

**Efecto del extracto de humus de lombriz,
Eisenia foetida, en el desarrollo de la planta de
rábano, *Raphanus sativus* (Brassicaceae) y en
el control de *Myzus persicae* (Hemiptera:
Aphididae) y *Helicoverpa zea* (Lepidoptera:
Noctuidae)**

Rolando Alfredo Aguilera

Zamorano, Honduras

Diciembre; 2009

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Efecto del extracto de humus de lombriz,
Eisenia foetida, en el desarrollo de la planta de
rábano, *Raphanus sativus* (Brassicaceae) y en
el control de *Myzus persicae* (Hemiptera:
Aphididae) y *Helicoverpa zea* (Lepidoptera:
Noctuidae)**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Rolando Alfredo Aguilera

Zamorano, Honduras
Diciembre; 2009

**Efecto del extracto de humus de lombriz,
Eisenia foetida, en el desarrollo de la planta de
rábano, *Raphanus sativus* (Brassicaceae) y en
el control de *Myzus persicae* (Hemiptera:
Aphididae) y *Helicoverpa zea* (Lepidoptera:
Noctuidae)**

Presentado por:

Rolando Alfredo Aguilera

Aprobado:

Alfredo Rueda, Ph.D.
Asesor principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director Carrera de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Yasmin Cardoza, Ph.D.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Josué Leiva, Ing.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

Abelino Pitty, Ph.D.
Coordinador de Fitotecnia

RESUMEN

Aguilera, R. A. 2009. Efecto del extracto de humus de lombriz, *Eisenia foetida*, en el desarrollo de la planta de rábano, *Raphanus sativus* (Brassicaceae) y en el control de *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) y *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae). Proyecto especial del programa de Ingeniería Agronómica. Zamorano, Honduras. 16 p.

El presente proyecto determinó el efecto del extracto de lombrihumus en el desarrollo de el rábano (*Raphanus sativus*) y en el control de áfidos (*Myzus persicae*) y gusano elotero (*Helicoverpa zea*). El estudio se realizó en el Departamento de Entomología en la Universidad Estatal de Carolina del Norte, Estados Unidos. Se evaluó el efecto de los extractos de lombrihumus aplicado a las plantas de rábano y directamente sobre las plagas. Se usaron los siguientes tratamientos: 1) extracto de lombrihumus de Raleigh (RAL), 2) extracto de lombrihumus de Oregon Soil Corporation (OSC) y 3) control con agua (CTR). La aplicación del extracto sobre la planta se realizó por dos vías: por aplicación foliar (FOL) y por irrigación en el suelo (SUE). En todos los tratamientos se aplicaron 50 mL de solución, dos veces por semana por cuatro semanas consecutivas. Se utilizó un arreglo factorial para ambos ensayos. La altura de las plantas y el ancho de las hojas fue mayor en las plantas tratadas con extracto de RAL en comparación con el testigo CTR, además la altura de las plantas fue mayor al aplicar los tratamientos al suelo que al aplicarlos foliarmente. No se encontró diferencia de los tratamientos e interacciones ($P \leq 0.05$) en la población y peso de los áfidos, el peso de las pupas y la mortalidad del gusano elotero. En la evaluación del efecto del extracto de lombrihumus aplicado directamente a las plagas en condiciones de laboratorio no existió diferencia en la mortalidad de los áfidos independientemente del tratamiento empleado (RAL, OSC o CTR), pero existió mayor mortalidad de áfidos cuando se aplicó el extracto de lombrihumus en el follaje (FOL) que cuando directamente sobre los platos petri (DIR). Se concluyó que el extracto de lombrihumus en las dosis utilizadas aplicado a la planta de rábano mejora su desarrollo, pero no posee efectos tóxicos sobre *Helicoverpa zea* y *Myzus persicae*.

Palabras clave: Áfidos, agricultura orgánica, entomología, gusano elotero

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros y figuras	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
4. CONCLUSIONES	14
5. RECOMENDACIONES	15
6. LITERATURA CITADA	16

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro

1. Efecto de extractos de lombrihumus (medias \pm Desv. Std), método de aplicación e interacciones sobre plantas de rábano durante cuatro semanas8
2. Efecto de extractos de lombrihumus (medias \pm Desv. Std), método de aplicación e interacciones sobre áfidos.....9
3. Porcentaje de mortalidad y desviación estándar de las larvas y pupas de *Helicoverpa zea* y determinación del efecto de los tratamientos (RAL, OSC y CTR), método de aplicación (SUE y FOL) y las interacciones.....12
4. Medias y desviación estándar de la mortalidad (%) de áfidos por efecto de los tratamientos (RAL, OSC y CTR), con el método de aplicación del extracto de lombrihumus (FOL y DIR) y sus interacciones.....13

Figura

1. Peso total de áfidos (adultos más ninfas) por efecto de los tratamientos (RAL= extracto de lombrihumus Raleigh, OSC= extracto de lombrihumus Oregon Soil Corporation, CTR= Control con agua) y del lugar de aplicación (SUELO y FOLLAJE).10
2. Peso promedio de las pupas por efecto de los tratamientos (RAL= Extracto de lombrihumus Raleigh, OSC= Extracto de lombrihumus Oregon Soil Corporation, CTR= Control con agua) y del lugar de aplicación (SUELO y FOLLAJE).....11

1. INTRODUCCIÓN

La lombricultura consiste en la crianza de lombrices en cautiverio para la producción de humus de lombriz (lombrihumus) el cual es un excelente abono orgánico. Se calcula que el lombrihumus contiene una flora bacteriana de veinte mil millones de bacterias por gramo seco, contenido alto de ácidos húmicos y fúlvicos, que combinados hacen más disponibles y asimilables los nutrientes (Larco 2004).

La carga bacteriana y enzimática que posee el lombrihumus le proporciona bioestabilidad, evitando que se descomponga o fermente (Larco 2004). Al ser aplicado correctamente, influye directamente sobre la germinación y desarrollo de plantas, les proporciona protección contra plagas y evita el establecimiento de hongos perjudiciales. El reemplazo de fertilizantes químicos por lombrihumus puede llegar a disminuir hasta un 40% de los costos de fertilización, en comparación con el estiércol común, se ha calculado que el lombrihumus rinde de cinco a seis veces más (Larco 2004).

El presente proyecto fue diseñado con el fin de convertir el lombrihumus de partículas húmicas y fúlvicas sólidas a solución líquida (extracto de lombrihumus) para determinar el efecto en el desarrollo de la planta de rábano (*Raphanus sativus*: Brassicaceae) y en el control de áfidos *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) y gusano elotero *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae). La idea es que la mayoría de los nutrientes contenidos en el lombrihumus como ser fósforo intercambiable, nitratos, potasio soluble, magnesio, calcio y otros factores benéficos (sustancias reguladoras de crecimiento) contenidos en el humus sean disueltos en el agua para facilitar su aplicación, disponibilidad y absorción en el cultivo (Atiyeh *et al.* 2001).

Los áfidos (*Myzus persicae*), también conocidos con el nombre de pulgones, son insectos picadores y chupadores, por lo cual causan daños directos y son capaces de transmitir enfermedades viróticas a la planta (FAO s.f.). La infestación de los áfidos se establece mayormente en brotes, hojas e inflorescencias y las altas temperaturas y humedad relativa media favorecen su reproducción (FAO s.f.). Los áfidos clavan su pico en la hoja de rábano para absorber la savia provocando deformación de las hojas y brotes, que al final se convierten en hojas enrolladas o abarquilladas (Infoagro 2009). El gusano elotero (*Helicoverpa zea*) es una plaga generalista que ataca diversos cultivos y es capaz de hospedarse en muchas especies de cultivos silvestres, lo que dificulta su control (CATIE 1990). En la mayoría de cultivos provocan daño en el fruto; las larvas lo perforan y lo contaminan con su presencia, sus heces y mudas. En las plantas de rábano el daño provocado es defoliación (CATIE 1990).

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente se presenta un incremento acelerado de la población a nivel mundial, esto significa que cada día se vuelve mayor la necesidad de producir alimentos, pero esto se vuelve un desafío por las distintas limitaciones que existen en el campo agrícola e impiden la eficiencia en la producción (Cardoza 2008). Uno de los más grandes problemas es la poca fertilidad de los suelos y el constante ataque de plagas y enfermedades, lo cual obliga al agricultor a utilizar pesticidas químicos, incurriendo en mayor gasto de dinero y afectando mucho el medio agroecológico y la salud de las personas (Cardoza 2008).

La utilización de lombrihumus puede significar una alternativa viable y rentable para reducir los daños causados por las plagas más comunes en los cultivos. Se decidió evaluar el extracto de lombrihumus porque se ha comprobado que aumenta la actividad microbiana en el suelo y hace más disponibles los nutrientes para la planta, dando como resultado mejor crecimiento y desarrollo de las plantas lo cual le otorga una mejor salud al cultivo y le proporciona mayor protección contra el ataque de plagas y enfermedades (Arancon *et al.* 2005; Cardoza 2008).

2. METODOLOGÍA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en los invernaderos del Departamento de Entomología en la Universidad Estatal de Carolina del Norte (NCSU, siglas en inglés) ubicada en la ciudad de Raleigh, Carolina del Norte, Estados Unidos, de enero a abril del año 2009.

Se realizaron dos ensayos con el objetivo de evaluar el efecto del extracto de lombrihumus aplicado a las plantas en condiciones de invernadero y directamente a las plagas en condiciones de laboratorio.

2.2 EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL EXTRACTO DE LOMBRIHUMUS APLICADO A LAS PLANTAS EN CONDICIONES DE INVERNADERO

2.2.1 Materiales utilizados

Plantas. Este ensayo se realizó en el invernadero con plantas de rábano. Estas fueron sembradas en maceteras de terracota (15 cm de diámetro) y se utilizó el medio de crecimiento Sun-gro Redi-earth (Sun Gro Horticulture, Canadá) el cual ya tiene nutrientes agregados que pueden sostener el crecimiento de las plantas por un mes, que es el tiempo que la planta de rábano necesita para su desarrollo.

Gusano elotero (*Helicoverpa zea*). Se utilizaron larvas de tercer instar de vida, las cuales medían 7 mm de largo y 0.77 mm de cápsula cefálica, criadas en el laboratorio con dietas artificiales.

Áfidos (*Myzus persicae*). Las plantas utilizadas para la crianza de áfidos eran de rábano, las cuales permanecían dentro de una incubadora con humedad y temperatura adecuada para proporcionar todo el alimento necesario a la población de áfidos infestados en la planta. Los áfidos utilizados fueron seleccionados de manera que estuvieran en el último instar como juvenil (próximos a ser adultos), sin mostrar indicios de ser alados en la etapa adulta.

Lombrihumus. Este provenía de dos lugares: Oregon Soil Corporation (Portland, Oregon, USA) y Red Hen Enterprises (Raleigh, Carolina del Norte, USA). Ambos substratos son elaborados a base de desechos agrícolas procesados por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Se produce en lugares muy diferentes y la composición de los desechos usados para la alimentación de las lombrices puede variar de una empresa a otra.

Los objetivos de este ensayo fueron:

- Determinar el efecto del extracto de lombrihumus sobre el crecimiento de la planta de rábano bajo los tratamientos.
- Determinar si la aplicación del extracto de lombrihumus tiene algún efecto en áfidos y gusano elotero alimentándose en plantas de rábano.

2.2.2 Preparación del extracto de lombrihumus

Para su preparación se usaron dos partes de agua por una parte de lombrihumus. Se tomaron 500 mL de humus y se colocaron en una bolsa de tela muy fina (Chiffon), luego se introdujeron en el centro de un recipiente plástico de dos litros con 1,000 mL de agua destilada. Los recipientes se airearon usando una bomba para peceras conectado a una manguera con agujeros en los extremos para facilitar la salida de aire. La manguera se enrolló en el fondo de cada recipiente y la aireación se mantuvo por 24 horas mientras se destiló el humus para obtener el extracto.

Al cabo de 24 horas, se retiró la bolsa con el material sólido y se terminó el proceso de aireación. Se dejó sedimentar el extracto por dos horas y luego se pasó a un nuevo recipiente dejando el sedimento acumulado en el fondo del recipiente. Finalmente, el líquido fue pasado a través de dos capas de papel filtro whatman #1 para remover partículas sólidas finas. El extracto se guardó en el refrigerador a 4 °C y se utilizó por un máximo de una semana después de su preparación.

2.2.3 Aplicación y evaluación de tratamientos

Comenzando la primera semana después de su germinación, las plantas fueron expuestas a los siguientes tratamientos: 1) extracto de lombrihumus de Raleigh (RAL), 2) extracto de lombrihumus de Oregon Soil Corporation (OSC) y 3) control con agua (CTR). El modo de aplicación del extracto sobre la planta de rábano se realizó por dos vías: por aplicación foliar (FOL), para esto se utilizó un rociador manual de capacidad de 200 mL y luego se dieron 60 rociadas (equivalente a 50 mL) esparcidas sobre el follaje y por irrigación en el suelo (SUE), para ello se tomaron 50 mL de extracto de lombrihumus que se aplicaron en la base del tallo de la planta de rábano. Ambos tratamiento se aplicaron dos veces por semana, por cuatro semanas consecutivas (hasta obtener ocho aplicaciones por tratamiento por planta).

Cuatro semanas después de aplicar los tratamientos, las plantas fueron asignadas aleatoriamente a infestación por insectos: No infestación (control o testigo), infestación con diez áfidos ápteros (<48 horas de ser adultos) e infestación con dos larvas de *Helicoverpa zea* en tercer estadio. De esta manera, el diseño experimental consistió en tres tratamientos (extractos de lombrihumus de RAL, OSC y el CTR por dos formas de aplicación (FOL y SUE) y dos tipos de infestaciones (áfidos y larvas).

2.2.4 Evaluación de efecto sobre áfidos

Dos días antes del comienzo de los experimentos se colectaron áfidos en su último estadio ninfal procurando obtener diez adultos por planta a ser infestada. Los insectos se colocaron sobre una hoja de rábano, cuyo pecíolo fue sumergido en agua contenida en copas plásticas de 30 mL. Las copas conteniendo las hojas con los áfidos fueron colocadas individualmente dentro de un recipiente plástico de 0.25 L, cubierto por una tapadera plástica transparente previamente modificada con un hueco (5 cm de diámetro) relleno con tela fina para facilitar iluminación y aeración. Esto se hizo con el fin de asegurar que los áfidos tuvieran una edad uniforme al momento de ser liberados sobre las plantas experimentales.

El día de la infestación se tomó el peso de los áfidos, esto se logró introduciendo diez áfidos adultos a un tubo de plástico de 1.5 mL de capacidad. Se pesó el tubo vacío, luego se pesó con los áfidos y la diferencia se asumió como el peso de los áfidos. Los tubos con los áfidos fueron transportados al invernadero para ser liberados. Las plantas a ser infestadas fueron cubiertas con una manga de malla fina sujeta firmemente a la base del macetero con la ayuda de una liga de goma y sostenida sobre el follaje de la planta con la ayuda de un aro de alambre eléctrico, cuyas puntas fueron aseguradas en el suelo de la macetera en ambos lados de la planta. El extremo superior de la manga se cerró con un nudo para confinar a los insectos a una sola planta. Para liberar los áfidos dentro de la manga con la planta a ser infestada, el tubo con los áfidos se adhirió a una estaca de bambú insertada en el suelo, en el centro de la maceta, de forma que la apertura del tubo quedase sobre la planta.

Al cumplir diez días de infestación todos los áfidos fueron recolectados, contados y pesados. Para facilitar el desalojamiento y recolección de los áfidos, las hojas de cada planta fueron cortadas y transferidas al laboratorio donde fueron sumergidas en recipientes plásticos con una solución jabonosa (1 mL de jabón para platos por 1 L de agua) por un mínimo de tres horas.

2.2.5 Evaluación de efecto sobre gusano elotero

Las larvas de gusano elotero fueron pesadas antes de ser liberadas sobre la planta de rábano. Las plantas a ser infestadas fueron cubiertas con una manga de malla fina de igual manera que en la planta con áfidos. Se colocaron dos larvas por planta.

Las larvas se recolectaron del suelo cuando iban a empupar, en el momento en que ya no se encontraban larvas alimentándose (más o menos a los trece días después de la infestación). Una vez empupadas todas las larvas se tomó el peso y el sexo de cada una. Luego se colocaron las pupas en un lugar adecuado para que emergieran sin problema y se tomó nota de la fecha de emergencia.

Variables Medidas

- Altura de la planta, ancho y largo de las hojas (el largo se midió desde la base hasta el ápice de la hoja) y el número de hojas de las plantas en los tratamientos.
- Población de *Myzus persicae* a los diez días después de infestada la planta.

- Peso de la población de *Myzus persicae* a los diez días y peso de las pupas de *Helicoverpa zea*.
- Mortalidad al empuje de las larvas de *Helicoverpa zea*.
- Mortalidad de emergencia a adultos de *Helicoverpa zea*.

2.2.6 Análisis Estadístico

Se utilizó un Arreglo Factorial con dos extractos de lombrihumus (RAL y OSC) y un control (CTR), método de aplicación (SUELO Y FOLLAJE) e interacciones. Los resultados se analizaron usando el Análisis de varianza (ANDEVA) con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS). Los efectos significativos fueron sometidos a una separación de medias con el método de Tukey con un nivel de significancia de ($P \leq 0.05$). Para este ensayo se realizaron cinco réplicas por tratamiento.

2.3 EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL EXTRACTO DE LOMBRIHUMUS APLICADO DIRECTAMENTE A LAS PLAGAS EN CONDICIONES DE LABORATORIO

El objetivo de este ensayo fue:

- Evaluar la toxicidad del extracto de lombrihumus sobre áfidos al aplicarlo de manera directa y al follaje.

2.3.1 Efecto de aplicación directa del extracto en áfidos de manera directa y al follaje

Diez áfidos adultos se colocaron dentro de un plato petri y diez áfidos adultos se colocaron sobre hojas de rábano que estaban dentro de un contenedor de plástico, de manera que el pecíolo de la hoja se abasteciera de agua y los áfidos siempre tuvieran alimento suficiente en la hoja. Se aplicó 1 mL de extracto de lombrihumus (RAL y OSC) a cada grupo de diez áfidos y 1 mL de agua a los testigos, se hicieron seis repeticiones por tratamiento. Al cabo de cuatro horas los áfidos separados en el plato petri se trasladaron a una hoja de rábano para que se alimentaran. Cada día durante cinco días se contó el número de áfidos muertos en cada tratamiento.

Variable Medida

- Mortalidad de *Myzus persicae*

2.3.2 Análisis Estadístico

Se utilizó un Arreglo Factorial con dos extractos (RAL y OSC) y un control (CTR) por dos métodos de aplicación (FOL= follaje y DIR=directo). Los resultados se analizaron usando el Análisis de varianza (ANDEVA) con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS). Los efectos significativos fueron sometidos a una separación de medias con el método de Tukey con un nivel de significancia de ($P \leq 0.05$). Se realizaron seis repeticiones por tratamiento.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 EFECTO DEL EXTRACTO DE LOMBRIHUMUS SOBRE LA PLANTA DE RÁBANO

Al cabo de las cuatro semanas la altura de las plantas y el ancho de las hojas fue mayor en las plantas tratadas con extracto de RAL en comparación con el testigo CTR (Cuadro 1). Probablemente esta diferencia se dio debido a que el extracto de RAL proporcionó una mayor actividad enzimática e indujo el desarrollo de mayor número de microorganismos benéficos, favoreciendo un crecimiento biológico activo de la planta influenciado por sustancias reguladoras de crecimiento (Atiyeh *et al.*, 2001).

También se observó que la altura de las plantas fue mayor al aplicar los tratamientos al suelo que al aplicarlos foliarmente (Cuadro 1). Las plantas que se sometieron a las aplicaciones vía foliar probablemente se vieron afectadas por los residuos del extracto que quedaba sobre las hojas, sellando sus estomas lo cual pudo haber dificultado su proceso de fotosíntesis, otro factor que probablemente influyó es que por el follaje hubo menor absorción de nutrientes provenientes del lombrihumus que por las raíces.

Para el resto de las variables medidas y las interacciones de los factores, no se encontró diferencia significativa entre ellos, aunque se observó una tendencia de plantas más grandes al utilizar los extractos de lombrihumus. Probablemente al aumentar el número de repeticiones puede bajar la variabilidad de los resultados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de extractos de lombrihumus (medias \pm Desv. Std), método de aplicación e interacciones sobre plantas de rábano durante cuatro semanas.[§]

Tratamiento	Altura planta (cm)	Número de hojas	Largo hoja (cm)	Ancho hoja (cm)
Extracto de lombrihumus				
Raleigh (RAL)	15.8 \pm 0.5a	5.8 \pm 0.02	12.2 \pm 0.4	7.8 \pm 0.4 ^a
Oregon Soil corporation (OSC)	15.4 \pm 0.2ab	5.9 \pm 0.06	11.8 \pm 0.1	7.3 \pm 0.1ab
Control (CTR)	14.3 \pm 0.7b	5.7 \pm 0.08	11.1 \pm 0.4	6.6 \pm 0.5b
Método de aplicación				
Suelo (SUE)	15.8 \pm 0.6a	5.9 \pm 0.10	12.1 \pm 0.4	7.5 \pm 0.2 ^a
Follaje (FOL)	14.5 \pm 0.6b	5.7 \pm 0.10	11.4 \pm 0.4	7.0 \pm 0.2 ^a
Interacción				
RAL-SUE	16.3 \pm 0.5a	6.0 \pm 0.10	12.7 \pm 0.4	7.9 \pm 0.5 ^a
RAL-FOL	15.3 \pm 0.1a	5.6 \pm 0.07	11.8 \pm 0.0	7.7 \pm 0.2 ^a
OSC-SUE	16.1 \pm 0.4a	5.9 \pm 0.06	12.2 \pm 0.2	7.6 \pm 0.2 ^a
OSC-FOL	14.6 \pm 0.2a	5.8 \pm 0.01	11.5 \pm 0.1	7.1 \pm 0.1 ^a
CTR-SUE	14.9 \pm 0.1a	5.7 \pm 0.03	11.3 \pm 0.2	6.8 \pm 0.2 ^a
CTR-FOL	13.6 \pm 0.7a	5.6 \pm 0.07	10.9 \pm 0.4	6.3 \pm 0.4 ^a

[§] Los promedios seguidos por la misma letra en la misma columna, no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de separación de medias con Tukey ($P \leq 0.05$).

3.2 EFECTO EN LOS ÁFIDOS (*Myzus persicae*)

No se observó efecto significativo de los tratamientos o interacciones ($P \leq 0.05$) en las variables medidas: número de áfidos adultos con alas, de áfidos adultos sin alas, total de áfidos adultos, número total de ninfas de áfidos y total de áfidos incluyendo adultos y ninfas (Cuadro 2).

Se observó una tendencia a que los áfidos alimentados en plantas con extracto de lombríhumus RAL y la aplicación hecha al suelo fueron en mayor número, pero no fue significativamente diferente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de extractos de lombríhumus (medias \pm Desv. Std), método de aplicación e interacciones sobre áfidos.

Datos	Media alados	Media apteros	Media adultos	Media ninfas	Total Áfidos
Tratamiento					
RAL [‡]	0.6 \pm 0.07	87.1 \pm 13.4	87.7 \pm 14.1	261.5 \pm 37.1	361.7 \pm 56.4
OSC [†]	1.0 \pm 0.21	52.8 \pm 10.8	53.4 \pm 10.1	188.2 \pm 14.7	241.6 \pm 28.5
CTR [‡]	0.4 \pm 0.21	64.8 \pm 2.3	62.2 \pm 4.0	177.3 \pm 14.2	242.5 \pm 27.7
Aplicación					
SUE ^Φ	0.8 \pm 0.15	84.8 \pm 16.7	85.6 \pm 16.8	244.3 \pm 35.3	338.2 \pm 56.3
FOL ^Δ	0.5 \pm 0.15	51.4 \pm 16.7	51.9 \pm 16.9	173.7 \pm 35.3	225.7 \pm 55.2
Interacción					
RAL-SUE	0.8 \pm 0.04	88.2 \pm 9.0	89.0 \pm 9.0	270.4 \pm 27.5	384.4 \pm 45.8
RAL-FOL	0.4 \pm 0.13	86.0 \pm 8.0	86.4 \pm 7.9	252.6 \pm 19.5	339.0 \pm 25.5
OSC-SUE	1.2 \pm 0.22	75.8 \pm 3.4	77.0 \pm 3.7	267.8 \pm 26.3	344.8 \pm 28.1
OSC-FOL	0.8 \pm 0.04	29.0 \pm 17.5	29.8 \pm 17.4	108.6 \pm 44.9	138.4 \pm 64.2
CTR-SUE	0.4 \pm 0.13	90.4 \pm 10.0	90.8 \pm 9.8	194.6 \pm 6.4	285.4 \pm 1.6
CTR-FOL	0.4 \pm 0.13	39.2 \pm 12.9	39.6 \pm 13.1	160.0 \pm 21.9	199.6 \pm 36.8

[‡] Extracto de lombríhumus Raleigh

[†] Extracto de lombríhumus Oregon Soil Corporation

[‡] Testigo Control con agua

^Φ Método de aplicación de los tratamientos al suelo

^Δ Método de aplicación de los tratamientos al follaje

3.3 PESO TOTAL DE LOS ÁFIDOS

A los diez días de alimentarse y reproducirse, no se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) en los tratamientos ni en el método de aplicación en el peso de los áfidos (Figura 1).

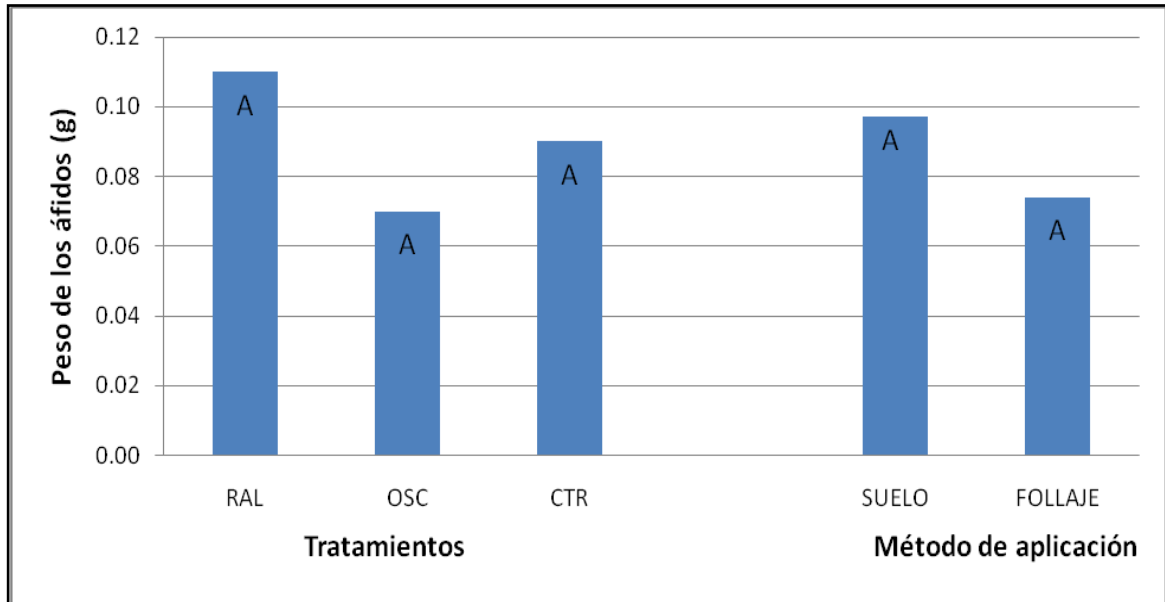


Figura 1. Peso total de áfidos (adultos más ninfas) por efecto de los tratamientos (RAL= extracto de lombrihumus Raleigh, OSC= extracto de lombrihumus Oregon Soil Corporation, CTR= Control con agua) y del lugar de aplicación (SUELO y FOLLAJE).

3.4 EFECTO EN EL GUSANO ELOTERO (*Helicoverpa zea*)

En promedio los insectos tardaron 13 días en completar su desarrollo hasta la etapa de pupa. El peso de los insectos se midió el día en que empuparon. No existió diferencia por efecto de los tratamientos (RAL, OSC y CTR) ni por el método de aplicación (SUELO y FOLLAJE) (Figura 2).

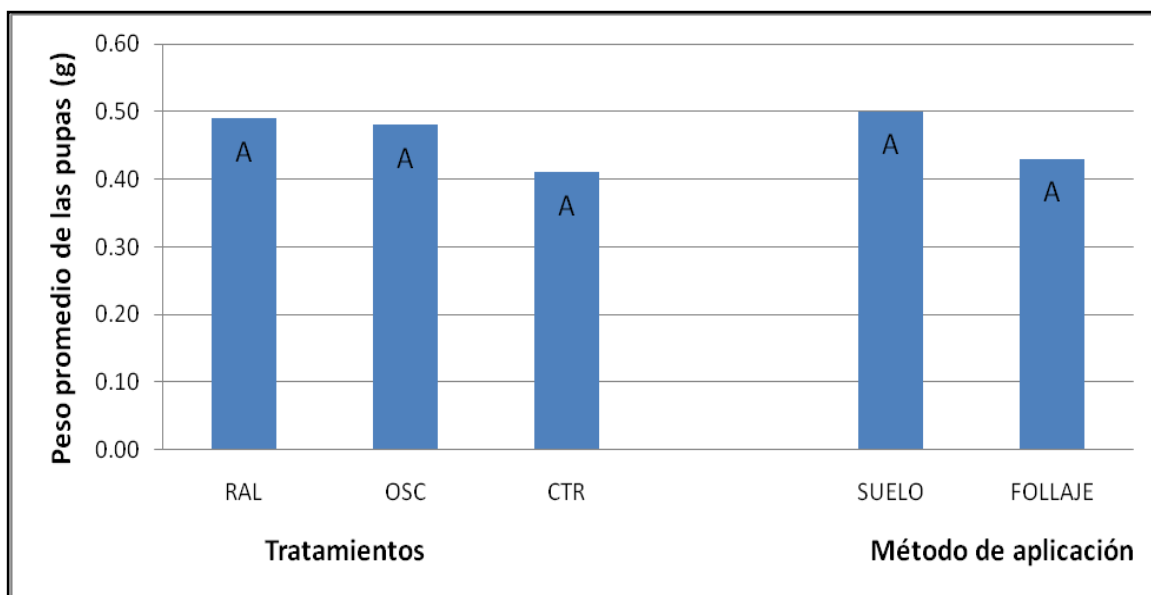


Figura 2. Peso promedio de las pupas por efecto de los tratamientos (RAL= Extracto de lombrinium Raleigh, OSC= Extracto de lombrinium Oregon Soil Corporation, CTR= Control con agua) y del lugar de aplicación (SUELO y FOLLAJE).

3.5 MORTALIDAD DE LAS LARVAS Y PUPAS

Se contaron las larvas que morían antes de que llegaran a empupar y las pupas que emergieron a adulto. La mortalidad de *H. zea* en estado larval fue baja con 10-20% (Cuadro 3) y no se encontró diferencia entre tratamiento, aplicación o su interacción (Cuadro 3). La mortalidad en estado de pupa fue de 10 a 30% y tendió a ser más elevada en tratamientos con extractos aplicados al follaje (Cuadro 3), sin embargo las diferencias no fueron significativas ($P \leq 0.05$).

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad y desviación estándar de las larvas y pupas de *Helicoverpa zea* y determinación del efecto de los tratamientos (RAL, OSC y CTR), método de aplicación (SUE y FOL) y las interacciones.

Tratamiento	Larva	Pupa
Extracto de lombrihumus		
Raleigh (RAL)	10 ± 1.2	20 ± 2.4
Oregon Soil Corporation (OSC)	10 ± 1.2	20 ± 2.4
Control (CTR)	15 ± 2.4	10 ± 4.7
Método de aplicación		
Suelo (SUE)	10 ± 1.7	13 ± 3.5
Follaje (FOL)	13 ± 1.3	20 ± 3.5
Interacción		
RAL-SUE	0 ± 5.1	10 ± 3.0
RAL-FOL	20 ± 3.8	30 ± 6.0
OSC-SUE	20 ± 3.8	10 ± 3.0
OSC-FOL	0 ± 5.1	30 ± 6.0
CTR-SUE	10 ± 0.7	20 ± 1.5
CTR-FOL	20 ± 3.8	0 ± 7.5

3.6 EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL EXTRACTO DE LOMBRIHUMUS APLICADO DIRECTAMENTE A LAS PLAGAS EN CONDICIONES DE LABORATORIO

No existió diferencia en la mortalidad de los áfidos independientemente del tratamiento empleado (RAL, OSC o CTR), pero existió mayor mortalidad de áfidos que fueron sometidos a la aplicación del extracto de lombrihumus en el follaje (FOL) en comparación a los áfidos sometidos a la aplicación del extracto de lombrihumus de manera directa sobre los plato petri (DIR) (Cuadro 4). Dicha diferencia en mortalidad probablemente es debida a que los áfidos después de recibir la aplicación no se alimentaron muy bien ya que en la hoja donde estaban quedaba bastante sedimentada del extracto de lombrihumus. En las interacciones de los tratamientos con el método de aplicación no se observó diferencia significativa (Cuadro 4).

Cuadro 4. Medias y desviación estándar de la mortalidad (%) de áfidos por efecto de los tratamientos (RAL, OSC y CTR), con el método de aplicación del extracto de lombrihumus (FOL y DIR) y sus interacciones. [§]

Tratamiento	Mortalidad (%)
Extracto de lombrihumus	
Raleigh (RAL)	36.8 ± 3.0a
Oregon Soil Corporation (OSC)	36.1 ± 2.4a
Control (CTR)	25.0 ± 5.4a
Método de aplicación	
Directamente al áfido sobre el follaje (FOL)	40.3 ± 7.6a
Directamente al áfido dentro del plato petri (DIR)	25.0 ± 7.6b
Interacción	
RAL-FOL	44.4 ± 5.3a
RAL-DIR	27.8 ± 2.2a
OSC-FOL	41.8 ± 1.3a
OSC-DIR	31.9 ± 0.3a
CTR-FOL	34.8 ± 1.0a
CTR-DIR	15.3 ± 7.8a

[§] Los promedios seguidos por la misma letra en la misma columna, no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de separación de medias con Tukey ($P \leq 0.05$).

4. CONCLUSIONES

- Las plantas de rábano con extracto de lombrihumus Raleigh aplicado al suelo obtuvieron mayor altura.
- El extracto de lombrihumus aplicado directamente sobre *Myzus persicae* no presentó mortalidad diferente al control, pero se encontró mayor mortalidad en el método de aplicación al follaje.
- No se encontraron diferencias en las poblaciones de *Myzus persicae* ni *Helicoverpa zea* con los extractos de lombrihumus usados como fertilizantes en las plantas de rábano.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un experimento a nivel de campo para hacer las aplicaciones del extracto de lombrihumus directamente sobre la plaga alimentándose del cultivo.
- Realizar el experimento con plantas de ciclos de vida más largo, para hacer mayor número de aplicaciones del extracto de lombrihumus.
- Implementar un ensayo mezclando suelo comercial con el humus de lombriz como fertilizante para identificar si existe algún nivel de protección en la planta contra las plagas de *Myzus persicae* y *Helicoverpa zea*.

6. LITERATURA CITADA

Arancon, N. Q., Galvis, P. A., Edwards, C. A. 2004. Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. *Bioresource Technology* 96:1137-1142.

Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Metzger, J.D. 2001. The influence of earthworm- processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology* 81:103–108.

Cardoza, Y. J. 2008. A multidisciplinary approach to characterizing plant resistance to arthropods mediated by organic composts. 2008 NSF-RIG BP Proposal. *Vermicompost-Resistance Factors*. 44 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, Costa Rica. Editorama 138 p. (Serie técnica. Informe técnico/CATIE; N° 51).

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). s.f. Insectos picadores y chupadores (en línea). Consultado 18 jun. 2009. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro04/cap4.htm>

Infoagro. 2009. Cultivos hortícolas. El cultivo de rábano-plagas (en línea). Consultado 15 de Septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/rabano.htm>

Larco, E. 2004. Desarrollo y evaluación de lixiviados de compost y lombricompost para el manejo de sigatoka negra (*mycosphaerella fijiensis* morelet), en platano. Tesis M.Sc.Turrialba, CR.CATIE. 89 p. Consultado el 10 de Agosto de 2009. Disponible en: http://musalit.inibap.org/pdf/IN070510_es.pdf