

# EVALUACION DE PLANTAS MEDICINALES EN POLVO PARA EL CONTROL DE *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY EN MAIZ ALMACENADO

## EVALUATION OF MEDICINAL PLANT POWDERS AGAINST *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY IN STORED CORN

SILVA, Gonzalo<sup>1</sup>; PIZARRO, Diana<sup>2</sup>; CASALS, Pedro<sup>3</sup>; BERTI, Marisol<sup>4</sup>

### RESUMEN

Se evaluaron siete plantas medicinales en polvo en concentraciones de 0,1%, 1% y 2% para el control de *Sitophilus zeamais* en condiciones de laboratorio. Los parámetros evaluados fueron mortalidad y emergencia de adultos, pérdida de peso y germinación del grano, y concentración letal 50% (CL50). Se evaluó 22 tratamientos con tres repeticiones incluyendo un testigo. El diseño experimental fue completamente al azar y el ensayo se repitió tres veces. La mayor mortalidad se obtuvo con *Peumus boldus* al 1% y 2% con valores de 50,5 y 82,8%, respectivamente, y la CL50 fue de 7,4 g kg<sup>-1</sup>. La menor emergencia se obtuvo en estos mismos tratamientos más *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* al 1% y 2%, *Melissa officinalis* al 0,1%, 1% y 2% y *Rosmarinus officinalis* al 1%. En todos los tratamientos, la pérdida en peso de granos fue menor al 6%. La germinación de los granos tratados con *P. boldus* no se vio afectada.

Palabras-clave: granos almacenados, insecticidas vegetales.

### INTRODUCCION

La pérdida de granos en almacenaje es uno de los problemas que enfrenta el agricultor en postcosecha. Esto es especialmente importante en los países en desarrollo, donde los productores a pequeña escala ven mermadas sus cosechas a causa de la destrucción de los granos almacenados por roedores, insectos, hongos y bacterias (LARRAÍN, 1994).

En Chile, el número de plagas que afectan a los productos almacenados alcanza a casi 60 especies, de las cuales sólo siete han sido asociadas a alguna de las ocho especies de enemigos naturales y depredadores reportados (RODRÍGUEZ & RIPA, 1998). Las plagas más importantes en granos almacenados en Chile son *Sitophilus granarium* L., *Sitophilus zeamais* M., *Sitophilus oryzae* L. y *Sitotroga cerealella* O. (LARRAÍN, 1994).

La gran mayoría de los agricultores dedicados a estos cultivos, no utilizan los productos químicos, ya sea por falta de recursos económicos o por los bajos rendimientos que obtienen al dedicarse a una agricultura de subsistencia. Debido a esto, se torna obligada la búsqueda de métodos de

control de plagas acorde con la realidad del país (LAGUNES, 1994). Las desventajas que presenta el uso de insecticidas organosintéticos en el control de plagas es cada día más evidente, ya que algunos son carcinogénicos, teratogénicos, producen esterilidad, dañan el sistema nervioso y afectan la salud de quienes los aplican y consumen alimentos con sus residuos (SOTO et al., 2000). Dado estos antecedentes se hace necesario buscar alternativas para el pequeño agricultor que sean de bajo riesgo y de fácil acceso para el control de aquellas especies que atacan los granos almacenados. Una de estas opciones es el uso de plantas medicinales en polvo, que han sido usadas por los agricultores durante años, pero su eficacia no siempre ha sido evaluada con rigor científico. Esta opción tiene como filosofía, proporcionar al agricultor una alternativa que pueda encontrar en su propio medio y que sea renovable de modo de entregarle independencia de los insumos externos como son los plaguicidas (SILVA, 2001b). Por ello, el objetivo de la presente investigación es la búsqueda de plantas medicinales que aplicadas en polvo puedan presentar propiedades insecticidas/insectistáticas, para el control de *S. zeamais* en granos almacenados.

### MATERIALES Y METODOS

#### Plantas evaluadas

Las estructuras de las plantas evaluadas se colectaron el 22 de octubre de 2001 desde el huerto de plantas medicinales de la Estación Experimental El Nogal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción y del parque central del Campus de la misma Universidad, en la ciudad de Chillán, Octava Región. En la Tabla 1 se señalan las estructuras utilizadas de cada planta. Se privilegió el uso de hojas jóvenes y con exposición al sol debido a que GROSS et al (1985) señalan que esta es la edad de las hojas y zona de la planta donde se encuentra la mayor concentración de compuestos activos. Las plantas del huerto universitario han sido regadas cada 10 días y fertilizadas con 150 unidades de Nitrógeno (urea), parcializada en dos dosis, y 100 unidades de Potasio (nitrato de potasio) y Fósforo (superfosfato triple) incorporados en el transplante. Las otras dos especies, *Peumus boldus* M. y *Eucalyptus globulus* L., solamente

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo (M Sc) Profesor de Entomología. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Avenida Vicente Méndez 595. Casilla 537. Chillán. Chile. E-mail:gosilva@udec.cl. Autor para correspondencia

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo. Parte de la tesis del autor para optar al título de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción. Chillán. Chile. E-mail:dianapizarro@entelchile.net

<sup>3</sup> Ingeniero Agrónomo (Ph. D.) Profesor de Entomología. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Avenida Vicente Méndez 595. Casilla 537. Chillán. Chile. E-mail:pecasals@udec.cl

<sup>4</sup> Ingeniero Agrónomo (M Sc) Profesor de Cultivos. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Avenida Vicente Méndez 595. Casilla 537. Chillán. Chile. E-mail:mberti@udec.cl

reciben el riego al que se somete el parque del Campus. Una vez identificadas y recolectadas las estructuras de las plantas fueron secadas en un horno a 40°C por 48 horas. Posteriormente se molieron con un molino eléctrico y tamizadas con un cedazo de 40 hilos por pulgada cuadrada. Estos polvos fueron conservados a temperatura ambiente en

bolsas de papel debidamente rotuladas. Se eligieron estas especies debido a la alta probabilidad de que el pequeño agricultor pueda encontrarlas en forma silvestre, o que formen parte de su jardín debido a su uso medicinal.

Tabla 1 - Especies vegetales utilizadas en el control de *Sitophilus zeamais* Motsch., en granos de maíz almacenado.

| Nombre Científico                                | Familia      | Nombre Común    | Estructura Utilizada | Lugar de Colecta      |
|--|--------------|-----------------|----------------------|-----------------------|
| <i>Buddleja globosa</i> L.                       | Buddlejaceae | Matico          | Hojas                | Estación Experimental |
| <i>Eucalyptus globulus</i> L.                    | Myrtaceae    | Eucalipto       | Hojas                | Parque Central        |
| <i>Foeniculum vulgare</i> M. var. <i>vulgare</i> | Apiaceae     | Hinojo          | Hojas                | Estación Experimental |
| <i>Marrubium vulgare</i> L.                      | Labiatae     | Toronjil cuyano | Hojas y tallos       | Estación Experimental |
| <i>Melissa officinalis</i> L.                    | Labiatae     | Melisa          | Hojas y tallos       | Estación Experimental |
| <i>Peumus boldus</i> Mol.                        | Monimiaceae  | Boldo           | Hojas                | Parque Central        |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                 | Labiatae     | Romero          | Hojas y tallos       | Estación Experimental |

### Insectos

Se utilizaron ejemplares de *S. zeamais*, porque es catalogada como plaga primaria de trigo, maíz, arroz y avena (GONZÁLEZ, 1989). Estos insectos provinieron de la colonia permanente del Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía. Para obtener la cantidad necesaria de individuos para la investigación, se les permitió reproducirse en condiciones controladas de 25 ± 2 °C, 70 ± 5 % de humedad relativa y un fotoperiodo de 16 horas. La diferenciación de sexos se realizó mediante el criterio de HALSTEAD (1963), quien señala que el rostrum de la hembra es evidentemente más largo, delgado y menos ornamentado que el del macho.

### Metodología y Evaluación

La metodología utilizada fue la propuesta por LAGUNES & RODRÍGUEZ (1989). Las pruebas biológicas se realizaron mezclando manualmente en un frasco de vidrio de 250 mL, 100 gramos de maíz con el polvo vegetal en concentraciones de 0,1%, 1% y 2% (p/p), respectivamente. Se usó maíz porque, dado su tamaño (aproximadamente 300 granos en 100g) en relación al trigo, avena y arroz (aproximadamente 3000 granos en 100g), es más sencillo evaluar el daño causado por insectos. Posteriormente, cada frasco se infestó con 10 parejas de insectos de una semana de edad y se cubrieron con sus tapas que fueron perforadas para permitir el intercambio gaseoso. Cada frasco fue etiquetado con la información de cada tratamiento, y luego colocados dentro de una cámara a las condiciones de humedad y temperatura ya señaladas para la cría masiva.

### Mortalidad

A los 15 días después de la infestación fueron retirados todos los insectos (vivos y muertos) y se determinó el porcentaje de mortalidad, el cual fue corregido mediante la ecuación de Abbott (ABBOTT, 1925).

$$MC = \frac{Mtr - Mte}{100 - Mte} * 100$$

Donde:

MC = Porcentaje Mortalidad Corregida.

Mtr = Porcentaje Mortalidad en el tratamiento.

Mte = Porcentaje Mortalidad en el testigo absoluto.

### Emergencia

La emergencia de los adultos fue evaluada 55 días después de la infestación y se registró su valor con respecto al testigo. La emergencia de este último se tomó como

100%. Este porcentaje de emergencia relativa se calculó utilizando la fórmula descrita por AGUILERA (2001).

$$E = \frac{Etr}{Ete} * 100$$

Donde:

E = Porcentaje de Emergencia.

Etr = Porcentaje de Emergencia en el tratamiento.

Ete = Porcentaje de Emergencia en el testigo absoluto.

### Porcentaje de pérdida de peso

Este parámetro también fue evaluado a los 55 días a partir de la infestación. Para su estimación se utilizó la fórmula propuesta por ADAMS & SCHULTEN (1976), debido a que no considera la pérdida de humedad como acción del tratamiento.

$$PP = \left( \frac{N^{\circ}gd}{N^{\circ}tg} * 100 \right) * C$$

Donde:

PP= Porcentaje de pérdida de peso.

N<sup>o</sup>gd= Número de granos dañados.

N<sup>o</sup>tg= Número total de granos.

C = 0,125 si el maíz es almacenado como grano suelto o mazorca sin brácteas.

C = 0,222 si el maíz es almacenado como mazorca con brácteas.

Debido a que no existe un criterio universal para clasificar el efecto de polvos vegetales en coleopteros plaga de los granos almacenados, se decidió utilizar los valores propuestos por PAEZ et al. (1990) y LAGUNES (1994). Estos señalan que se debe considerar como tratamientos prometedores, aquellas plantas en polvo que muestren un 40% de mortalidad y/o un 50% de reducción de la emergencia en relación al testigo absoluto.

### Test de germinación

En el caso de los tratamientos que sobrepasaron el umbral establecido para mortalidad se realizó una prueba de germinación, con el objeto de verificar si las diferentes plantas en polvo afectaban el poder de germinación de los granos. Para ello se colocó a germinar por 7 días en placas acondicionadas con una toalla de papel húmeda, bajo condiciones controladas (ISTA, 1993), 30 semillas de cada tratamiento y se compararon con otras 30 provenientes del un testigo sin tratar. El conteo de semillas germinadas se realizó diariamente y se consideró como 100% el número de semillas germinadas en el testigo.

### Estimación de concentraciones letales

En los tratamientos considerados como prometedores por su mortalidad se estimó la CL50 y CL90 mediante el procedimiento Probit. Como base para este análisis se usaron los mismos datos obtenidos, para este parámetro, en las tres concentraciones evaluadas. Para obtener las dosis equitóxicas antes mencionadas, se utilizó el software Raymond Probit Analisis Program® de la Universidad de California, Riverside.

### Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar. En total se evaluó 22 tratamientos con tres repeticiones cada uno. Para disminuir el error experimental la investigación fue repetida 3 veces en el tiempo. Las variables se sometieron a un análisis de varianza para poder determinar si algún tratamiento difería de los demás y posteriormente se compararon las medias de los tratamientos mediante una prueba de Tukey a un nivel de significancia de un 5% para ordenar la actividad biológica de los tratamientos bajo estudio. Para este análisis se utilizó el software Statistical Analysis System (SAS) Versión 6.12.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Se puede señalar que sólo *P. boldus* mostró resultados prometedores, mientras que el resto no consiguió o apenas pudo sobrepasar los umbrales de acción tóxica fijados.

### Mortalidad

De acuerdo a los criterios señalados por PAEZ et al. (1990) y LAGUNES (1994), solo 2 de los 22 tratamientos evaluados se pueden considerar como prometedores al mostrar una mortalidad superior al 40%. Todos los tratamientos restantes no difirieron estadísticamente entre sí y presentaron un porcentaje inferior al 10% de mortalidad (Tabla 2). Los tratamientos que mostraron mejores resultados en este parámetro fueron los de *P. boldus* a una concentración del 1% y 2% con 50,5% y 82,8% de mortalidad, respectivamente, los cuales además son significativamente diferentes entre sí. Estos resultados concuerdan con los indicados por SILVA (2001a) y PAEZ et al. (1990) quienes para esta misma plaga, en maíz almacenado, obtuvieron una mortalidad de 99,1% y 100% respectivamente con esta misma planta a una concentración del 1%. Estos valores son mayores a los obtenidos en la presente investigación, a la misma concentración, pero ha sido justamente esta variabilidad de efectos tóxicos uno de los principales factores que han impedido la masificación de los insecticidas vegetales. Además LAGUNES & RODRÍGUEZ (1992), aunque no indican valores, señalan que en sus experimentos *P. boldus* logró controlar satisfactoriamente a *S. zeamais*, mientras que LAGUNES (1994) califica a *P. boldus* como una planta prometedora para el control de esta plaga. Por último, AGUILAR (1991)

indica que *P. boldus* es una planta muy efectiva en el control de *S. zeamais*, pero que constituye una opción muy cara para México por lo que podemos deducir que siendo esta planta nativa de nuestro país, las perspectivas futuras de desarrollo como insecticida vegetal son auspiciosas.

### Emergencia

En los tratamientos con mayor mortalidad se presentó una menor emergencia de insectos. Los tratamientos con *P. boldus* en concentraciones de 1% y 2% obtuvieron un porcentaje de emergencia de 28,8% y 5,5%, respectivamente (Tabla 3). Además hubo otros siete tratamientos que pueden ser considerados como prometedores, ya que presentaron emergencias menores a un 50% en relación al testigo absoluto y que no difieren estadísticamente de los tratamientos con *P. boldus* (Tabla 2). Se debe resaltar que estos tratamientos tuvieron una mortalidad baja y por ello estas plantas en polvo presentarían un efecto más bien insecticida que insecticida. El hecho de que en estos tratamientos se haya obtenido una baja mortalidad y presenten también una baja emergencia concuerda con lo obtenido por SILVA (2001a), quien con siete plantas, de un total de trece, obtuvo emergencias menores al 15% a pesar que estas habían mostrado valores de mortalidad inferiores al 20%.

De esto se desprende que tal vez, a una mayor concentración, estas plantas presentarían un mayor efecto sobre la disminución de la emergencia de insectos. Se pudo observar que los polvos de todas las plantas se depositaron en el fondo de los frascos con lo que disminuyó el taponamiento de los espacios entre granos y aumentó la frecuencia de encuentro entre el macho y la hembra. Por esta razón es que se recomienda que para asegurar la efectividad de cualquier polvo protector de granos formulado comercialmente se debe aumentar la concentración en un 15%, de modo de asegurar el completo cubrimiento del grano. Además, se recomienda una vez al mes voltear los envases de almacenamiento de modo

Tabla 2 - Mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motsch. en granos de maíz tratado con polvos de plantas a diferentes concentraciones a los 15 días de realizada la infestación.

| Concentración (%) | Especie  | Mortalidad (%) |
|-------------------|--|----------------|
| 0,10              | <i>Buddleja globosa</i> Lam                      | 1,1 f          |
|                   | <i>Eucalyptus globulus</i> L.                    | 1,7 f          |
|                   | <i>Foeniculum vulgare</i> M. var. <i>vulgare</i> | 5,0 cdef       |
|                   | <i>Marrubium vulgare</i> L.                      | 3,9 cdef       |
|                   | <i>Melissa officinalis</i> L.                    | 1,1 f          |
|                   | <i>Peumus boldus</i> Mol.                        | 8,4 cde        |
|                   | <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                 | 3,9 cdef       |
| 1                 | <i>Buddleja globosa</i> Lam                      | 1,7 f          |
|                   | <i>Eucalyptus globulus</i> L.                    | 3,9 cdef       |
|                   | <i>Foeniculum vulgare</i> M.                     | 5,6 cdef       |
|                   | <i>Marrubium vulgare</i> L. var. <i>vulgare</i>  | 2,2 ef         |
|                   | <i>Melissa officinalis</i> L.                    | 1,1 f          |
|                   | <i>Peumus boldus</i> Mol.                        | 50,5 b         |
|                   | <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                 | 10,0 c         |
| 2                 | <i>Buddleja globosa</i> Lam                      | 6,6 cdef       |
|                   | <i>Eucalyptus globulus</i> L.                    | 1,7 f          |
|                   | <i>Foeniculum vulgare</i> M. var. <i>vulgare</i> | 9,4 c          |
|                   | <i>Marrubium vulgare</i> L.                      | 2,2 ef         |
|                   | <i>Melissa officinalis</i> L.                    | 1,7 f          |
|                   | <i>Peumus boldus</i> Mol.                        | 82,8 a         |
|                   | <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                 | 8,9 cd         |
| C.V. (%)          |  | 20,6           |

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

que se distribuya el polvo nuevamente entre los granos. Claramente puede inferirse que un aumento de la concentración del vegetal en polvo es poco práctica dado los altos volúmenes del vegetal que se puedan requerir. Por lo tanto, una práctica recomendable y poco agresiva para la planta en condiciones naturales, podría ser lo propuesto por HERRERA (1995) y SILVA (2001a), quienes mezclaron las plantas en polvo con inertes minerales de efecto abrasivo como cal y talco (carbonato de calcio) disminuyendo así las concentraciones del vegetal en polvo en casi un 80% pero sin alterar su alta efectividad y baja toxicidad para mamíferos. Además se observó claramente que la concentración de 0,1% es insuficiente para asegurar el cubrimiento adecuado del grano. Esto se observa en forma evidente en el caso de *P. boldus*, que en concentraciones mayores siempre fue diferente al testigo y a los demás tratamientos, pero no así al 0,1% donde no mostró una diferencia significativa con el testigo absoluto tanto en emergencia como en mortalidad.

#### Pérdida de peso del grano

Con una mayor mortalidad de insectos y por ende una menor emergencia de ellos se podría esperar una menor pérdida de peso de granos. En el caso de *P. boldus* se produjo una menor pérdida de peso (Tabla 4) mostrando diferencias estadísticamente significativas con respecto a todos los demás tratamientos. Esto confirma el alto potencial que tiene esta planta nativa en el control de plagas de granos almacenados. De los restantes tratamientos 17 fueron estadísticamente diferentes al testigo, aunque en términos generales todos perdieron menos de un 6 % de peso de granos.

#### Porcentaje de Germinación

Esta prueba se realizó solamente para los granos tratados con *P. boldus*, que fue el único tratamiento con resultados mayores a un 40% de mortalidad. Como se observa en la Tabla 5, las concentraciones de 1% y 2% mostraron menores porcentajes de germinación que el testigo pero estos no fueron estadísticamente diferentes. Aunque debemos señalar que a pesar de que no

existen diferencias estadísticamente significativas, de acuerdo a los estándares internacionales, los granos tratados con las dos concentraciones más altas de *P. boldus*, por mostrar

Tabla 3 - Emergencia de *Sitophilus zeamais* Motsch. en granos de maíz tratados con polvos de plantas a diferentes concentraciones a los 55 días después de la infestación.

| Concentración(%) | Especie  | Emergencia (%) |
|------------------|--|----------------|
| 0,10             | <i>Buddleja globosa</i> Lam                      | 55,8 cdefghi   |
|                  | <i>Eucalyptus globulus</i> L.                    | 75,0 abcd      |
|                  | <i>Foeniculum vulgare</i> M. var. <i>vulgare</i> | 45,1 defghi    |
|                  | <i>Marrubium vulgare</i> L.                      | 70,0 abcde     |
|                  | <i>Melissa officinalis</i> L.                    | 36,0 fghi      |
|                  | <i>Peumus boldus</i> Mol.                        | 61,0 bcdefgh   |
|                  | <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                 | 63,0 bcdefgh   |
| 1                | <i>Buddleja globosa</i> Lam                      | 65,2 bcdef     |
|                  | <i>Eucalyptus globulus</i> L.                    | 69,2 bcde      |
|                  | <i>Foeniculum vulgare</i> M. var. <i>vulgare</i> | 33,6 ghij      |
|                  | <i>Marrubium vulgare</i> L.                      | 80,7 abc       |
|                  | <i>Melissa officinalis</i> L.                    | 45,2 defghi    |
|                  | <i>Peumus boldus</i> Mol.                        | 28,8 ij        |
|                  | <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                 | 48,5 defghi    |
| 2                | <i>Buddleja globosa</i> Lam                      | 60,7 bcdefgh   |
|                  | <i>Eucalyptus globulus</i> L.                    | 86,8 ab        |
|                  | <i>Foeniculum vulgare</i> M. var. <i>vulgare</i> | 31,0 hij       |
|                  | <i>Marrubium vulgare</i> L.                      | 65,5 bcdef     |
|                  | <i>Melissa officinalis</i> L.                    | 42,7 efghi     |
|                  | <i>Peumus boldus</i> Mol.                        | 5,5 j          |
|                  | <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                 | 67,3 bcde      |
| Testigo          | 100,0 a  |                |
| C.V. (%)         |  | 17,3           |

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

Tabla 4 - Porcentaje de pérdida de peso del grano de maíz en los tratamientos evaluados para el control de *Sitophilus zeamais* Motsch. a los 55 días después de la infestación.

| Concentración(%) | Especie  | Perdida de peso (%) |
|------------------|--|---------------------|
| 0,10             | <i>Buddleja globosa</i> L.                       | 2,9 ef              |
|                  | <i>Eucalyptus globulus</i> L.                    | 4,0 bcd             |
|                  | <i>Foeniculum vulgare</i> M. var. <i>vulgare</i> | 2,8 ef              |
|                  | <i>Marrubium vulgare</i> L.                      | 3,4 cde             |
|                  | <i>Melissa officinalis</i> L.                    | 3,0 def             |
|                  | <i>Peumus boldus</i> Mol.                        | 3,3 cdef            |
|                  | <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                 | 3,5 cde             |
| 1                | <i>Buddleja globosa</i> L.                       | 3,1 def             |
|                  | <i>Eucalyptus globules</i> L.                    | 3,3 cdef            |
|                  | <i>Foeniculum vulgare</i> M. var. <i>vulgare</i> | 2,7 efg             |
|                  | <i>Marrubium vulgare</i> L.                      | 4,6 ab              |
|                  | <i>Melissa officinalis</i> L.                    | 2,9 ef              |
|                  | <i>Peumus boldus</i> Mol.                        | 1,7 gh              |
|                  | <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                 | 3,3 cdef            |
| 2                | <i>Buddleja globosa</i> L.                       | 3,7 bcde            |
|                  | <i>Eucalyptus globules</i> L.                    | 5,5 a               |
|                  | <i>Foeniculum vulgare</i> M. var. <i>vulgare</i> | 2,3 fg              |
|                  | <i>Marrubium vulgare</i> L.                      | 4,2 bc              |
|                  | <i>Melissa officinalis</i> L.                    | 2,8 ef              |
|                  | <i>Peumus boldus</i> Mol.                        | 1,0 h               |
|                  | <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                 | 3,2 def             |
| Testigo          | 4,7 ab   |                     |
| C.V.(%)          |  | 10,1                |

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

porcentajes de germinación menores al 90% no podrían comercializarse como semilla (GONZÁLEZ, 1995). Sin embargo, si pensamos que estamos trabajando para agricultores de subsistencia, que utilizan la misma semilla durante varias temporadas, el polvo de *P. boldus* no afecta el porcentaje de germinación de las semillas en forma significativa ya que niveles de germinación del orden del 70% son normales en la agricultura poco tecnificada.

Tabla 5 - Porcentaje de germinación de los granos de maíz tratados con *Peumus boldus* Mol. para el control de *Sitophilus zeamais* Motsch.

| Concentración (%)<br><i>Peumus boldus</i> Mol. | Germinación <sup>†</sup> (%) |
|--|------------------------------|
| 0,1  | 91,5a                        |
| 1  | 75,0a                        |
| 2  | 70,0a                        |
| Testigo  | 98,5a                        |
| C.V.(%)  | 17,4                         |

\*Tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente. Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

#### Estimación de concentraciones letales

De acuerdo al mismo criterio antes mencionado, esta estimación se realizó solamente para los tratamientos de *P. boldus*. En la Tabla 6 se muestran los resultados entregados por el análisis, en donde se puede ver que la concentración letal 50% (CL50) fue de  $7,4 \text{ g kg}^{-1}$ , la cual es cercana al 8% (p/p). A primera vista esta dosis resulta elevada y poco práctica como recomendación para los agricultores. Sería recomendable repetir el experimento con un número mayor de puntos y con dosis no tan bajas como 0,1%, pues quedó en evidencia que esta concentración no controla efectivamente y además subdimensiona el efecto real del tratamiento al realizar el procedimiento Probit (ROBERTSON et al. 1984). Al analizar la pendiente y la línea dosis-probit (Ldp), de acuerdo a los criterios señalados por LAGUNES & VILLANUEVA (1994), se puede afirmar que hay heterogeneidad en la respuesta de la población con respecto al efecto de *P. boldus* sobre *S. zeamais*. Esto se debe a que el bajo valor de la pendiente obtenido en el ajuste (1,7), implica que, para obtener una mayor respuesta, se deba incrementar altamente la concentración. Como ya se mencionó, esto refuerza la necesidad de realizar pruebas posteriores con un mayor número de dosis intermedias. Del mismo modo, la forma de la

Ldp nos permite inferir que estamos frente a una respuesta unimodal de *S. zeamais*, puesto que los resultados obtenidos para mortalidad son similares para toda la población cuando se le somete a un mismo estímulo (Figura 1).

De acuerdo a los resultados obtenidos con *P. boldus*, y por tratarse además de una planta nativa, consideramos que es necesario seguir investigando sobre sus propiedades como protector de granos. Además es necesario evaluar un mayor número de plantas medicinales, pero no sólo como posibles insecticidas sino que también por sus propiedades insectistáticas como repelentes, confusores, deterrentes y otros. Sin olvidar que es una búsqueda de alternativas para una agricultura de subsistencia, que constituyan formas baratas, sencillas, renovables y efectivas para el control de plagas de granos almacenados. Por último, una alternativa de control como esta debe manejarse en forma responsable de modo que no se transforme en agresiva para el ambiente, por lo que sería recomendable investigar sobre su mezcla con inertes conocidos por estos agricultores como la cal, tiza, ceniza o talco, de modo que las cantidades requeridas sean menores y no pongan en peligro la permanencia de la especie vegetal en el tiempo.

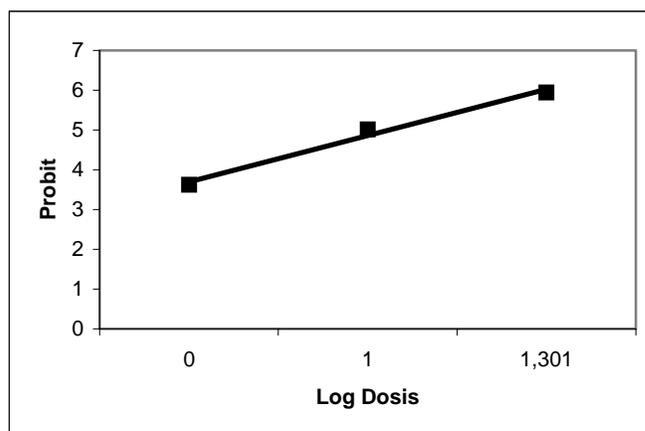


Figura 1 – Línea dosis-probit (Ldp) para *Peumus boldus* Mol. en el control de *Sitophilus zeamais* M en maíz almacenado.

Tabla 6 - Estimación de las dosis equitóxicas de *Peumus boldus* Mol. sobre *Sitophilus zeamais* Motsch.

| %  | CL ( $\text{g kg}^{-1}$ ) | Nivel de confianza (%) | Rango                              |
|----|---------------------------|------------------------|------------------------------------|
| 2  | 0,4840                    | 95                     | $0,15870 < \text{CL} < 0,90702$    |
| 50 | 7,4049                    | 95                     | $5,46272 < \text{CL} < 9,91348$    |
| 90 | 40,6167                   | 95                     | $27,09862 < \text{CL} < 80,84762$  |
| 95 | 65,8154                   | 95                     | $40,55877 < \text{CL} < 154,25830$ |

\* El estimador  $\chi^2$  calculado fue menor al valor tabulado, por lo cual el modelo Probit se ajusta a los datos experimentales.

#### CONCLUSIONES

1.- *Peumus boldus* es un controlador efectivo de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado.

2.- *Foeniculum vulgare* var. *vulgare*, *Melissa officinalis* y *Rosmarinus officinalis* a las dosis estudiadas presentan efecto insectistático.

3.- Las semillas de maíz tratadas con *P. boldus* muestran un poder de germinación menor al requerido por el estándar internacional.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Dra Rosemarie Wilckens, al Dr Ruperto Hepp y a la Ingeniero Agrónomo Susan Fischer de la Facultad de Agronomía de la

Universidad de Concepción y al Dr Angel Lagunes del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados de México por la ayuda prestada en la presente investigación.

#### ABSTRACT

Seven medicinal plant powders were studied under laboratory conditions in the control of *Sitophilus zeamais*, at 0,1%, 1% and 2% concentrations. The parameters evaluated were insect mortality and adult emergence, grain weight loss, grain germination and 50% lethal concentration (LC50). 22 treatments with three replications were evaluated, and the study was replicated three times. The highest level of insect mortality was exhibited for *Peumus boldus* at 1% and 2%, with values of 50,5% and 82,8% mortality, respectively, and an LC50 of 7,4 kg<sup>-1</sup>. The best emergence reductions were obtained with the same treatment, plus *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* at 1% and 2%, *Melissa officinalis* at 0,1%, 1% and 2% and *Rosmarinus officinalis* at 1%. All treatments did not reduce grain weight more than 6%. Grain germination was not affected when treated with *P. boldus*.

Key words: stored grains, botanical insecticides.

#### REFERENCIAS

- ABBOTT, W.A. A method for computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology** v. 18, p.265-267. 1925
- ADAMS, J.M.; SCHULTEN, G.G.M. Losses caused by insects, mites and microorganisms. In: AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS **Postharvest grain loss assessment methods**. Sloogh, England. 1976. p 83-93
- AGUILAR, J. **Consejos para almacenar el maíz en casa**. Ediciones Libros del Rincón. México DF. 1991, 104p.
- AGUILERA, M. Estudios de efectividad biológica con plagas de granos almacenados. In: BAUTISTA N.; DÍAZ, Y. O. **Bases para realizar estudios de efectividad biológica de plaguicidas**. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, México. 2001. p.43-50.
- GONZÁLEZ, H. R. **Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile**. Universidad de Chile/BASF. Santiago, Chile. 1989. 389p.
- GONZALEZ,U. **El maíz y su conservación**. Editorial Trillas. México. DF. México.1995. 399p.
- GROSS, E.; POMILIO, A.; SELDES, A. et al. **Introducción al estudio de los productos naturales**. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. USA.1985. 147p.
- HALSTEAD, D.G.H. External sex differences in stored-products Coleoptera. **Bulletin Entomological Research**, v.54, p.119-134. 1963.
- HERRERA, J. J. R. **Combinación de tres polvos vegetales y dos minerales con propiedades insecticidas para el combate del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado**. Córdoba, 1995. 83p. Tesis (Ingeniero agrónomo). Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad. Veracruzana.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International Rules for Seed Testing, Rules 1993. **Seed Science Technology**, v. 21(Suppl.) p.25, 1993.
- LAGUNES, A. T.; RODRÍGUEZ, C. H. **Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas**. CONACYT/Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 1989. 147p.
- LAGUNES, A.T.; RODRÍGUEZ C. H. Plantas con propiedades insecticidas. **Agroproductividad**, v. 1, p 17-25. 1992.
- LAGUNES, A.T. **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. México. 1994. 35p.
- LAGUNES, A.T.; VILLANUEVA, J. J. **Toxicología y manejo de insecticidas**. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, México. 1994. 350p.
- LARRAÍN P. Manejo integrado de plagas en granos almacenados. **Investigación y Progreso Agropecuario, La Platina** v. 81, p.10-16. 1994.
- PÁEZ, A.; LAGUNES, A.; CARRILLO J. et al. Polvos vegetales y materiales inertes para el combate del gorgojo *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) en maíz almacenado. **Agrociencia** n.3, p.35-46. 1990.
- ROBERTSON J.L.; SMITH, K.C.; SAVIN, N.E. et al. Effects of dose selection and sample size on the precision of lethal dose estimates in dose-mortality regression. **Journal of Economic Entomology** v.77, n.4, p. 833-837. 1984.
- RODRÍGUEZ F.; RIPA, R. Insectos que atacan granos almacenados. **Tierra Adentro** n.18, p.8-30. 1998.
- SILVA G.A. **Evaluación de polvos vegetales solos y en mezcla con inertes minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado**. Montecillo, Texcoco. 2001a. 75p. Tesis (Magister en Ciencias). Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.
- SILVA G.A. Insecticidas vegetales: " Volver al futuro" en el combate de insectos. In: C. RODRÍGUEZ H. **Memorias del II Simposio Internacional y VII Nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas**. Querétaro, México. 2001b. p.101-107.
- SOTO R.N.; JUÁREZ, B.I.F.; PINEDA, Y.J. Evaluación insecticida de *Pathenium incanum* y de *Zinnia spp* en *Sitophilus zeamais*. In: C. RODRÍGUEZ H **Memorias del VI Simposio Nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas**. Consejo Mexicano de agroinsumos biorracionales. Acapulco, Guerrero, México. 2000, p. 89-93.