
	40 : 60	20,6 ij	51,0 bc	6,5 bc
	50 : 50	26,0 ghi	31,2 cde	6,2
	60 : 40	22,4 hij	59,5 b	bcd
	80 : 20	15,2 ij	33,2 bcde	7,3 b
	100 : 0	8,2 j	16,8 efg	6,2 bc 5,3 cd
1	0 : 100	66,0 ef	27,5 cde	3,7 ef
	20 : 80	67,0 ef	17,0 efg	2,8 f
	40 : 60	93,8 bc	5,0 fgh	1,4 gh
	50 : 50	97,7 abc	1,6 h	1,0 ghi
	60 : 40	100,0 a	0,3 h	0,4 ijk
	80 : 20	100,0 a	0,0 h	0,3 jk
	100 : 0	100,0 a	0,1 h	0,3 k
2	0 : 100	75,7 ed	21,7 def	3,3 ef
	20 : 80	90,4 dc	4,9 gh	1,7 g
	40 : 60	99,4 ab	0,0 h	0,8 hij
	50 : 50	100,0 a	0,0 h	0,5 ijk
	60 : 40	100,0 a	0,3 i	0,3 jk
	80 : 20	100,0 a	0,0 h	0,2 k
	100 : 0	100,0 a	0,0 h	0,3 k
	Testigo		100,0 a	9,4 a
	c.v. (%)	7,0	23,6	7,0

* Tratamientos con igual letra en las columnas no difieren estadísticamente. Tukey, $\alpha = 0,05$.

Dosis Equitóxicas

Por tratarse de una investigación de tipo toxicológico se calcularon las dosis equitóxicas que constituyen la única referencia válida a nivel mundial para cuantificar la toxicidad de cualquier compuesto. En este análisis se puede observar que para obtener un 90% de mortalidad hasta aquellas concentraciones con menores cantidades de Boldo (20%), requieren de una concentración de prácticamente 1% para mantener su efectividad.

Cuadro 21 Dosis equitoxicas de los tratamientos más efectivos de *P. boldus* y cal sobre *S. zeamais*.

TRATAMIENTO % BOLDO : % CAL	CL 50 (g/kg)	CL 90 (g/kg)
20 : 80	0,41	1,05
40 : 60	0,28	0,71
50 : 50	0,43	0,83
60 : 40	0,01	0,12
80 : 20	0,05	0,24
100 : 0	0,29	0,62

Tiempo Letal

Otro aspecto es verificar la velocidad de acción de los tratamientos y en este caso los bioensayos mostraron que la mejor combinación es la con una proporción de 60% de Boldo y 40% de cal al 2% que requiere de 29 horas para eliminar al 90% de la población de insectos.

Germinación

La germinación al igual que cuando se mezcló el polvo de *P. boldus* con cal no se vio afectada. De hecho a pesar de que no hay diferencias significativas entre los tratamientos la mayoría de estos tratamientos mostraron una mayor germinación que el testigo.

Cuadro 22. Tiempo letal 50% (TL 50) y 90% (TL 90) de los tratamientos más efectivos de *P. boldus* y cal sobre *S. zeamais*.

TRATAMIENTO % BOLDO : % CAL	CONCENTRACION (%)	TL 50 (hr)	TL 90 (hr)
20 : 80	0,5	78,4	688,1
	1	29,0	167,4
	2	30,3	106,6
	4	24,3	39,5
	8	14,4	28,2
40 : 60	0,5	105,5	486,4
	1	59,3	213,5
	2	31,0	58,5
	4	22,8	37,7
	8	16,2	29,9
50 : 50	0,5	155,9	823,2
	1	62,8	162,8
	2	40,5	68,0
	4	20,4	42,9
	8	13,4	29,4
60 : 40	0,5	31,5	57,9
	1	23,6	37,9
	2	15,4	29,3
	4 *	—*	—*
	8	1,1	1,6
80 : 20	0,5	40,0	77,0
	1	26,8	58,1
	2	23,3	37,7
	4	14,4	28,2
	8 *	—*	—*
100 : 0	0,5	72,0	163,9
	1	36,8	67,2
	2	30,4	52,5
	4	19,7	35,0
	8	14,9	28,5

* No fue factible calcular, por presentar todos sus puntos un 100% de mortalidad.

Cuadro 23. Porcentaje de germinación del maíz tratado con las combinaciones más eficientes de *P. boldus* y cal.

TRATAMIENTOS % BOLDO : % CAL	CONCENTRACION (p/p)	GERMINACION * (%)
20 : 80	2	93,3 a
40 : 60	1	100,0 a
40 : 60	2	96,7 a
50 : 50	1	93,3 a
50 : 50	2	100,0 a
60 : 40	1	96,7 a
60 : 40	2	100,0 a
80 : 20	1	100,0 a
80 : 20	2	100,0 a
100 : 0	1	96,7 a
100 : 0	2	93,3 a
TESTIGO	—	86,7 a
	C. V. (%)	9,8

Ensayos en Bodega

Los tratamientos evaluados en bodega se describen en el cuadro 24.

Insectos vivos

En el Cuadro 25 se observa una relación directa entre el número de insectos vivos y el daño provocado por estos en cada uno de los tratamientos. El mayor número de insectos vivos, durante el periodo de medición, perteneció al testigo llegando en Mayo a 575 insectos. También tuvieron valores similares al testigo los tratamientos de hojas de Eucaliptus y Neem, con 492 y 509 insectos vivos. Contrariamente, la menor presencia de insectos vivos estuvo en el tratamiento compuesto por 60% boldo y 40% cal, con valores que presentan diferencias significativas con los restantes tratamientos, registrando solo 12 insectos en el mes de Mayo. El tratamiento compuesto por hoja entera de *E. Globulus* presentó una alta población de insectos vivos, lo cual se atribuyó a la poca homogeneidad de este tratamiento dentro de la bolsa, presentando sectores dentro de la misma sin la presencia de hojas. De hecho, este se presentó principalmente en el fondo, lo que produjo valores similares al testigo.

Cuadro 24 Tratamientos evaluados para el control de *S. zeamais* en condiciones de bodega.

Tratamiento	Especie vegetal	Estructura utilizada	Concentración (%)
1	<i>Azadirachta indica</i>	Producto	0,5
2	<i>Azadirachta indica</i>	Producto	1
3	<i>Azadirachta indica</i>	Producto	2
4	<i>Peumus boldus</i>	Hojas	0,5
5	<i>Peumus boldus</i>	Hojas	1
6	<i>Peumus boldus</i>	Hojas	2
7	<i>Laurelia sempervirens</i>	Polvo de hoja	0,5
8	<i>Laurelia sempervirens</i>	Polvo de hoja	1
9	<i>Laurelia sempervirens</i>	Polvo de hoja	2
10	<i>Cal</i>	Polvo de hoja	0,5
11	<i>Cal</i>	Polvo de hoja	1
12	<i>Cal</i>	Polvo de hoja	2
13	<i>Eucaliptus Globulus</i>	Polvo de hoja	0,5
14	<i>Eucaliptus Globulus</i>	Polvo de hoja	1
15	<i>Eucaliptus Globulus</i>	Polvo de hoja	2
16	60% <i>P. boldus</i> : 40% <i>Cal</i>	Polvo de hoja	0,5
17	60% <i>P. boldus</i> : 40% <i>Cal</i>	Polvo de hoja	1
18	60% <i>P. boldus</i> : 40% <i>Cal</i>	Polvo de hoja	2
19	50% <i>P. boldus</i> : 50% <i>Cal</i>	Polvo de hoja	0,5
20	50% <i>P. boldus</i> : 50% <i>Cal</i>	Polvo de hoja	1
21	50% <i>P. boldus</i> : 50% <i>Cal</i>	Polvo de hoja	2
22	<i>Eucaliptus Globulus</i>	Hojas	0,5
23	<i>Eucaliptus Globulus</i>	Hojas	1
24	<i>Eucaliptus Globulus</i>	Hojas	2
25	<i>Peumus boldus</i>	Hojas	0,5
26	<i>Peumus boldus</i>	Hojas	1
27	<i>Peumus boldus</i>	Hojas	2
28	Testigo 1	---	---
29	Testigo 2	---	---
30	Testigo 3	---	---

Insectos muertos

La relación 60% *P. boldus*: 40% *Cal* presentó diferencias significativas con los tratamientos restantes, encontrándose 3,2 y 1 insecto muertos en los meses de Febrero, Marzo y Abril y 0 en Mayo. En el testigo se encontró un total de 154 insectos. Un valor similar tuvo el polvo de *P. boldus* que presentó 146 insectos en Mayo, siendo estas mediciones las que presentaron más insectos muertos en el período evaluado.

Cuadro 25 Numero de insectos vivos e insectos muertos, en los tratamientos evaluados en bodega (g).

Evaluación	Tratamiento	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Insectos vivos	Testigo	330 b	459 c	453 c	575 c
	Hoja de <i>P. boldus</i>	397 b	295 bc	352 c	424 c
	<i>P. boldus</i> en polvo	56 ab	53 abc	116 abc	257 bcd
	Hoja de <i>E. globulus</i>	470 b	510 c	243 bc	492 c
	<i>E. globulus</i> en polvo	126 ab	355 bc	447 c	335 bc
	<i>L. sempervirens</i> en polvo	37 ab	75 abc	126 abc	241 bc
	Cal	60 ab	16 a	3 ab	7 a
	50 /50 (<i>P. boldus</i> ;cal)	191 ab	137 ba	177 abc	45 ab
	60/40 (<i>P. boldus</i> ;cal)	2 a	3 a	1 a	12 a
	Neem	353 b	364 bc	392 c	509 c
Insectos muertos	Testigo	130 a	128 c	141 c	154 d
	Hoja de <i>P. boldus</i>	9 a	103 bc	132 c	110 bcd
	<i>P. boldus</i> en polvo	7 a	27 abc	141 c	146 bcd
	Hoja de <i>E. globulus</i>	43 a	26 abc	127 c	4 abc
	<i>E. globulus</i> en polvo	13 a	54 bc	105 c	130 cd
	<i>L. sempervirens</i> en polvo	64 a	80 bc	98 c	114 cd
	Cal	71 a	17 abc	10 ab	60 ab
	50 /50 (<i>P. boldus</i> ;cal)	307 a	25 ab	34 ab	6 a
	60/40 (<i>P. boldus</i> ;cal)	3 a	2 a	1 a	0 a
	Neem	52 a	34 abc	79 bc	96 bcd

Granos sanos

El tratamiento 60% *P. boldus* : 40% cal mostró diferencias significativas durante todo el periodo de evaluación (Cuadro 26), con valores en los meses de Abril y Mayo de 3.666 y 2.375 granos de maíz sanos. Por su parte, el testigo y Neem registraron valores en el mes de Mayo de 697 y 975 respectivamente.

Granos dañados por insectos

Los tratamientos que presentaron menor daño en sus granos según lo observado en la Cuadro 26 fueron el formado por 60% *P. boldus* : 40%cal y 50% *P. bolus* : 50% cal, con valores finales de 555 y 771 granos

respectivamente, al final del periodo de medición, mostrando diferencias significativas con los restantes tratamientos. El testigo presentó el mayor número de granos dañados, seguido del tratamiento de hojas de *E.globulus* con valores en el mes de Mayo de 2546 y 2577 respectivamente.

Cuadro 26. Numero de granos sanos y dañados por insecto en los tratamientos evaluados en bodega (g).

Evaluación	Tratamiento	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Granos sanos	Testigo	1.833 a	1.397 a	310 a	697 a
	Hoja de <i>P.boldus</i>	3.100 bc	2.834 c	1.750 bc	1.013 a
	<i>P.boldus</i> en polvo	2.217 abc	2.627 bc	2.382 cd	2.485 a
	Hoja de <i>E.globulus</i>	1.964 ab	1.972 ab	382 a	1.150 a
	<i>E.globulus</i> en polvo	2.260 abc	1.865 ab	1.747 cb	1.052 a
	<i>L.sempervirens</i> en polvo	1.761 a	2.601 bc	1.287 b	1.637 a
	Cal	1.960 ab	2.474 bc	2.272 c	1.391 a
	50 /50 (<i>P.boldus</i> ;cal)	2.814 abc	3.065 c	3.308 de	2.416 a
	60/40 (<i>P.boldus</i> ;cal)	3.323 c	3.023 c	3.666 e	2.375 a
	Neem	2.508 abc	1.935 ab	1.641 bc	975 a
Granos dañados	Testigo	1068 bc	1786 e	2.632 d	2.546 d
	Hoja de <i>P.boldus</i>	261 ab	649 bcde	1.348 bc	2.325 d
	<i>P.boldus</i> en polvo	686 abc	1.055 cde	751 b	948 abcd
	Hoja de <i>E.globulus</i>	913 abc	1.368 de	2.520 d	2.577 d
	<i>E.globulus</i> en polvo	741 abc	1.235 cde	1.782 cd	1.916 bcd
	<i>L.sempervirens</i> en polvo	1.294 c	369 abc	1.798 cd	1.385 abcd
	Cal	1.002 bc	402 abcd	46 a	851 abc
	50 /50 (<i>P.boldus</i> ;cal)	113 a	125 a	75 a	771 ab
	60/40 (<i>P.boldus</i> ;cal)	136 a	176 a	25 a	555 a
	Neem	497 abc	808 bcde	1.473 bc	2.007 bcd

Pérdida de peso

La menor pérdida de peso se produjo en el tratamiento de 60% *P.boldus*; 40%cal con un peso de 24,5 Kg, tratamiento que mostró diferencias significativas en el mes de Mayo. La mayor pérdida se registró en hoja de

E.globulus, llegando en Mayo con un peso de 19,50kg de maíz. Entre los tratamientos testigo, hojas de *P.boldus*, hojas de *E.globulus* y Neem, no se observaron diferencias significativas.

Cuadro 27. Pérdida de peso de granos en tratamientos de bodega (Kg)

Evaluación	Tratamiento	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Pérdida de peso	Testigo	25,50 a	23,5 a	23,50 a	19,17 a
	Hoja de <i>P.boldus</i>	25,83 a	23,83 a	23,83 a	19,83 a
	<i>P.boldus</i> en polvo	28,00 bc	26,00 bc	26,00 ab	22,00 a
	Hoja de <i>E.globulus</i>	25,83 a	23,67 a	23,67 a	19,50 a
	<i>E.globulus</i> en polvo	28,00 bc	26,00 bc	26,00 ab	21,83 b
	<i>L.sempervirens</i> en polvo	27,17 b	25,17 b	25,17 ab	21,17 b
	Cal	28,17 bc	26,83 c	26,83 b	23,33 c
	50 /50 (<i>P.boldus</i> ;cal)	28,50 c	26,67 c	26,67 b	23,17 c
	60/40 (<i>P.boldus</i> ;cal)	28,50 c	27,00 c	27,00 b	24,50 d
	Neem	26,00 a	24,00 a	24,00 ab	20,00 a

Bioensayos con aves

Los resultados de la investigación de toxicidad en aves por parte de tres versiones de protectores de granos, no mostraron diferencias significativas en la primera semana de mediciones. Esto debido a que existió un período adaptación por parte de las aves.

Peso de las aves

Según lo observado en el Cuadro 28, durante el período de evaluación no se produjeron diferencias significativas entre los tratamientos. En la cuarta semana de medición, el testigo absoluto registró el valor mas alto con 1020,5 grs, siendo lo normal para un periodo de 4 semanas entre 965 grs y 1085 grs.

Consumo

Esta variable también mostró diferencias significativas. En la cuarta semana el testigo registró 626 grs, siendo el valor mas bajo. Inversamente la ración que contenía la mezcla 60% *P.boldus*; 40%cal al 1% tuvo un valor 736,75 grs por ave, no mostrando diferencia estadística con el tratamiento 50% *P.boldus* : 50% cal al 1% que registró un valor de 735,50 grs por ave. De acuerdo a los parámetros generales estos valores se consideran como normales.

Eficiencia en la conversión de alimento

Al observar los valores registrados en el cuadro 28 y analizar la preferencia por parte de las aves, esta variable dejó expuesto lo palatables que resultaron para las aves algunos tratamientos, reflejándose diferencias significativas entre estos. Se encontró que a pesar de que en la primera y segunda semana las raciones tratadas con la mezcla de *P.boldus* y cal, tuvieron mejor eficiencia en la conversión de alimento, esta situación se revirtió en la cuarta semana. Los valores más bajos se produjeron precisamente en los raciones tratadas con 60% *P.boldus* : 40%cal y 50% *P.boldus*: 50%cal al 1% con índices de 1,35 y 1,36 respectivamente. El testigo junto con el polvo solo de *P.boldus* tuvieron una mejor eficiencia alimenticia llegando a 1,64 y 1,46, lo que en el caso del testigo, demostró tener diferencias significativas con respecto todos los restantes tratamientos. Aunque, en términos generales, los tratamientos en mezcla con cal mostraron valores de consumo normales con respecto a las demás tratamientos.

Finalmente se debe señalar que durante las evaluaciones se produjeron 8 muertes de aves a las cuales se les hicieron exámenes de necropsia encontrándose muertes principalmente por falta de vitaminas y ninguna por intoxicación.

Cuadro 28.- Peso, Consumo y Eficiencia de aves en diferentes tratamiento compuesto de protector de granos.

Evaluación	Tratamiento	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Peso	Testigo	152,25 a	334,00 a	564,75 a	1.020,50 a
	<i>P.boldus</i> Polvo (1%)	152,75 a	322,50 a	555,75 a	995,50 a
	60/40(<i>P.boldus</i> ;cal) 1%	162,00 a	328,50 a	545,00 a	996,00 a
	50/50(<i>P.boldus</i> ;cal) 1%	163,00 a	338,00 a	542,75 a	1.000,50 a
	Phostoxin (1%)	158,75 a	323,25 a	555,50 a	987,25 a
Consumo	Testigo	132,00 a	291,25 a	442,25 a	626,00 c
	<i>P.boldus</i> Polvo (1%)	128,25 a	269,50 b	447,75 a	684,50 b
	60/40 (1%)	123,25 a	220,50 c	436,00 a	736,75 a
	50/50 (1%)	124,75 a	219,75 c	427,75 a	735,50 a
	Phostoxin al	134,50 a	268,75 b	433,50 a	720,62 a
Eficiencia	Testigo	1,17 a	1,15 b	1,28 a	1,64 a
	<i>P.boldus</i> Polvo (1%)	1,19 a	1,20 b	1,24 a	1,46 b
	60/40 (1%)	1,32 a	1,49 a	1,26 a	1,35 b
	50/50 (1%)	1,31 a	1,54 a	1,27 a	1,36 b
	Phostoxin	1,18 a	1,21 b	1,29 a	1,37 b

Prospección de plantas para el control de Botrytis

Todas las plantas que se evaluaron para plagas de los granos almacenados se evaluaron también para control de Botrytis. De estas nueve mostraron tener alguna actividad (Cuadro 29).

Cuadro 29. Porcentajes de crecimiento de micelio de *B. cinerea* en los nueve tratamientos con mayor efecto y el testigo a las 72 horas desde la inoculación.

Nombre científico	* Porcentaje de crecimiento (%)	Nombre científico	* Porcentaje de crecimiento (%)
<i>Acacia dealbata</i>	56 j	<i>Rosmarinus officinalis</i>	53 j
<i>Acacia melanoxylon</i>	30 l	<i>Ruta graveolens</i>	61 i
<i>Convolvulus arvensis</i>	61 i	<i>Salvia officinalis</i>	47 k
<i>Cuscuta suaveolens</i>	48 k	<i>Schinus molle</i>	44 k
<i>Quillaja saponaria</i>	56 j	Testigo	100 a

* Letras diferentes indican diferencia significativa entre valores de porcentaje de crecimiento (Tukey $P \leq 0,05$).

En el cuadro 30 se observa el crecimiento del hongo en un medio libre de los compuestos vegetales. Estos resultados claramente indican que todos tienen un efecto fungistático ya que a pesar de que inhibieron el crecimiento del hongo, este volvió a crecer cuando se le cambió a medio puro.

Cuadro 30. Diámetro de crecimiento de micelio de *B. cinerea* en medio PDA puro.

Especie	* Crecimiento 24 horas (cm)	* Crecimiento 48 horas (cm)	* Crecimiento 72 horas (cm)	* Crecimiento 96 horas (cm)	* Crecimiento 120 horas (cm)
<i>A. melanoxylo</i>	1.9	2.6	3.7	4.6	5.0
<i>C. suaveolens</i>	1.9	2.9	4.2	5.3	6.6
<i>S. molle</i>	2.1	3.2	4.6	6.0	7.3
<i>S. officinalis</i>	1.9	3.5	4.9	6.4	7.9
Testigo	2.1	3.6	5.2	7.1	9.0

* Cada columna presenta valores promedios de tres repeticiones.

Los mejores resultados se obtuvieron con *Acacia melanoxylo* la cual fue evaluada en más dosis obteniéndose los resultados indicados en el cuadro 31.

Cuadro 31. Porcentajes de crecimiento de micelio de *B. cinerea* en *A. melanoxylo*.

* 24 horas		* 48 horas		* 72 horas		* 96 horas	
Concentración (ppm)	Porcentaje	Concentración (ppm)	Porcentaje	Concentración (ppm)	Porcentaje	Concentración (ppm)	Porcentaje
TGO	28 a	TGO	33 a	TGO	69 a	TGO	100 a
4000	20 b	4000	28 ab	4000	33 b	4000	43 b
8000	19 b	8000	26 abc	6000	29 b	6000	40 bc
6000	18 bc	6000	25 abc	8000	29 b	8000	40 bc
10000	12 c	10000	19 bc	10000	24 b	10000	34 cd
12000	12 c	12000	13 c	12000	18 b	12000	30 d

* Letras diferentes en las columnas indican diferencia significativa entre valores de porcentaje de crecimiento (Tukey $P \leq 0,05$).

En el análisis de las concentraciones letales se puede observar que la CL50 es de 2,5 g L (2,5%) y la CL90 de 206,8 g L (20,6 %), los cuales son valores más altos de lo razonable para su uso. A su vez la eficacia fue de 83 la cual también es baja ya que significa que se debe aumentar 83 veces la CL50 para llegar al 90% de efectividad.

Cuadro 32 Concentraciones letales (CL50 y CL90), utilizando el porcentaje de inhibición micelial de *B. cinerea* por *A. melanoxyton* a las 96 horas.

CL50 (ppm)	CL90 (ppm)	Eficacia (CL90/CL50)
2503	206847	83
CL 50 (g/Lt)	CL90 (g/Lt)	
2,5	206,8	

Invernadero

En esta actividad se realizó el estudio en invernadero de las plantas que han mostrado los mejores resultados. Estas plantas fueron *Schinus molle* y *Acacia melanoxyton* las cuales fueron comparados con Iprodione (Rovral) a la dosis comercial. Lamentablemente las plantas no mostraron un efecto protector produciéndose de todas maneras el aborto foliar a causa de *Botrytis*. En el cuadro 33 se pueden apreciar los resultados obtenidos de las observaciones.

Cuadro 33.- Resultados obtenidos en invernadero para el control de *Botrytis cinerea* en tomate (ppm).

	<i>Acacia melanoxylo</i> <i>n</i> (8000)	<i>Acacia melanoxylo</i> <i>n</i> (12000)	<i>Schinus molle</i> (8000)	<i>Schinus molle</i> (12000)	Iprodione (Rovral)	Testigo
Planta 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1
	Caída Flor	Caída Flor	Necrosis	Necrosis	Caída Flor	Caída Flor
	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2
	Necrosis	Caída Flor	Caída Flor	Caída Flor	Caída Flor	Caída Flor
Planta 2	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1
	Necrosis	Caída Flor	Caída Flor	Caída Flor	Caída Flor	Caída Flor
	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2
	Necrosis	Necrosis	Necrosis	Necrosis	Necrosis	Necrosis
Planta 3	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1
	Caída Flor	Caída Flor	Necrosis	Necrosis	Caída Flor	Caída Flor
	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2
	Necrosis	Necrosis	Necrosis	Necrosis	Necrosis	Necrosis
Planta 4	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1	Racimo 1
	Necrosis	Necrosis	Necrosis	Necrosis	Necrosis	Necrosis
	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2	Racimo 2
	Necrosis	Necrosis	Necrosis	Necrosis	Necrosis	Necrosis
		Caída Flor	Caída Flor	Caída Flor	Caída Flor	Caída Flor

5.- IMPACTOS DEL PROYECTO

El principal impacto que tiene el presente proyecto es que se está entregando al agricultor un protector de granos natural, sin ninguna toxicidad para el usuario y de comprobada eficacia. En el corto plazo esto debiera significar un menor uso de insecticidas sintéticos y por ende una disminución en las intoxicaciones producidas por mal manejo de los insecticidas sintéticos.

Otro impacto es que se le da un valor a una especie nativa como es el caso de *Peumus boldus* ya que hasta la fecha estaba catalogada solamente como medicinal, mientras que ahora también se le deben agregar las propiedades insecticidas.

El agricultor además ahora conoce de que un elemento presente en su propio medio junto con la cal que el destina a varios otros usos si los mezcla obtiene un protector de granos efectivo y natural.

Por sus características el protector de granos no tiene restricciones para ser utilizado en agricultura orgánica.

Usualmente el almacenamiento es un problema relevante cuando se utilizan insecticidas sintéticos, en este caso por las características de nula toxicidad del protector de granos no se necesitan estructuras especiales de almacenamiento, pudiéndose almacenar en cualquier bodega sin ningún tipo de riesgos.

En resumen, se puede señalar que el impacto es una externalidad positiva al incorporar un insecticida natural sin toxicidad para usuarios, de bajo costo, conocido por el agricultor y que se podría utilizar tanto en agricultura tradicional como orgánica.

6.- PROBLEMAS ENFRENTADOS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Legales:

No hubo problemas legales de ningún tipo durante el desarrollo de la investigación. Sin embargo, en un futuro si se pretende trabajar en forma más detallada con *Peumus boldus* se debe considerar que es una especie protegida y que se puede explotar en determinadas épocas del año.

Técnicos:

En términos generales no hubo grandes problemas pero existieron algunos pequeños contratiempos que vale la pena mencionar:

1.-la formación de colonias de insectos no siempre es sencilla ya que se contaminan rápidamente con bacterias u hongos. Además, a pesar de estar todo el año con temperatura ideal para su desarrollo en invierno se observan menores poblaciones que en el período estival.

2.- La obtención de buenos resultados con especies anuales hace que se avance más lento en comparación a especies perennes. Ejemplo claro es el caso de *Chenopodium ambrosioides* en que dados los buenos resultados iniciales se debió esperar hasta la temporada siguiente para realizar nuevas pruebas.

3.- La variabilidad de insecticidas de origen vegetal atenta contra la replicabilidad de los resultados ya que varias plantas que mostraban resultados positivos en una época del año en otra no mostraban actividad alguna por lo que nuevamente se debía esperar hasta esta época para hacer nuevos bioensayos.

4.- En el caso de los bioensayos con *Botrytis* fue difícil obtener una colonia pura ya que es demasiado sensible a contaminarse lo que retarda el avance de la investigación debido a que en más de una oportunidad se debió esperar a obtener una colonia sin contaminación para realizar los bioensayos.

5.- El rápido crecimiento de los centro urbanos hace que cada vez se deban recorrer distancias más grandes para la obtención de material vegetal sin riesgos de tener algún contaminante urbano.

7.-DIFUSION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

La difusión se realizó de la siguiente manera:

Como actividad final se elaboró un folleto de distribución gratuita donde se entregan los principales antecedentes del proyecto como objetivos, resultados y como se debe usar el protector de granos. (se adjunta en extenso).

Con la ayuda del programa de promoción de FIA se organizó el seminario internacional "Alternativas ecológicas para el control de plagas y enfermedades agrícolas", al cual asistieron 120 personas. Una de las exposiciones de este seminario fue exclusivamente dedicada para entregar los principales resultados de este proyecto. (se adjunta en extenso).

Se participó como invitado en el primer seminario nacional sobre producción orgánica de semillas organizado por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca donde se entregaron los primeros antecedentes del proyecto que llevaba casi un año de ejecución. (se adjunta en extenso).

Finalmente se asistió a los congresos de la Sociedad Chilena de Entomología de 2002, 2003 y 2004 donde se presentó un total de 5 trabajos y a 1 congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología en el que se presentó 1 trabajo. (Se adjuntan postres y extractos de la memoria respectiva)

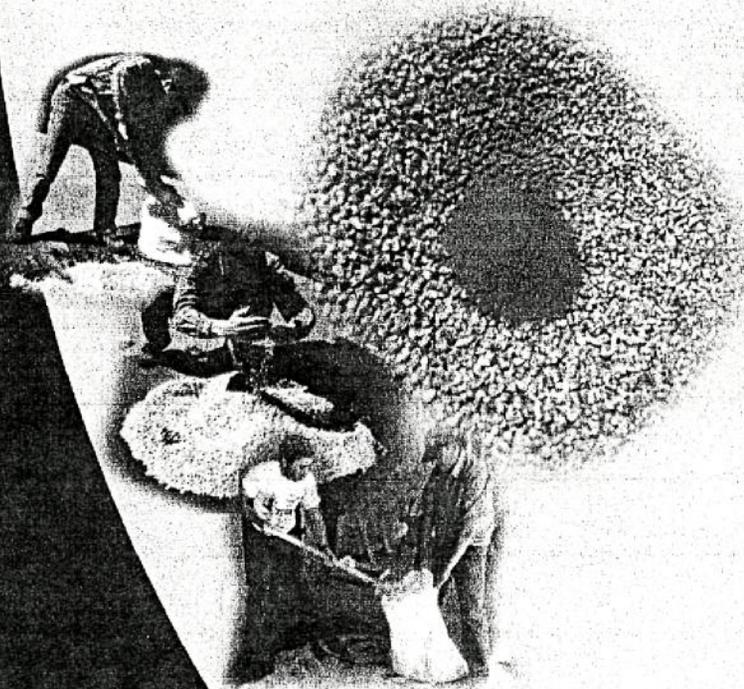
**FOLLETO RESULTADOS FINALES
PROYECTO**

Gonzalo Silva Aguayo • Ruperto Hepp Gallo • Maritza Tapia Vargas



de Protección Natural

Resultados Proyecto
FIA-PI-C-2002-1-A-056



Agradecimientos

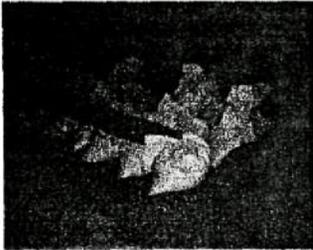
Los resultados que se entregan en la presente publicación han sido posibles gracias al financiamiento proporcionado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Del mismo modo agradecemos a los entonces estudiantes y hoy colegas ingenieros agrónomos que a través de sus tesis de grado aportaron su trabajo el cual ha sido un recurso muy valioso en la presente investigación.

Introducción

La conservación y protección de los granos almacenados constituye una necesidad alimenticia, social y económica.

El mayor problema que presenta el almacenaje de granos es la pérdida producida por roedores, insectos, hongos y bacterias, los cuales deterioran y destruyen los alimentos. Esto último es de particular importancia para los agricultores de subsistencia, ya que su producción forma parte de los alimentos básicos que consume la familia durante todo el año.

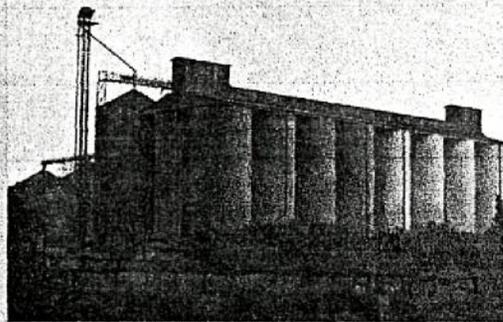
La presencia de insectos plaga en granos almacenados trae como consecuencia la pérdida de la calidad del grano tanto para consumo humano como para semilla. En el control de estos insectos, ha sido necesario utilizar en forma intensiva, plaguicidas sintéticos lo cual ha derivado inevitablemente en el surgimiento de resistencia, acumulación en el ambiente e intoxicaciones. Además por el costo que ello implica, la gran mayoría de los agricultores dedicados a estos cultivos, no utilizan productos químicos por falta de recursos económicos y por los bajos rendimientos que obtienen en la agricultura de subsistencia; por lo que se torna obligada la búsqueda de métodos de control de plagas, acorde con la realidad en que viven estos agricultores.



Almacenamiento no tecnificado de granos



Comercialización de granos a pequeña escala



Almacenamiento tecnificado de granos



Objetivos

El objetivo del proyecto fue la búsqueda de plantas con propiedades insecticidas que sirvan como una alternativa de bajo riesgo y fácil acceso para el control de plagas de granos almacenados. La idea es que el agricultor colecte plantas de su medio las seque y luego de molerlas las mezcle con el grano para su protección.

Metodología

COLECTA Y PROCESAMIENTO DE LAS PLANTAS

Las plantas fueron colectadas en diferentes zonas de la Octava región que incluyeron, cordillera, valle central y costa.

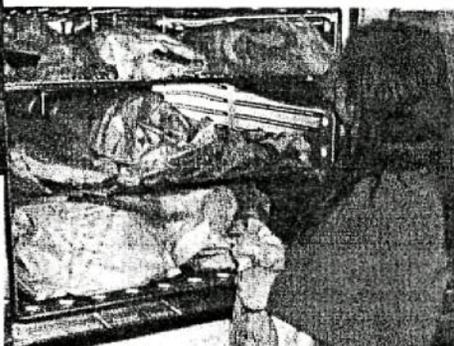


Colecta del material vegetal

Las plantas fueron identificadas y llevadas al laboratorio de Toxicología de Insecticidas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, donde fueron secadas.



Identificación del material vegetal



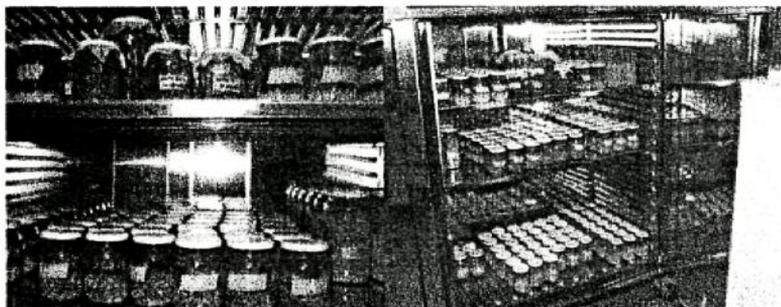
Secado de las plantas

Una vez secas las plantas fueron molidas con un molino eléctrico para café.



Molienda de las plantas

Los polvos vegetales se evaluaron inicialmente a una concentración de 1% en frascos de vidrio que contenían 100 gr de maíz y 20 parejas de *Sitophilus zeamais*. Los frascos fueron mantenidos en una cámara bioclimática a 25-30°C que constituye la temperatura óptima para el desarrollo de los insectos.



Cámara bioclimática donde se evaluaron las plantas

EFECTO COMO INSECTICIDA DE CONTACTO

Insecto

Se decidió trabajar con el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky; Coleoptera:Curculionidae) como unidad de prueba debido a que esta especie es considerada como plaga primaria en trigo, arroz, maíz y avena almacenada además de estar catalogada como la plaga de granos almacenados con un mayor número de reportes de resistencia a insecticidas organosintéticos.

Mortalidad

El porcentaje de mortalidad de los adultos de *Sitophilus zeamais* se evaluó a los 15 días de infestados los frascos.



Aplicación de Malation como punto de comparación



Evaluación en sacos de las diferentes versiones del protector de granos



Estado del testigo



Maíz mezclado con el protector de granos

Emergencia de adultos de la F1 y Pérdida de peso del grano

Estos parámetros se evaluaron a los 55 días después de la infestación considerando como 100% el número de insectos encontrados y la pérdida de peso del testigo.

Efecto como fumigante

Se utilizaron frascos en los que no era posible el contacto de los insectos con el polvo pero que no impedían que estos liberaran al medio sus semioquímicos. Posteriormente, se contabilizó el número de insectos vivos y muertos.

Efecto como repelente

Se utilizó una arena formada por cinco cajas plásticas circulares estando la caja central conectada con las demás cajas. Las placas con polvo y los testigos, sin polvo vegetal, fueron distribuidos en dos cajas simétricamente opuestas y en el recipiente central se liberaron 50 adultos de *Sitophilus zeamais* sin sexar y luego de 24 horas se contabilizó el número de insectos en cada recipiente.

Formulación del protector de granos

Con los polvos de las dos especies más prometedoras en laboratorio se formuló un protector de granos. Esta formulación consistió en el polvo vegetal mezclado con un inerte mineral no tóxico para humanos que potencia el efecto insecticida y cubrimiento del compuesto vegetal.

Pruebas en bodega

Para evaluar los tratamientos se colocaron 10 kg de maíz con un 14% de humedad en una bolsa hecha de fibra sintética igual a la usada para sacos, en donde se aplicaron los tratamientos. El grano, una vez mezclado con diferentes versiones del protector de granos se depositó en las bolsas, las cuales fueron infestadas con 50 parejas de *S. zeamais*, que permanecieron entre Septiembre 2003 y Febrero 2004, en una bodega de la estación experimental de la Facultad de Agronomía, en Chillán.

Resultados

MORTALIDAD, EMERGENCIA DE INSECTOS Y PÉRDIDA DE PESO DEL GRANO

En total se evaluaron casi 500 plantas de las cuales dos mostraron tener un alto poder insecticida. Estas, por efecto de los trámites de protección de propiedad industrial e intelectual han sido identificadas como UDCCH-01 y UDCCH-02. En una primera etapa todas las plantas fueron evaluadas en una dosis única de 1% (p/p) y aquellas que mostraron resultados prometedores fueron evaluados en más dosis. En el Cuadro 1 se puede apreciar claramente que ambas plantas a la forma de polvo se destacan del resto las que fueron puestas a manera de ejemplo con un simple espíritu comparativo.

Estos polvos vegetales mostraron un alto porcentaje de mortalidad que en el caso de UDCCH-02 fue superior al 90% lo que la convierte en una especie de perspectivas auspiciosas. En cuanto a la disminución en la emergencia de adultos (FI) se observa la respuesta lógica en el sentido en que las dos especies con mayor mortalidad muestran también una menor emergencia de insectos al cabo de dos meses. Esto obviamente se debe a que las hembras con las que fueron infestadas las unidades de prueba no fueron capaces de depositar su carga normal de huevos o bien

Mortalidad, emergencia de adultos y pérdida de peso del grano para el control de *Sitophilus zeamais* M. en granos almacenados tratados con polvos vegetales al 1%.

Nombre científico	Mortalidad (%)*	Emergencia (%)*	Pérdida peso (%)*
<i>A. dealbata</i>	0,0 e	50,0 e	5,7 b
<i>C. sternianus</i>	2,5 de	25,9 fgh	5,4 b
<i>C. eragrostis</i>	0,0 e	16,1 hij	5,5 b
<i>D. stramonium</i> (hoja)	1,8 de	77,7 bc	6,9 ab
<i>D. stramonium</i> (semilla)	1,8 de	83,4 b	7,6 ab
<i>E. moschatum</i>	6,9 cd	20,7 ghij	6,0 ab
<i>E. californica</i>	2,9 de	8,0 jk	5,7 b
<i>H. perforatum</i>	3,5 de	16,9 hij	5,3 b
<i>L. angustifolius</i>	0,0 e	62,9 de	3,1 b
<i>M. piperita</i>	0,0 e	22,2 fghij	12,7 a
<i>P. annua</i>	3,0 de	79,1 bc	6,3 ab
<i>Q. saponaria</i>	2,9 de	12,5 hij	6,3 ab
<i>R. raphanistrum</i>	3,3 de	24,4 fghi	6,6 ab
<i>R. graveolens</i>	3,5 de	67,8 cd	7,4 ab
<i>S. molle</i>	1,8 de	17,4 hij	5,9 ab
<i>S. vulgaris</i>	2,3 de	83,4 b	6,5 ab
<i>U. urens</i>	0,6 e	25,4 fghi	5,2 b
<i>V. litoralis</i>	7,2 cd	31,6 fg	4,7 b
<i>V. persica</i>	5,9 cde	60,2 e	6,2 ab
UDCCH-01	65,8 b	11,6 ijk	6,3 ab
UDCCH-02	99,3 a	0,0 k	6,1 ab
Testigo	-	100 a	9,5 ab

*Tratamientos con igual letra en las columnas no difieren estadísticamente. Tukey ($\alpha = 0,05$).

no pudieron copular con los machos. En cuanto a la pérdida de peso de los granos se da la misma lógica anterior en que una mayor mortalidad que a su vez deriva en una menor emergencia de insectos (F1) también muestra una menor pérdida de peso.

Las evaluaciones posteriores con un mayor número de dosis en estas plantas mostraron que las concentraciones más efectivas son de 1 y 2% (p/p) lo que implica una concentración razonable de polvo al momento de ensacar los granos (Cuadro 2).

Mortalidad, emergencia de adultos y pérdida de peso del grano para el control de *Sitophilus zeamais* M. con polvos de UDCCH-01 y UDCCH-02 a diferentes concentraciones.

Concentración(%)	Especie	Mortalidad (%) ^a	Emergencia (%) ^a	Pérdida de Peso (%) ^a
0,1	UDCCH-01	3,1 c	85,6 b	8,8 a
0,5		12,9 b	78,0 b	8,0 b
1		90,3 a	4,0 c	5,3 c
2		90,1 a	3,8 c	2,7 d
Testigo			100 a	8,2 ab
0,1	UDCCH-02	5,3 c	77,9 b	8,3 a
0,5		41,9 b	59,8 c	7,1 b
1		97,1 a	0,1 d	1,6 c
2		98,8 a	0,0 d	0,1 d
Testigo			100 a	8,2 a

^aTratamientos con igual letra en la columna, no difieren estadísticamente. Tukey ($\alpha = 0,05$).

EFFECTO FUMIGANTE

Muchos aceites esenciales obtenidos de plantas aromáticas han mostrado tener efecto como fumigantes. En base a estos antecedentes es que se decidió evaluar si estos en forma de polvo presentaban algún tipo de acción de esta naturaleza. De las dos especies más prometedoras solamente UDCCH-01 mostró resultados prometedores alcanzando valores de 100% (Cuadro 3).

Mortalidad de adultos de *S. zeamais* en los bioensayos para evaluar el efecto fumigante de los polvos de UDCCH-01.

Especie	Concentración (%)	Mortalidad (%)
UDCCH-01	1	100,0 a
UDCCH-01	2	100,0 a
Testigo	-	0,0 b

^aTratamientos con igual letra en la columna, no difieren estadísticamente. Tukey ($\alpha = 0,05$).

EFFECTO REPELENTE

La repelencia es sin duda el efecto más conocido de los insecticidas vegetales y en este caso UDCCH-01 mostró tener un elevado efecto repelente para los insectos que atacan los granos almacenados (Cuadro 4).

Porcentaje de insectos adultos atraídos e Índice de Repelencia de los polvos de UDCCH-01.

Tratamiento	Concentración (%)	Insectos atraídos (%)	Índice de Repelencia
UDCCH-0	1	30,2 a	0,604 (Repelente)
Testigo	-	69,8 b	
UDCCH-01	2	37,1 a	0,742 (Repelente)
Testigo	-	62,9 b	

*Tratamientos con igual letra en la columna no difieren estadísticamente. Tukey ($\alpha = 0,05$).

FORMULACIÓN DE UN PROTECTOR DEL PROTECTOR DE GRANOS

Como se puede apreciar en el cuadro 5 todas las versiones del protector de granos mostraron un efecto protector. Se destacan especialmente los clasificados como 1 y 2 que en todos los meses de evaluación no mostraron una diferencia significativa con malation, que es un producto sintético recomendado para el control de plagas de los granos almacenados.

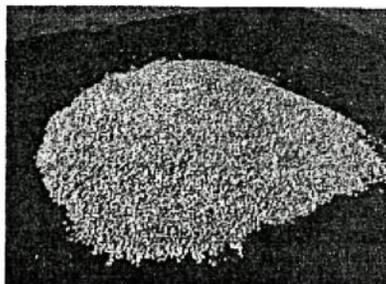
Número de granos dañados entre Septiembre 2003 y Febrero 2004 en los tratamientos evaluados almacén.

Tratamiento	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Testigo	125 a	22 c	231 a	160 a	283 a	455 a
P. de granos 1	32 bc	43 bc	80 b	71 b	101 b	106 b
P. de granos 2	43 bc	55 ab	68 b	58 b	121 b	91b
P. de granos 3	42 bc	63 ab	69 b	66 b	120 b	97b
P. de granos 4	55 b	72 a	73 b	48 b	135 b	87b
Inerte solo	40 b	77 a	83 b	58 b	108 b	83 b
Malation	0 c	62 ab	62 b	49 b	89 b	85 b

*Tratamientos con igual letra en las columnas no difieren estadísticamente. Tukey ($p = 0,05$).

¿Cómo usar el protector de Granos?

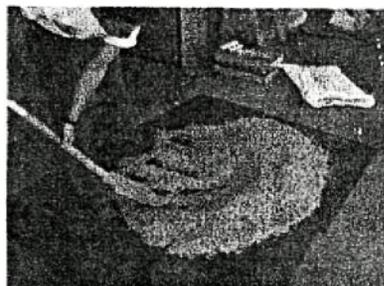
Se extiende el grano sobre una lona o plástico



Se mezcla con el protector de granos



Se mezcla el grano con el protector



Por no ser tóxico la mezcla se puede realizar con las manos



El grano se ensaca normalmente



Por último se almacena en las condiciones normales



PRESENTACIONES EN CONGRESOS

Sociedad Chilena de Entomología

Sesión preliminar del 11 de Junio 1992

*Leleito se forma una Sociedad
por primera vez, invitadas
a las 2 P.M., en el Colegio de
las señoras por
Juan Jappal
Cristián Cruz
Carlos S. Red
Alfredo Paz
usaron posturas
Arnoldo Cruz
Eduardo Cruz*

XXXIV Congreso Nacional de Entomología

ACTAS



Santiago - Chile, 12 al 14 de Noviembre 2002




1922 Sociedad Chilena de Entomología 1922 - 2002



GOBIERNO DE
SANTIAGO DE CHILE

Los bioensayos se realizaron mediante la aplicación de los extractos en dieta a una concentración de 500ppm. Los insectos se mantuvieron en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa.

Diariamente se registró la mortalidad y el número de pupas en cada tratamiento, posteriormente se determinó la emergencia de adultos. Se calculó el tiempo medio de empuje (TP50%) y de desarrollo (TD50%), mediante el método Probit ($p = 0,05$) estimando los efectos letales con ANOVA ($p \leq 0,05$).

Los resultados indican efectos biológicos diferenciales según tratamiento aplicado. Los mismos son relevantes para continuar esta línea de investigación con el objeto de ajustar la concentración efectiva (CE50), determinando además los metabolitos secundarios causantes del efecto y el modo de acción.

FORMULACIÓN DE UN PROTECTOR DE GRANOS CON *Peumus boldus* MOLINA EN POLVO Y CAL

Gonzalo Silva A., Gabriel Bustos F., Pedro Casals B. y Maritza Tapia D.

Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Casilla 537. Chillán. Chile. E-mail: gosilva@udec.cl

El Boldo (*Peumus boldus* Molina), ha probado ser un efectivo controlador de coleopteros plaga adultos de los granos almacenados. Debido a esto se intentó formular un protector de granos "artesanal" para agricultores de subsistencia. Se evaluaron 22 tratamientos (incluyendo un testigo absoluto), que fueron mezclas de boldo secado y molido con cal. Las mezclas evaluadas fueron (100/0), (80/20), (60/40), (50/50), (40/60), (20/80) y (0/100) de Boldo y cal respectivamente. El insecto de prueba fue el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). En un recipiente con 100 g de maíz se mezclaron con los polvos en concentraciones 0,1%, 1% y 2% (p/p). Luego se infestaron con diez parejas de insectos de una semana de edad. Se evaluó mortalidad (15 días infestación), emergencia de adultos (55 días de la infestación) y porcentaje de pérdida de peso (15 días infestación). El diseño experimental fue completamente al azar. En total se evaluaron 22 tratamientos, incluyendo un testigo absoluto, con tres repeticiones cada uno. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y se aplicó una prueba de comparación múltiple para ordenar la efectividad biológica de los tratamientos bajo estudio (Tukey, $\alpha = 0.05$). Los mejores resultados se obtuvieron con los tratamientos (60/40), (80/20) y (100/0) a una concentración del 1% y (40/60), (50/50), (60/40), (80/20) y (100/0) a una concentración del 2%, todos con una mortalidad del 100%. Estos mismos tratamientos fueron quienes disminuyeron en mayor porcentaje la emergencia de insectos adultos y la pérdida de peso.

RESPUESTA DE *Cavariella aegopodii* SCOP. (HEMIPTERA: APHIDIDAE) AL ACEITE ESENCIAL DE LAUREL *Laurus nobilis* L. EN CULTIVO DE APIO.

S. Padín¹, M. Ricci², A. Kahan², C. Henning³, J. Hasperué², P. Sceglío² y P. Catalano²

Cursos ¹Terapéutica Vegetal, ²Zoología Agrícola y ³Bioquímica y Fitoquímica. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 60 y 119 s/n CC 31. CP 1900. La Plata. Buenos Aires. Argentina.
E-mail: sbpadin@netverk.com.ar

Cavariella aegopodii Scop., tiene como hospederos a especies hortícolas de la familia Umbelíferas, tanto cultivadas como silvestres, siendo considerado un importante vector de numerosos virus. La utilización de metabolitos secundarios de las plantas con efecto repelente constituye una herramienta alternativa a incorporar en el manejo integrado de áfidos vectores de virus, con el fin de minimizar tanto los daños directos como indirectos. El objetivo del presente trabajo fue determinar el comportamiento de *C. aegopodii* frente a la acción repelente del aceite esencial extraído de hojas de *Laurus nobilis* L. Los ensayos fueron realizados mediante pulverización directa sobre plantas de *Apium graveolens* L. con 4 hojas verdaderas dispuestas en macetas. Luego de la aplicación se colocaron 10 pulgones adultos en la base de cada planta. Las formulaciones utilizadas del aceite esencial de laurel fueron soluciones acuosas al 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 y 3 %, usando como emulsionante oleato

**CONTROL DE *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)
CON POLVOS INERTES**

Gonzalo Silva A., Paulina González D., Pedro Casals B. y José Acuña E.

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán, Chile. E-mail: gosilva@udec.cl

Se evaluaron 7 polvos inertes (Polvo de Diatomeas, Cal, Tiza, Ceniza de Carbón de Espino, Carbonato de Calcio, Caolín y Talco), para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), bajo condiciones de laboratorio. En un recipiente con 100 g de maíz se mezclaron con los polvos en concentraciones 0,1%, 1% y 2% (p/p). Luego se infestaron con diez parejas de insectos de una semana de edad. Se evaluó mortalidad (15 días infestación), emergencia de adultos (55 días de la infestación) y porcentaje de pérdida de peso (15 días infestación). El diseño experimental fue completamente al azar. En total se evaluaron 22 tratamientos, incluyendo un testigo absoluto, con tres repeticiones cada uno. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y se aplicó una prueba de comparación múltiple para ordenar la efectividad biológica de los tratamientos bajo estudio (Tukey, $\alpha = 0.05$). Los mejores resultados de mortalidad se obtuvieron con polvo de diatomeas y carbonato de calcio a una concentración del 2%. Estos mismos tratamientos mostraron además una menor emergencia de insectos adultos y un menor porcentaje pérdida de peso en relación al testigo absoluto. De los restantes tratamientos ninguno superó el 50% de mortalidad en sus dosis más altas.

**BIODEMOGRAFÍA DE *Brevicoryne brassicae* L. Y *Myzus persicae* SULZ. (HEMIPTERA: APHIDIDAE)
EN REPOLLO**

A. Kahan¹, S. Padín², M. Ricci¹, P. Catalano¹, P. Sceglio¹ y J. Hasperué¹

Cursos ¹Zoología Agrícola y ²Terapéutica Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, 60 y 119 s/n CC 31, CP 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
E-mail: akahan@ceres.agro.unlp.edu.ar

El cultivo de repollo, *Brassica oleracea* var. *capitata* L., es frecuentemente colonizado por varias especies de áfidos, entre las que se destacan *Brevicoryne brassicae* L. y *Myzus persicae* Sulz. Estos pulgones son considerados importantes plagas de esta hortaliza, debido a los daños que le causan tanto directos como indirectos. Los parámetros biodemográficos, así como también los principales estadísticos vitales de una población de insectos plaga, estimados a partir de tablas de vida desarrolladas en laboratorio, constituyen una herramienta básica para elaborar estrategias de control. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento poblacional de ambos áfidos sobre un mismo hospedero hortícola, *B. oleracea* var. *capitata* cv. Corazón de Buey. Los ensayos se realizaron en invernadero y las cohortes se seleccionaron a partir de poblaciones de *B. brassicae* y *M. persicae* recolectadas en cultivos hortícolas producidos en zonas cercanas a la ciudad de La Plata, Buenos Aires, Argentina. La tasa reproductiva neta (R_0) fue de 44,5 para *B. brassicae* y 22,3 para *M. persicae*, la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) fue de 0,206 y 0,182 y el tiempo generacional medio (T) fue de 21,388 y 19,758 respectivamente. Estos resultados podrían indicar que el pulgón ceniciento de las Crucíferas, *B. brassicae*, posee mayor capacidad reproductiva en este hospedero con respecto al pulgón verde del duraznero, *M. persicae*.



CONTROL DE *Sitophilus zeamais* Mostchulsky (Coleoptera:Curculionidae) CON POLVOS INERTES*



Gonzalo Silva A¹, Paulina González G¹, Pedro Casals B¹, y J. Acuña E. ¹

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción.
Avenida Vicente Méndez 595, Casilla 537, Chillán, Chile.



RESUMEN

Se evaluaron 7 polvos inertes (Tierra de Diatomeas, Cal, Tiza, Ceniza de Carbón de Espino, Carbonato de Calcio, Caolín y Talco), para el combate del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), bajo condiciones de laboratorio mediante el método de Lagunes y Rodríguez (1989). Los mejores resultados de mortalidad se obtuvieron con tierra de Diatomeas y Carbonato de Calcio a una concentración del 2%. Estos mismos tratamientos mostraron además una menor emergencia de insectos adultos y un menor porcentaje de pérdida de peso en relación al testigo absoluto. De los restantes tratamientos ninguno superó el 50% de mortalidad en sus dosis más altas.



INTRODUCCIÓN

Las plagas de los granos almacenados causan en América Latina pérdidas de un 30%. Los insecticidas utilizados en su control han mostrado una alta toxicidad y cada vez son más comunes los casos reportados de insectos resistentes. A causa de esto se hace necesario buscar nuevas alternativas de control de bajo costo, toxicidad y al alcance de los agricultores más carentes de recursos. El objetivo del presente trabajo es buscar polvos minerales de baja toxicidad para mamíferos con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* plaga de trigo, maíz, arroz y avena almacenada.



Fig 1 *S. zeamais*



Fig 2 Cristales Cal



Fig 2 Cristales Carbonato Calcio



MATERIALES Y METODOS

Se utilizó la metodología propuesta por Lagunes y Rodríguez (1989). En un recipiente con 100 g de maíz se mezclaron con los tratamientos en concentraciones 0,1%, 1% y 2% (p/p). Luego se infestaron con diez parejas de insectos de una semana de edad. La evaluación se realizó en un diseño completamente al azar. En total se evaluaron 22 tratamientos, incluyendo un testigo absoluto, con tres repeticiones cada uno. Se evaluó mortalidad (15 días después de la infestación), Emergencia y Pérdida de peso (35 días después de la infestación). Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y se aplicó una prueba de comparación múltiple para ordenar la efectividad biológica de los tratamientos bajo estudio (Tukey, $\alpha = 0.05$).

* PROYECTO FIA-PI-C-2002-A-056



RESULTADOS Y DISCUSION

Los mejores resultados de mortalidad se obtuvieron con tierra de diatomeas y carbonato de calcio a una concentración del 1 y 2% (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Tratamientos con mayor efecto insecticida sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky

TRATAMIENTO	CONCENTRACION (P/P)	% MORTALIDAD*
DIATOMEAS	0,1 %	79,65 ab
DIATOMEAS	1 %	89,82 ab
DIATOMEAS	2 %	96,61 a
CARBONATO CALCIO	1 %	66,1 ab
CARBONATO CALCIO	2 %	81,35 ab
TALCO	2 %	47,45 bcd

*Valores con misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, 5%)

En la emergencia de adultos de la F1 nuevamente la tierra de diatomeas mostró una mayor reducción en relación al testigo absoluto (100%) (Cuadro 2).

Cuadro 2.- Tratamientos con mayor reducción de la F1 de *Sitophilus zeamais* Motschulsky adultos

TRATAMIENTO	CONCENTRACION (P/P)	% REDUCCION EMERGENCIA ADULTOS*
DIATOMEAS	0,1 %	94,8 c
DIATOMEAS	1 %	97,7 c
DIATOMEAS	2 %	98,3 c
TALCO	0,1 %	92,5 c
TALCO	1 %	94,8 c
TESTIGO	0 %	0 a

*Valores con misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, 5%)

En la pérdida de peso la mayoría de los tratamientos difiere estadísticamente del testigo, destacándose nuevamente la tierra de diatomeas con menos de un 3% de pérdida de peso en relación al testigo absoluto.



CONCLUSIONES

- 1.-El mayor efecto insecticida sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky lo tiene la tierra de diatomeas.
- 2.-Carbonato de Calcio y Talco presentan efecto insecticida e insecticida que debe ser considerado como una alternativa en el control de plagas de los granos almacenados.



REFERENCIAS

- Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. J. Stored Prod. Res. 34(2/3):87-97
- Lagunes, A y C. Rodríguez, 1989. Búsqueda de la tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT-CP. Montecillo, México. 150p.



CONTROL DE *Sitophilus zeamais* Mostchulsky (Coleoptera:Curculionidae) CON POLVOS INERTES*



Gonzalo Silva A¹, Paulina González G¹, Pedro Casals B¹, y J. Acuña E.¹
 Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción.
 Avenida Vicente Méndez 595, Casilla 537, Chillán, Chile.



RESUMEN

Se evaluaron 7 polvos inertes (Tierra de Diatomeas, Cal, Tiza, Ceniza de Carbón de Espino, Carbonato de Calcio, Caolín y Talco), para el combate del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), bajo condiciones de laboratorio mediante el método de Lagunes y Rodríguez (1989). Los mejores resultados de mortalidad se obtuvieron con tierra de Diatomeas y Carbonato de Calcio a una concentración del 2%. Estos mismos tratamientos mostraron además una menor emergencia de insectos adultos y un menor porcentaje de pérdida de peso en relación al testigo absoluto. De los restantes tratamientos ninguno superó el 50% de mortalidad en sus dosis más altas.



INTRODUCCIÓN

Las plagas de los granos almacenados causan en América Latina pérdidas de un 30%. Los insecticidas utilizados en su control han mostrado una alta toxicidad y cada vez son más comunes los casos reportados de insectos resistentes. A causa de esto se hace necesario buscar nuevas alternativas de control de bajo costo, toxicidad y al alcance de los agricultores más carentes de recursos. El objetivo del presente trabajo es buscar polvos minerales de baja toxicidad para mamíferos con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* plaga de trigo, maíz, arroz y avena almacenada.



Fig 1 *S. zeamais*



Fig 2 Cristales Cal

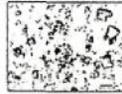


Fig 2 Cristales Carbonato Calcio



MATERIALES Y METODOS

Se utilizó la metodología propuesta por Lagunes y Rodríguez (1989). En un recipiente con 100 g de maíz se mezclaron con los tratamientos en concentraciones 0,1%, 1% y 2% (p/p). Luego se infestaron con diez parejas de insectos de una semana de edad. La evaluación se realizó en un diseño completamente al azar. En total se evaluaron 22 tratamientos, incluyendo un testigo absoluto, con tres repeticiones cada uno. Se evaluó mortalidad (15 días después de la infestación), Emergencia y Pérdida de peso (55 días después de la infestación). Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y se aplicó una prueba de comparación múltiple para ordenar la efectividad biológica de los tratamientos bajo estudio (Tukey, $\alpha = 0.05$).

* PROYECTO FIA-FI-C-2002-A-056



RESULTADOS Y DISCUSION

Los mejores resultados de mortalidad se obtuvieron con tierra de diatomeas y carbonato de calcio a una concentración del 1 y 2% (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Tratamientos con mayor efecto insecticida sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky

TRATAMIENTO	CONCENTRACION (P/P)	% MORTALIDAD
DIATOMEAS	0,1 %	79,65 ab
DIATOMEAS	1 %	89,82 ab
DIATOMEAS	2 %	96,61 a
CARBONATO CALCIO	1 %	88,1 ab
CARBONATO CALCIO	2 %	81,35 ab
TALCO	2 %	47,45 bcd

* Valores con mismas letras no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, 5%)

En la emergencia de adultos de la F1 nuevamente la tierra de diatomeas mostró una mayor reducción en relación al testigo absoluto (100%) (Cuadro 2).

Cuadro 2.- Tratamientos con mayor reducción de la F1 de *Sitophilus zeamais* Motschulsky adultos

TRATAMIENTO	CONCENTRACION (P/P)	% REDUCCION EMERGENCIA ADULTOS
DIATOMEAS	0,1 %	94,8 c
DIATOMEAS	1 %	97,7 c
DIATOMEAS	2 %	98,3 c
TALCO	0,1 %	92,5 c
TALCO	1 %	94,8 c
TESTIGO	0 %	0 a

* Valores con mismas letras no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, 5%)

En la pérdida de peso la mayoría de los tratamientos difiere estadísticamente del testigo, destacándose nuevamente la tierra de diatomeas con menos de un 3% de pérdida de peso en relación al testigo absoluto.



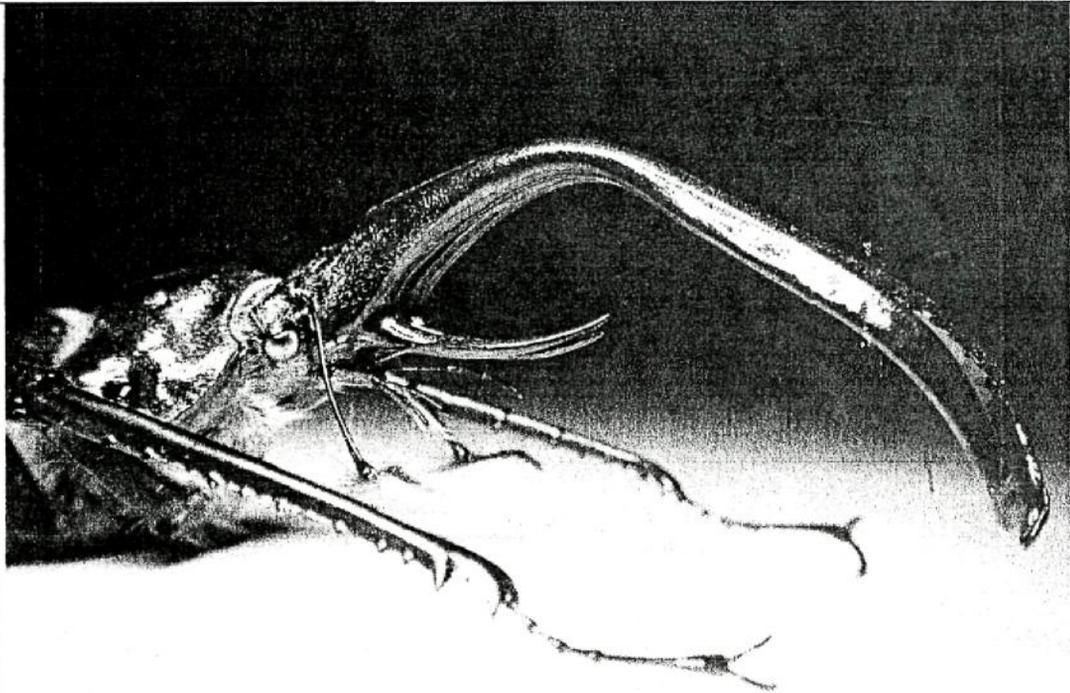
CONCLUSIONES

- 1.-El mayor efecto insecticida sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky lo tiene la tierra de diatomeas.
- 2.-Carbonato de Calcio y Talco presentan efecto insecticida e insectistático que debe ser considerado como una alternativa en el control de plagas de los granos almacenados.



REFERENCIAS

- Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *J. Stored Prod. Res.* 34(2/3):87-97
- Lagunes, A y C. Rodríguez, 1989. Búsqueda de la tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT-CP. Montecillo. México. 150p.



LIBRO DE RESÚMENES

XXV CONGRESO NACIONAL
DE ENTOMOLOGÍA
26 al 28 de Noviembre del 2003

Talca, Chile

aplicado el tratamiento, no existen diferencias significativas entre las concentraciones mayores a 2,5 g. A partir de las 24 hs la eficacia fue del 80%. La CL50 (g/10ml) fue de 3,1064. En el caso del extracto con acetona la mortalidad aumentó a través del tiempo; a las 48hs, todas las concentraciones por encima de 2,5g fueron eficaces entre un 80 y 100%. Por lo tanto la fracción acetona posee una mayor eficacia que la fracción éter de petróleo y diclorometano

Financiamiento: UBACyT B/046

Panel 36

CONTROL DE *Sitophilus zeamais* M. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) CON PLANTAS DEL GÉNERO *Chenopodium*

Gonzalo Silva A., Rodrigo Kiger M., Ruperto Hepp G., Maritza Tapia V.

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Vicente Méndez 595, Casilla 537, Chillán, Chile. E-mail: gosilva@udec.cl

Las plagas de los granos almacenados provocan pérdidas cercanas al 30% de las cosechas a nivel mundial. Normalmente para la protección de los granos se usan insecticidas sintéticos altamente tóxicos los cuales además de ser peligrosos no están al alcance de los productores más modestos. Uno de los métodos de control de plagas más antiguos derivados de la agricultura de subsistencia, especialmente en Centroamérica, es el uso de polvos vegetales en mezcla con los granos. Las plantas del género *Chenopodium* han mostrado tener efecto insecticida sobre una serie de plagas que afectan granos almacenados pero nunca han sido evaluadas en Chile. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad insecticida/insectistática de 3 plantas del género *Chenopodium* para el control del gorgojo del maíz en este cereal almacenado. Las plantas evaluadas fueron *Chenopodium album* (Quingüilla), *Chenopodium ambrosioides* (Paico) y *Chenopodium quinoa* (Quinoa) Cv Baer, Faro y Pichaman. Los mejores resultados se obtuvieron con *Ch. ambrosioides* con valores cercanos al 100% de mortalidad a una concentración de 2%(p/p). Esta misma planta además mostró los mayores valores de inhibición de la F1 y pérdida de peso del grano. De las restantes especies ninguna de ellas consiguió superar el 10% de mortalidad de insectos adultos.

Panel 37

ELABORACIÓN DE UN PROTECTOR DE GRANOS CON *Peumus boldus* MOL. Y CAL

Gonzalo Silva A., Gabriel Bustos F., Pedro Casals B., Maritza Tapia V.

Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Vicente Méndez 595, Casilla 537, Chillán, Chile. E-mail: gosilva@udec.cl

La protección natural de semillas en almacenaje tanto para la agricultura orgánica como para el pequeño agricultor no es un problema fácil de solucionar. En el primer caso no se pueden usar insecticidas sintéticos y en el segundo los rendimientos y nivel socioeconómico del productor no le permiten adquirirlos. Las plantas presentan una serie de metabolitos secundarios que han mostrado tener propiedades insecticidas. *Peumus boldus* es una de estas plantas que ha sido probada con éxito como insecticida vegetal en la Universidad de Concepción. Lamentablemente por ser una especie nativa no se puede hacer una recomendación general que pudiese atentar contra la densidad natural de la planta. Debido a esto el objetivo de esta investigación fue elaborar un protector de granos con follaje de Boldo en polvo y cal como inerte acarreador y diluyente. Los mejores resultados de mortalidad se obtuvieron a partir de la mezcla 50:50 a una concentración del 2%(p/p). Estos tratamientos también mostraron un 100% de disminución de la F1 y una menor pérdida de peso del grano. La residualidad del compuesto mostró que a los 90 días el protector de granos mantiene una eficacia cercana al 100% y la presencia del polvo no afecta la germinación del grano en forma significativa.

Panel 38

ACTIVIDAD ANTIALIMENTARIA DE *Maytenus boaria* MOL. (CELASTRACEAE), *Peumus boldus* MOL. (MONIMIACEAE) Y *Quillaja saponaria* MOL. (ROSACEAE) SOBRE *Spodoptera littoralis* BOISDUVAL (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Nelson Zapata¹, Pilar Medina¹, Flor Budia¹, Gonzalo Silva², Pedro Del Estal y Elisa Viñuela¹

¹ Protección de Cultivos, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Avenida. Complutense S/N 28040. Madrid, España.

² Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Avenida Vicente Méndez 595, Casilla 537, Chillán, Chile.

La enorme demanda de alimentos tratados con pesticidas cada vez menos tóxicos y con baja persistencia en el medioambiente, hace necesario investigar nuevas alternativas posibles de incorporar en un sistema de producción integrada y respetuosas de su medio, en este sentido y específicamente para el control de plagas, el empleo extractos y/o compuestos derivados de las plantas



Universidad de Concepción



SOCIEDAD CHILENA DE ENTOMOLOGÍA

XXVI CONGRESO NACIONAL DE ENTOMOLOGÍA

1 al 3 de Diciembre de 2004



LIBRO DE RESUMENES



www.udec.cl

CONTROL DE *Sitophilus zeamais* Motschulsky CON POLVOS DE *Chenopodium ambrosioides* SOLOS Y MEZCLADOS CON CARBONATO DE CALCIO

Gonzalo Silva A., Pamela Nuñez O., Ruperto Hepp G. & Maritza Tapia V.

Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Vicente Méndez 595. Casilla 537. Chillán. E-mail: gosilva@udec.cl

Las plagas de los granos almacenados causan en promedio pérdidas a nivel mundial de entre 30-45%. Uno de los insectos asociados más importantes en *Sitophilus zeamais* que es plaga primaria de trigo, avena, maíz y arroz almacenado. El control tradicional es a través de insecticidas organosintéticos pero muchos agricultores, especialmente pequeños no tienen acceso a estos compuestos y su bajo nivel de escolaridad no les permite utilizarlos sin riesgo. El objetivo del presente trabajo fue formular un protector de granos con polvo de *Chenopodium ambrosioides* mezclado con Carbonato de Calcio. Estos polvos se mezclaron con maíz en frascos de vidrio los que posteriormente fueron infestados con 10 parejas de insectos. Se evaluó la mortalidad y emergencia de insectos adultos, la pérdida de peso del grano además de la repelencia y efecto fumigante de los polvos. Los mejores resultados de mortalidad se obtuvieron en todas las mezclas en que el polvo de *Ch. ambrosioides* era mayor alcanzando un 100% de mortalidad. En estos mismos tratamientos se observó la menor emergencia de insectos adultos y las menores pérdidas de peso de los granos. Igualmente en la medida que aumentaba la concentración de Carbonato de Calcio el efecto fumigante fue disminuyendo alcanzándose un 100% de mortalidad solamente en los tratamientos con polvo de *Ch. ambrosioides* solo. La misma tendencia se pudo observar para los estudios de repelencia.

CONTROL DE *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY CON ACEITES VEGETALES Y MINERALES.

Gonzalo Silva A. & Regina Merino P.

Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Vicente Méndez 595. Casilla 537. Chillán. E-mail: gosilva@udec.cl

Los aceites tanto de origen mineral como vegetal han sido utilizados en el control de plagas desde muy antigua data. Estos actúan en forma física ya sea asfixiando o eliminando huevos por coagulación del protoplasma. En el control de plagas de los granos almacenados se han usado por mucho tiempo pero en nuestro país casi no hay antecedentes reportados de su uso. Se evaluaron aceites vegetales de maravilla, maní, ricino, oliva, pepita de uva, soya, sesamo y pepita de calabaza además del aceite mineral spring hill. Se utilizaron frascos de vidrio de 250 mL en los cuales se colocó 100g de maíz que fue mezclado con los aceites en concentraciones de 0,5, 1 y 2% para luego ser infestado con 10 parejas de insectos. Se evaluó la mortalidad y emergencia de insectos adultos, la pérdida de peso del grano además



CONTROL DE *Sitophilus zeamais* Motschulsky CON POLVOS DE *Chenopodium ambrosioides* SOLOS Y MEZCLADOS CON CARBONATO DE CALCIO*



Gonzalo Silva A¹, Pamela Nuñez O.¹, Ruperto Hepp G¹, M Tapia V.¹

¹Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción.

Avenida Vicente Méndez 595. Casilla 537. Chillán. Chile. E-mail: gosilva@udec.cl



INTRODUCCIÓN

El uso irracional de los insecticidas sintéticos como única técnica de control de plagas ha provocado que los insectos desarrollen resistencia o se acumulen residuos tóxicos en los alimentos. Los insecticidas vegetales son una alternativa a los agroquímicos pero su uso puede resultar agresivo si se amenaza la obtención natural de la planta de la que se obtienen. El objetivo del presente trabajo es buscar la forma de requerir la menor cantidad posible de polvo de *Chenopodium ambrosioides* mezclándola con carbonato de calcio para el control de *Sitophilus zeamais* plaga de trigo, maíz, arroz y avena almacenada.



MATERIALES Y METODOS

Se utilizó la metodología propuesta por Lagunes y Rodríguez (1989). En un recipiente con 100 g de maíz se mezclaron los polvos en concentraciones de 0,5%, 1% y 2% (p/p). Luego se infestaron con diez parejas de insectos de una semana de edad. Las mezclas de polvo de *Chenopodium ambrosioides* y carbonato de calcio se realizaron en proporciones de 100:00; 99:1 y 90:10. La evaluación se realizó en un diseño completamente al azar. Se evaluó Mortalidad, Emergencia de insectos adultos y efecto fumigante.



RESULTADOS Y DISCUSION

Mortalidad

Los mejores resultados de mortalidad se obtuvieron en las concentraciones de 1 y 2% con valores sobre el 90% en todos los tratamientos (Cuadro 1).

Emergencia de adultos

La menor F1 se obtuvo en los mismos tratamientos que mostraron los mayores porcentajes de mortalidad, obteniéndose valores menores o cercanos a un 10% en relación al testigo absoluto que fue considerado como 100% (Cuadro 1).

* PROYECTO FIA-PI-C-2002-1-A-056

Cuadro 1.- Porcentaje de mortalidad y emergencia de adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky

TRATAMIENTO (% <i>Chenopodium</i> :% C. calcio)	CONCENTRACION % (P/P)	MORTALIDAD (%)	EMERGENCIA (%)
TESTIGO	-	-	100
100:0	0,5	90	17
100:0	1	96	6
100:0	2	100	6
99:1	0,5	95	14
99:1	1	84	18
99:1	2	90	14
90:10	0,5	89	18
90:10	1	95	11
90:10	2	93	4

Efecto fumigante

Los resultados muestran que en la medida que aumenta la concentración de Carbonato de Calcio el efecto fumigante disminuye.

Cuadro 2.- Efecto fumigante de la mezcla de *Chenopodium ambrosioides* y Carbonato de Calcio sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky

TRATAMIENTO (% <i>Chenopodium</i> :% C. calcio)	CONCENTRACION % (P/P)	MORTALIDAD (%)
TESTIGO	-	0
100:0	0,5	67
100:0	1	80
100:0	2	92
99:1	0,5	2
99:1	1	12
99:1	2	7
90:10	0,5	0
90:10	1	5
90:10	2	0



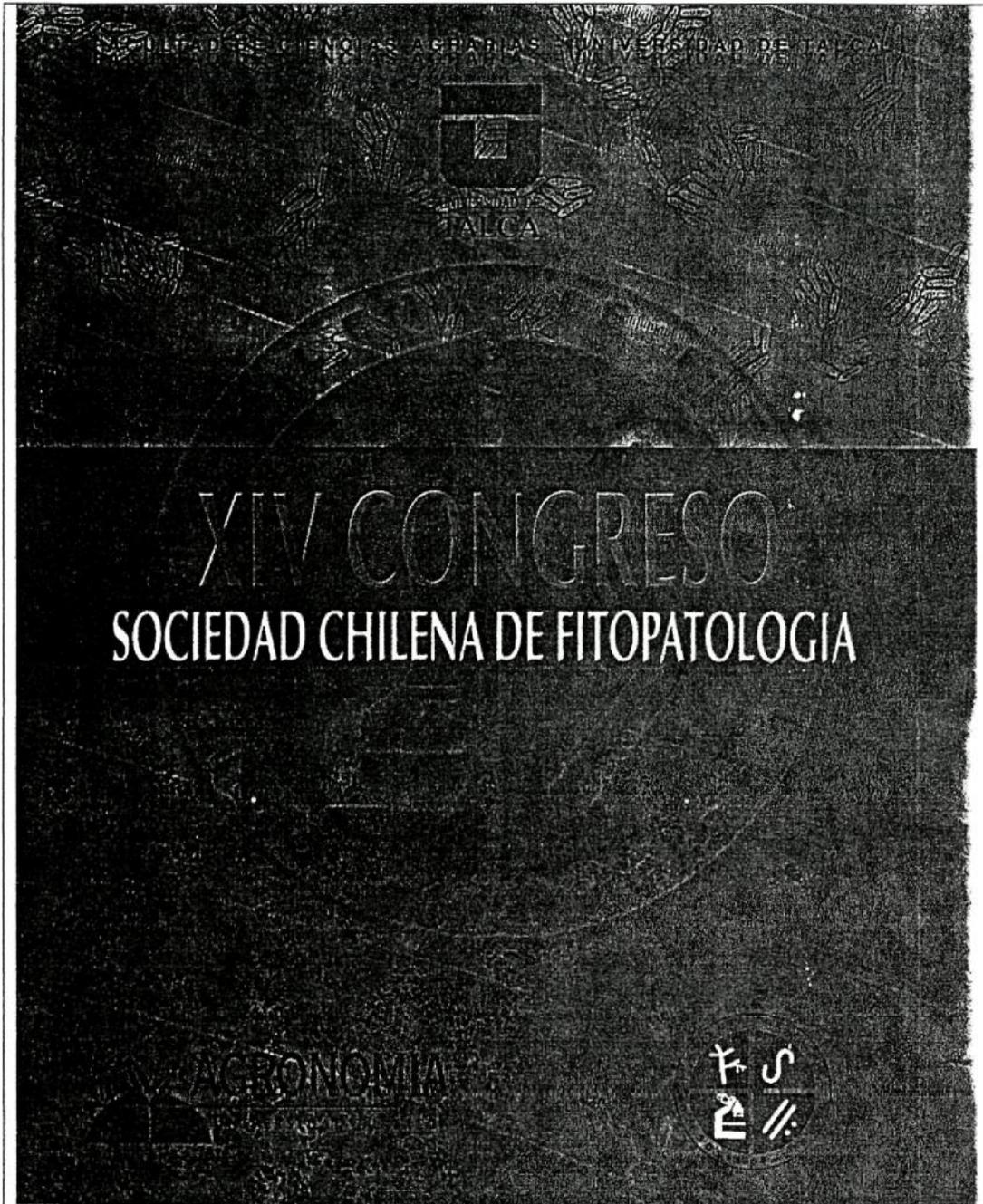
CONCLUSIONES

1.-La mezcla de polvo de *Chenopodium ambrosioides* con carbonato de calcio mantiene el efecto insecticida sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky pero disminuye su efecto fumigante



REFERENCIAS

Lagunes, A y C. Rodríguez, 1989. Búsqueda de la tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT-CP. Montecillo. México. 150p.



X I V C O N G R E S O
S O C I E D A D C H I L E N A D E F I T O P A T O L O G I A
F A C U L T A D D E C I E N C I A S A G R A R I A S - U N I V E R S I D A D D E T A L C A

**BÚSQUEDA DE FUNGICIDAS DE ORIGEN VEGETAL PARA EL CONTROL
Botrytis cinerea AISLADA DE ARÁNDANO**

Search of botanical fungicides for the control of *Botrytis cinerea* isolated from blueberry

TORRES, R.; SANDOVAL, P.; SILVA, G.; HEPP, R. Y VERA, A.

Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Vicente Méndez 595. Casilla 537. Chillán.
Chile. E.mail: gosilva@udec.cl

Los problemas de resistencia a fungicidas e intoxicaciones han provocado que sea cada vez más necesaria la búsqueda de alternativas racionales para el control de enfermedades. El objetivo del presente trabajo consistió en la búsqueda de plantas con propiedades fungicidas. Se evaluaron 50 plantas las cuales fueron secadas y molidas. En seguida fueron incorporadas en concentraciones de 500, 1000, 2000 y 4000 ppm a medio PDA. Estas placas se inocularon en el centro con un disco de *Botrytis cinerea* aislada de arándano y diariamente se midió el radio de crecimiento que se comparó con un testigo (solo PDA). Los mejores resultados se obtuvieron con *Ruta graveolens* y corteza de *Quillaja saponaria* con disminuciones de crecimiento cercanas al 90%. Posteriormente de estas placas se extrajo un disco del hongo y se inoculó en medio PDA comprobándose que el hongo volvía a crecer por lo que se pudo inferir que no hubo mortalidad del hongo sino que un efecto de inhibición del crecimiento.



BUSQUEDA DE FUNGICIDAS DE ORIGEN VEGETAL PARA EL CONTROL DE *Botrytis cinerea* Pers.:Fr AISLADA DE ARÁNDANO*



Gonzalo Silva A¹., Ricardo Torres¹., Patricio Sandoval¹., Ruperto Hepp G¹., Alfredo Vera M¹.

¹Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción.

Avenida Vicente Méndez 595. Casilla 537. Chillán, Chile. E-mail: gosilva@udec.cl



INTRODUCCIÓN

Botrytis cinerea es una de las enfermedades más importantes que afectan al arándano en Chile. Normalmente para su control se utilizan fungicidas sintéticos pero se corre el riesgo de que el hongo desarrolle resistencia o bien que quien lo aplica se intoxique. En base a esto el objetivo de la presente investigación fue buscar plantas con propiedades fungicidas de modo de obtener alternativas nuevas y de origen natural para el control de esta enfermedad.

MATERIALES Y METODOS

Aislamiento

La cepa de *Botrytis cinerea* fue aislada de frutos de arándano en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción. Esta cepa fue mantenida en medio Agar Papa Dextrosa (PDA) y fue replicada las veces que fue necesario para inocular las placas que formaban el bioensayo.

Metodología

Se utilizó la metodología propuesta por Montes y Peralta (1993). Este método consiste en preparar el medio PDA mezclado con los compuestos vegetales a concentraciones de 500, 1000, 2000 y 4000 ppm. Posteriormente cada placa se inoculó en el centro con un disco de *Botrytis* y diariamente se midió el crecimiento radial.

RESULTADOS Y DISCUSION

De las 13 plantas evaluadas solamente dos mostraron resultados prometedores (Cuadro 1 y 2). Estas plantas fueron *Ruta graveolens* y corteza de *Quillaja saponaria*.

Cuadro 1.- Crecimiento radial (cm) de *Botrytis cinerea* aislada de arándano a las 48 horas de inoculado

PLANTA	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	4000 ppm
TESTIGO	9	8	8	8
<i>Prunus holida</i>	9	8	8	8
<i>Equisetum sp</i>	9	8	8	8
<i>Laurus nobilis</i>	9	8	8	8
<i>Martynia borealis</i>	9	8	8	8
<i>Saxifraga conspicua</i>	9	8	8	8
<i>Buddleja globosa</i>	9	8	8	8
<i>Melissa australasica</i>	9	8	8	8
<i>Melissa officinalis</i>	9	8	8	8
<i>Arctostaphylos pumila</i>	9	8	8	8
<i>Chenopodium anthracoides</i>	9	8	8	8
<i>Quillaja saponaria</i> (Hoja)	5	7	7	5
<i>Quillaja saponaria</i> (Corteza)	5	5	4.5	4
<i>Ruta graveolens</i>	5	5	5	5

* PROYECTO FIA-PI-C-2002-1-A-056

Cuadro 2.- Crecimiento radial de *Botrytis cinerea* aislada de arándano a las 96 horas de inoculado

PLANTA	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	4000 ppm
TESTIGO	9	8	8	8
<i>Prunus holida</i>	9	8	8	8
<i>Equisetum sp</i>	9	8	8	8
<i>Laurus nobilis</i>	9	8	8	8
<i>Martynia borealis</i>	9	8	8	8
<i>Saxifraga conspicua</i>	9	8	8	8
<i>Buddleja globosa</i>	9	8	8	8
<i>Melissa australasica</i>	9	8	8	8
<i>Melissa officinalis</i>	9	8	8	8
<i>Arctostaphylos pumila</i>	9	8	8	8
<i>Chenopodium anthracoides</i>	9	8	8	8
<i>Quillaja saponaria</i> (Hoja)	5	7	7	5
<i>Quillaja saponaria</i> (Corteza)	5	5	4.5	4
<i>Ruta graveolens</i>	5	5	5	5

De las placas en que se observó disminución del crecimiento se extrajo un disco del hongo que fue trasladado a una placa con medio PDA puro en donde se pudo observar que este volvió a crecer por lo que se dedujo que el hongo no fue eliminado.

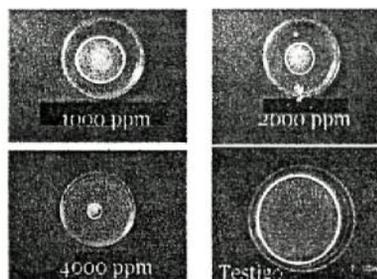


Figura 1.- Inhibición del crecimiento de *Botrytis cinerea* por la corteza de *Quillaja saponaria*.

CONCLUSIONES

Las plantas con mejores resultados (*Ruta graveolens* y *Quillaja saponaria*) a las concentraciones evaluadas presentan efecto fungistático ya que inhiben el crecimiento de *Botrytis cinerea* pero no la matan.

REFERENCIAS

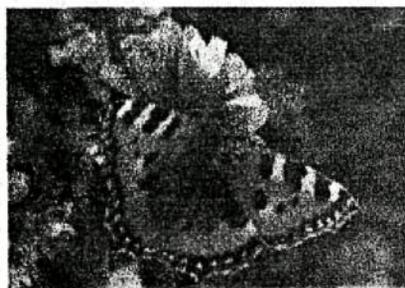
Champagne, D.; K. Opende; M. Isman; G. Sculder y G.H. Neil. 1992. Biological activity of limonoids from the rutales. *Phytochemistry* 31(2):377-394.

Montes, R y A. Peralta. 1993. Tizón del crisantemo en Oaxaca y sus posibilidades de control con extractos vegetales. *Revista Mexicana de Fitopatología* 11(2):148-153.

PRESENTACIONES EN SEMINARIOS



PRIMER SEMINARIO NACIONAL
"PRODUCCIÓN DE SEMILLAS
ORGÁNICAS"



Facultad de Ciencias Agrarias

Talca, 10-11 de abril 2003

MANEJO ORGÁNICO DE GRANOS EN POSTCOSECHA

Gonzalo Silva-Aguayo
Ingeniero Agrónomo M Sc
Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción
gosilva@udec.cl

INTRODUCCIÓN

Desde hace cientos de años los agricultores han combatido a los insectos y aceptan el hecho de que éstos consumen y destruyen cierta cantidad de sus semillas ya sean para comercialización, alimentación o siembra para la próxima temporada. Los métodos de control utilizados son de naturalezas muy diversas encontrándose alternativas como el control físico, químico y biológico, entre otros. La protección de semillas constituye uno de los permanentes desafíos para los profesionales e investigadores que trabajan en la protección vegetal y aún más si no se cuenta con la herramienta más recurrida (para bien o para mal), que son los insecticidas de origen sintético. Sin embargo, existen una serie de métodos naturales de control que permiten obtener niveles satisfactorios de protección a los cuales se puede recurrir cuando, por ejemplo, se trata de un sistema orgánico de producción. En el presente manuscrito se hará una revisión de algunos de estos métodos que son susceptibles de utilizar y que bien aplicados sin lugar a dudas producirán una adecuada protección de los granos almacenados.

EL AGROECOSISTEMA GRANOS ALMACENADOS

Los granos almacenados constituyen un agroecosistema 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 y estructuras de las bodegas (Sema, 1996). La infestación puede producirse ya sea en el campo, durante el transporte o en la

bodega (Ramayo, 1983). En base a todas estas consideraciones es que se deben tomar las medidas de control necesarias ya sean preventivas curativas.

MÉTODOS FÍSICOS DE CONTROL

Temperatura

Las temperaturas extremas son usualmente las más utilizadas como método de control físico ya que los insectos no pueden desarrollarse y reproducirse bajo los 13°C y sobre los 35°C (Fields and Muir, 1996). Dentro de la agricultura tradicional una práctica común es la exposición del grano al sol debido a que los insectos no toleran las elevadas temperaturas (Lindbland y Druben, 1979). Un ejemplo del uso de las bajas temperaturas se da en lugares de otoños e inviernos fríos donde se exponen las semillas al ambiente debido a que las bajas temperaturas reducen la tasa de desarrollo, la alimentación, fecundidad y porcentaje de supervivencia de los insectos (Fields and Muir, 1996).

Radiación

Se han utilizado radiaciones de varios tipos con la finalidad de evitar o reducir las infestaciones de insectos plaga de los granos almacenados (Araya, 1993). La radiación gamma con cobalto 60 como fuente radiactiva es el método más común para irradiar alimentos pudiendo penetrar alimentos sólidos entre 25 a 50 mm (Aguilera, 1991). Según Fields and Muir (1996), para desinfectar granos o harina se necesitan concentraciones entre 0.2-1.0 kGy aunque hacen la aclaración que esta concentración no mata a toda la población pero los pocos sobrevivientes tendrán menor actividad fágica y sin lugar a dudas serán estériles.

Almacenamiento hermético

En un recipiente completamente hermético los insectos plaga que pudiera haber en el grano mueren por falta de oxígeno (Hall, 1980). En algunos lugares los agricultores almacenan los granos en depósitos subterráneos y secos que pueden resultar completamente herméticos (Lindbland y Druben, 1979). Aunque cabe señalarse que este método presenta la desventaja que las

semillas que quedan cerca de las paredes se humedecen formándose hongos y alterándose el sabor.

Sonido y Percusión

Ciertos estudios han demostrado que el número de insectos nacidos de huevos de *Plodia interpunctella* puestos durante una exposición de cuatro días a ondas acústicas amplificadas era cuatro veces menor que en el caso de huevos no expuestos (Hall, 1980). A su vez se ha comprobado que un golpe brusco o percusión mata las fases de los insectos existentes en los productos almacenados e incluso los huevos depositados en el interior de granos de cereal (Hall, 1980).

Polvos Inertes

Entre los métodos físicos de combate de insectos plaga de los granos almacenados se encuentran algunas prácticas de la agricultura poco tecnificada que aprovechan los recursos disponibles del medio como herramientas de control (Stoll, 1989). Así es como una gran cantidad de polvos inertes, cenizas y arenas finas, se han mezclado con el grano de manera tradicional como barrera física contra el daño por insectos (D'Antonio, 1997). Estos polvos minerales, comúnmente llamados polvos inertes tienen un efecto abrasivo o bien absorben los lípidos que forman la superficie exterior de la cutícula de los insectos, facilitando una pérdida de agua que conduce a la muerte por deshidratación del insecto (Luca y Pinçao, 1995; Subramanyan y Roesli, 2000). Según Golob *et al.* (1981), todos los polvos minerales disminuyen la infestación de las plagas pero la efectividad está directamente relacionada con la dosis. Este antecedente es avalado por Permual y Le Patourel (1990) quienes además indican que una dosis de 5 g por kilogramo de grano reduce considerablemente las F1 de todas las especies evaluadas. Otro ejemplo se encuentra en Aldryhim (1990), donde un polvo de sílice disminuyó la progenie de *Tribolium confusum* y *Sitophilus granarius* en un 60%. En América Latina también existen algunos antecedentes sobre el tema, por ejemplo González y Lagunes (1986), encontraron que después de 65 días de almacenamiento el maíz tratado con cal y ceniza volcánica al 1% mostraron

menores infestaciones que el testigo. A su vez Paez (1987) con esta misma ceniza a una concentración del 1% obtuvo una progenie de *Sitophilus zeamais* un 50% menor al testigo. Como se puede ver este es un método de control que se muestra muy promisorio y que sin lugar a dudas merece ser investigado con mayor profundidad.

Tierra de Diatomeas

La tierra de diatomeas son los exoesqueletos de algas petrificadas en los fondos marinos. El exoesqueleto posee en su estructura abundante en sílice extraído del agua (Allen, 2001) . Estas estructuras, de tamaño microscópico, están formadas por cristales de bordes irregulares y filosos los cuales al rasgar el integumento del insecto causan su muerte por deshidratación de tejidos (Korunic, 1998). La tierra de diatomeas ha demostrado ser efectiva para el control de plagas de granos almacenados, evitando así el deterioro y pérdida del valor comercial de los mismos (Scholl,1998). La muerte de los insectos ocurre aproximadamente 12 horas después de haber tomado contacto con el producto. Se utiliza en una concentración del 0,6 % al 1 % (p/p) y ha mostrado un efecto protector de entre 7 y 12 meses respectivamente (Korunic, 1998).

Atmosfera modificada

La atmósfera modificada ofrece una alternativa al uso de los fumigantes químicos residuales para controlar plagas de los granos almacenados. Este método ha sido usado por los humanos durante siglos (Gonzalez, 1995) y de hecho el almacenamiento hermético es un tipo de atmósfera modificada (Banks y Fields, 1995) ya que crea un ambiente rico en dióxido de carbono y bajo en oxígeno (White and Leesch, 1996). Según estos últimos autores este método de control presenta ventajas como que no contamina la atmósfera y es seguro para los aplicadores, no deja residuos dañinos y las alteraciones organolépticas del grano son mínimas. Pero, también presenta desventajas como por ejemplo que se necesita un determinado tiempo para que produzca su efecto, el CO₂ no puede ser usado con facilidad debido a que en su forma de uso carbónico causa trastornos en el sabor y se requiere un monitoreo permanente. Estudios de laboratorio muestran que el CO₂ tiene un mayor efecto biocida que el N₂ y aunque su modo de acción no ha sido aún determinado con exactitud este le

es atribuido a interacciones a nivel del cerebro, procesos metabólicos, sistema endocrino, respiratorio y circulatorio de los insectos (Banks y Fields, 1995).

CONTROL BIOLÓGICO

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 lo cual podría producir que el grano se pueda contaminar por la presencia de los restos de los insectos muertos producto de las múltiples liberaciones.

El uso de enemigos naturales para el control de plagas de los granos almacenados puede ser con insectos depredadores o parasitoides.

Depredadores

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 ordenes más importantes son Coleoptera y Hemiptera. Según Baur (1992), las familias más importantes de coleopteros depredadores son Carabidae, Staphylinidae e Histeridae pero los depredadores mas 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 casteanum* y en un 78.8% la de *Plodia interpunctella*.

Parasitoides

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. De las primeras se destacan pteromalidos como *Anisopteromalus calandrae* (Howard), *Lariophagus distinguendus*, *Pteromalus cerealellae* y *Theocolax elegans*. Por ejemplo Baur (1992), señala que *Anisopteromalus calandrae* y *Theocolax elegans* reducen la población de *Sitophilus zeamais* Motshulsky en un 25 a 50% en maíz almacenado. 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* Say 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).

POLVOS VEGETALES

El uso de polvos vegetales es una técnica recuperada de la agricultura de subsistencia de países principalmente de Africa y América Central (Lagunes y Rodríguez, 1989). Según Rodríguez (2000), las plantas que tradicionalmente se han utilizado en graneros rústicos para evitar el daño del grano por insectos son; cebolla (*Allium cepa*), ajo (*Allium sativum*), neem (*Azadirachta indica*), ají o chile (*Capsicum spp*), cedro (*Cedrela spp*), Croton spp, colorín (*Erytrina americana*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), paraíso (*Melia azedarach*), menta (*Mentha spicata*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) hierba santa (*Piper auritum*), homeoquelite (*Piper sanctum*), saúco (*Sambucus mexicana*), jaboncillo (*Sapindus spp*) y ramatinaja (*Trichilia havanensis*). Sin lugar a dudas este es

un método de control que ha tenido una segunda época pues se podría decir que ya está quedando atrás el tiempo en que hablar de insecticidas vegetales se limitaba al uso de piretro (*Tanacetum cineræifolium*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) y rotenona (*Derris* spp) entre otros, ya que hoy en día en varios lugares del mundo hay grupos de investigación trabajando en la búsqueda de nuevas plantas con propiedades insecticidas. La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto insectistático más que insecticida (Silva *et al*, 2002). Es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos. Sin embargo, no se puede olvidar que algunas sustancias vegetales si provocan un efecto insecticida como sucede con las piretrinas, la nicotina o la rotenona (Izuru,1970). Según Coats (1994), los compuestos naturales tienen un efecto protector que principalmente se debe a repelencia, disuasivo de la alimentación u oviposición y regulador de crecimiento. Además, Metcalf y Metcalf (1992) también señalan el efecto confusor o disruptor. Por lo tanto, debemos considerar a todos aquellos compuestos que sabemos que su efecto es insectistático como preventivos más que como curativos (Rodríguez, 1993). Un ejemplo de lo último lo encontramos en el caso de los granos almacenados en donde una vez que el insecto ya penetró el grano, cualquier polvo vegetal de probada eficacia protectora no tendrá efecto (Lagunes 1994).

HONGOS ENTOMOPATOGENOS

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. Una vez 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). Los hongos entomopatógenos requieren de una humedad alta para poder infectar a su huésped, por lo que las epizootias naturales son más comunes durante condiciones de humedad. 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), de 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 (1998), obtuvieron reducciones de hasta un 60% de *Sitophilus zeamais* con inoculaciones de este mismo hongo. Otro antecedente lo aportan Padin *et al* (1995), quienes evaluaron aislamientos de *Beauveria bassiana*, *Metarhizun anisopliae*, *Nomuraea rileyi* y *Verticillium lecanii* sobre *Sitophilus oryzae*, *Rhizopertha dominica* y *Tribolium castaneum*. Los resultados obtenidos mostraron que *Beauveria bassiana* era el hongo más efectivo y que *Sitophilus oryzae* era la plaga más susceptible.

ACEITES

Los aceites que se utilizan en el control de plagas de granos almacenados pueden ser de origen vegetal o mineral. Ninguna de estas alternativas tiene problemas para ser utilizada en un programa orgánico de producción. Los aceites de origen vegetal han sido utilizados desde muy antigua data para el control de diferentes insectos a nivel doméstico y de agricultura de subsistencia. Se han propuesto varias explicaciones para su acción tóxica sobre los insectos. La primera se refiere al efecto ovicida donde eliminaría los huevecillos de los insectos debido a que los cubre completamente con una película que impide el intercambio gaseoso (Davidson, *et al*, 1991). Otros autores, también para la eliminación de huevecillos, señalan que endurece la cubierta externa de modo que la larva una vez que completo el estadio es incapaz de romperlo y emerger. Además se plantea que altera el equilibrio osmótico, es decir el huevo perdería tanta agua que se secaría muriendo el embrión (Larrain, 1982). Por último alteraría la actividad enzimática del huevo

produciéndose una coagulación del protoplasma. Como adulticida se plantea que cubre al adulto con una capa oleosa que tapa los espiráculos de respiración matándolo por asfixia (Davidson, et al, 1991).

La eficiencia de los aceites vegetales ha sido reportada exitosamente contra insectos de granos almacenados (Gastelúm y Rodríguez, 1996). El modo de acción que se les atribuye es principalmente ovicida (FAO,1983) y larvicida en instares tempranos (Aguilera, 1991). Existen variados antecedentes sobre el uso de estos compuestos en granos almacenados. Por ejemplo FAO (1983), señala que en el Caribe se utiliza aceite de maní en una concentración de 2 a 5% para el combate de *Callosobruchus maculatus*. A su vez Diaz (1985), evaluó aceites de algodón, cártamo, girasol, maíz , soya y olivo contra *Sitophilus zeamais* encontrando que los mejores resultados se obtienen con aceite de maíz a una concentración del 6%. Otro antecedente lo proporciona Salas (1985), quien indica que la aplicación de 10 ml por kilogramo de semilla de aceites de soya, ricino, coco, maní, sesamo y olivo en maíz almacenado provocan 100% de mortalidad en *Sitophilus oryzae*, a las 3 horas de realizada la aplicación

INSECTICIDAS

El Uso del control químico es sin lugar a dudas la técnica de control de plagas mas recurrida a nivel mundial. Los compuestos que se utilizan se dividen en insecticidas de contacto y en fumigantes.

Insecticidas de Contacto

Un número relativamente pequeño de insecticidas de contacto se encuentran autorizados para ser usados en el control de plagas de los granos almacenados. Estos insecticidas se mezclan con el grano antes que sea almacenado aunque debe destacarse que cada vez son más los compuestos que enfrentan algún tipo de restricción. Entre los compuestos de uso más común a nivel mundial se encuentran bioresmetrina, bromophos, carbaryl, chlorpyrifos-methyl, dichlorvos, fenitrothion, malathion, pirimiphos-methyl y piretrinas naturales mezcladas con butoxido de piperonilo. Lamentablemente uno de los grandes problemas que enfrentan es tipo de insecticidas es que

pueden dejar residuos en los granos y reaplican en forma líquida lo cual aumenta los riesgos de hongos e insectos en los granos.

Fumigantes

Hasta hace algunos años los fumigantes más usados eran fosfina (PH_3) y Bromuro de metilo (CH_3Br) y en menor medida Cianamida hidrogenada (HCN) y Cloropicrina. Son muy conocidos los múltiples usos del bromuro de metilo pero dada su alta toxicidad es un compuesto que está sometido a muchas restricciones y riesgo permanente de salir del mercado. Hoy en día el compuesto fumigante más utilizado es phostoxin cuyo ingrediente activo es fosforo de aluminio. Este compuesto químico reacciona con el aire y libera al medio fosfina. Su formulación más conocida es con tabletas.

CONSIDERACIONES FINALES

Como se ha visto existen una serie de métodos de control que muestran auspiciosas expectativas para el manejo orgánico de plagas de granos almacenados. Sin embargo, debe quedar muy claro que ninguna de estas medidas es capaz, por si sola, de dar soluciones a todos los problemas por lo que no se debe pensar en ellas como medios aislados de control sino que como complementarios. Todas las decisiones deben ser siempre orientadas dentro de un Manejo Integrado de Plagas ya que a pesar de ser métodos de control naturales, los insectos también tiene la capacidad de desarrollar resistencia a ellas. Por ende, del manejo racional que se haga de todas estas "herramientas" mayor será el período en que puedan sernos de utilidad.

LITERATURA CITADA

Aguilera, M. 1991 Validación semicomercial de polvos vegetales y minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motsc, *Prostephanus truncatus* (HORN) y *Rhyzopertha dominica* (FABR). Tesis Magíster en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 138p.

Aldryhim, Y. 1990. Efficacy of the amorphous silica dust, dryacide, against *Tribolium confusum* Duv and *Sitophilus granarius* (L.) Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). J. Stored Product Research 26(4):207-210

Allen,S. 2001. Inert dust offer safe insect control option. Farming Ahead N° 109 (Enero):49-50

Araya,J. 1993. Evaluación de polvos minerales y vegetales contra plagas de maíz y frijol almacenado en los estados de Zacatecas y Guerrero. Tesis Magíster en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México.95 p.

Banks,J; P. Fields.1995. Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems. In: Jayas,D; N.White y W. Muir (Eds) Stored Grain Ecosystems. Marcel Dekker Inc. New York. USA. P 353-409

Boucias,D, J. Pendland. 1998. Principles of insect pathology. Kluwer Academic Publishers. Norwell. Massachussets. USA. 550p.

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, Inc. New York. USA p 223-286.

Davidson,N.; J. Dibble, M. Flint, P. Marere, A. Guye. 1991.Managing insects and mites with Spray oils. IPM Education and Publications. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3347. USA.47p.

D'Antonio,L.1997. Principais pragas de graos armazenados. In: Armazenamento de graos e sementes nas propiedaes rurais. XXVI Congreso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Campina Grande. Paraiba. Brasil p 189-291

Coats,J.R. 1994. Risks from natural versus synthetic insecticides. Annu. Rev. Entomol. 39:489-515.

Díaz,G. 1985. Actividades de aceites vegetales para proteger maíz almacenado contra el gorgojo *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera:Curculionidae). Tesis Magíster en Ciencias. Instituto de Fitosanidad.Colegio de Postgraduados. Montecillo. Texcoco. México. 73p.

FAO. 1985. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha. Manual de Capacitación. Roma .Italia.250p.

Fields,P; W. Muir. 1996. Physical control. In: Subramanyam,B y D.Hagstrum (Eds). Integrated Management of insects in stored products.Marcel Dekker, Inc. New York. USA p 195-222.

Garcia,R., L.E. Caltagirone y A.P. Gutierrez. 1988. Comments on a redefinition of biological control. BioScience 38(10):692-694

Gastellum, R.; C. Rodríguez. 1996. Empleo de aceites y jabones como alternativas bioracionales para el control de plagas In: Rodríguez,C. (Editor) Control Alternativo de insectos plaga. Colegio de Postgraduados. Fundación mexicana para la educación ambiental A.C. Tepotzotlán. Edo de México. México p 79-88.

- Golob,P; C. Hanks. 1990. Protection of farm stored maize against infestation by *Prostephanus truncatus* (HORN) and *Sitophilus* species in Tanzania. J. Stored Prod. Res. 26(4):187-198.
- Gonzalez,O; A. Lagunes. 1986. Evaluación de métodos tecnificados y no tecnificados para el combate de *Spodoptera frugiperda* y *Sitophilus zeamais* en la Chontalpa, Tabasco. México. Folia Entomológica Mexicana. 70:65-74.
- Gonzalez,U.1995. El maíz y su conservación. Editorial Trillas. México DF. 399p
- Gowers S.L; G.N. Le Patourel. 1984. Toxicity of deposits of an amorphous silica dust on different surfaces and their pick-up by *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera:Curculionidae). J. Stored Product Research 20(1):25-29
- Hall,D.W. 1980. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. FAO Agricultural development Paper N°90. Roma. Italia p199-250.
- Izuru,Y. 1970. Mode of action of pyrethroids, nicotinoids and rotenoids. Annu. Rev. Entomol. 15:257-272.
- Korunic,Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. J. Stored Product Research 34(2/3):87-97
- Lagunes, A., C. Rodríguez H. 1989. Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT. Colegio de Postgraduados. México. 150 p
- Lagunes,A. 1994. Uso de extractos y polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Colegio de postgraduados. USAID, CONACYT, BORUCONSA. Texcoco. México. 35p.
- Larrain,P. 1982. Control de bruco con aceites vegetales IPA La Platina (11):36-37
- Larrain.P. 1994. manejo Integrado de plagas en granos almacenados. IPA La Platina 81:10-16
- Lindblad,C; L. Druben. 1979. Almacenamiento del grano: manejo-secado-silos; Control de insectos y roedores. Editorial Concepto. México DF.331p.
- Longstaff, B. 1994. The management of stored product pests by non-chemical means an australian perspective. J. Stored Product Research 30(3):179-185.
- Lucca,A., M. Picançao. 1995. Manejo Integrado de pragas do feijoeiro no armazenamento. Rev. Brasileira de Armazenamento 20(1/2):37-43.

Metcalf, R.L y E.R. Metcalf (1992) Plant kairomones in insect ecology and control. Chapman and Hall. New York. USA. p 169.

Moino,A. S.B. Alves. 1995. Bioensaios com *Beauveria bassiana* (BALS) Vuill para controle de pragas de graos armazenados. Revista de Agricultura 70(3):248.

Moino,A. S.B. Alves. 1998. Efeito de *Beauveria bassiana* sobre o desenvolvimento de *Sitophilus zeamais*. Revista manejo Integrado de Plagas 50:51-54.

Paez,A. 1987. El uso de polvos vegetales e inertes minerales como una alternativa para el combate del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera:Curculionidae) en maíz almacenado. Tesis Magíster en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México.107 p.

Padin,S.B., G.M. Dal Bello y A.L. Vasicek. 1995. Potencial bioinsecticida de hongos entomopatogenos de plagas en granos almacenados. Revista Facultad de Agronomía 15(1):1-7.

Permual,D; G. Le Patourel. 1990. Laboratory evaluation of acid-activated kaolin to protect stored paddy against infestation by stored product insects. J. Stored Product Research 26(3):149-153

Ramayo,L. 1983. Tecnología de granos. Departamento d e insutrias agrícolas. Universidad Autonoma Chapingo. Chapingo. México. 216p.

Rodríguez, H.C. 1993. Fitoinsecticidas en el combate de insectos *In*: "Bases prácticas de la agroecología en el desarrollo centroamericano". Modulo II: Manejo de plagas en el sistema de producción orgánica. San Martín Zapotitlan, Retalhuelu. Guatemala pág 112-125.

Rodríguez, C. 2000. Plantas contra plagas. RAPAM. Texcoco. México. 133 p.

Rodríguez,D. 1987. Evaluación de polvos vegetales y minerales para el combate del barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (HORN) (Coleoptera: Bostrichidae) en maíz almacenado. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad ed Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Córdoba. Veracruz. México. 69p

Salas,J. 1985. Protección de semillas de maíz (*Zea mays*) contra el ataque de *Sitophilus oryzae* a través del uso de aceites vegetales. Agronomía Tropical 35(4-6):19-27

Scholl,M. 1998.Integration of biological and non-biological methods for controlling arthropods infesting stored products. Postharvest News and Information 9(2):15-20

Serna,S. 1996. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. AGT Editores. México. 521p.

Silva,G. A. Lagunes, J.C. Rodríguez y D. Rodríguez. 2002. Insecticidas vegetales; una vieja y nueva alternativa en el manejo de insectos. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 66:4-12

Subramanyam, Bh. and R. Roesli. 2000. Inert dusts, pp. 321-380. In Subramanyam, Bh. and D. W. Hagstrum. (eds.), Alternatives to pesticides in stored-product IPM. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.

Stoll,G. 1989. Protección natural de cultivos. Editorial Científica Josef Margraf. Ludswigsburg. Alemania. 186p.

White,N; J. Leesch. 1996. Chemical control In: Subramanyam,B y D.Hagstrum (Eds). Integrated Management of insects in stored products.Marcel Dekker, Inc. New York. USA p 287-330.

Alternativas Ecológicas para el Control de Plagas y Enfermedades Agrícolas



SEMENARIO INTERNACIONAL

2007

Noviembre 5
Chillán - Chile



MEMORIA

Gonzalo Silva Aguayo
Ruperto Hepp Gallo

Editores



OPORTUNIDAD DE LOS PLAGUICIDAS DE ORIGEN VEGETAL EN LA AGRICULTURA CHILENA

Gonzalo Silva Aguayo
Departamento de Producción Vegetal
Facultad de Agronomía
Universidad de Concepción
Chillán. Chile
E-mail: gosilva@udec.cl

INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas de origen vegetal fueron los primeros biocidas utilizados a nivel mundial. Compuestos como la rotenona, piretrinas, ryania y nicotina constituyen ejemplos de los casos iniciales y exitosos de plaguicidas botánicos en ser usados en forma masiva en la agricultura moderna. Con la aparición de los compuestos de origen sintético muchos de estos bioplaguicidas pasaron a un segundo plano ya que los nuevos compuestos eran de rápida acción, menor costo y estaban disponibles durante todo el año.

Hoy en día se está viviendo lo que podríamos llamar una segunda época en la era de los plaguicidas de origen vegetal, también llamados plaguicidas botánicos o fitoplaguicidas. De hecho, algunos autores los consideran como la cuarta generación de plaguicidas.

Los problemas de plagas y enfermedades resistentes, la contaminación del ambiente, los residuos en los alimentos y las intoxicaciones han hecho que se vuelvan a considerar muchos de estos compuestos como alternativas viables para los diferentes sistemas productivos.

Lamentablemente, el mercado aún no está preparado para hacer una oferta variada, permanente y de bajo costo que supla la posible demanda que se generará durante los años que vienen. A esto se debe sumar el hecho de que no siempre las fuentes de información son todo lo validas que las circunstancias requieren. No es extraño que muchos compuestos de origen vegetal sean denominados como "insecticidas" por ejemplo, siendo que no eliminan al insecto sino que actúan como repelentes, deterrentes de la oviposición o alimentación o simplemente como confusores. Esto ha hecho de que muchas veces estos plaguicidas sean usados con expectativas demasiado

altas y al no tener los resultados esperados el agricultor solo reafirme su fe en los agroquímicos sintéticos como única alternativa efectiva para el control de plagas y enfermedades.

En el presente capítulo se mostrarán brevemente algunos de los resultados obtenidos en la búsqueda de nuevos compuestos de origen vegetal para el control de plagas de granos almacenados y enfermedades que se están llevando a cabo en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción.

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

La investigación sobre plaguicidas de origen vegetal puede tener dos vertientes; una es la de la agricultura de subsistencia en donde se busca la independencia del agricultor proporcionándole alternativas de manejo de fitopatógenos mediante el uso de plantas de su mismo medio. La otra consiste en buscar en las plantas silvestres, nuevas moléculas con propiedades biocidas con potencial de dar origen a una nueva familia de insecticidas o fungicidas que pudiesen llegar a sintetizarse en laboratorios como ha ocurrido con los piretroides y los carbamatos que son derivados sintéticos de moléculas aisladas de plantas como piretro (*Tanacetum cinerariaefolium*) y haba de calabar (*Physostigma venenosum*), respectivamente.

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

INSECTICIDAS

El objetivo de la investigación es la búsqueda de plantas con propiedades insecticidas que sirvan como una alternativa de bajo riesgo y fácil acceso para el control de plagas de granos almacenados. La idea es que el agricultor colecte plantas de su medio las seque y luego de molerlas las mezcle con el grano para su protección

Mortalidad, Emergencia de insectos y Pérdida de peso del grano

Se decidió trabajar con *Sitophilus zeamais* Motschulsky como unidad de prueba debido a que esta especie es considerada como plaga primaria en trigo, arroz, maíz y avena almacenada además de estar catalogada como la plaga de granos almacenados con un mayor número de reportes de resistencia a insecticidas organosintéticos.

En total se han evaluado casi 400 plantas de las cuales dos han mostrado tener un alto poder insecticida. Estas, por efecto de los trámites de protección de propiedad industrial e intelectual han sido identificadas como **UDCCH-01** y **UDCCH-02**. En una primera etapa todas las plantas fueron evaluadas en una dosis única de 1% (p/p) y aquellas que mostraron resultados prometedores fueron evaluados en más dosis. En el Cuadro 1 se puede apreciar claramente que ambas plantas a la forma de polvo se destacan del resto las que fueron puestas a manera de ejemplo con un simple espíritu comparativo.

Estos polvos vegetales mostraron un alto porcentaje de mortalidad que en el caso de UDCCH-02 fue superior al 90% lo que la convierte en una especie de perspectivas auspiciosas. En cuanto a la disminución en la emergencia de adultos (F1) se observa la respuesta lógica en el sentido en que las dos especies con mayor mortalidad muestran también una menor emergencia de insectos al cabo de dos meses. Esto obviamente se debe a que las hembras con las que fueron infestadas las unidades de prueba no fueron capaces de depositar su carga normal de huevos o bien no pudieron copular con los machos. En cuanto a la pérdida de peso de los granos se da la misma lógica anterior en que una mayor mortalidad que a su vez deriva en una menor emergencia de insectos (F1) también muestra una menor pérdida de peso.

Las evaluaciones posteriores con un mayor número de dosis en estas plantas mostraron que las concentraciones más efectivas son de 1 y 2% (p/p) lo que implica una concentración razonable de polvo al momento de ensacar los granos (Cuadro 2).

Cuadro 1. Mortalidad, emergencia de adultos y pérdida de peso del grano para el control de *Sitophilus zeamais* M. en granos almacenados tratados con polvos vegetales al 1%

Nombre científico	Mortalidad (%)*	Emergencia (%)*	Pérdida peso (%)*
<i>A. dealbata</i>	0,0 e 11,3 c	50,0 e 35,2 f	5,7 b 7,1 ab
C. silicuastrum			
<i>C. sternianus</i>	2,5 de	26,9 fgh	5,4 b
<i>C. eragrostis</i>	0,0 e	16,1 hij	5,5 b
<i>D. stramonium(hoja)</i>	1,8 de	77,7 bc	6,9 ab
<i>D. stramonium(semilla)</i>	1,8 de	83,4 b	7,6 ab
<i>D. carota</i>	3,5 de	58,1 de	6,5 ab
<i>E. moschatum</i>	6,9 cd	20,7 ghij	6,0 ab
<i>E. californica</i>	2,9 de	8,0 jk	5,7 b
<i>H. perforatum</i>	3,5 de	16,9 hij	5,3 b
<i>L. angustifolius</i>	0,0 e	62,9 de	3,1 b
<i>M. piperita</i>	0,0 e	22,2 fghij	12,7 a
<i>P. annua</i>	3,0 de	79,1 bc	6,3 ab
<i>Q. saponaria</i>	2,9 de	12,5 hij	6,3 ab
<i>R. raphanistrum</i>	3,3 de	24,4 fghi	6,6 ab
<i>R. graveolens</i>	3,5 de	67,8 cd	7,4 ab
<i>S. molle</i>	1,8 de	17,4 hij	5,9 ab
<i>S. vulgaris</i>	2,3 de	83,4 b	6,5 ab
<i>U. urens</i>	0,6 e	25,4 fghi	5,2 b
<i>V. litoralis</i>	7,2 cd	31,6 fg	4,7 b
<i>V. persica</i>	5,9 cde	60,2 e	6,2 ab
UDCCH-01	65,8 b	11,6 ijk	6,3 ab
UDCCH-02	99,3 a	0,0 k	6,1 ab
Testigo	-	100 a	9,5 ab

*Tratamientos con igual letra en la columna, no difieren estadísticamente.

Tukey ($\alpha = 0,05$)

Cuadro 2. Mortalidad, emergencia de adultos y pérdida de peso del grano para el control de *Sitophilus zeamays* M. con polvos de **UDCCH-01** y **UDCCH-02** a diferentes concentraciones.

Concentración(%)	Especie	Mortalidad (%)*	Emergencia (%)*	Pérdida de Peso (%)*
0,1	UDCCH-01	3,1 c	85,6 b	8,8 a
0,5		12,9 b	78,0 b	8,0 b
1		90,3 a	4,0 c	5,3 c
2		90,1 a	3,8 c	2,7 d
Testigo			100 a	8,2 ab
0,1	UDCCH-02	5,3 c	77,9 b	8,3 a
0,5		41,9 b	59,8 c	7,1 b
1		97,1 a	0,1 d	1,6 c
2		98,8 a	0,0 d	0,1 d
Testigo			100 a	8,2 a

*Tratamientos con igual letra en la columna, no difieren estadísticamente.

Tukey ($\alpha = 0,05$)

Residualidad

Uno de los grandes problemas de los plaguicidas de origen vegetal, es su baja residualidad. Normalmente son rápidamente degradados por las condiciones del medio. Se puede pensar que por ser las semillas almacenadas en un agroecosistema de baja luminosidad y oxigenación estos compuestos podrían tener una mayor residualidad. Sin embargo, los resultados obtenidos, Cuadros 3 y 4, muestran que esto no sucede.

Cuadro 3. Residualidad con granos de maíz tratados con polvo de UDCCH-01 al 1% y 2%.

Residualidad	Tratamiento	Mortalidad (%)	Emergencia (%)	Pérdida de peso (%)
24 horas	Testigo	0,9 g	100,0 a	10,0 a
	1%	85,2 b	10,8 e	6,9 e
	2%	100 a	3,6 e	3,1 g
30 días	Testigo	2,8 fg	100,0 a	7,0 e
	1%	20,9 c	96,2 ab	7,2 de
	2%	23,7 c	81,1 c	8,0 cd
60 días	Testigo	1,1 g	100,0 a	9,2 ab
	1%	10,7 d	89,8 bc	7,2 de
	2%	21,9 c	64,8 d	8,5 bc
90 días	Testigo	0,0 g	100,0 a	5,1 f
	1%	6,1 ef	56,3 d	5,8 f
	2%	8,9 de	58,0 d	5,3 f

*Tratamientos con igual letra en la columna, no difieren estadísticamente. Tukey ($\alpha = 0,05$)

Germinación

Cuando se está trabajando en la protección de semillas uno de los aspectos fundamentales a considerar es el porcentaje de germinación. Obviamente se espera que cualquiera que sea la medida de control elegida esta no afecte el poder germinativo de las semillas. En el Cuadro 5 se puede observar que a pesar de que los resultados numéricamente difieren estos no son estadísticamente significativos con el testigo que presenta un valor mayor. Esta variabilidad en los resultados se debe principalmente a que el maíz utilizado no estaba destinado para semilla sino que para alimentación animal.

Cuadro 4. Residualidad con granos de maíz tratados con polvo de **UDCCH-02** al 1% y 2%.

Residualidad	Tratamiento	Mortalidad (%)	Emergencia (%)	Pérdida de peso (%)
24 horas	Testigo	0,0 b	100,0 a	8,2 b
	1%	95,0 a	4,7 e	2,4 d
	2%	100,0a	0,0 e	1,1 e
30 días	Testigo	0,0 b	100,0 a	9,4 a
	1%	1,7 b	65,1 d	8,2 b
	2%	3,9 b	72,9 bc	8,9 a
60 días	Testigo	2,3 b	100,0 a	9,3 a
	1%	1,6 b	75,4 b	7,5 c
	2%	1,3 b	66,4 cd	8,2 b
90 días	Testigo	0,0 b	100,0 a	9,2 a
	1%	1,7 b	75,5 b	7,2 c
	2%	3,3 b	74,5 b	8,2 b

*Tratamientos con igual letra en la columna, no difieren estadísticamente. Tukey ($\alpha = 0,05$)

Cuadro 5. Porcentaje de germinación de granos de maíz tratados con **UDCCH-01** y **UDCCH-02** para el control de *Sitophilus zeamais* M.

Concentración (%)	Especie	Germinación (%)*
1	<i>UDCCH-01</i>	36,7 a
	UDCCH-02	46,7 a
	UDCCH-01	46,7 a
2	UDCCH-02	46,7 a
	-	73,3 a
Testigo	-	73,3 a

*Tratamientos con igual letra en la columna, no difieren estadísticamente. Tukey ($\alpha = 0,05$).

Efecto Fumigante

Muchos aceites esenciales obtenidos de plantas aromáticas han mostrado tener efecto como fumigantes. En base a estos antecedentes es que se decidió evaluar si estos en forma de polvo presentaban algún tipo de acción de esta naturaleza. De las dos especies más prometedoras solamente **UDCCH-01** mostró resultados prometedores alcanzando valores de 100% (Cuadro 6).

Cuadro 6. Mortalidad de adultos de *S. zeamais* en los bioensayos para evaluar el efecto fumigante de los polvos de **UDCCH-01**.

Especie	Concentración (%)	Mortalidad (%)
UDCCH-01	1	100,0 a
UDCCH-01	2	100,0 a
Testigo		0,0 b

*Tratamientos con igual letra en la columna no difieren estadísticamente. Tukey ($\alpha = 0,05$).

Efecto Repelente

La repelencia es sin duda el efecto más conocido de los insecticidas vegetales y en este caso UDCCH-01 mostró tener un elevado efecto repelente para los insectos que atacan los granos almacenados (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de insectos adultos atraídos e Índice de Repelencia de los polvos de **UDCCH-01**.

Tratamiento	Concentración (%)	Insectos atraídos (%)	Índice de Repelencia
UDCCH-01	1	30,2 a	0,604 (Repelente)
Testigo	-	69,8 b	
UDCCH-01	2	37,1 a	0,742 (Repelente)
Testigo	-	62,9 b	

*Tratamientos con igual letra en la columna no difieren estadísticamente. Tukey ($\alpha = 0,05$).

FUNGICIDAS

Los objetivos de esta parte de la investigación son básicamente los mismos señalados que para insecticidas realizándose estudios de inhibición del crecimiento de *Botrytis cinerea* en laboratorio. La cepa de *Botrytis cinerea* fue asilada de frutos de arándano en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción. Esta cepa fue mantenida en medio Agar papa dextrosa (PDA) y fue replicada las veces que fue necesario para inocular las placas que formaban el bioensayo.

Se evaluaron cuatro concentraciones ; 500, 1000, 2000 y 4000 partes por millón (ppm). Los polvos se mezclaron con el medio PDA en un matraz que contenía agua destilada calentada al baño María. Primero se agregaron 20ml del polvo vegetal (que corresponde a la concentración de 4000ppm) el cual posteriormente se vació en 4 tubos de ensayo agregando al primero 20mL de concentración 4000ppm para ir disminuyendo a la mitad el siguiente de modo que cuando se completó con agua un volumen de 20mL quedaron a las concentraciones de polvo vegetal necesitadas. Luego el contenido de cada tubo de ensayo fue vertido en partes iguales en cuatro placas petri, constituyendo las cuatro repeticiones de cada tratamiento. Una vez enfriadas las placas fueron inoculadas en el centro con un disco de *Botrytis* proveniente de los aislamientos antes descritos. La capacidad fungicida/fungistática fue evaluada por la capacidad de crecer del disco inoculado. Todos fueron comparados con un testigo que solo contenía el medio PDA. Diariamente se midió el radio de crecimiento del disco inoculado y cuando alcanzó los bordes de la placa en el testigo se dio por finalizado el bioensayo.

Los resultados muestran que de las nuevamente casi 400 plantas evaluadas solamente tres mostraron resultados prometedores las que fueron identificadas como **UDCCH-03**, **UDCCH-04** y **UDCCH-05**. Estas fueron capaces de inhibir el crecimiento del hongo pero no causaron mortalidad ya que cuando fue obtenida una muestra y puesta en medio PDA sin los compuestos vegetales estos crecieron nuevamente sin problemas. Esto hace que los siguientes pasos sean aumentar las dosis en laboratorio para ver si se consigue mortalidad y hacer las respectivas evaluaciones en invernadero y campo. En las fotografías 1 a 4 se puede observar las diferencias de crecimiento del hongo entre el testigo (Foto 4) y el medio mezclado con UDCCH-05.

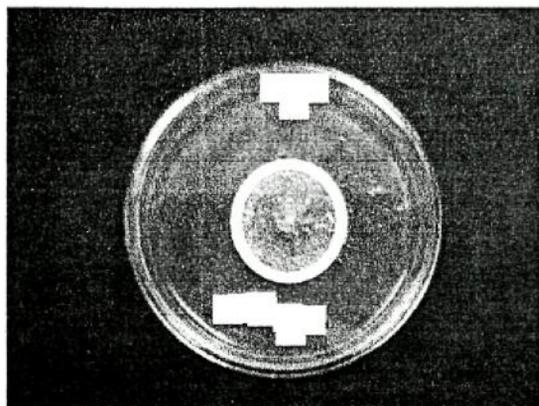


Foto 1.- 1000 ppm

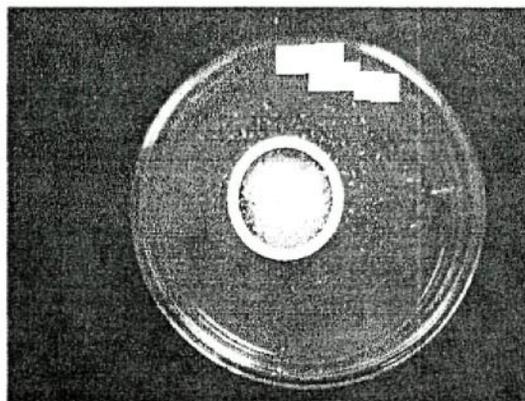


Foto 2.-2000 ppm

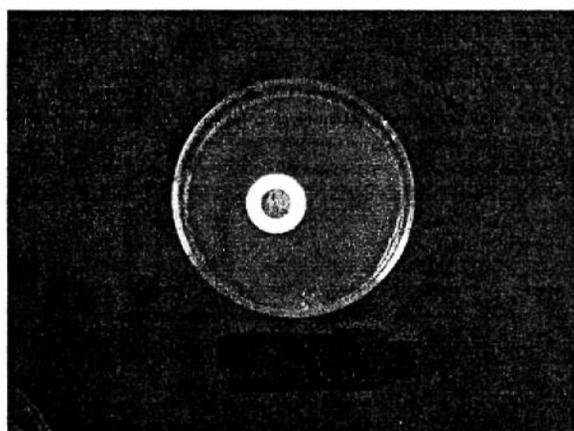


Foto 3.- 4000 ppm

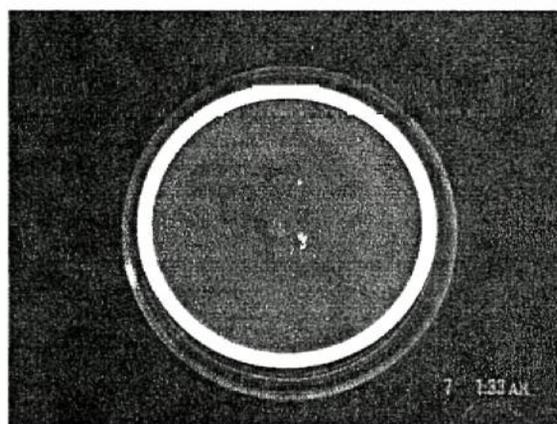


Foto 4.- Testigo

PERSPECTIVAS FUTURAS

Los plaguicidas vegetales, constituyen una "vieja nueva opción" que algunos autores como Simmonds *et al.* (1992), hoy en día clasifican como la cuarta generación de insecticidas. Para Rodríguez (1996b), se trata de un método biorracional de fitoprotección que permite la sostenibilidad de los agroecosistemas. Isman (1999) señala que en 10 a 15 años, estos compuestos probablemente representarán cerca del 50% del mercado total de plaguicidas. Sin embargo, aunque los biocidas vegetales constituyen opciones muy ventajosas desde el punto de vista ecológico, sería utópico llegar a pensar que van a reemplazar completamente a los organosintéticos. Lamentablemente,

quienes se oponen al uso de plaguicidas convencionales, rara vez ofrecen soluciones económicamente viables (Arauz, 1996).

Vandermeer (1996), indica que el Manejo Integrado de Plagas constituye la primera etapa del desarrollo de una agricultura sostenible. Además la sostenibilidad de la agricultura no implica necesariamente la eliminación de los plaguicidas como opción de manejo, pero pone énfasis en el uso de opciones de bajo riesgo (Arauz, 1996).

Jacobson (1989), indica que las familias botánicas más prometedoras para su uso en el control de plagas son: meliaceae, rutaceae, asteraceae, annonaceae, labiatae y canellaceae. Hoy en día se encuentran en desarrollo una serie de plaguicidas vegetales como los obtenidos a partir de semillas de *Annona muricata*, *Annona triloba*, *Melia volkensii* y *Nicotiana glauca*, corteza de *Quillaja saponaria* y follaje de *Carceolaria andina*. Además, se han obtenido resultados muy prometedores con extractos de las raíces de *Tagetes* spp, extractos foliares de *Gyngy biloba*, semillas de *Vitis vinifera* y *Lupinus* spp, mismos que en un futuro cercano podrían constituir herramientas nuevas y muy útiles para el control de plagas y enfermedades (Isman, 1997). Los plaguicidas vegetales, según señala Rodríguez (1996a), presentan la ventaja de ser compatibles con otras opciones de bajo riesgo aceptables en el control de plagas y enfermedades, tales como feromonas, aceites, jabones, entomopatógenos, depredadores y parasitoides, entre otros, lo que aumenta enormemente sus posibilidades de integración a los diferentes programas de manejo.

Sin lugar a dudas, las perspectivas para el uso de estos compuestos vegetales son muy prometedoras. Paulatinamente se irá incrementando su participación relativa en el mercado y se perfeccionarán los métodos de búsqueda e identificación de compuestos vegetales que darán origen a nuevas familias de compuestos mucho menos agresivos con el ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados que se entregan en el presente manuscrito han sido posibles gracias al financiamiento proporcionado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción (DIUC). Del mismo modo agradecemos a los entonces estudiantes y hoy

colegas ingenieros agrónomos Diana Pizarro, Paulina González, Odette Orrego, Rodrigo Kiger, Gabriel Bustos y Francisco Osses que a través de sus tesis de grado aportaron su trabajo los cuales han sido recursos muy valiosos en la presente investigación.

LITERATURA CITADA

Arauz C.L., 1996. La protección de cultivos en la agricultura sostenible: perspectivas para Costa Rica. *Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 41:29-36.

Isman, B.M. 1997. Neem and other botanical insecticides: barriers to comercialization. *Phytoparasitica* 25(4):339-344.

Isman, B.M. 1999. Neem and related natural products. *In* : Hall, F and J.J. Menn (Eds) *Methods in Biotechnology, Vol 5: Biopesticides: Use and Delivery*. Humana Press, Totowa N.J. USA. 139-153pp.

Jacobson, M. 1989. Botanical Pesticides Past, Present and Future. *In*: Arnason, J, B.J.R. Philogéne y P. Morand (Eds) *Insecticides of plant origin*. American Chemical Society, Washington, D.C. USA pág 2-10.

Rodríguez, H.C. 1996a. Extensión y capacitación en el uso de plaguicidas botánicos. *In*: Memoria I Taller latinoamericano sobre bioplaguicidas ¿Mito, Placebos o una alternativa en la agricultura sostenible?. Escuela Panamericana de Agricultura. El Zamorano. Honduras pág. 1-6.

Rodríguez, H.C. 1996b. Plantas insecticidas: Un método sostenible de fitoprotección. *In*: Memorias II Simposio Internacional y III Reunión nacional

sobre Agricultura sostenible: Una contribución al desarrollo agrícola integral. Montecillo. México pág 233-238.

Simmonds, M.S., H.C. Evans y W.M. Blaney. 1992. Pesticides for the year 2000: mycochemicals and botanicals. *In*: Aziz A, S.A. Kadir and H. Barkov (Editors). Pest Management and the environment in 2000. CAB International. Wallingford. Oxon. UK. pág 127-164.

Vandermeer, J. 1996. El conocimiento ecológico y la complejidad para el Manejo Integrado de Plagas, en el mundo postmoderno. *Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 41: 37-44

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La flora presente en Chile tanto nativa como introducida cuenta con especies con potencial para desarrollar nuevas alternativas plaguicidas. Sin embargo, se debe tener cuidado en que las especies con que se trabaje no sean de baja densidad natural, no se encuentren en vías de extinción o protegidas por la ley y que las estructuras que muestren actividad sean renovables como hojas, flores o frutos y no comprometan la vida de la planta como raíces o corteza.

Los polvos vegetales que mostraron actividad durante el desarrollo de la propuesta actúan como insecticidas de contacto y repelentes, por lo que se deben calificar como protectores preventivos en lugar de curativos. Esto debido a que una vez que el insecto penetró el grano ningún polvo vegetal presenta actividad.

En términos generales, también se puede concluir que la técnica de mezclar los polvos vegetales con inertes minerales constituye una alternativa válida. Esta presenta las ventajas de que se requiere una menor cantidad de polvo vegetal, no se pierden sus propiedades insecticidas y mejora el cubrimiento. Igualmente ha quedado muy claro durante el desarrollo del proyecto que para que la idea sea aplicable a los productores chilenos se debe privilegiar el uso de plantas perennes ya que por características de nuestro clima el uso de especies anuales no siempre coincidirá con las necesidades del agricultor por proteger su grano.

Finalmente, se puede recomendar que el siguiente paso es realizar estudios fotoquímicos que permitan dilucidar cuales son los componentes presentes en estas plantas y que están actuando de modo de poder formular un bioplaguicida y llevar esta iniciativa de los pequeños productores a los de mayor tamaño.

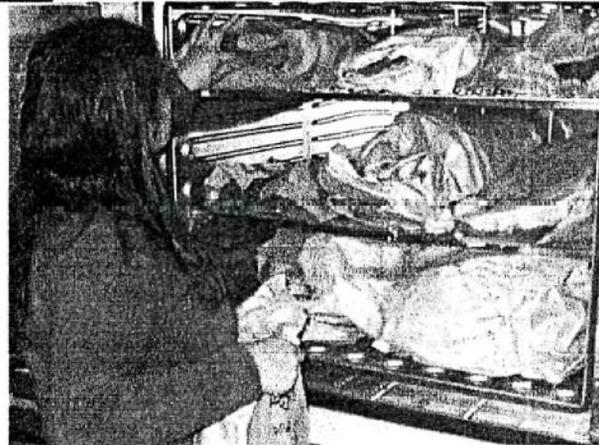
9.- OTROS ASPECTOS DE INTERES

La unidad de propiedad industrial de la Universidad de Concepción concluyó los estudios sobre la factibilidad de obtener una patente en base a los resultados obtenidos la cual concluyó con que esto no es factible dado la semejanza de algunas investigaciones con otro tipo de productos de origen vegetal.

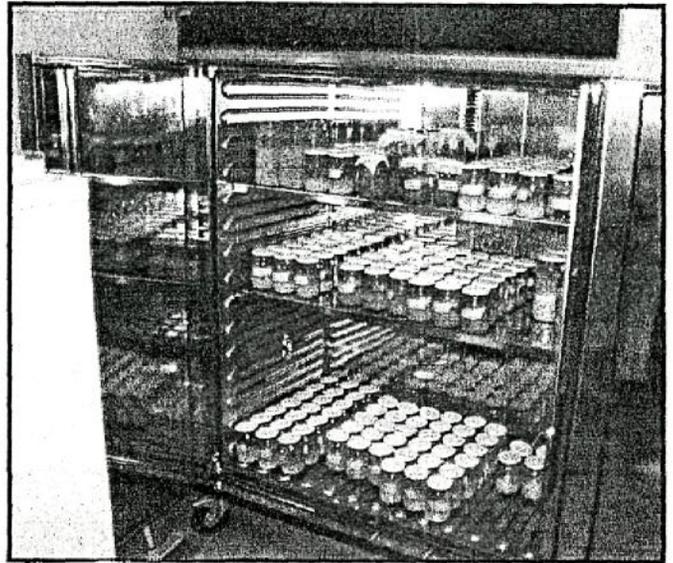
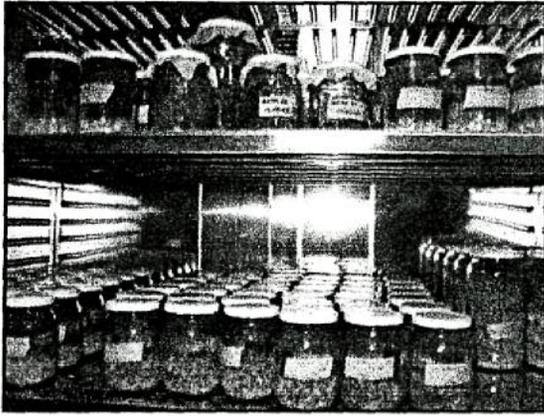
10.- ANEXOS

FOTOGRAFIAS

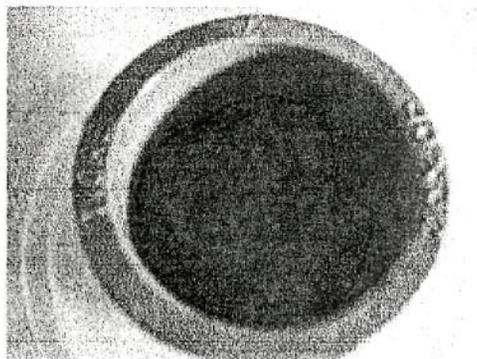
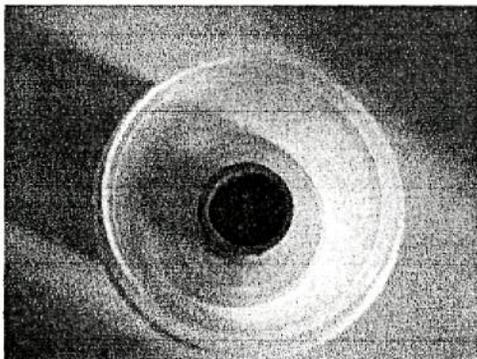
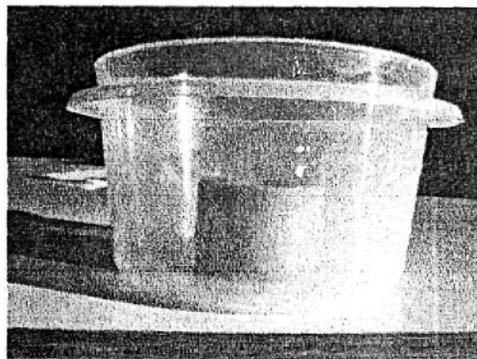
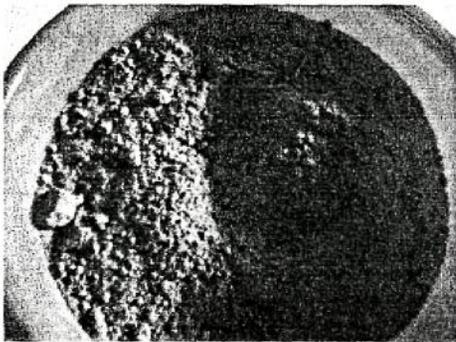
COLECTA PLANTAS

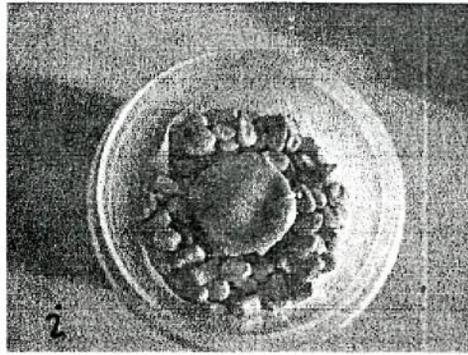
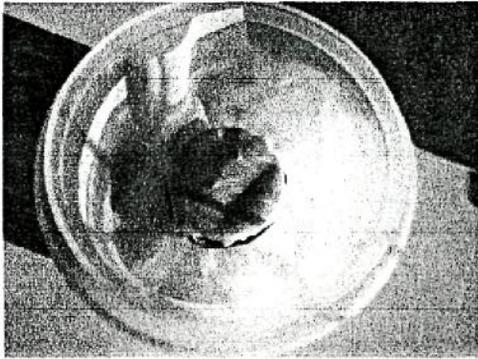


Efecto insecticida

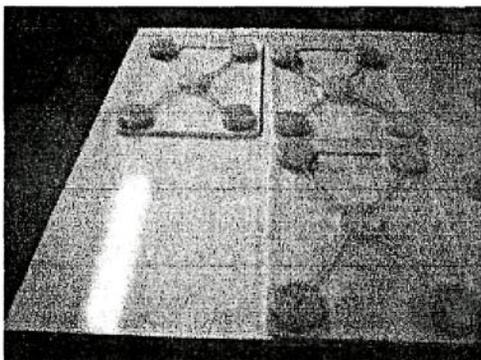


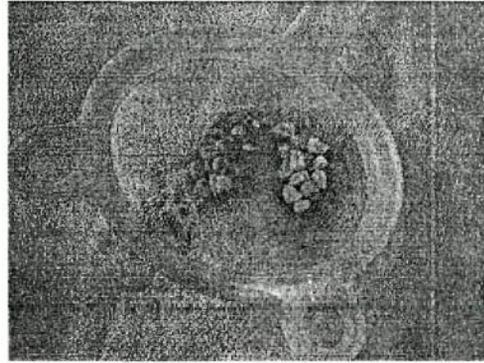
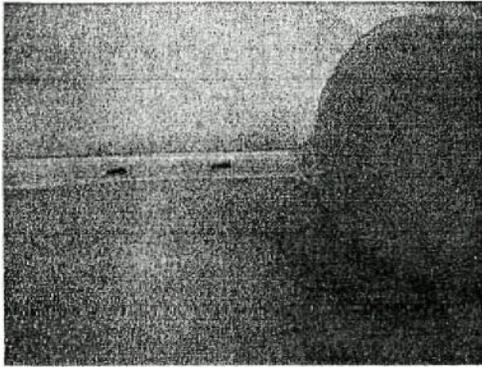
Efecto Fumigante



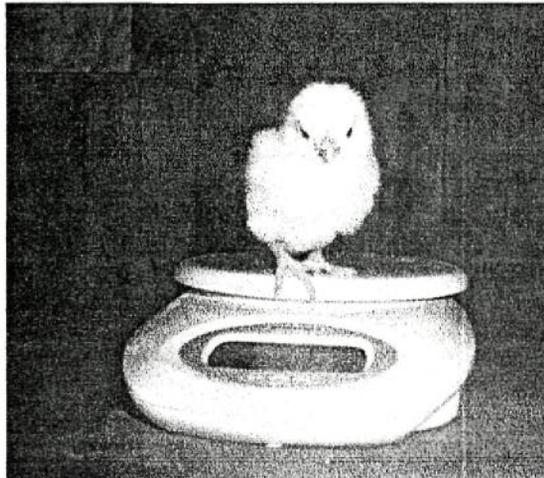


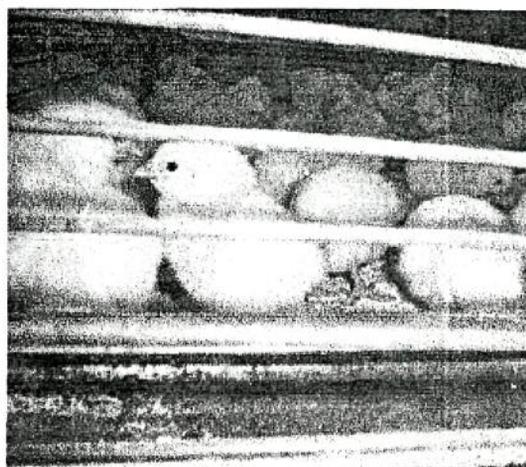
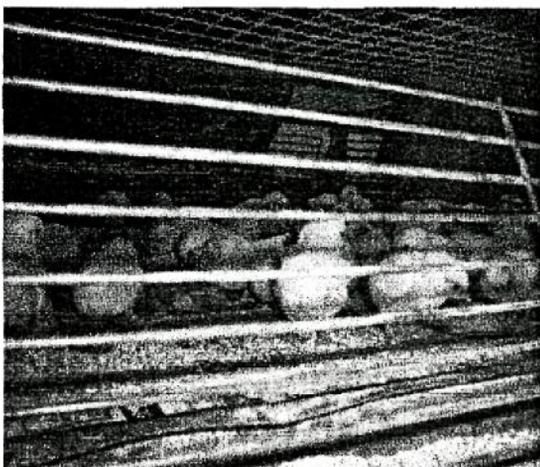
Efecto Repelente



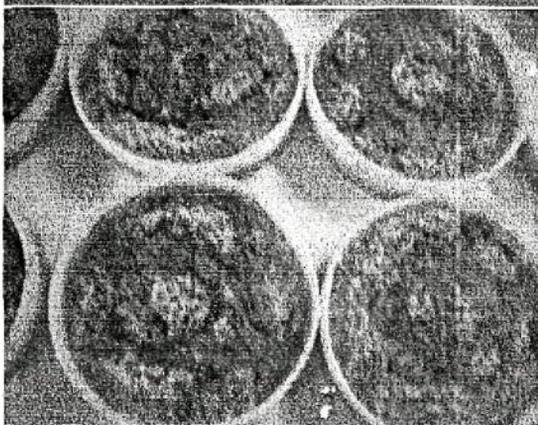
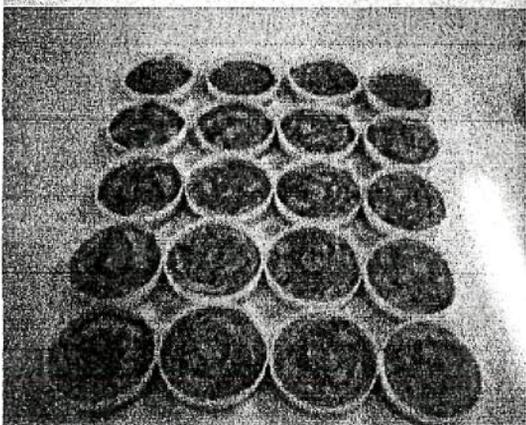
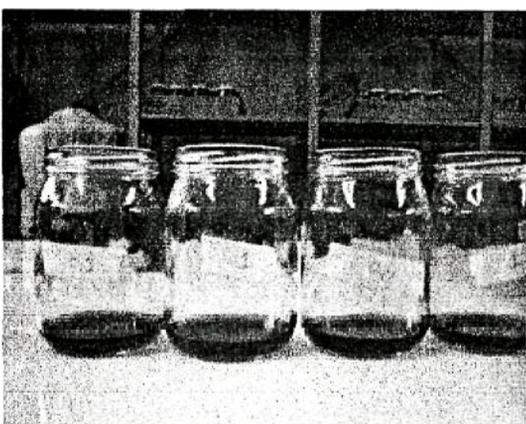


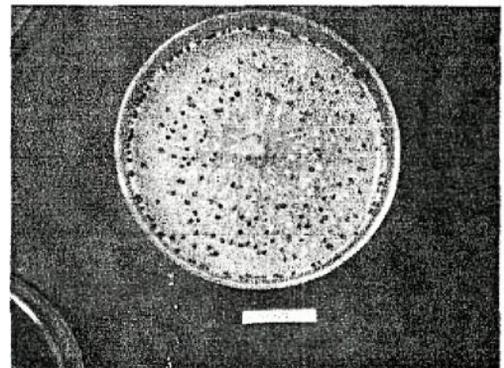
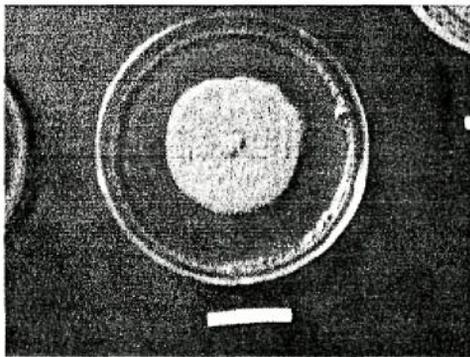
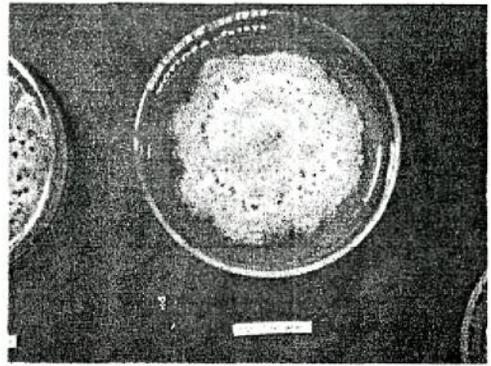
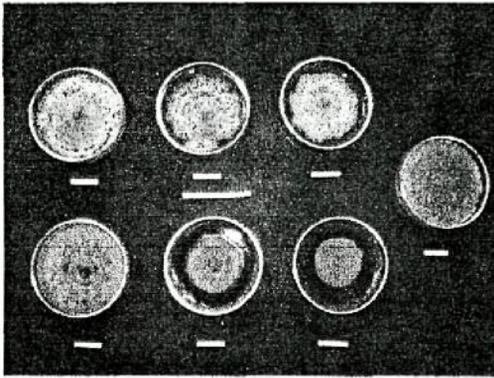
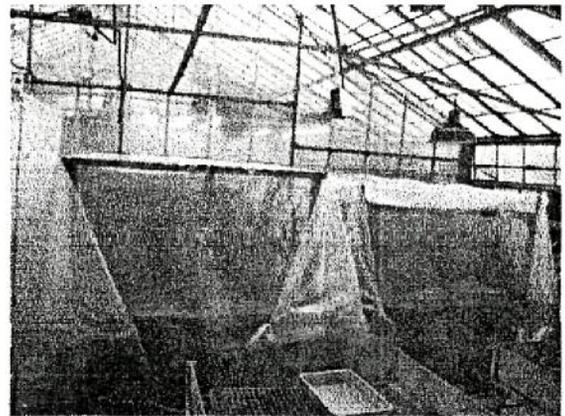
Bioensayos con aves

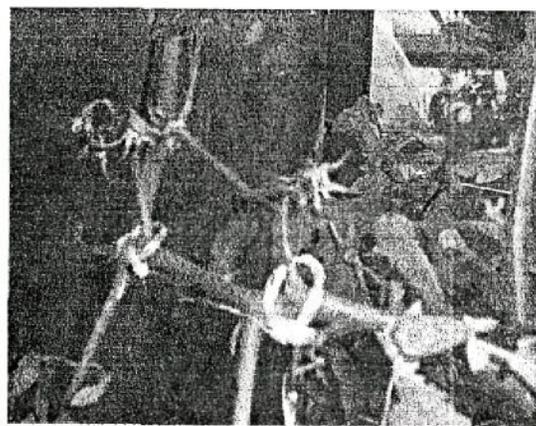
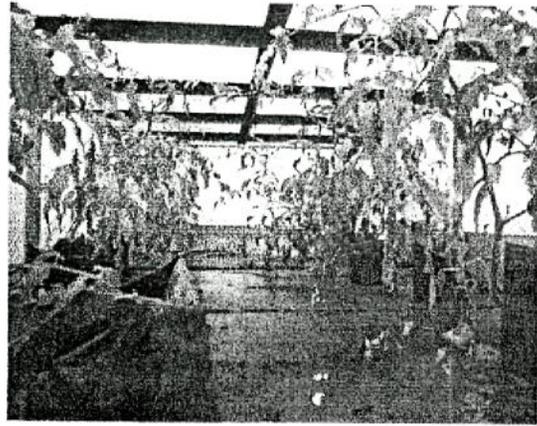
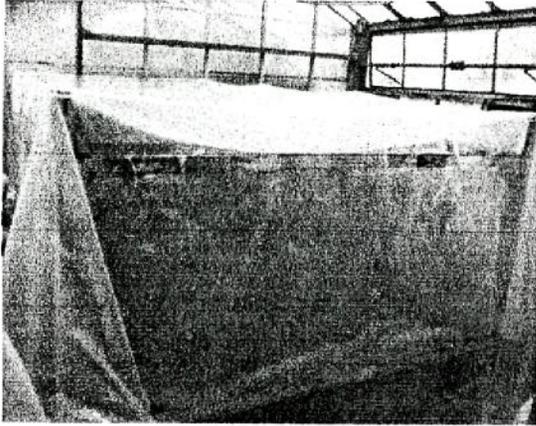




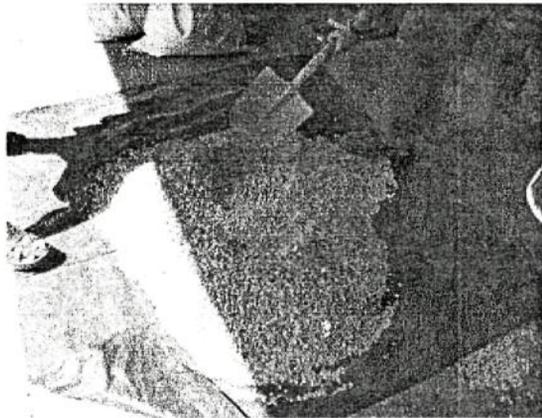
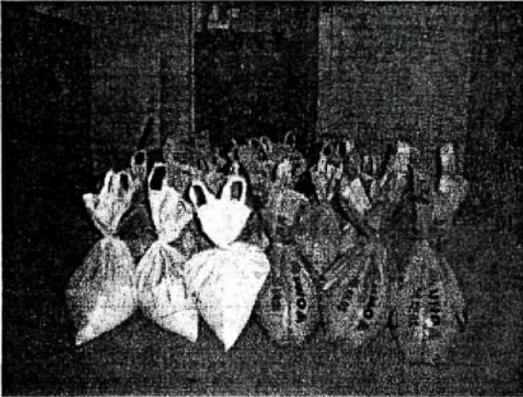
Extractos

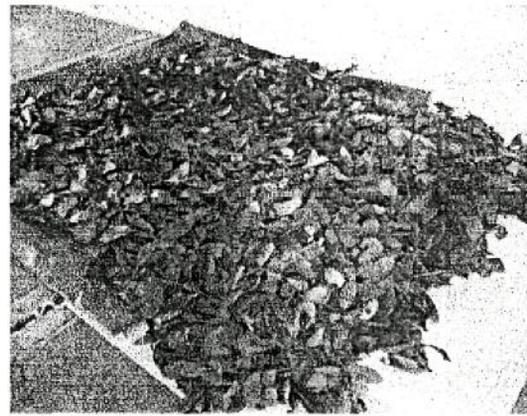
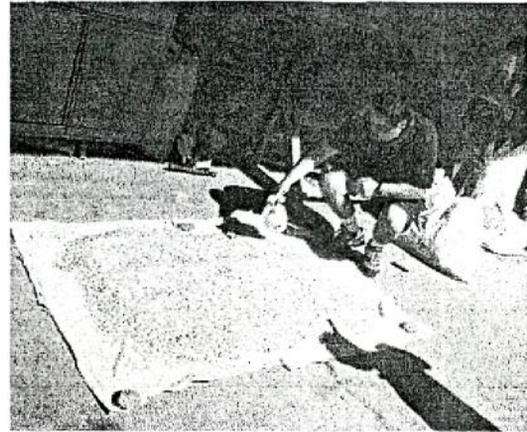


Bioensayos con *Botrytis cinerea* en laboratorio**Bioensayos con *Botrytis cinerea* en invernadero**



ENSAYOS EN BODEGA





11.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Abbott, W. A.** 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Adams, J. M., and C. G. M. Shulten.** 1976. Losses caused by insects, mites and microorganisms. *In: Postharvest Grain Loss Assessment Methods.* American Association of Cereal Chemistry. Slough, England. pp 83-93.
- Casals, P. y G. Silva.** 1999. Susceptibilidad a insecticidas del pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae* Sulzer) en remolacha. *Agro-Ciencia.* 15: 55-61.
- González, U.** 1995. El maíz y su conservación. Editorial Trillas. México. D.F. México.
- Halstead, D. G. H.** 1963. External sex differences in stored-products coleoptera. *Bull. Entomol. Res* 54: 119-134.
- Lagunes, A., C. Rodríguez.** 1989. Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT-Colegio de Postgraduados. Montecillo. Texcoco, México. 150 p.
- Larraín, P.** 1994. Manejo integrado de plagas en granos almacenados. *IPA, La Platina.* 81: 10-16.
- Makanjuola, W.A.** 1989. Evaluation of extracts of Neem (*Azadirachta indica* A Juss) for the control of some stored product pests. *J. Stored. Prod. Res.* 25(4): 231-237
- Malik, M. & N. Mujtaba.** 1984. Screening of some indigenous plants as repellents or antifeedants for stored grain insects. *J. Stored. Prod. Res.* 20(1): 41-44
- Mazzonetto, F., J. Vendramim.** 2003. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoselides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. *Neotropical Entomology* 32(1):145-149.
- Paez, A.** El uso de polvos vegetales e inertes minerales como una alternativa para el combate del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleóptera: Curculionidae) en maíz almacenado. Montecillo, México. 1987. 108p. Tesis de Maestría en Ciencias (M Sc) Colegio de Postgraduados en

Ciencias Agrícolas.

Procopio,s., J. Vendramim, J. Ribeiro & J. Barbosa. 2003. Bioatividade de diversos pós de origen vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera:Curculionidae). *Ciência e Agrotecnologia* 27(6):1231-1236.

Rodríguez H., C. 2000. Propiedades plaguicidas del epazote *Teloxys ambrosioides* (Chenopodiaceae). En: Memorias del VI simposio nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas. (Ed. C. Rodríguez),. pp.95-110. Sociedad Mexicana de Entomología. Acapulco. México.

Rodríguez, C., G. Silva y J.D. Vendramim. 2003. Insecticidas de origen vegetal *In*: G. Silva y R. Hepp (eds). Bases para el manejo racional de insecticidas. Universidad de Concepción-Fundación para la Innovación Agraria. Chillán. Chile. pp: 87-112.

SAS Institute 1998. SAS®. Lenguage Guide for Personal Coputers release. 6.03 Edition. SAS Institute. Cary. N. C. USA. 1028 p.

Silva, G., A. Lagunes, J. Rodríguez, y D. Rodríguez. 2002. Insecticidas vegetales: Una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 66: 4-12.

Silva, G., D. Pizarro, P. Casals, M. Berti. 2003. Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado. *Revista Brasileira de Agrociência.* 9: 383-388.

Subramanyam, B. & R. Roesli. 2000. Inert dust. En: Alternatives to pesticides in stored-product IPM. (Eds. Subramanyan,B. & D. W. Hagstrum), pp.321-379. Kluwer Academics Publishers. Boston. USA.

Tapondjou, L.A., H., Bouda, D.A. Fontem, 2002. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six stored products beetles. *J. Stored. Prod. Res.* 38: 395-402.

Tavares,.M. y J. Vendramim 2005a. Bioatividade de Erva de Santa Maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera:Curculionidae). *Neotropical Entomology*, 34(2): 319-323.

Tavares,.M. y J. Vendramim 2005b. Atividade inseticida da Erva de Santa

Maria, *Chenopodium ambrosioides* L.,(Chenopodiaceae) em relação a *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col.:Curculionidae) Arq. Inst. Biol. 72(1):51-55.

Vogel, H., I. Razmilic y U. Doll. 1997. Contenido de aceite esencial y alcaloides en diferentes poblaciones de boldo (*Peumus boldus* Mol.). Ciencia e Investigación Agraria 24 (1): 1-6.

Vogel,H., I. Razmilic, M. Muñoz., U. Doll and J. San Martín. 1999. Studies of genetic variation of essential oil and alkaloid content in Boldo (*Peumus boldus*). Planta Med. 65:90-91.

Vogel,H., I. Razmilic, J. San Martín, U. Doll y B. González. 2005a. Plantas medicinales chilenas: experiencias de domesticación y cultivo de Boldo, Matico, Bailahuén, Canelo, Peumo y Maqui. Editorial Universidad de Talca. Talca. Chile. 192p.

Vogel,H., I. Razmilic, P. Acevedo y B. González. 2005b. Alkaloid and essential oil concentration in different populations of *Peumus boldus*. Acta Hort. 676:181-184.

Weaver, D., B. subramanyam. 2000. Botanicals. En: Alternatives to pesticides in stored-product IPM. (Eds. Subramanyan,B. & D. W. Hagstrum), pp.303-320. Kluwer Academics Publishers. Boston. USA.