

Universidad Nacional de la Plata

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales



TRABAJO FINAL

**“POLVOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Rhizopertha dominica* (FABR.)
(COLEOPTERA: BOSTRICHIDAE) Y *Tribolium castaneum* (HERBST.) (COL.:
TENEBRIONIDAE) EN GRANOS ALMACENADOS”**

Alumna: Lucía Beatriz Chimento

Legajo N°: 25637/0

DNI: 34260337

Correo electrónico: luciachimento@yahoo.com.ar

Teléfono: 0231415411824

Directora: Ing. Agr. Susana Beatriz Padín

Codirectora: Ing. Agr. Cecilia Beatriz Fusé

Lugar de realización: Insectario y laboratorio del curso de Terapéutica Vegetal

Fecha de entrega: 27/04/2016

INDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCION.....	4
HIPOTESIS DE TRABAJO.....	10
OBJETIVO GENERAL	11
OBJETIVOS PARTICULARES	11
2. MATERIALES Y METODOS	11
2.1 Cría de insectos:	11
2.2 Material vegetal:	12
2.3 Ensayos realizados:.....	12
2.4 Análisis estadístico de los resultados.....	15
3. RESULTADOS	16
4. CONCLUSIONES.....	18
BIBLIOGRAFIA.....	20
ANEXO.....	26
Tablas.....	26
Fotografías.....	37

RESUMEN

El almacenamiento adecuado de los granos es una tarea crucial en la cadena de producción. Los insectos plaga constituyen uno de los principales factores que causan deterioro en los productos almacenados, ocasionando daños directos por el consumo e indirectos como el calentamiento de los granos, desarrollo de hongos y micotoxinas. Una alternativa al uso de productos fitosanitarios, menos tóxica y ecológicamente aceptable es la utilización de sustancias de origen natural como son los fitoterápicos. En el presente trabajo se evaluó la bioactividad de “nabo” *Brassica rapa*, “chinchilla” *Tagetes minuta* y “ombusillo” *Phytolacca tetramera*, sobre *Rhyzopertha dominica* y *Tribolium castaneum*, principales plagas granarias. Los parámetros evaluados fueron: repelencia, mortalidad por ingestión de dieta, fecundidad y reducción de emergencia. Las especies vegetales que manifestaron el mayor efecto repelente para *R. dominica* fueron ombusillo y chinchilla con un IR de 0,52; en *T. castaneum* con ombusillo se obtuvo un IR de 0,38 y los polvos de hojas de nabo y chinchilla manifestaron también efecto repelente (IR de 0,50). En la evaluación de mortalidad por ingestión de dieta, el ombusillo resultó ser la especie de mejor comportamiento frente a *R. dominica*; mientras que para *T. castaneum* ningún tratamiento mostró resultados positivos. Para ambos insectos el porcentaje de mortalidad fue mayor a los 14 días post tratamiento. Respecto a la reducción de la emergencia de adultos, para *R. dominica* los mejores resultados se obtuvieron con ombusillo, reducción de 61,89%. Para *T. castaneum* la emergencia en F1 fue menor en el tratamiento con nabo, arrojando una reducción de 27,3% respecto al testigo. Se concluye que la utilización de productos vegetales para el control de *R. dominica* y *T. castaneum* constituye una herramienta para el manejo de estas plagas.

INTRODUCCION

Los cereales son constituyentes esenciales en la alimentación humana y animal. A nivel mundial el 30% de las cosechas se pierde como consecuencia del ataque de insectos plaga (Abebe *et al.*, 2009). En países en vías de desarrollo estas pérdidas pueden alcanzar hasta un 50% (García-Lara *et al.*, 2004). La FAO estima que las pérdidas en la producción agrícola mundial causadas por diferentes plagas fluctúan entre 20% y 40%, correspondiendo una disminución del 10% a deterioros causados por roedores e insectos. (http://www.eurosur.org/medio_ambiente/bif62.htm). En Argentina las mermas por reducción de calidad, peso, valor comercial y poder germinativo de las semillas, a raíz del ataque de insectos plaga, se estiman entre 7 y el 10% de la producción total (Stefanazzi *et al.*, 2006). Las pérdidas durante el almacenaje, dependerán del manejo de la mercadería (prelimpieza), del estado de las instalaciones (grietas en pisos, paredes), de la desinfección de las mismas, de tratamientos preventivos, aireación, etc.

El almacenamiento de los cereales por largos períodos es esencial para disponer de ellos en forma constante (Chávez *et al.*, 2010). Para cumplir eficientemente con este objetivo, es fundamental la integridad del grano que llega al depósito; aquellos que ingresan sucios con impurezas, tierra y los dañados físicamente son los más susceptibles de ser atacados por insectos y plagas en general (Casini & Santajuliana, 2006).

Entre las causas principales de deterioro durante el almacenamiento, se encuentran las aves, roedores, insectos y hongos (Blancas, 2007). Si bien factores de tipo abiótico como temperatura, humedad relativa ambiental y del producto juegan un papel destacado en la

incidencia de estos agentes, son los artrópodos, especialmente los insectos y ácaros los que ocasionan los daños más cuantiosos.

Luego de la cosecha, los granos pueden ser atacados por insectos plaga, los cuales ocasionan daños no sólo de forma directa, por el consumo y contaminación, sino también de manera indirecta por el desarrollo de hongos, micotoxinas y calentamiento de los granos (Fusé *et al.*, 2013). Dentro del grupo de insectos se encuentran aquellos de infestación primaria, capaces de atacar al grano sano y completar su ciclo en el interior del mismo, causando el llamado “picado”. Son representantes de este grupo *Sitophilus oryzae* L. o “gorgojo del arroz” (Orden Coleoptera, Familia Curculionidae), *Ryzopertha dominica* F. o “taladrillo de los granos” (Orden Coleóptera, Familia Bostrichidae) y *Acanthoscelides obtectus* Say. o “gorgojo de la judía” (Orden Coleoptera, Familia Bruchidae). Los adultos de *R. dominica* se reproducen en primavera y la hembra ovipone sobre la superficie de los granos. Al emerger la larva, se introduce en el interior del mismo del cual comienza a alimentarse. Tras completar su desarrollo larvario, empupa y finalmente irrumpe el adulto. Tanto adultos como larvas provocan pérdida de peso y calidad de los granos al formar galerías en su interior, produciendo harinas y la ruptura de los mismos.

Existe otro grupo de insectos, llamados de infestación secundaria que atacan granos ya dañados (quebrados, roídos o picados). En esta categoría se encuentran: *Oryzaephilus surinamensis* L. o carcoma dentada, *Cryptolestes pusillus* Schönhe. y *Cryptolestes ferrugineus* Steph o “carcoma achatada”, *Tribolium castaneum* Herbst o “tribolio castaño”, *Tribolium confusum* du Val o “tribolio confuso”, *Tenebrio obscurus* F. o “gusano oscuro de la harina”, entre otros. Las poblaciones de *T. castaneum* se desarrollan en el mismo entorno que *T. confusum*, pudiendo coexistir, aunque la primera es más frecuente. Todos los tribolio oviponen sobre el grano o sus subproductos pudiendo hacerlo únicamente

sobre granos partidos o afectados previamente por otras plagas como *R. dominica* o *Sitophilus spp.* ya que no se pueden multiplicar si el grano tiene el tegumento completo. Los daños son más relevantes en harinas o productos procesados a los que confieren olor desagradable y aspecto grisáceo. Las pérdidas provocadas por estos insectos son de considerable importancia, por cuanto no sólo afectan la calidad comercial sino que también alteran el valor alimenticio de los granos. (<http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S0h.htm>).

Para llevar adelante un control de plagas en productos almacenados existen diferentes momentos de aplicación que permiten abordar el problema desde distintas perspectivas. Uno de ellos consiste en realizar tratamiento de las instalaciones previo al ingreso de la mercadería a almacenar, otro puede ser de tipo preventivo, realizando tratamiento sobre los granos en movimiento, lo cual es siempre recomendable, tratando de generar condiciones inadecuadas para el desarrollo de las plagas. Iniciada la infestación es imprescindible aplicar medidas de tipo curativo, con el objeto de eliminar la plaga presente si se quiere preservar la integridad del producto almacenado. Tanto en tratamientos preventivos como en curativos en la actualidad sigue recurriéndose generalmente a tratamientos químicos con insecticidas de síntesis. Los tratamientos preventivos en su mayoría consisten en la pulverización directa sobre el grano en movimiento utilizando insecticidas pertenecientes al grupo de los fosforados o piretroides. Para el caso de los tratamientos de tipo curativo generalmente se utilizan productos que se gasifican, provocando una toxicidad por inhalación, tales como el fosfuro de aluminio o magnesio. El uso de insecticidas químico-sintéticos, presenta una serie de desventajas: riesgo de residuos tóxicos en el grano, intoxicación de usuarios y consumidores, contaminación del ambiente y desarrollo de resistencia (White & Leesch, 2000).

Los estándares de comercialización argentinos prohíben la venta de mercaderías con insectos vivos. La necesidad de un método de control que asegure la eliminación total de insectos, lleva en muchos casos a que se realicen aplicaciones incorrectas y excesivas de insecticidas químicos poniendo en riesgo la inocuidad del alimento y por lo tanto la salud del consumidor, generando un alto impacto ambiental y en reiteradas ocasiones rechazos de la mercadería por exceso de residuos. (http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_control_integrado_de_insectos_en_granos_almacen.pdf).

La demanda mundial se inclina en forma creciente hacia granos y subproductos que ayuden a obtener alimentos más sanos, seguros y de mejor calidad. Es necesario por lo tanto implementar un Programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) que combine diferentes técnicas de prevención, monitoreo y control para evitar la aparición de plagas, minimizando los daños y los problemas derivados de la aplicación de insecticidas. El objetivo de implementar un MIP es reducir al mínimo la incidencia de las plagas, combinando diferentes métodos de control: físico, biológico, mecánico, cultural, legal, químico, etc. Para lograr un buen manejo se debe asegurar la limpieza e higiene de las instalaciones, realizar muestreos en el momento de recibo de la mercadería, durante el almacenamiento mediante el uso de trampas y control de la temperatura. Esta última es un elemento de diagnóstico de alteraciones, ya que todo deterioro es acompañado por la liberación de calor. Por otra parte ciertos insectos como *R. dominica* desarrollan de forma óptima en un rango de temperatura de 28 a 38°C y con una humedad superior a 30%, no tolerando el frío, y estando muy limitado su desarrollo por debajo de los 23°C. Una vez detectada la presencia de la plaga se debe desarrollar una estrategia de control que tenga en cuenta la especie de insecto que se quiere controlar, el estadio en el cual se encuentra y el lugar de almacenaje del producto en el que se realizará el control.

Algunos métodos de control físico se basan en el empleo de temperaturas extremas, ya que los insectos no pueden desarrollarse y reproducirse debajo de 13°C y sobre los 35°C (Fields & Muir, 1996). También el empleo de tierra de diatomeas se ha mostrado efectivo en el control de ciertos insectos, su acción físico-mecánica produce la muerte por deshidratación de los mismos. Los distintos métodos de control biológico se basan en el empleo de parásitos o predadores, como es el caso de *Anisopteromalus calandrae* H., una avispa de la familia Pteromalidae que parasita a especies del género *Sitophilus*; patógenos como *Bacillus thuringiensis*; uso de feromonas y reguladores de crecimiento entre otros. Los hongos entomopatógenos también son enemigos naturales de los insectos y para algunos autores constituyen una alternativa interesante en la protección de semillas almacenadas. (<http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/granos-almacenados-diatomeas/granos-almacenados-diatomeas.pdf>). Moino & Alves (1995), de un total de 72 aislamientos de *Beauveria bassiana*, encontraron 10 que demostraron tener efecto sobre *S. oryzae*, *S. zeamais* y *R. dominica*, llegando en algunos casos a una mortalidad del 100%. Padín *et al.* (1995), evaluaron aislamientos de *Beauveria bassiana* B. (Orden Hypocreales, Familia Clavicipitaceae), *Metarhizun anisopliae* S. (Orden Hypocreales, Familia Clavicipitaceae), *Nomuraea rileyi* F. (Orden Moniliales, Familia Moniliaceae) y *Verticillium lecanii* Z. (Orden Hypocreales, Familia Plectosphaerellaceaea). El sobre *S. oryzae*, *R. dominica* y *T. castaneum*. Los resultados obtenidos mostraron que *B. bassiana* era el hongo más efectivo y que *S. oryzae* la plaga más susceptible.

En los últimos años se revalorizó el empleo de plantas con actividad biológica frente a insectos plaga como una opción más dentro del MIP (Pérez & Vázquez, 2001). La utilización de extractos vegetales en la agricultura para el control de plagas no es nueva, sino que ha sido utilizada durante al menos dos milenios. Los insecticidas botánicos fueron considerados importantes productos para el control de plagas en la antigua China,

Egipto, Grecia y la India; incluso en Estados Unidos y algunos países europeos, los insecticidas botánicos se utilizaban predominantemente, antes del descubrimiento de los insecticidas clorados y fosforados a fines de 1930 y principios de 1940 (Castillo *et al.*, 2010). Algunos de los productos naturales más exitosos y con aplicación a nivel de campo son las piretrinas, obtenidas a partir del crisantemo, *Tanacetum cinerariifolium* Triv. (Asteraceae), que se constituyen como buenos insecticidas de contacto desde tiempos ancestrales. Por otra parte, existen múltiples referencias sobre la utilización de *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae) “tabaco” en forma de polvo vegetal (PV) y extracto vegetal (EV) dentro del campo de los insecticidas naturales con buena efectividad (Koul & Walia, 2009; Arango, 2011). Tradicionalmente, en graneros rústicos se empleaban ciertas especies como cebolla (*Allium cepa* L., Familia Alliaceae), ajo (*Allium sativum* L., Familia Alliaceae), eucalipto (*Eucalyptus globulus* M., Familia Myrtaceae), paraíso (*Melia azedarach* L., Familia Meliaceae), menta (*Mentha spicata* M., Familia Lamiaceae), entre otras, para evitar el daño del grano por insectos.

Diversos investigadores trabajan en la búsqueda de plantas con propiedades insecticidas, entre ellos, Stefanazzi *et al.* (2006) quienes ensayaron con extractos de aceites de *Tagetes terniflora* K. en *T. castaneum*; Zapata & Smagghe (2010), reportaron que el aceite esencial de Laurel chileno (*Laurelia sempervirens*, Familia Atherospermataceae) presentó actividad como insecticida de contacto, fumigante y repelente contra *T. castaneum*. Padín *et al.* (2012), evaluaron la toxicidad de diferentes especies vegetales sobre *Neotoxoptera formosana* T. (Hemiptera: Aphididae) con ciboulette (*Allium schoenoprasum* L., Familia Alliaceae) empleando polvos vegetales en concentraciones del 1% y 2% p/p de *Sorghum halepense* L. (Familia Poaceae), *Xanthium cavanillesii* S. (Familia Asteraceae), *Matricaria chamomilla* L. (Familia Asteraceae), *Viola tricolor* L. (Familia Violaceae), *Conium maculatum* L. (Familia Apiaceae) y *Artemisia vulgaris* L.

(Familia Asteraceae). Los metabolitos secundarios en estas plantas tienen la función, entre otras, de defenderla del ataque de depredadores, por lo que son denominadas sustancias biológicamente eficaces. Weaver & Subramanyam (2000) señalaron que el uso más sencillo de estos insecticidas en la protección de granos almacenados es secar las plantas, molerlas y posteriormente mezclarlas con el grano. Se debe considerar que el efecto insectostático de los polvos vegetales es preventivo, (Rodríguez 1993), en el caso de los granos almacenados, una vez que el insecto ya penetró el grano, cualquier polvo vegetal de probada eficacia protectora no tendrá efecto alguno (Lagunes, 1994).

Los polvos vegetales pueden presentar actividad biológica como insecticidas de contacto (Malik & Mujtaba, 1984; Ileke & Olotuah, 2012), fumigante (Pizarro *et al.*, 2013), antialimentario (Mazzonetto & Vendramim, 2003; Arango & Vásquez, 2008), disuasivo de la oviposición (De Castro *et al.*, 2010) y repelente (Makanjuola, 1989; Baldín *et al.*, 2008).

El empleo de sustancias derivadas del metabolismo secundario de las plantas es una alternativa de control promisorio frente a los problemas causados por el mal uso de los insecticidas sintéticos. La mayoría de estas especies vegetales no eliminan al insecto por intoxicación, sino que generalmente inhiben su normal desarrollo al actuar como repelentes o disuasivos de la alimentación u oviposición, lo cual hace que muchas veces se sobredimensionen sus efectos protectores (Silva *et al.*, 2002).

HIPOTESIS DE TRABAJO

“Los polvos vegetales constituyen una alternativa para el control de *Rhizopertha dominica* y *Tribolium castaneum*, plagas de granos almacenados”.

OBJETIVO GENERAL

“Evaluar la acción biológica de diferentes especies vegetales sobre *R. dominica* y *T. castaneum*, plagas en granos almacenados”

OBJETIVOS PARTICULARES

- Adquirir habilidades y destrezas para la planificación y evaluación de bioensayos.
- Seleccionar especies vegetales y establecerlas como objeto de estudio, para fuente de fitoterápicos.
- Evaluar el potencial efecto insecticida y/o repelente de los productos vegetales seleccionados para ser incorporados en el manejo integrado de *R. dominica* y *T. castaneum*.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Cría de insectos: Para los diferentes ensayos se emplearon dos especies de insectos, *R. dominica* y *T. castaneum*, plagas de infestación primaria y secundaria respectivamente. En el insectario y laboratorio de la Cátedra de Terapéutica Vegetal de la FCAyF, se llevó adelante la cría sincronizada de los insectos utilizando dietas especiales, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad (26 +/- 2 °C y 70 +/- 5% HR).

Para la cría de *T. castaneum* y *R. dominica* se emplearon las siguientes dietas: 850 g de harina de trigo, 50 g de levadura en polvo, 50 g de germen de trigo y 50 g de leche descremada en polvo para el primero y granos de cebada perlada para el segundo.

2.2 Material vegetal: El material vegetal empleado para el control de *R. dominica* y *T. castaneum* corresponde a especies nativas del monte ribereño, que se recolectaron en campos de la zona de Magdalena, provincia de Buenos Aires. A las mismas se las dejó secar a temperatura ambiente durante aproximadamente un mes. Al cabo de este período se llevaron a estufa para ser sometidas a una temperatura de 40 °C hasta peso constante. Posteriormente se procedió a la molienda del material para obtener los polvos vegetales que fueron empleados en los ensayos.

En base a los antecedentes registrados (Vianna *et al.*, 2012; Vianna *et al.*, 2013a y 2013b, entre otros) y los ensayos preliminares se seleccionaron tres especies vegetales para ser consideradas blanco de estudio (Tabla 1).

2.3 Ensayos realizados:

2.3.1 Bioensayo de repelencia: El mismo fue realizado en cajas de Petri, empleando 20 adultos de cada insecto a estudiar con el objetivo de evaluar el índice de repelencia de los polvos vegetales (Mazzonetto, 2002). Los insectos utilizados en este bioensayo, fueron adultos previamente sometidos a un periodo de ayuno de 24 horas. Para los ensayos de *T. castaneum* y *R. dominica* las dietas fueron tratadas con los diferentes polvos vegetales empleando una concentración de 5% p/p.

Para llevar a cabo el ensayo se emplearon cajas de Petri previamente desinfectadas, a las cuales se les colocó en el fondo un disco de papel de filtro dividido en mitades iguales

por una línea central trazada para tal fin. En los hemisferios delimitados se colocaron 5g. de dieta, una tratada y la otra sin tratar. Sobre la recta trazada fueron depositados los 20 insectos, realizando 5 repeticiones para cada tratamiento. El ensayo fue mantenido en la oscuridad durante 24 h, luego se realizó el recuento de insectos presentes en cada uno de los sectores definidos.

Para calcular el Índice de Repelencia, se utilizó la fórmula propuesta por Mazzonetto (2002). La misma establece que $IR = 2G / (G+P)$, donde G corresponde al porcentaje de insectos presentes en la dieta tratada y P a aquellos que se encontraron en la dieta sin tratar. Según Mazzonetto (2002), el polvo vegetal se clasifica como neutro si el IR es igual a 1, atrayente si es mayor a 1 y repelente si es menor a 1.

2.3.2 Bioensayo de mortalidad por ingestión de dieta: Los insectos adultos de *T. castaneum* y *R. dominica* fueron sometidos a un ayuno de 24 h previo a comenzar el ensayo. El mismo fue realizado en frascos de vidrio de 250 ml de capacidad previamente desinfectados, cubiertos con una tela permeable para permitir la respiración de los insectos. Las dietas empleadas consistieron en cebada perlada para *R. dominica* y grano de trigo partido para *T. castaneum* (10 g/frasco). Las mismas fueron tratadas con los diferentes polvos vegetales a las concentraciones de 1%, 2% y 5% p/p. Para todos los tratamientos se efectuaron 5 repeticiones empleando veinte adultos del insecto plaga/repetición. A los 7 y 14 días post tratamiento se efectuó el recuento de los insectos muertos, evaluándose porcentaje de mortalidad.

Previo al análisis estadístico se utilizó la fórmula de Schneider & Orelli (1947) para calcular el porcentaje de eficiencia, siendo la misma una expresión derivada de la fórmula de Abbot, que incorpora la mortalidad natural ocurrida en el testigo (Costa *et al.*, 1974).

$$\% EF = ((\% ME - \% MT) / (100 - \% MT)) * 100$$

Siendo:

% EF = Porcentaje de Eficiencia

% ME = Porcentaje de Muertos en el Ensayo

% MT = Porcentaje de Muertos en el Testigo

2.3.3 Fecundidad: Con este ensayo se evaluó el porcentaje de emergencia de adultos de la generación F1 de *T. castaneum* y *R. dominica*, comparándolo con el testigo. Las dietas utilizadas para cada insecto fueron las mencionadas anteriormente. Se realizaron tres tratamientos con dietas tratadas, preparadas con una concentración de 5% p/p del polvo vegetal a evaluar. El ensayo comenzó con veinte insectos adultos de cada especie en estudio, con edades estandarizadas; posteriormente fueron colocados en cajas de Petri con su correspondiente dieta durante 5 días para permitir la oviposición. Luego se retiraron los adultos y las cajas permanecieron en estufa bajo condiciones controladas de temperatura y humedad hasta cumplir 55 días. Posteriormente se evaluó el porcentaje de emergencia de la generación F1 de *T. castaneum* y *R. dominica* en forma comparativa con los testigos. El porcentaje de emergencia relativa se calculó utilizando la fórmula descrita por Aguilera (2001).

$$E = (Etr / Ete) * 100$$

Siendo:

E = Porcentaje de Emergencia.

Etr = Porcentaje de Emergencia en el tratamiento.

Ete = Porcentaje de Emergencia en el testigo absoluto.

2.3.4 Evaluación del porcentaje de reducción de la emergencia: Con los datos obtenidos a partir de la determinación anterior, se evaluó el porcentaje de reducción de la emergencia de la F1 respecto al testigo.

$$R = 100 - E$$

R = Porcentaje de Reducción de la emergencia.

E = Porcentaje de Emergencia.

Todos los bioensayos se realizaron con 5 repeticiones por tratamiento y sus testigos correspondientes.

2.4 Análisis estadístico de los resultados

- Con los datos obtenidos del bioensayo de Repelencia se calculó el IR empleando la fórmula de Mazonetto (2002). A continuación los datos fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de la varianza (ANOVA).

- A partir de los datos obtenidos en el bioensayo de mortalidad por ingestión de dieta se realizó en primer lugar un análisis de la varianza simple para cada una de las concentraciones de las especies vegetales; luego un ANOVA multifactorial (especie vegetal, concentración y tiempo de exposición) y las medias fueron comparadas por el Test de Tukey ($\alpha=0,05$).

- Los valores registrados de fecundidad se analizaron mediante ANOVA, las medias fueron comparadas por el Test de Tukey ($\alpha=0,05$).

3. RESULTADOS

3.1 Bioensayos de repelencia

Índice de repelencia para *R. dominica*

De los resultados (Tabla 2 y Figura 1) surge que las tres especies vegetales empleadas en los bioensayos manifestaron efecto repelente frente a adultos de *R. dominica*, con un IR de 0,62 para nabo y un IR de 0,52 tanto para ombusillo como para chinchilla. Para el tratamiento control los valores de IR fueron cercanos a la neutralidad (IR=0,90).

Índice de repelencia para *T. castaneum*

Del análisis de los resultados (Tabla 2 y Figura 2) se desprende que el ombusillo mostró un efecto repelente con un IR de 0,38, mientras que las hojas de nabo y chinchilla manifestaron un menor efecto repelente con un IR de 0,50. El tratamiento control tuvo un IR cercano a la neutralidad (IR=1,06).

Para las dos especies insectiles estudiadas a través del análisis de la varianza (ANOVA), se pudo determinar que no hay diferencias significativas entre las tres especies vegetales empleadas, las que sí mostraron diferencias significativas con respecto al control.

(*R. dominica*: valor $P=0,7167$ y razón $F=0,3425$ y *T. castaneum*: valor $P=0,1480$ y razón $F=2,250$).

3.2 Bioensayos de mortalidad

Con los resultados de este bioensayo (Tabla 3), pudo observarse que en el caso de *R. dominica* el ombusillo mostró diferencias significativas con respecto a chinchilla y nabo, a

las tres concentraciones ensayadas Los valores de mortalidad variaron entre 9,18 y 44,9 % considerando las diferentes concentraciones y especies estudiadas. Al evaluar el porcentaje de mortalidad para *T. castaneum* no se observaron diferencias significativas para las variables especies vegetales y concentraciones, obteniendo valores de mortalidad entre 4,5 y 12,2 % (Tabla 4).

Respecto al análisis multifactorial al evaluar el porcentaje de mortalidad en función del tiempo, 7 y 14 días se observa en la Tabla 5 que tanto para *R. dominica* como para *T. castaneum* existen diferencias significativas. (*R. dominica*: valor $P=0,0000$ y razón $F=6,33$ y *T. castaneum*: valor $P=0,0140$ y razón $F=128,01$).

De la Tabla 6 se desprende que para *R. dominica* las tres especies vegetales presentaron diferencias significativas entre sí, mientras que para *T. castaneum* no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de mortalidad. En la Tabla 7 se observa que para *R. dominica* las concentraciones 2% y 5% no mostraron diferencias significativas entre sí, pero se diferenciaron estadísticamente respecto de la concentración del 1%. En el caso de *T. castaneum* no hubo diferencias significativas en función de las concentraciones empleadas.

3.3 Bioensayos de reducción de la emergencia

Para *R. dominica* los porcentajes de reducción de la emergencia de los distintos tratamientos respecto al testigo fueron de 56,15% para chinchilla, 32,79% para nabo y 61,89% para ombusillo (Tabla 8).

En el caso de *T. castaneum* los porcentajes de reducción de la emergencia respecto al testigo fueron de 12,3% para chinchilla, 27,3% para nabo y 16,03% para el ombusillo

(Tabla 9). Los valores de fecundidad están directamente relacionados con la reducción de la emergencia.

4. CONCLUSIONES

De los bioensayos surge que tanto para *R. dominica* como para *T. castaneum* los polvos vegetales empleados de ombusillo, nabo y chinchilla mostraron un leve efecto repelente, siendo el ombusillo el más efectivo para ambos insectos.

Respecto a mortalidad por ingestión de dieta para *R. dominica* las tres especies vegetales evaluadas resultaron efectivas, mientras que para *T. castaneum* no se observaron resultados positivos en ninguno de los tratamientos. Tanto para *R. dominica* como para *T. castaneum* fue necesario un mayor tiempo de exposición (14 días post-tratamiento) para lograr un mejor control de los insectos.

Considerando la relación entre concentración y mortalidad, se puede concluir que la concentración del 2 % fue la más eficaz para el control de *R. dominica*; mientras que para *T. castaneum* todas las concentraciones ensayadas produjeron baja mortalidad.

En el bioensayo de reducción de la emergencia de adultos todas las especies vegetales resultaron efectivas para ambos insectos evaluados. Los tratamientos con ombusillo y chinchilla sobre *R. dominica* produjeron reducciones superiores al 50 % con respecto al control, mientras que para *T. castaneum* a pesar de presentar menores valores de reducción de emergencia, todos los tratamientos presentaron diferencias significativas respecto del control.

En base a los resultados obtenidos en este trabajo final de carrera, se puede concluir que la utilización de *Phytolacca tetramera* H. (ombusillo), *Brasica rapa* L. (nabo) y *Tagetes minuta* L. (chinchilla) (productos vegetales) para el control de *R. dominica* y *T. castaneum* constituyen una herramienta viable para el manejo de estas plagas y que podría ser incorporada al MIP.

BIBLIOGRAFIA

Abebe F, Tefera T, Mugo S, Beyene Y, Vidal S. 2009. Resistance to maize varieties to the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae). *Afric J Biotechnol* 8: 5937 - 5943.

Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*; 18: 265-267.

Aguilera M. 2001. Estudios de efectividad biológica con plagas de granos almacenados. In: Bautista, N. y O. Díaz (Eds.) Bases para realizar estudios de efectividad biológica de plaguicidas. Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, México. pag. 43-50.

Arango GP & Vásquez MC. 2008. Efecto tóxico de *Verbena officinalis* (familia verbenaceae) en *Sitophilus granarius* (coleoptera: curculionidae). *Rev Lasallista Invest* 5: 74 – 82.

Arango, W. M. 2011. Tendencias verdes en la agricultura para el manejo y control de plagas. *Revista Tumbaga*, vol. 1, no 6, pp. 63-92

Baldin ELL, Pereira JM, Dal Pogetto MHFA, Christovam RS, Caetano AC. 2008. Efeitos de pós vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de feijão armazenado. *Bol Sanit Veg Plagas* 34: 177 - 185.

- Blancas, M.** 2007. Manejo de granos en almacenamiento, causas de deterioro y prevención. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Supl. 1).
<http://www.bioline.org.br/pdf?la07050> (Fecha de consulta: 5 de julio de 2015)
- Casini, C. & Santajuliana, M.** 2006. Control de Plagas en Granos Almacenados. (Fecha de consulta: 4 de julio de 2015)
<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/postcosecha/ControlPlagasGranosAlmacenados.asp>
- Castillo, L. E., Jiménez, J. J., & Delgado, M. A.** 2010. Secondary metabolites of the annonaceae, solanaceae and meliaceae familiae used as biological control of insects. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 2010, vol. 12, no 3, pp. 445-462.
- Chávez, E. C.; Guevara Acevedo, L; Landeros Flores, J; Badii Zabeth, M; Ochoa Fuentes, M y Olalde, V.** 2010. Evaluación de aceites y extractos vegetales para el control de *Sitophilus zeamais* y su efecto en la calidad de semilla de maíz. Rev. FCA UNCuyo. Tomo 42. N° 1. 135-145.
- Costa, J. J., Margheritis A. E., Marsico O. J.** 1974. Introducción a la terapéutica vegetal. Editorial Hemisferio Sur, pág. 527.
- De Castro MJ, Da Silva PE, Santos JR, Da Silva JA.** 2010. Efeito de pós vegetais sobre a oviposição de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão-caupi. BioAssay 5: 1 - 10.

- Fields, P. & Muir, W.** 1996. Physical control. Subramanyam, B y D. Hagstrum (Eds). Integrated Management of insects in stored products. New York. USA. Dekker 195-222 p.
- Fusé, C.B.; M. L. Villaverde; S. B. Padín; M. De Giusto; M. P. Juaréz.** 2013. Evaluación de la actividad insecticida de tierras de diatomeas de yacimientos argentinos. RIA. Vol. 39, N° 2.
- García-Lara S., Bergvinson DJ, Burt AJ, Ramputh AI, Diaz-Pontones DM, Arnason JT.** 2004. The role of pericarp cell wall components in maize weevil resistance. Crop Sci 44: 1546 - 1552.
- Koul, O. & Walia, S.** (2009). Comparing impacts of plant extracts and pure allelochemicals and implications for pest control. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 4, 1-30.
- Lagunes, TA.** 1994. Extractos de polvos vegetales, y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memoria, Colegio de Postgraduados, USAID, CONACYT, BORUCONSA. Montecillo, México 31 p.
- Ileke KD & Olotuah OF.** 2012. Bioactivity of *Anacardium occidentale* (L) and *Allium sativum* (L) powders and oils extracts against cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Chrysomelidae). Int J Biol 4: 96 - 103.
- Makanjuola, WA.** 1989. Evaluation of extracts of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) for the control of some stored product pests. J Stored Prod Res 25: 231 – 23
- Malik, MM & Mujtaba N.** 1984. Screening of some indigenous plants as repellents or antifeedants for stored grain insects. J Stored Prod Res 20: 41 - 44

- Mazzonetto, F.** 2002. Efeito de genotipos de feijoeiro e de pós origen vegetal sobre *Zambrotas subfasciatus* (Boh.) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col. Bruchidae) 134 p. Tesis doctor em ciencias. Universidad de Sao Paulo, Piracicaba, Sao Pablo, Brasil.
- Mazzoneto F & Vendramin J.** 2003. Efeito de pos origen vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. *Neotropical Entomol* 32: 145 – 149
- Moino, A. & Alves, S.** 1995. Bioensaios com *Beauveria bassiana* (BALS) Vuill para controle de pragas de graos armazenados. *Revista de Agricultura (Brasil)*. 70(3):248.
- Padin, S.B. G.M. Dal Bello y A.L. Vacisek.** 1995. Potencial bioinsecticida de hongos entomopatogenos de plagas en granos almacenados. *Revista Facultad de Agronomía* 15(1): 1-7p.
- Padín S., Chicaré N., Gnerre Y., Urrutia M.I., Vasicek A.** 2012. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura, del 23-09-2012 al 27-09-2012, Corrientes, Argentina. pp 470. Resumen N° 124. *Rev. Horticultura Argentina* 31(76):52. ISSN de la edición on line 1851-9342.
- Pérez, N. & Vázquez, L.L.** 2001. Manejo ecológico de Plagas. En: F. Funes; L. García; M. Bourke; Nilda Pérez; P. Rosset (eds), *Transformando el campo cubano: Avances de Agricultura sostenible*. ACTAF-CEAS-Food First. La Habana, Cuba. p. 191
- Pizarro D, Silva G, Tapia M, Rodríguez JC, Urbina A, Lagunes A, Sántillan-Ortega C, RoblesBermúdez A, Aguilar-Medel S.** 2013. Actividad insecticida del polvo de *Peumus boldus* Molina (Monimiaceae) contra *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat* 12: 420 – 430.

- Rodríguez, HC.** 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. GT. p. 112-125.
- Silva, G., A. Lagunes, J.C. Rodríguez, y D. Rodríguez.** 2002. Insecticidas vegetales; una vieja y nueva alternativa en el manejo de plagas. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 66:4-12.
- Stefanazzi, N.; M. M. Gutierrez; T. A. Bonini; A. A. Ferrero.** 2006. Actividad biológica del aceite esencial de *Tagetes terniflora* Kunth (Asterácea) en *Tribolium castaneum* Herbst (Insecta, Coleoptera, Tenebrionidae) Boletín de sanidad vegetal plagas, 32: 439-447. (Fecha de consulta: 4 de agosto de 2014)
2http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Plagas%2FB_SVP_32_03_439_447.pdf
- Vianna, F.; S. Padín; C. Fusé; J. Vicente; G. Dal Bello.** 2012. Hongos Entomopatógenos: alternativa ecológica para el control de coleópteros-plaga en granos almacenados. Trabajo inédito. Presentado en VII Encuentro Anual de Biólogos en Red. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, p 48. Nov. 2012.
- Vianna, F., Dal Bello, G., Padín, S.** 2013 a. Bioplaguicidas como alternativas para el control de coleópteros plaga. Presentado en el Primer Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la Provincia de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas (CIC). Septiembre 2013.
- Vianna, F.; G. Dal Bello; J. Vicente; C. Fusé; S. Padín.** 2013 b. Utilización de polvos y extractos vegetales de la flora nativa bonaerense para el biocontrol de coleópteros-plaga en granos almacenados. CIDEFI (CICBA-UNLP). Cátedra de

Terapéutica Vegetal. CONICET. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Publicado en BER (Biólogos en Red) Mar del Plata. p 125. Septiembre 2013.

Weaver D. & Subramanyam B. 2000. Botanicals. In Subramanyam B, Hagstrum DW: Alternatives to pesticides in stored product IPM. Kluwer Academics Publishers. Boston. USA

White, NDG & Leesch JG. 2000. Chemical control. In Subramanyam B, Hagstrum DW: Integrated management of insects in stored products. Marcel Dekker Inc. New York. USA . http://www.blacpma.usach.cl/sites/blacpma/files/007_articulo_6_1.pdf

Zapata N. & Smagghe G. 2010. Repellency and toxicity of essential oils from the leaves and bark of *Laurelia sempervirens* and *Drimys winteri* against *Tribolium castaneum*. Ind Crops Prod 32: 405 – 410

ANEXO

Tablas

Tabla 1. Especies vegetales empleadas para el control de *R. dominica* y *T. castaneum*.

NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	NOMBRE COMUN	ESTRUCTURA UTILIZADA
<i>Phytolacca tetramera</i> H.	Phytolaccaceae	Ombusillo (O)	Hoja
<i>Brasica rapa</i> L.	Brassicaceae	Nabo (N)	Hoja
<i>Tagetes minuta</i> L.	Asteraceae	Chinchilla (CH)	Hoja

Tabla 2. Indices de Repelencia para *R. dominica* y *T. castaneum* (Mazonetto, 2002)

TRATAMIENTO	REFERENCIA	INDICE DE REPELENCIA	
		<i>R. dominica</i>	<i>T. castaneum</i>
OMBUSILLO	O	0,52 b	0,38 b
NABO	N	0,62 b	0,50 b
CHINCHILLA	CH	0,52 b	0,50 b
CONTROL	C	0,90 a	1,06 a

R. dominica: valor P=0,7167 y razón F=0,3425 y *T. castaneum*: valor P=0,1480 y razón F=2,250

Figura 1. Índice de repelencia para *R. dominica*

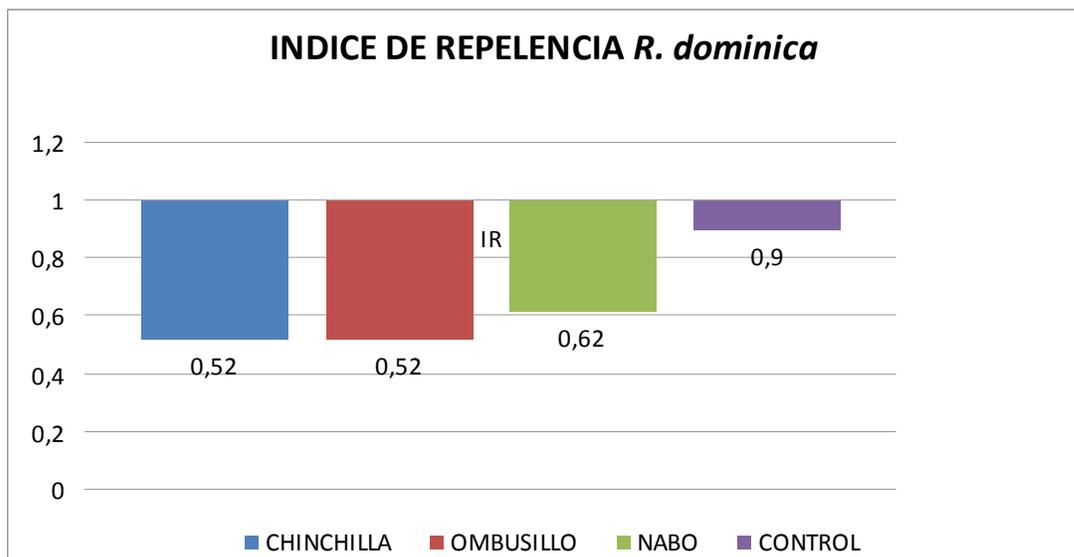


Figura 2. Índice de repelencia para *T. castaneum*

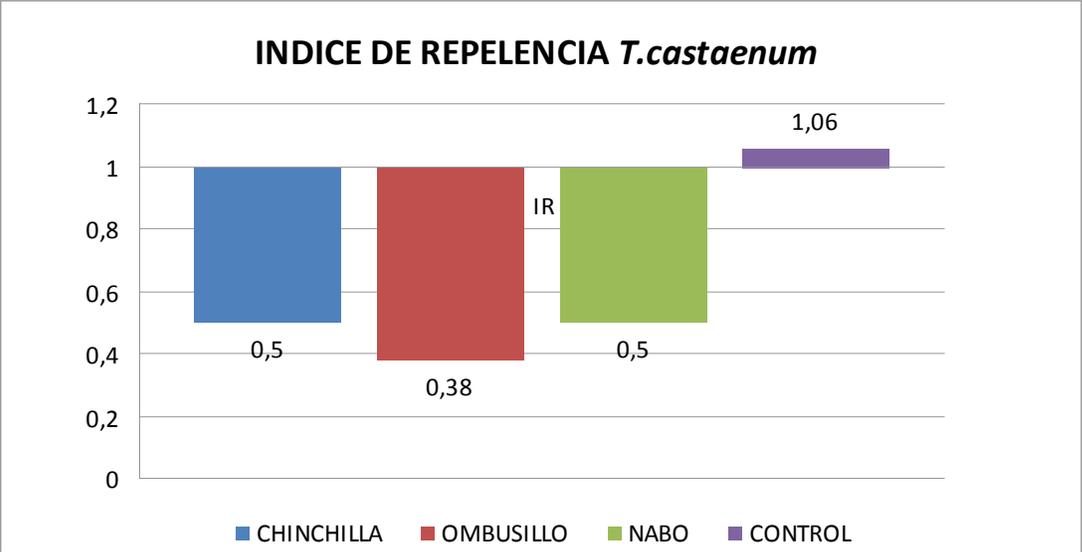


Tabla 3. Porcentaje de mortalidad de *R. dominica* a las diferentes concentraciones de especies vegetales.

ESPECIE VEGETAL	1%	2%	5%
NABO	9,18 ± 1,9 a	11,6 ± 31,9 a	15,31 ± 1,25 a
CHINCHILLA	10,49 ± 2,19 a	16,53 ± 3,02 a	19,39 ± 3,7 a
OMBUSILLO	32,65 ± 1,9 b	42,86 ± 1,9 b	44,9 ± 1,9 b
	P=0,0000 F=43,09	P=0,0000 F=51,42	P=0,0000 F=40,08

Tabla 4. Porcentaje de mortalidad de *T. castaneum* a las diferentes concentraciones de especies vegetales.

ESPECIE VEGETAL	1%	2%	5%
NABO	4,5 ± 1,6 a	7,14 ± 2,9 a	10,2 ± 2,6 a
CHINCHILLA	6,1 ± 2,04 a	10,6 ± 3,8 a	9,5 ± 3,4 a
OMBUSILLO	9,2 ± 1,9 a	12,2 ± 1,9 a	9,1 ± 2,5 a
	P=0,23 F=1,64	P=0,49 F=0,74	P=0,97 F=0,032

Tabla 5. Porcentaje de mortalidad para *R. dominica* y *T. castaneum* a los 7 y 14 días post tratamiento.

TIEMPO	<i>R. dominica</i>	<i>T. castaneum</i>
7 días	9,39 a	5,83 a
14 días	22,55 b	8,76 b

R. dominica: valor $P=0,0000$ y razón $F=6,33$ y *T. castaneum*: valor $P=0,0140$ y razón $F=128,01$

Tabla 6. Porcentaje de mortalidad por especie vegetal

ESPECIE VEGETAL	<i>R. dominica</i>	<i>T. castaneum</i>
NABO	6,6 ± 1,01 a	6,56 ± 1,01 a
CHINCHILLA	10,4 ± 1,01 b	7,01 ± 1,01 a
OMBUSILLO	30,9 ± 1,01 c	8,30 ± 1,01 a

R. dominica: valor P=0,0000 y razón F=169,7 y *T. castaneum*: valor P= 0,4526 y razón F=0,80

Tabla 7. Porcentaje de mortalidad por concentración.

CONCENTRACION	<i>R. dominica</i>	<i>T. castaneum</i>
[1%]	12,19 ± 1,01 a	5 ,78 ± 1,007 a
[2 %]	16.6 ± 1.01 b	8,03 ± 1,007 a
[5 %]	19.12 ± 1.01 b	8.06 ± 1.007 a

R. dominica: valor P=0,0000 y razón F=12,16 y *T. castaneum*: valor P=0,1926 y razón F=1,68

Tabla 8. Evaluación de la reducción de la emergencia en *R. dominica*.

TRATAMIENTO	% REDUCCION
CHINCHILLA	56,15 ± 9,1 ab
NABO	32,79 ± 5,4 a
OMBUSILLO	61,89 ± 2,7 b

Valor P=0,0222 y Razón F= 5,99

Tabla 9. Evaluación de la reducción de la emergencia en *T. castaneum*

TRATAMIENTO	% REDUCCION
CHINCHILLA	12,3 ± 2,6 a
NABO	27,3 ± 3,4 b
OMBUSILLO	16,03 ± 2,8 a

Valor P=0,097 y Razón F=6,998

Fotografías



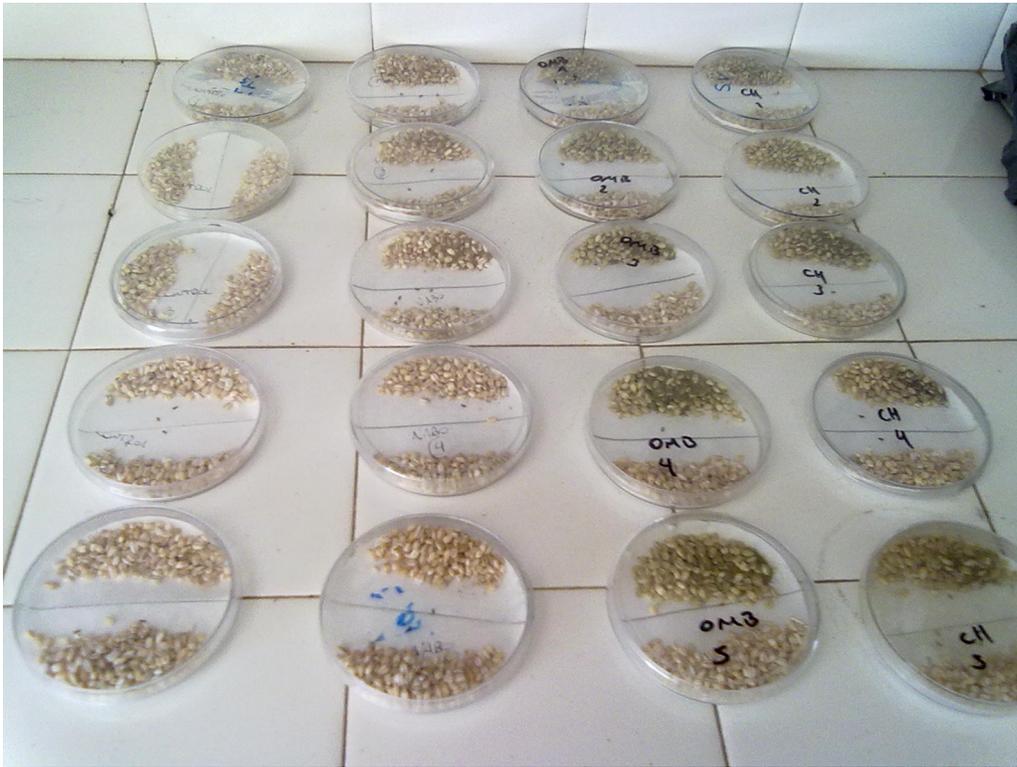
Fotografía 1. Estufa presente en el insectario y laboratorio del curso de Terapéutica Vegetal, donde se realizó la cría de insectos bajo condiciones controladas de humedad y temperatura.



Fotografía 2. Bioensayo de repelencia *T. castaneum*.



Fotografía 3. Bioensayo de repelencia *T.castaneum*.



Fotografía 4. Bioensayo de repelencia *R. dominica*.