

# EL USO DE BIOCIDAS BOTÁNICOS PARA EL CONTROL DE LAS PLAGAS EN AGRICULTURA URBANA (II PARTE Y FINAL)

## USE OF BOTANICAL BIOCIDES FOR PEST CONTROL IN URBAN AGRICULTURE (2ND AND FINAL DELIVERY)

JOHN E. FRANCO RODRÍGUEZ<sup>1</sup>, JERRY BETTY MONAR<sup>2</sup>, XAVIER FREIRE ANDRADE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. john.franco@cu.ucsg.edu.ec

<sup>2</sup> Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

### RESUMEN

El trabajo de investigación probó combinaciones de insecticidas botánicos en seis hortalizas cultivadas en sistemas de huertos organopónicos en dos localidades: Guayaquil y Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan) en la zona tropical seca, durante el segundo semestre del año 2010, con la finalidad de contribuir al desarrollo de la agricultura orgánica en el Ecuador, a partir de la validación y generación de alternativas de lucha contra las plagas en base al uso de insecticidas de origen botánico aplicables a huertos organopónicos.

Se ensayaron tratamientos de cinco Biopesticidas más un testigo. Los tratamientos fueron: albahaca (*Ocimum basilicum*), ruda (*Ruta graveolens*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), ají (*Capsicum frutescens*), orégano (*Origanum vulgare*), para el control de plagas en Pepino, Zuchini, Tomate, Pimiento, Berenjena y Lechuga, distribuidos en cuatro repeticiones.

Las variables que se estudiaron en los cultivos fueron: Días de floración, días a cosecha, altura del primer racimo, racimos por planta, número de frutos por racimo, peso del fruto, diámetro del fruto, rendimiento por planta, rendimiento total por metro cuadrado, correspondientes a cada forma y práctica de manejo en cada cultivo.

Se sometieron al Análisis de Varianza a todas las variables estudiadas y con la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad fueron realizadas las comparaciones de medias de los tratamientos. Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (D.C.A) con seis tratamientos con cuatro repeticiones para cada cultivo.

Se reportó que los Biopesticidas preparados a base de Ají (B1) y Tabaco (B2) como los recomendables para los cultivos ensayados, ya que evidenciaron los mayores rendimientos.

El porcentaje de beneficio reportado favoreció al sistema manejado en la ciudad de Guayaquil, para el cultivo de berenjena con un 306 %, seguido del cultivo de lechuga con un 195 % y el cultivo de tomate con un 111 %.

**PALABRAS CLAVE:** Biocidas botánicos. Resistencia. Tolerancia. Ají. Tabaco. Huerto orgánico. Agricultura urbana.

**RECIBIDO:** 12/4/2014

**ACEPTADO:** 4/6/2014

### ABSTRACT

*This research project was developed in order to try different combinations of botanical insecticide in six vegetables that were grown in organoponic orchards in two different locations: Guayaquil and Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan) in the dry tropical zone during the second half of 2010, with the purpose of contributing to the development of organic agriculture in Ecuador, starting from the validation and generation of alternatives for pest control based on the use of botanical insecticide that can be applied on organoponic orchards.*

*Treatments with five bio pesticides plus a witness were tested. The five treatments were of basil (*ocimum basilicum*), rue (*ruta graveolens*), tobacco (*nicotiana tabacum*), chili pepper (*capsicum frutescens*), oregano (*origanum vulgare*), for controlling pests in cucumber, tomato, green bell pepper, eggplant and lettuce, distributed into four repetitions.*

*The variables that were studied on the cucumber, zucchini, tomato, green bell pepper and lettuce crops were: days until harvest, first cluster height, clusters per plant, fruit per cluster, fruit weight, fruit diameter, plant performance, and yield per square meter, depending each form and handling practice of each crop.*

*All variables that were studied were submitted to analysis of variance and to the Duncan's multiple range test to 5% of probability, and means of all the tests were compared. Completely Randomized Design (CRD) was used with six treatments and four repetitions for each crop.*

*It was reported that the bio pesticides that were produced from chilli pepper (B1) and tobacco(B2) were the most recommended for the crops tested, because higher performance became evident.*

*The percentage of benefit reported favored the system managed in Guayaquil for eggplant growing with 306% followed by lettuce growing with 195% and tomato growing with 111%.*

**KEYWORDS:** Botanic biocide. Resistance. Tolerance. Chili pepper. Tobacco. Organic orchards. Urban agriculture.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente se presenta en el mundo una tendencia a la producción y consumo de productos alimenticios obtenidos de manera “limpia”, es decir sin el uso (o en una mínima proporción) de insecticidas, biocidas, fertilizantes sintéticos y demás insumos de síntesis inorgánica. Los sistemas agropecuarios son responsables de una buena parte de la contaminación del ambiente, provocando el desequilibrio de los ecosistemas al introducir elementos químicos en los mismos, posibilitando el desajuste que permite el desarrollo de plagas y enfermedades que diezman las producciones. Para armonizar esta situación, se trabaja en la investigación permanente de productos biocidas de origen natural y en especial proveniente de las plantas (botánicos), que son de fácil obtención y segura aplicación y que ayudan a reducir los costos de producción, cuidan el ambiente y sus recursos, se encuentran al alcance de todos los productores, y son de bajo o casi nulo impacto en los ecosistemas.

Por lo expuesto, el presente trabajo tuvo los siguientes objetivos:

Objetivo general: contribuir al desarrollo de la agricultura orgánica en el Ecuador, a partir de la validación y generación de alternativas de lucha contra las plagas en base al uso de insecticidas de origen botánico aplicables a huertos organopónicos en el piso tropical seco.

Objetivos específicos:

-Aplicar un sistema de control alternativo de plagas en los cultivos de ciclo corto (hortalizas) que se trabajan con la técnica de huertos organopónicos en dos sectores del piso tropical seco en base al uso de extractos vegetales, en forma rápida, sencilla y económica.

-Generar un manual de trabajo que oriente a los productores orgánicos y de manera especial a quienes trabajan en agricultura urbana, basado en los resultados encontrados para que en forma rápida, fácil, eficiente, económica y segura se preparen insecticidas de origen botánico que controlen eficientemente las principales plagas de los cultivos.

-Realizar el estudio económico del tratamiento que resulte con la mayor eficiencia en el control alternativo de las plagas.

-Difundir la experiencia en el uso de los insecticidas botánicos como alternativa más idónea para la agricultura sostenible y sus diversas formas de trabajo en las zonas rurales y urbanas.

## REVISIÓN DE LITERATURA CONTROL DE PLAGAS

Según el manual Una Huerta para Todos, (2011), las plagas son pequeños insectos que se reproducen muy rápido y causan graves daños a los cultivos porque se alimentan de las plantas. En muchos casos, las plantas no resisten los ataques y mueren. Entre las plagas más frecuentes tenemos:

- Gusanos o larvas: algunos gusanos son los hijos de las mariposas y nacen 4 o 5 días después de que ellos han puesto sus huevos por detrás de las hojas.
- Pulgones: son insectos o pequeños mosquitos de diferentes colores, generalmente son verdes o negros. Estos chupan la savia de las plantas y con sus picaduras hacen que las hojas y brotes tiernos se amarillen, se enrosquen y se sequen.
- Babosas: se presentan en abundancia en épocas lluviosas. Cuando hay humedad permanente. Son activas durante la noche y se esconden al amanecer en sitios oscuros. Las babosas comen las hojas de la mayoría de las hortalizas.

Insectos benéficos: no todos los insectos se alimentan de plantas, algunos se alimentan de otros insectos y entonces ayudan a controlar las plagas.

Chinitas o mariquitas: las chinitas se alimentan de los pulgones, por lo tanto nos ayudan a controlar una plaga en forma natural. Las chinitas son insectos de vistosos colores, hay rojas, verdes, amarillas y anaranjadas y tienen puntitos negros. Miden entre 8 a 10 mm. Para controlar las plagas se pueden hacer algunas labores antes que se produzca el problema:

- Hacer rotación de cultivo: recuerden que hay que cambiar el tipo de hortalizas cada año. Además de rotar según la familia, la especie o la variedad;
- No dejar restos vegetales: en ellos pueden quedar insectos y seguir multiplicándose, usar los restos vegetales para hacer el abono orgánico;
- Hacer cultivos intercalados: para los insectos será más difícil distribuirse si las plantas quedan separadas por otras hortalizas;

- Asociación de cultivos: hay plantas que aportan beneficios entre sí al estar acompañadas;
- Preferir hortalizas resistentes: en algunas hortalizas los insectos no causan mucho daño, por ejemplo, acelga, puerro, lechuga, cebolla, perejil, arveja, espinaca y otras;
- Cuidar bien la huerta: si las plantas de la huerta son grandes y fuertes los insectos causaran menos daño;
- Trampas para babosas: colocar tablas en el suelo entre medio de las plantas de la huerta, durante el día las babosas se esconderán debajo y se pueden atrapar fácilmente;
- Trampas para moscas blancas, pulgones y trips: pintar por dentro una lata no muy profunda, de color amarillo brillante. Colgar la lata de una madera y agregarle agua hasta la mitad. Los insectos serán atraídos por el color y al caer al agua mueren;
- Barreras: Contra los gusanos, se puede impedir que hagan mucho daño en las plantitas pequeñas colocando un anillo de cartón alrededor de ellas. Cuando las plantitas crecen y sobrepasan el tamaño del anillo ya pueden resistir el ataque de este gusano;
- Pulverizaciones: hay sustancias que no hacen daño a las plantas ni a las personas y ayudarán a controlar las plagas;
- Recolección: toda la familia puede atrapar insectos a mano. Los gusanos cortadores, gorgojos, chinches, escarabajos y otros son fáciles de atrapar porque son grandes.

#### CONTROL DE ENFERMEDADES

Hay muchas enfermedades que afectan a las plantas haciendo daños en los cultivos y en las hortalizas almacenadas. Las plantas enfermas se pueden ver amarillas o con otros colores que no son normales, marchitas o caídas, débiles, con frutos podridos. Con el control preventivo las enfermedades no serán un problema. Algunas medidas son:

- Rotación de cultivo: no hay que sembrar hortalizas de la misma familia en el mismo;
- Terreno. Las enfermedades pueden permanecer en el suelo de un año a otro;
- Variedades resistentes: en muchas hortalizas hay variedades resistentes a una o más enfermedades. Si es necesario, consultar al técnico local para saber si las variedades de hortalizas que se quieren usar son o no resistentes;
- No dejar restos vegetales: use siempre los restos vegetales para preparar el abono orgánico. Si se dejan en el terreno pueden contagiarse con enfermedades las plantas de la próxima temporada;
- Controlar los insectos: los insectos también pueden transmitir enfermedades como los virus;
- Control de malezas: Las malezas ayudan a crear un ambiente húmedo que favorece el desarrollo de las enfermedades;
- Cuidar que el agua no se estanque: el agua no debe quedar detenida en los surcos. Si esto ocurre hay que hacer canales de salida;
- No plantar muy denso: especialmente en zonas húmedas las plantas no deben quedar muy cerca una del otro (muy denso). Eso favorece la humedad y el desarrollo de enfermedades;
- Proteger los frutos: con tutores o coberturas se pueden proteger los frutos que por su peso quedan cerca del suelo. Por ejemplo, tomates, melón, zapallo o ahuyama, sandía.

#### USO DE BIOPESTICIDAS

Según Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida, 2007, en el mundo existen miles de plantas a las cuales se les atribuyen efecto insecticida, acaricida, nematocida, molusquicida, roenticida, fungicida, bactericida y herbicida; así como algunas que inhiben el ataque de los virus. Las sustancias naturales más antiguas y de más amplio empleo en el mundo, algunas con vigencia actual, son: nicotina, piretro, rotenona, azadirachtina, alcanfor y trementina.

- Nicotina: la nicotina ha sido aislada de numerosas plantas pero, comercialmente tiene dos fuentes principales, el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y la *Nicotiana rustica*. En Cuba, como es lógico, el tabaco es la fuente de obtención más económica;
- Tabaquina: insecticida natural, preparado a partir de residuos del tabaco (picadura o polvo rapé, no se usan las nervaduras de la hoja).

- Forma de acción: ingestión, contacto y veneno respiratorio, su residualidad es muy corta;
  - Plagas que controla: insectos de cuerpo blando (pulgones, mosca blanca, trips, saltahojas, ácaros y larvas pequeñas de lepidópteros), entre otros;
  - Especificaciones: puede ser portador del virus del mosaico del tabaco (TMV). Para evitarlo, se le aplica cal, media hora antes de ser utilizado, para desactivarlo;
  - Preparación de la tabaquina: macerar 1 kg. de picadura o polvo de tabaco (barredura) en cuatro litros de agua, durante ocho a diez días. Filtrar por una malla fina. Diluir en 20 litros de agua. Media hora antes de aplicarlo, agregarle 200 g de hidrato de cal (cal viva), a razón de 10 g/litro de tabaquina lista para aplicar. Con esta concentración de cal, alcanza un  $\text{pH}=12$  o superior, esto desactiva los virus y libera la nicotina. Por esta razón, no es compatible con otros insecticidas. Una vez preparada, se debe aplicar de inmediato; pierde su actividad a las dos horas de habersele echado cal;
  - Dosis: aplicar a razón de 300 a 500 litros/ha o sea, 30 a 50 ml/m<sup>2</sup> con una concentración de 0,9 a 1.0 g de nicotina por litro de solución.
- Ajo (*Allium sativum*). Insecticida y repelente.
    - Controla: tizón temprano y tardío, moho de las hojas, antracnosis, mancha foliar por *Cercospora*, mildiu vellosa, *Erwinia* spp., *Xanthomonas* spp., *Pseudomonas* spp., y podredumbre del cuello;
    - Preparación: a 100 gramos de ajo macerados disueltos en medio litro de agua, adicionar 10 gramos de jabón y 2 cucharaditas de aceite mineral, dejar durante 24 horas, filtrar y diluir en 20 litros de agua para su aplicación inmediata. Macerar 500 g de hojas y remojar en 10 litros de agua, colar y aplicar inmediatamente. Macerar o mezclar 500 gramos de ajo y 500 gramos de ají en 2 litros de agua. Dejar 24 horas en reposo, filtrar y diluir en 100 litros de agua;
  - Ruda (*Ruta graveolens*). Fungicida y repelente.
    - Controla: antracnosis y hongos;
    - Preparación: macerar o machacar las hojas en agua y dejar fermentar 48 horas, colar y agregar jabón. Fumigar las plantas en forma preventiva, mínimo una vez a la semana;
    - Controla: insectos y hongos;
    - Preparación: macerar o machacar 500 g. de plantas frescas y mezclar en un litro de agua, dejar reposar durante 48 horas y diluir en diez litros de agua, adicionando una cucharadita de jabón. Aplicar inmediatamente para controlar insectos y hongos en semilleros;

#### MÉTODOS PARA LA ELABORACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES

Según Josep Roselló i Oltra, 2003, los extractos vegetales son productos a base de sustancias producidas por las plantas. Pueden reforzar la fortaleza de la planta o repeler o suprimir al patógeno. Su eficacia depende de muchos factores, no todos ellos controlados totalmente; es por ello que los resultados pueden ser variables, en función del estado del cultivo, las condiciones de extracción, la calidad de la planta de la cual se extrae la sustancia, entre otras.

Muchas pueden favorecer los mecanismos de defensa de las plantas, reforzando la pared celular, o con sustancias inhibitoras de los patógenos, sobre todo en condiciones de estrés (falta de agua o nutrientes, ataques fuertes de insectos). Se pueden preparar los extractos mediante:

- Purines fermentados o en fermentación: colocando las partes de las plantas en un saco permeable, dentro de un recipiente con agua de lluvia. Se cubre, dejando circular el aire, removiéndose diariamente. Está listo en una o dos semanas, cuando deja de fermentar (oscuro, sin espuma). Se aplican diluidos. Si sólo se dejan cuatro días al sol, el purín estará en fermentación;
- Infusión: vertiendo agua hirviendo sobre las plantas frescas o secas, dejándolas reposar 24 horas;
- Decocción: se ponen las plantas a remojo durante 24 horas, después se las hace hervir 20 minutos, se tapa y se deja enfriar;

- Maceración: se meten las plantas en agua, sin dejarlas fermentar, como máximo tres días, filtrando después;
- Extractos: generalmente de flores; se cortan antes de marchitarse, se humedecen y se trituran; la papilla se pasa por un tamiz fino (bolsa de tela) para extraer el líquido;
- Esencias: la extracción de aceites esenciales es más laboriosa, necesiéndose un alambique. Se recogen las partes que se desean extraer y se ponen a hervir en agua, recogiendo con una campana todo el vapor, que al pasar por el alambique se irá condensando. Mediante decantación podemos separar el aceite esencial del agua.

La Fundación Era Ecológica (2009), detalla que el uso de los “Plaguicidas” botánicos se remonta probablemente a nuestros ancestros cavernícolas, quienes seguramente aprendieron la técnica de quemar las hojas de cierto arbusto con el fin de ahuyentar los insectos molestos. Tal ha sido el comienzo de la “fumigación”. También hay evidencia que en el antiguo Egipto ya se conocía el uso de un polvo misterioso que protegía los cultivos y los granos almacenados del ataque de insectos. Muchos siglos después en el Medio Oriente, dicho polvo misterioso era conocido como el “Polvo de Persia”.

Riquelme (2006) indica que la utilización masiva de insecticidas convencionales, y especialmente plaguicidas de amplio espectro, es costosa y trae consecuencias colaterales secundarias, como desarrollo de la resistencia de las plagas, contaminación ambiental, residuos tóxicos en el producto cosechado, aparición de nuevas plagas, eliminación de la entomofauna benéfica e intoxicación del operador (Briones, 1991; Hoss, 1999; Iannacone y Murrugarra, 2000; Iannacone y Reyes, 2001; Iannacone y Montoro, 2002; Simmonds et al., 2002). La utilización de extractos vegetales para el control de plagas tiene la ventaja de no provocar contaminación, debido a que estas sustancias son degradadas rápidamente en el medio (Benner, 1996; Iannacone y Lamas, 2002). De esta forma plantas con potencial biocida constituyen un componente importante de control, dentro del contexto de manejo integrado de plagas (Estrada y López, 1998; Iannacone y Montoro, 2002; Iannacone y Lamas, 2003).

La resistencia de las plagas a los insecticidas químicos se ha incrementado en los últimos años, motivo por el que se buscan métodos alternativos, como extractos de plantas con actividad larvicida.

Para Londoño (2006), siempre que se habla de insecticidas, uno se imagina un producto químico que compra en lata o paquete que ya está listo para usar y que cuesta actualmente mucho dinero. Aquí queremos presentar un poco las diferentes alternativas usando insecticidas botánicos o insecticidas que se saca de algunas plantas. En general se selecciona plantas que pueden ser insecticidas o repelentes por su olor fuerte. El interés de buscar plantas insecticidas es que una vez que se encuentra, cada quien puede cultivarlas en su finca y así ya no gastar en estos productos, también es menos peligroso para la salud y para el ambiente.

Comenta la misma autora, que las plantas que desprenden un olor muy fuerte, casi siempre es su modo de defenderse de sus enemigos. Los enemigos de las plantas, por lo general, son también enemigos de nuestros cultivos, se trata de los insectos que a veces se convierten en plagas. La idea es utilizar los resultados que tuvieron las plantas a lo largo de millones de años, tratando de producir sustancias que repelen a los insectos o que a veces los matan. Estas sustancias las podemos extraer de las plantas y aplicarlas sobre las plagas de nuestros cultivos.

## MATERIALES Y MÉTODOS LOCALIZACIÓN

El trabajo de campo, se realizó entre los meses de julio de 2010 a enero de 2011, en dos locaciones de los cantones Guayaquil y Alfredo Baquerizo Moreno (Juján), provincia del Guayas, los cuales se ubicaron en dos unidades educativas, las mismas que prestaron su colaboración para el citado ensayo experimental.

Se trabajó en sistemas organopónicos manejados con tecnología alternativa. Este ensayo experimental se lo articuló como el trabajo de titulación de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria denominado “Efecto de biopesticidas en el manejo de plagas y rendimiento de seis especies de hortalizas orgánicas en la provincia del Guayas” en la que trabajaron los egresados de la Unidad Académica, señores Jerry Betty Monar y Xavier Freire Andrade; quienes luego de la lectura de la respectiva tesis, obtuvieron su título profesional como Ingenieros Agropecuarios en fecha posterior, hacia finales del año 2012 e inicios de 2013.

### UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS

La presente investigación se realizó en dos módulos experimentales, el primero se instaló en el cantón Guayaquil, en los predios de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (nuevos terrenos de la UCSG-detrás de la Facultad de Arquitectura y el segundo se implementó en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Juján), en los predios del Colegio Técnico Agropecuario Teodoro Alvarado Garaicoa.

#### CANTÓN GUAYAQUIL

El primer módulo experimental se realizó en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la misma que está ubicada en el kilómetro 1 ½ de la avenida Carlos Julio Arosemena, en la Ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas. Corresponde a las coordenadas geográficas 02° 21' de latitud sur 79° 90" de longitud occidental<sup>1</sup>.

Características climáticas.<sup>2</sup> Según la clasificación ecológica de Holdridge, la zona de vida corresponde al bosque Tropical Húmedo, con las características siguientes: Temperatura media anual, 25 °C; Precipitación promedio 1 000 mm; Humedad relativa, 83 %; Altitud, 4 msnm.

Características pedológicas.<sup>3</sup> Suelo, de origen aluvial y con horizonte superficial y de topografía plana.

En las actividades de campo del ensayo instalado en el Campus-Guayaquil de la UCSG, participaron los estudiantes de las Carreras de: Ingeniería Agropecuaria y Agronomía, Recursos Naturales Renovables y Ambientalismo de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Semestre A-2010 y B-2010. Aprovechando el ensayo instalado, se realizó un día de campo para la socialización de las vivencias y experiencias entre los estudiantes de las Carreras Agropecuarias y estudiantes secundarios de varias unidades educativas de la ciudad, durante el Semestre B-2010.

#### CANTÓN ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUJÁN)

El segundo módulo experimental para el trabajo de investigación se generó en la planta física del Colegio Técnico Agropecuario Teodoro Alvarado Garaicoa, el cual se ubica en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Juján), provincia del Guayas, corresponde a las coordenadas geográficas: 1° 51' de latitud sur, y 79° 58' de longitud oeste<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Fuente: Página web de la UCSG

<sup>2</sup> Fuente: Página web del M.I Municipio de Guayaquil

<sup>3</sup> Fuente: Página web del INAMHI

<sup>4</sup> Fuente: Página web del M.I Municipio de Jujan

<sup>5</sup> Fuente: Página web del INAMHI

### CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.<sup>5</sup>

Posee las siguientes características: temperatura 24 °C; precipitación promedio 1 500 mm; altitud 9 msnm.

Cabe indicar que en el trabajo de campo del sistema modular, colaboraron los estudiantes de los últimos cursos de la citada Unidad Educativa, siendo monitoreados por los egresados-testistas que apoyaron las actividades del presente proyecto.

En el diseño experimental participó el Ing. Agr. Ricardo Guamán Jiménez, M. sc. y en la revisión metodológica colaboró la Dra. Carmen Triviño Gilces, Ph. D.

Inicialmente se planteó la posibilidad de replicar el trabajo experimental en dos unidades educativas adicionales, dando la totalidad de cuatro localidades, pero resultó infructuoso, debido a que no se logró encontrar una respuesta favorable respecto del compromiso de las seguridades del caso (cercado de la parcela experimental) y la participación de los grupos estudiantiles en conjunto con sus docentes (mantenimiento y prácticas culturales).

### MATERIALES UTILIZADOS

- Alambre
- Atomizador
- Azadón
- Bandejas germinadoras
- Barra
- Bomba de Agua
- Botas
- Cañas
- Cuartones de madera
- Sustrato
- Cinta o cuerda nylon
- Cinta o cuerda nylon
- Cuchillo
- Detergente
- Leche en polvo
- Machete
- Malla de pesca (½ pulgada)
- Pala de punta redonda
- Regadera
- Rastrillo
- Semillas certificadas
- Baldes de 5 galones
- Tijera para podar

### TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

Se estudiaron cinco especies vegetales con las cuales se prepararon los Biopesticidas, estos son: albahaca (*Ocimum basilicum*), ruda (*Ruta graveolens*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), ají

(*Capsicum frutescens*), orégano (*Origanum vulgare*), más un testigo, para el control de plagas en los cultivos de pepino, zuchini, tomate, pimiento, berenjena y lechuga, distribuidos en cuatro repeticiones, los cuales se detalla en el croquis de campo, presentado a continuación en la Figura 1.

**DISEÑO EXPERIMENTAL**

En esta investigación se utilizó el diseño completamente al Azar (D.C.A) con seis tratamientos con cuatro repeticiones para cada cultivo hortícola.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

El esquema del análisis de varianza que se empleó para cada cultivo se indica a continuación:

ANDEVA	
FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamientos (t - 1)	5
Error Experimental	18
Total (r x t) - 1	23

**ANÁLISIS FUNCIONAL**

Las comparaciones de las medias de los tratamientos se realizaron mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

**DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL**

El delineamiento experimental para cada cultivo se indica a continuación: tratamientos 6; repeticiones 4; número de camas 24; distanciamiento entre bloques: 0.60 m; longitud de parcela: 9 m; ancho de columna 1.0 m; área de cama 1.0 m x 9.0 m.

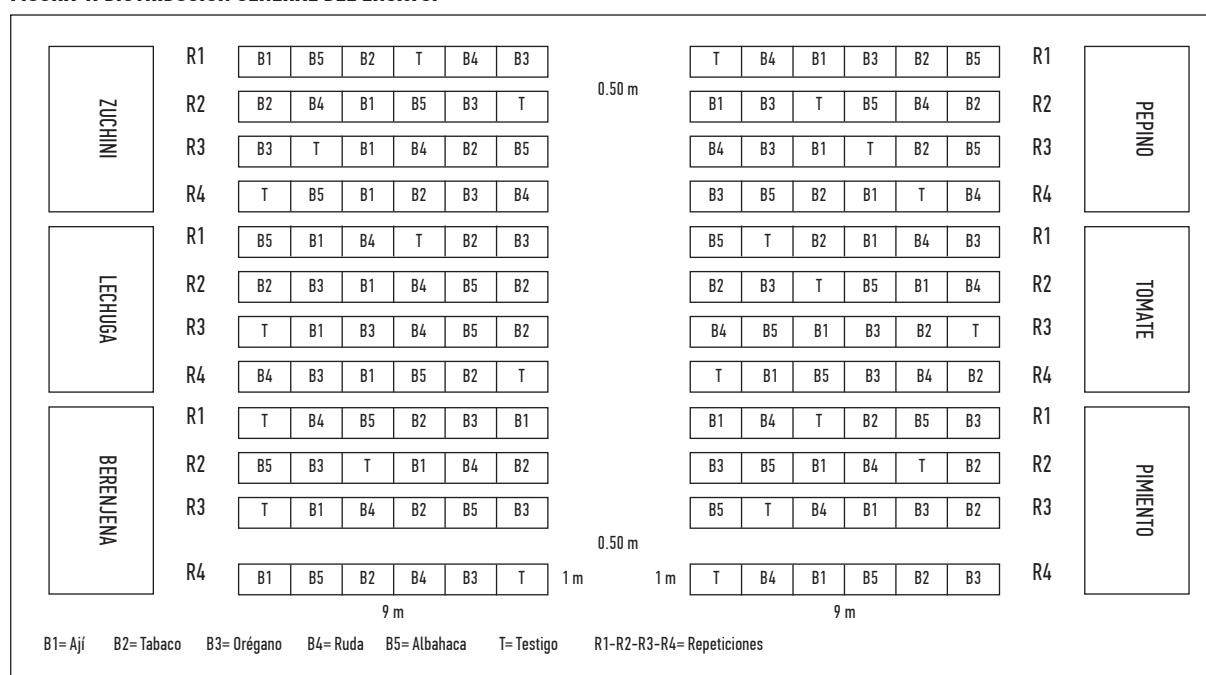
**ANÁLISIS ECONÓMICO**

Se empleó una matriz de costeo que integró los costos de los canteros y los relacionó con rendimientos obtenidos por los mejores ensayos. Además, sirvió para establecer el porcentaje de costo/beneficio.

**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

El trabajo de investigación se desarrolló para probar combinaciones de insecticidas botánicos en seis hortalizas cultivadas en sistemas de huertos organopónicos en dos localidades: Guayaquil y Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan) en la zona tropical seca, durante el segundo semestre del año 2010; con la finalidad de contribuir al desarrollo de la agricultura orgánica en el Ecuador, a partir de la validación y generación de alternativas de lucha contra las plagas en base al uso de insecticidas de origen botánico aplicables a huertos organopónicos.

**FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN GENERAL DEL ENSAYO.**



Fuente: Elaborado por los autores.

Se ensayaron tratamientos de cinco Biopesticidas más un testigo. Los cinco tratamientos correspondieron respectivamente a albahaca (*Ocimum basilicum*), ruda (*Ruta graveolens*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), ají (*Capsicum frutescens*), orégano (*Origanum vulgare*), para el control de plagas en pepino, zucchini, tomate, pimiento, berenjena y lechuga, distribuidos en cuatro repeticiones.

Las variables que se estudiaron en los cultivos pepino, zucchini, tomate, pimiento y lechuga fueron: días de floración, días a cosecha, altura del primer racimo, racimos por planta, número de frutos por racimo, peso del fruto, diámetro del fruto, rendimiento por planta, rendimiento total por metro cuadrado, correspondientes a cada forma y práctica de manejo en cada cultivo.

Se sometieron al análisis de Varianza a todas las variables estudiadas y con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad fueron realizadas las comparaciones de medias de los tratamientos. Se utilizó el diseño completamente al azar (D.C.A) con seis tratamientos con cuatro repeticiones para cada cultivo.

Se reportó que los Biopesticidas preparados a base de Ají (B1) y Tabaco (B2) como los recomendables para los cultivos ensayados, ya que evidenciaron los mayores rendimientos.

Los cálculos estimados con relación a los costos en los dos ensayos (Guayaquil y Alfredo Baquerizo Moreno) determinaron que por cada cama (cantero) para los cultivos organopónicos fueron: pepino USD \$41.68, zucchini USD \$41.67, tomate USD \$42.68, pimiento USD \$42.93, berenjena USD \$42.93 y lechuga USD \$24.24.

El porcentaje de beneficio reportado favoreció al sistema manejado en la ciudad de Guayaquil, para el cultivo de berenjena con un 306 %, seguido del cultivo de lechuga con un 195 % y el cultivo de tomate con un 111 %.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados del presente trabajo, se pueden sacar las conclusiones y recomendar las acciones siguientes:

1. En la interacción Localidades x Biopesticidas, el promedio general fue de 576 g en el cultivo de pepino cultivado en la ciudad de Guayaquil, en donde las mejores respuestas se referenciaron para los Biopesticidas elaborados a partir de Ají (B1) y de Tabaco (B2), que respectivamente lograron 661 g y 653 g.
  - a) Realizar ensayos en zonas de producción intensiva de pepino, para identificar las potencialidades y efectividad de los Biopesticidas, en especial el preparado a base de ají, ajustando las variables tales como distanciamientos de siembra (alta densidad poblacional) y tipos de manejo alzado (redes o tutores), para mejorar los indicadores económicos.
  - b) Efectuar ensayos con otros cultivos de pepino (tipo gourmet) que impliquen las concentraciones de los Biopesticidas preparados a base de ají con otros componentes botánicos de fácil adquisición y preparación.
  - c) Ajustar ensayos futuros en cultivos de pepino en huertos organopónicos, en invernadero y/ a campo abierto en asociación con otros productos hortícolas y/u otros vegetales, manejando la aplicación de Biopesticidas botánicos y seleccionando otras localidades bajo la estrategia de agricultura urbana.
  - d) Recomendación 1d: Recomendar el uso del biopesticida a base de ají y tabaco para el manejo integrado de plagas en el cultivo de hortalizas e integrar el nuevo conocimiento en el cultivo de pepino a las diferentes materias relacionadas con las Carreras Agropecuarias, en especial en las materias del quehacer agronómico.
2. En la interacción Localidades x Biopesticidas en el cultivo de zucchini, se encontraron respuestas altamente significativas, ya que el promedio general reportó 15.33 kg con un 15.12 % de coeficiente de variabilidad; al analizar el rendimiento de este mismo producto, se encontró una respuesta superior en el módulo de la ciudad de Guayaquil.
  - a) Ejecutar investigaciones en cultivo de zucchini a campo abierto, aplicando los Biopesticidas de origen botánico, integrando en las pruebas de campo prácticas agronómicas como inducción floral, polinización asistida, poda de fruto entre otras.
  - b) Combinar otros productos vegetales para elaborar biocidas botánicos



- para ensayar en cultivares de zuchini en distintas estrategias de agricultura orgánica en distintas localidades, preferiblemente en zonas de alta producción hortícola.
- c) Recomendar el uso del biopesticida a base de ají y tabaco para el manejo integrado de plagas en el cultivo de hortalizas e integrar el nuevo conocimiento sobre el conocimiento del cultivo de zuchini a las diferentes materias relacionadas con las Carreras Agropecuarias, en especial en las materias del quehacer agronómico.
3. En el sistema instalado en Guayaquil, el cultivo de tomate referenció la mejor respuesta con el empleo del Biopesticida Ají (B1) al lograr 26.65 kg. Diferencias altamente significativas se encontraron en la fuente de Variación tanto en Localidades, como en Biopesticidas, con una media de 16.80 kg.
    - a) Desarrollar pruebas de campo interaccionando diversas modalidades de cultivo de tomate, varias zonas de cultivo, incluyendo otros cultivares, probando combinaciones de otros biopesticidas.
    - b) Generar un sistema de investigaciones sucesivas en tomate orgánico, plantado en diversos sistemas de agricultura urbana y controlada, por ser una de las hortalizas de mayor consumo.
    - c) Recomendar el uso del biopesticida a base de ají y tabaco para el manejo integrado de plagas en el cultivo de hortalizas e integrar el nuevo conocimiento en el cultivo de tomate a las diferentes materias relacionadas con las Carreras Agropecuarias, en especial en las materias del quehacer agronómico.
  4. El módulo manejado en la ciudad de Guayaquil reportó que en el cultivo de pimiento se encontraron los mejores rendimientos al emplear el Biopesticida preparado a base de Ají (B1), teniendo un volumen de 4.9 kg, mientras que diferencias significativas (promedio 3.8 kg) se mostraron en la Fuente de Variación Localidades por Biopesticidas.
    - a) Establecer nuevos ensayos que integren otros cultivares de pimiento, incorporando otras variables como distanciamientos de siembra que aumenten la densidad poblacional.
    - b) Integrar el nuevo conocimiento a las diferentes materias relacionadas con las Carreras Agropecuarias, en especial en las materias del quehacer agronómico.
    - c) Sugerir el uso del biopesticida a base de ají y tabaco para el manejo integrado de plagas en el cultivo de hortalizas e integrar el nuevo conocimiento en el cultivo de pimiento a las diferentes materias relacionadas con las Carreras Agropecuarias, en especial en las materias del quehacer agronómico.
  5. En el cultivo de berenjena, los mejores resultados se obtuvieron en el módulo trabajado en la ciudad de Guayaquil, en el que el Biopesticida procesado a base de Ají (B1) tuvo el rendimiento superior con 42 kg. En la Fuente de Variación se reportó el promedio general de 32 kg, detallándose principalmente en la interacción Localidades por Biopesticidas.
    - a) Efectuar nuevas pruebas de campo en el cultivo de berenjena, aplicando otras fuentes de Biopesticidas a base de vegetales.
    - b) Sugerir el uso del biopesticida a base de ají y tabaco para el manejo integrado de plagas en el cultivo de hortalizas e integrar el nuevo conocimiento en el cultivo de berenjena a las diferentes materias relacionadas con las Carreras Agropecuarias, en especial en las materias del quehacer agronómico.
  6. El sistema instalado en el campus Guayaquil, al cultivar lechuga se observó una mejor respuesta, empleando Biopesticida Ají (B1) con 10.85 kg. Se determinaron diferencias altamente significativas en la Fuente de Variación Localidades y Biopesticidas; el promedio general fue de 10.59 kg.
    - a) Realizar ensayos en otras localidades incrementando la densidad poblacional e integrando otras estrategias productivas para el cultivo de lechuga, como la

hidroponía y cultivo bolsas verticales, aplicando los biopesticidas combinados de diversas fuentes vegetales.

- b) Sugerir el uso del biopesticida a base de ají y tabaco para el manejo integrado de plagas en el cultivo de hortalizas e integrar el nuevo conocimiento en el cultivo de lechuga a las diferentes materias relacionadas con las Carreras Agropecuarias, en especial en las materias del quehacer agronómico.

**FIGURA 2. CULTIVO DE LECHUGA EN HUERTOS ORGANOPÓNICOS**



Fuente: Los autores

**FIGURA 3. CULTIVO DE BERENJENA EN CANTEROS ORGANOPÓNICOS**



Fuente: Los autores

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fundación Era Ecológica. 2009. Insecticidas Botánicos. En línea. Disponible en: [http://www.eraecologica.org/revista\\_02/era\\_ecologica\\_2.htm?plaguicidas\\_botanicos.htm-mainFrame](http://www.eraecologica.org/revista_02/era_ecologica_2.htm?plaguicidas_botanicos.htm-mainFrame). Consultado: Julio 20 de 2009
- Londoño, D. 2006. Manejo integrado de plagas - Insecticidas botánicos. En línea. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos36/insecticidas-botanicos/insecticidas-botanicos.shtml>. Consultado: Julio 15 de 2009
- Iannacone, J. 2003. Uso y perspectivas de plaguicidas botánicos en el Perú: reviviendo y modernizando una práctica antigua con insecticidas etnobotánicos. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA). Boletín RAAA 45:14-17.
- Iannacone, J., y G. Lamas. 2002. Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla externa*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 65:92-101.
- Iannacone, J., e Y. Murrugarra. 2000. Fluctuación poblacional del predator *Metacanthus tenellus* Stal (Heteroptera: Berytidae) por los insecticidas botánicos Rotenona y Neem en el cultivo de tomate en el Perú. Rev. Col. Entomol. 26:89-97.
- Iannacone, J., y M. Reyes. 2001. Efecto en las poblaciones de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) y *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) por los insecticidas botánicos Rotenona y Neem en el cultivo de tomate en el Perú. Rev. Col. Entomol. 27:147-152.
- Riquelme, H. 2006. Efectividad de Extractos Botánicos de Diez Plantas Sobre la Mortalidad y Repelencia de Larvas de *Rhynchophorus palmarum* L. [online]. mar. 2006, vol.66, no.1 [citado 22 Octubre 2006], p.21-30. En línea: Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072006000100003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072006000100003&lng=es&nrm=iso). Consultado: Julio 15 de 2009