

EFFECTIVIDAD DE BIOINSECTICIDA PARA EL CONTROL DE *Aphis gossypii* EN CULTIVO DE SANDÍA**BIOINSECTICIDE EFFICACY AGAINST *Aphis gossypii* IN WATERMELON CULTIVATION**Carlos Roberto Silva Caballero^{1*} , Ruth Esther Pistilli Fariña¹ y Wilfrido Daniel Lugo Pereira¹ ¹ Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.*Autor por correspondencia: carlossilvacaballero@gmail.com**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la parcela experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción. El objetivo fue evaluar la efectividad de bioinsecticida para el control de *Aphis gossypii* en el cultivo de sandía. El diseño experimental empleado fue bloques completos al azar (DBCA), compuesto por cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en diferentes dosis de un bioinsecticida a base de Jabón Potásico, Neem y Canela (0, 50, 100, 150 y 200 ml 20 L). Las determinaciones evaluadas fueron: número de insectos, constancia, eficacia del producto en ninfas y adultos, diámetro ecuatorial y polar, masa fresca por fruta (kg fruta⁻¹) y rendimiento (t ha⁻¹). Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza, en los tratamientos donde fueron encontrados diferencias significativas se realizó análisis de regresión. Los tratamientos aplicados influyeron significativamente en el número de ninfas, en la eficacia del producto en ninfas, diámetro polar de frutos, masa fresca por fruta (kg fruta⁻¹) y rendimiento (t ha⁻¹). Resultaron no significativas las determinaciones: número y eficacia de adultos de *A. gossypii* y diámetro ecuatorial. En cuanto al índice de constancia, tanto ninfas y adultos de *A. gossypii* cayeron en la categoría de constante en todos los levantamientos. Se concluye que, el producto aplicado presenta eficacia para control del insecto en la dosis 200 ml 20 L, siendo 150 ml 20 L de mejor comportamiento en las determinaciones agronómicas evaluadas.

Palabras clave: *Aphis gossypii*, *Citrullus lanatus*, eficacia, jabón potásico, neem**ABSTRACT**

This research was conducted in the experimental plot of the Faculty of Agricultural Sciences at the National University of Concepción. The objective was to evaluate the effectiveness of a bioinsecticide for the control of *Aphis gossypii* in watermelon cultivation. A randomized complete block design (RCBD) was used, consisting of five treatments and four replications. The treatments involved different doses of a bioinsecticide based on potassium soap, neem, and cinnamon (0, 50, 100, 150, and 200 mL per 20 L). The variables evaluated were: number of insects, constancy index, product efficacy on nymphs and adults, equatorial and polar fruit diameter, fresh fruit weight (kg fruit⁻¹), and yield (t ha⁻¹). The data obtained were subjected to analysis of variance, and regression analysis was applied to the treatments where significant differences were found. The treatments had a significant effect on the number of nymphs, product efficacy on nymphs, polar fruit diameter, fresh fruit weight (kg fruit⁻¹), and yield (t ha⁻¹). No significant effects were observed for the number and efficacy on *A. gossypii* adults or equatorial diameter. Regarding the constancy index, both nymphs and adults of *A. gossypii* were classified as constant in all sampling events. It is concluded that the product applied was effective in controlling the insect at a dose of 200 mL per 20 L, with 150 mL per 20 L showing the best performance in the evaluated agronomic parameters.

Keywords: *Aphis gossypii*, *Citrullus lanatus*, efficacy, potassium soap, neem

INTRODUCCIÓN

La sandía se caracteriza por ser un fruto climatérico, corresponde a un pepónide (falsa baya) con gran contenido de agua mayor a un 90% y sabor dulce. En los últimos años, se ha incrementado el consumo de sandía gracias al auge de las ventas de productos procesados frescos (PPF) listos para consumir, modalidad para la cual la sandía resulta muy adecuada entre otras especies (INIA, 2017).

Entre los principales productores mundiales se destacan China (63,5%), Turquía (4,1%), Irán (3,9%), En el Paraguay, una de las variedades comerciales principales es la sandía del tipo Crimson Sweet (Gilbert, 2016), produce frutos de forma oval a oblonga, con cascara lisa, sin suturas, de piel verde con rayas anchas de verde más oscuras, siendo su pulpa de color rojo intenso, crujiente. La planta presenta un buen desarrollo aun en altas temperaturas, ideal para toda época del año (Feltrin Sementes, 2018).

Es una planta con frutos grandes, de 7 kilos en promedio en Paraguay, su desarrollo se genera en regiones con temperaturas elevadas, con mucho sol y luz intensa. Los frutos se caracterizan por estar constituidos en un 90% o 95% por agua (Garcete, 2020).

Las zonas más importantes para el cultivo de sandía son Concepción, San Pedro, Alto Paraná y Paraguairí. Si bien se trata de un producto bastante solicitado en su estación (verano), la siembra y cosecha está a cargo de grupos familiares, que trabajan en una superficie de entre 30.000 a 35.000 hectáreas (Garcete, 2020). Uno de los principales factores limitantes de rendimiento y calidad en la producción, son las plagas, que infestan a todos los cultivos de sandía, al ser favorecidas por las condiciones climáticas, permitiendo que se reproduzcan continuamente.

Al utilizar técnicas orgánicas de manejo fitosanitario se dejará a un lado los pesticidas de origen sintético que producen una serie de desequilibrios en el agroecosistema, cuyos efectos directos están orientados a incrementar los niveles de contaminación del suelo, agua, aire, alimentos y la pérdida acelerada de muchos recursos genéticos. De esta manera se contribuirá a disminuir la contaminación y sobre todo obtener alimentos de calidad, sanos y que no afecten a nuestra salud.

La presente investigación se planteó debido a que es un rubro estival muy consumido en el país, teniendo en cuenta la alta utilización de productos químicos para el control de insectos plagas en un producto de consumo fresco, se ve la necesidad de estudiar la efectividad de

insecticidas orgánicos comerciales en el cultivo, así como conocer el comportamiento de los insectos en cada zona del cultivo con condiciones climáticas y agronómicas particulares. El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad de bioinsecticida para el control de *Aphis gossypii* en cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio es de carácter experimental cuantitativo. El experimento fue realizado en la Parcela Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción, localizada a 1,5 kilómetros de la ciudad de Concepción sobre la Ruta PY05, General Bernardino Caballero, circunscrita en las 23° 40'13" Sur 57°41'85" Oeste, elevado 160 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Las condiciones del clima del distrito de Concepción durante el desarrollo del cultivo según la DINAC (2021), fueron las siguientes: temperatura media de 28°C, la humedad relativa del aire con una media de 80% y la precipitación media fue de 294 milímetros (mm). En verano, la temperatura máxima es de 40°C, la mínima llega a los 2°C, la media es de 24°C. Los meses más secos son de junio a agosto. y los más lluviosos son de noviembre a enero. Los vientos predominantemente son del norte, este y sureste. Las lluvias son abundantes en el verano alcanzando unos 1500 mm y los inviernos son en general secos.

Conforme a los resultados del análisis de suelo, realizado en el Laboratorio de Suelo, las características físicas y químicas de la muestra analizada fueron: pH (en agua) = 6,40; MO (%) = 1,50; Al³⁺ (meq.100g⁻¹ de suelo) = 0,00; P (mg.LS⁻¹) = 10,0; Textura = Franco Arcillo Limosa.

El diseño experimental utilizado fue Bloque Completos al Azar (BCA) compuestos por 5 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales (UE). Los tratamientos utilizados se describen en la Tabla 1.

El experimento se estableció con una limpieza general de la parcela, posteriormente se levantaron camellones, donde según recomendación del laboratorio de suelo y conforme al requerimiento del cultivo se incorporaron materia orgánica en base a 20 toneladas por hectárea (t ha⁻¹) y fertilizante mineral en formulación 60-210-40, asimismo se procedió a la instalación del sistema de riego por goteo.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos utilizados en la evaluación de bioinsecticida en el cultivo de sandía. Concepción, 2021.

Trat.	Descripción
T1	Testigo. 0 ml Jabón Potásico (Neem y Canela)
T2	50 ml Jabón Potásico (Neem y Canela)
T3	100 ml Jabón Potásico (Neem y Canela)
T4	*150 ml Jabón Potásico (Neem y Canela)
T5	200 ml Jabón Potásico (Neem y Canela)

*Dosis recomendada por el fabricante (en ml por cada 20 L de agua).

La siembra se realizó en bandejas de germinación de 128 celdas, utilizando sustrato comercial, donde se depositó una semilla por celda. Al momento que las plantas tuvieron dos hojas verdaderas desplegadas se procedió al trasplante en el lugar definitivo, con un espaciamiento de 1,5 metros entre plantas y 1,5 metros entre hileras, teniendo una densidad poblacional de 4356 plantas por hectárea.

A partir de los 15 días posteriores al trasplante conforme al monitoreo de plagas se inició el conteo de insectos en las plantas de cada unidad experimental, realizando aplicaciones del producto conforme a los diferentes tratamientos. Las constantes lluvias ocurridas durante el desarrollo del cultivo impidieron la realización de más observaciones.

El conteo inicial se realizó en las plantas correspondientes a la unidad útil, registrando los datos en planillas, llevándose a cabo la aplicación del producto conforme a los diferentes tratamientos y evaluándose el conteo final a las 24 horas posteriores a la aplicación.

El control de malezas se realizó con la aplicación de herbicida sistémico selectivo, el haloxyfop-R-metil éster, en la dosis de 1,5 L ha⁻¹ con ayuda de un pulverizador a mochila, para el control de *Eleusine indica* y *Cenchrus echinatus*, realizando el control manual de las malezas de hojas anchas como *Portulaca* spp., santa lucía, malva, falsa serratja, *Mimosa* spp., entre otros.

La cosecha se realizó conforme al desarrollo y madurez de los frutos, cosechando dos frutas por planta.

Para la colecta de datos se utilizaron los siguientes elementos: Lupa 10X, planilla de registro digital, cinta métrica, romana electrónica y bolsas plásticas.

El conteo de los insectos se realizó en 5 momentos, conforme a las condiciones climáticas preponderantes para evaluar la eficacia del producto. Las demás determinaciones se realizaron al momento de la cosecha.

Se realizaron las siguientes determinaciones:

Número e identificación de insectos presentes: en las plantas correspondientes al área útil de cada unidad experimental se llevó a cabo el levantamiento poblacional de los insectos presentes (pulgonos, chinches, y vaquitas), identificando y contando las especies. Esto fue realizado antes y después de la aplicación del producto, considerando el nivel de control establecido para las especies presentes.

Eficacia del producto: siguiendo la metodología utilizada por Monteon et al. (2020), con los resultados del conteo de ninfas y adultos de *Aphis gossypii* antes y después de cada aplicación, se evaluó la eficacia del producto a partir del número promedio de individuos encontrados en cada observación, mediante la fórmula de Abbott:

$$EP = \frac{ST - st}{ST} \times 100$$

Dónde:

EP = Eficacia del producto.

ST = Porcentaje de incidencia en el testigo.

st = Porcentaje de incidencia en cada tratamiento.

Constancia: según la metodología propuesta por Giménez (2015), con los resultados obtenidos del conteo de insectos presentes en el cultivo, los datos de las especies fueron encuadradas en categorías, según la clasificación:

Constante (W): Presente en más de 50% de las colectas

Accesoria (Y): Presente entre 25 y 50% de las colectas

Accidental (Z): Presente en menos del 25% de las colectas

Diámetro ecuatorial y polar: posterior a la cosecha de los frutos de las plantas del área útil, se midió la parte media del fruto (zona ecuatorial) y la distancia entre la inserción al pedúnculo y la cicatriz de la flor (zona polar) con una cinta métrica, expresando los resultados en cm.

Masa fresca por fruta: se cosecharon dos frutos de las plantas del área útil de cada unidad experimental siguiendo la metodología de Lugo

et al. (2016), en los cuales se determinó la masa fresca con apoyo de una romana electrónica, expresando los resultados en kilogramos por fruta (kg fruta⁻¹).

Rendimiento: con los datos obtenidos del pesaje de masa fresca de kg fruta⁻¹, se estimó el rendimiento t ha⁻¹ aplicando la siguiente fórmula (Castillo, 2014).

$$R = \frac{\text{PFP (kg)} \times \text{NP}}{\text{ha}}$$

Donde:

R = Rendimiento en t ha⁻¹.

PFP = Peso de los frutos por planta en kg.

NP = Número de plantas por hectárea.

ha = hectáreas

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA), para verificar si existen o no diferencia significativa entre los tratamientos, en donde fueron encontradas diferencias significativas fue realizado análisis de regresión y la significancia de las ecuaciones obtenidas fueron verificadas con la prueba de F.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Número e identificación de insectos presentes

En la figura 1, se presenta el análisis de regresión entre las diferentes dosis del bioinsecticida con una ecuación lineal negativa, el mismo presentó significancia estadística entre los tratamientos, una media general de 127,85 y un coeficiente de variación de 13,51 %.

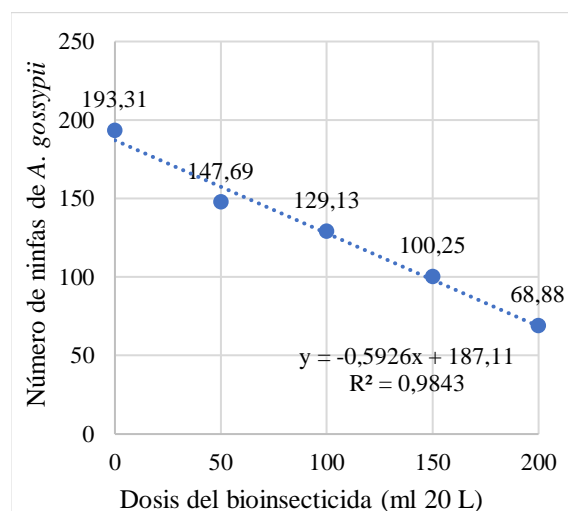


Figura 1. Ecuación de regresión para la determinación de número de ninfas de *Aphis gossypii* presentes en la evaluación de bioinsecticida en el cultivo de sandía.

Se observa al T5 (200 ml 20 L) con la menor cantidad de ninfas de *A. gossypii* presentes

durante el cultivo, en comparación con los demás tratamientos. La población de los insectos disminuye con el aumento de las diferentes dosis del bioinsecticida.

Para el caso de los insectos adultos, en la figura 2, se presenta el análisis de regresión entre las diferentes dosis del bioinsecticida con una ecuación lineal negativa, no significativa entre los diferentes tratamientos evaluados; sin embargo, el T1 arrojó 132,69 adultos, siendo superior a los tratamientos T5, T4, T3 y T2, considerándose al T5 con el menor número de adultos de 48,5. Se obtuvo como media general 81,98 y un coeficiente de variación de 18,09%.

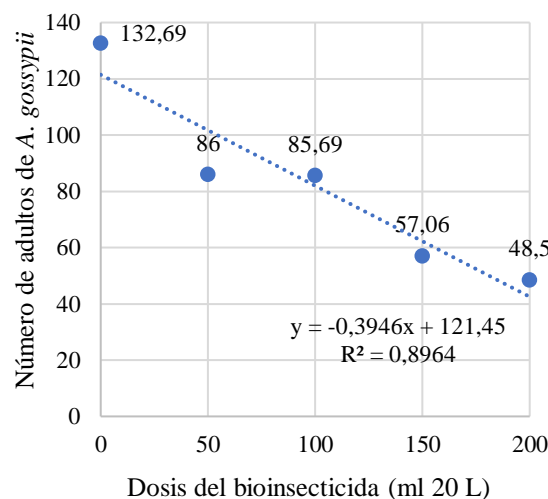


Figura 2. Ecuación de regresión para la determinación de número de adultos de *Aphis gossypii* presentes en la evaluación de bioinsecticida en el cultivo de sandía. Concepción, 2021.

La población de *A. gossypii* se presentó desde la primera fecha de muestreo, empezando a colonizar el cultivo en forma de colonias en el envés de las hojas, dispersándose mediante las hembras aladas y distribuyéndose en focos entre las plántulas de los diferentes tratamientos. Como se pudo denotar, se encontró diferencias significativas en la población de ninfas, donde las dosis del bioinsecticida aplicado redujeron el número de estadios juveniles, con una media de 68,88 ninfas en comparación al testigo, atribuyéndose a la mayor dosis el mejor control.

Con relación a los insectos adultos, a pesar de que todos los tratamientos resultaron estadísticamente similares, se pudo denotar que la población de los pulgones fue menor en las diferentes dosis aplicadas con relación al testigo, habiendo una relación directa entre la cantidad de insectos y las dosis aplicadas, donde el aumento de las dosis hizo disminuir el número de insectos adultos, destacándose el T5,

por lo tanto, la cantidad en números de pulgones está relacionadas con las dosis del biofertilizante aplicado.

Resultados similares a la presente investigación fue observado por Andrade y Rocohano (2018), quien con la finalidad de determinar la dosis más eficiente de productos en el control de insectos plagas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.), verificó que las dosis de menor concentración obtuvieron promedios mayores en número de mosca blanca por planta, mientras que la menor incidencia de la plaga se obtuvo con las dosis mayores.

Estos resultados demuestran que el uso de productos bioinsecticidas surgen como una alternativa de control de las plagas. Son productos en su mayoría hechos a base de compuestos naturales, los cuales tienen la capacidad de disminuir o reducir la incidencia de las plagas en el cultivo, efectos notablemente observados en la presente investigación. Además de constituirse en una alternativa eficiente, es de bajo costo, amigable con el medio ambiente y la salud de los consumidores de sandía.

Teniendo en cuenta que la infestación de insectos en un cultivo depende de varios factores, como las condiciones climáticas, el tratamiento al cual está siendo sometido el mismo, entre otros, en la presente investigación se pudo observar que, en los primeros muestreos realizados, los insectos se encontraban poblando el cultivo, aumentando considerablemente en los días donde se registraron temperaturas superiores a los 30°C, que favorecían la alta proliferación del insecto bajo estudio.

En trabajos realizados con otras especies de áfidos, varios autores demostraron que estos insectos disminuyen su tiempo de desarrollo a medida que aumenta la temperatura, además actúa directamente sobre el organismo e indirectamente influye en el estado fisiológico de la planta hospedante y, de este modo, en la alimentación del fitófago (Del Toro, 2016).

Considerando los resultados obtenidos en la presente investigación, en el testigo se pudo observar conforme fueron realizados los levantamientos poblacionales, que la población iba en aumento conforme aumentaba la temperatura, observándose los picos más altos de número de individuos a temperaturas superiores. Asimismo, en los tratamientos donde el producto era aplicado, los insectos se encontraban presentes siendo controlados en el tiempo de desarrollo del cultivo.

Constancia de insectos

En la presente investigación, en los diferentes momentos del levantamiento poblacional, los áfidos fueron los insectos que se presentaron en más del 50% de las evaluaciones realizadas, pertenecientes al Orden Hemiptera, considerados como insectos chupadores labiales, que succionan la savia de las plantas causando un daño directo, habiéndose presentado durante el estado fenológico del cultivo de sandía.

En la tabla 2, se presenta el cálculo del índice de constancia de los áfidos presentes en los levantamientos efectuados, se constató que cayeron en más del 50% de las colectas efectuadas, siendo encuadradas en la categoría de insectos Constantes (W). Son considerados constantes por el hecho de que se mantuvieron presentes en todos los levantamientos efectuados, fluctuando en el cultivo durante el desarrollo del mismo.

Tabla 2. Índice de constancia de *Aphis gossypii* por momentos de muestreo en la evaluación de bioinsecticida en cultivo de sandía.

Trat.	1° M	2° M	3° M	4° M	5° M
T1	W	W	W	W	W
T2	W	W	W	W	W
T3	W	W	W	W	W
T4	W	W	W	W	W
T5	W	W	W	W	W

M: Muestreo. W (Constante): Presente en más de 50 de las colectas.

Giménez (2015), al evaluar la ocurrencia de insectos plagas en el cultivo de tomate, pudo constatar que moscas blancas y trips se presentaron como constantes en parcelas tratadas y no tratadas. Estos insectos pertenecientes al Orden Hemiptera, como los pulgones hallados en la presente investigación, se caracterizan por ser pequeños, succionadores de la savia de las plantas, que en altas poblaciones pueden causar un daño indirecto al transmitir enfermedades virósicas al no ser manejadas adecuadamente.

Eficacia del producto

En la figura 3, se presenta el análisis de regresión ajustada a una ecuación lineal positiva, en la cual se observa significancia entre tratamientos para la determinación del porcentaje de eficacia del bioinsecticida sobre ninfas de *A. gossypii*, se observa que el T5 obtuvo un mejor control de los áfidos, seguido del T4 y de los demás tratamientos bajo estudio,

el mismo presentó una media general de 31,31 y un coeficiente de variación de 15,65%.

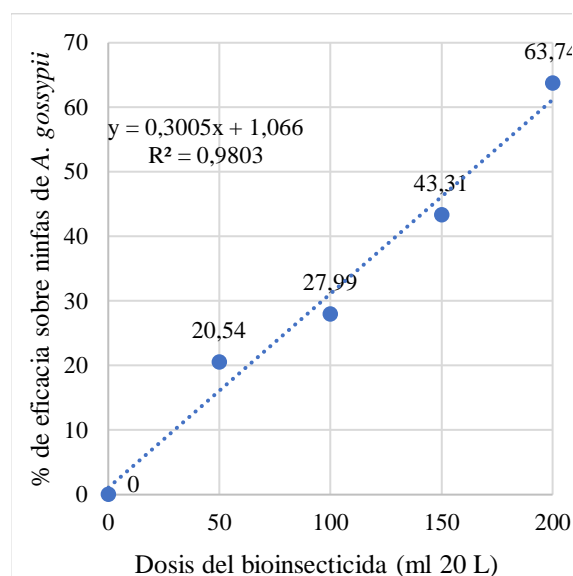


Figura 3. Ecuación de regresión para la determinación porcentaje de eficacia del producto sobre ninfas de *Aphis gossypii* por momentos de aplicación según la fórmula de Abbott en la evaluación de bioinsecticida en el cultivo de sandía.

Conforme a los resultados obtenidos en la presente investigación, varios autores han demostrado la eficacia de los componentes del producto utilizado en el manejo de plagas agrícolas, como son el neem y jabón. Así lo señalan Lowery et al. (1993) citado por Monteon et al. (2020), quienes al utilizar aceite de semilla de neem exhibieron propiedades anti alimenticias contra ninfas y adultos de áfidos (*Chaetosiphon fragaefolii* C.) en cultivo de fresa; Borst et al. (2018), constataron que la combinación de neem, ají, ajo y detergente tienen un buen efecto sobre el manejo de los insectos: *Diabrotica* sp., *Nezara viridula* y *A. gossypii*.

Para el caso de los insectos adultos, en la figura 4, se presenta el análisis de regresión entre las diferentes dosis del bioinsecticida con una ecuación lineal positiva, no significativa entre los diferentes tratamientos evaluados; sin embargo, se observan diferencias numéricas en porcentaje entre las dosis aplicadas, considerándose al T5 con el mayor porcentaje de eficacia de 61,08% mientras que el T2 arrojó el menor porcentaje de eficacia con 6,15%. Presentó una media general de 24,25 y un coeficiente de variación de 33,96 %.

Estos resultados demuestran ampliamente la eficacia de los bioinsecticidas, al disminuir la población de la plaga en comparación al testigo

donde no se aplicó ningún producto, donde el T5 a la dosis de 200 ml.20 L puede resultar en una alternativa a utilizar como programa de manejo integrado de plagas, con miras a reducir la población de los insectos sin que los mismos adquieran resistencia al tratarse de productos naturales.

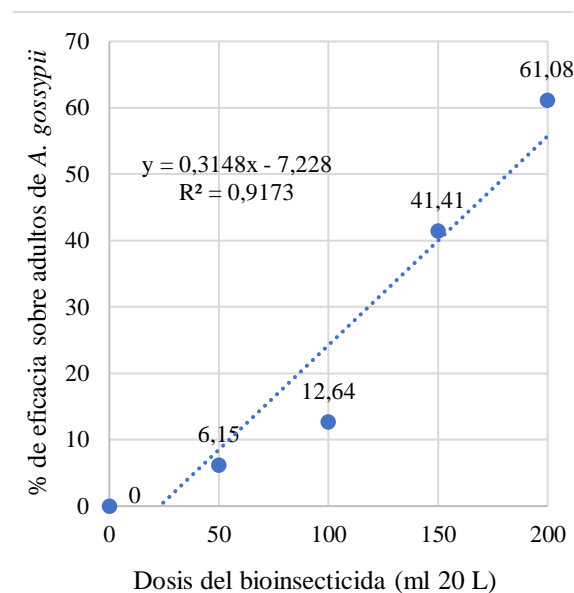


Figura 4. Ecuación de regresión para la determinación porcentaje de eficacia del producto sobre adultos de *Aphis gossypii* por momentos de aplicación según la fórmula de Abbott en la evaluación de bioinsecticida en el cultivo de sandía. Concepción, 2021.

Varios son los insectos que pueden ser controlados por estos productos. Al evaluar trips del ají (*Scirtothrips dorsalis*), en un experimento a campo realizado por Patel & Kumar (2017), sometidos a diferentes insecticidas botánicos y químicos, demostraron que el aceite de neem a una dosis de 2,5 ml L⁻¹ presentó 53,22% de eficacia, mientras que al utilizar extracto de semilla de neem al 5% presentó 48,11% de eficacia. Asimismo, Caballero et al. (2011), observaron que el neem tiene efecto repelente en adultos de *Callosobruchus maculatus*, a partir de 4% de polvo. Por su parte, Monteon et al. (2020), al evaluar la eficacia de insecticidas botánicos y biorracionales para el control de trips (*Thysanoptera: Thripidae*) en árboles de mango, encontraron que el extracto de neem + canela presentó una eficacia del 81,61% sobre el control de la plaga en cuestión, además observaron que extractos de ajo, ají, canela presentaron un nivel de eficacia del 85,46%.

Santiago et al. (2009) citado por Corrales (2017), reportan efectivo el uso de la canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breyne) en la

repelencia de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.), donde en condiciones de invernadero obtuvieron una repelencia del 91%.

Estos autores señalan que insectos como pulgones, chinches, moscas blancas y trips considerados insectos fitófagos pueden ser manejados con el empleo de bioinsecticidas de diferentes orígenes, demostrando la eficacia tanto de la canela, neem y jabón potásico, tal como se evidenció en la presente investigación, donde las diferentes dosis del producto utilizado, pueden ser utilizados dentro de un programa de manejo racional de las plagas agrícolas con el fin de mantener a las plagas a una densidad poblacional que no causen daños económicos al cultivo.

Diámetro Ecuatorial y Polar

En la figura 5, se presenta el análisis de regresión para la determinación diámetro ecuatorial de frutos, con una ecuación lineal no significativa. Se obtuvo una media de 22,24 cm y un coeficiente de variación de 6,67 %, siendo el T4 el que arrojó el mejor resultado agrónomicamente hablando, siendo superior en cm a los demás tratamientos.

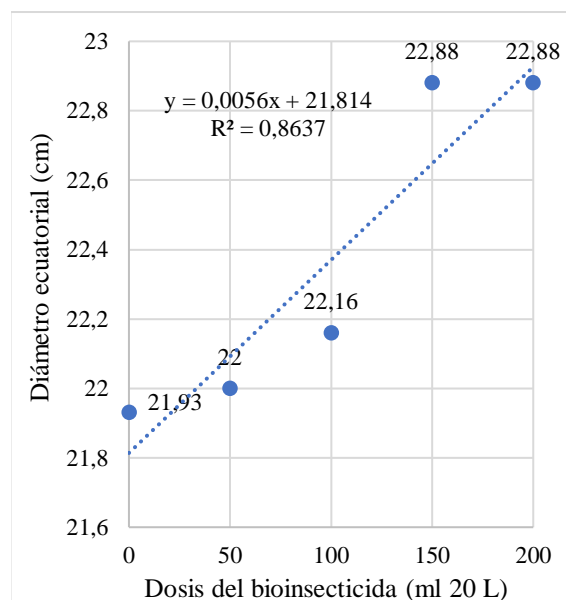


Figura 5. Ecuación de regresión para la determinación de diámetro ecuatorial de los frutos en la evaluación de bioinsecticida en el cultivo de sandía. Concepción, 2021.

Resultados obtenidos por Loor (2015), quien trabajó con tres bioinsecticidas en el control de insectos chupadores en cultivo de sandía, en dosis de 300 ml de neem, obtuvo una media de 16,48 cm; resultados inferiores a los obtenidos en la presente investigación, por lo que habría que considerar varios factores como material

genético, niveles de fertilización, manejo de las plagas agrícolas, condiciones climáticas, etc., los cuales pueden variar de región a región.

En la figura 6, se presenta el análisis de regresión ajustado a una ecuación cúbica para la determinación diámetro polar de frutos, observándose una tendencia de aumento conforme aumentan las dosis del bioinsecticida, se muestra al T4 con el mayor diámetro polar de 21,89 cm, seguido del T5 y T3, siendo agrónomicamente similares.

El mismo presentó significancia entre los tratamientos, se obtuvo una media general de 21,09 cm y un coeficiente de variación de 6,77%.

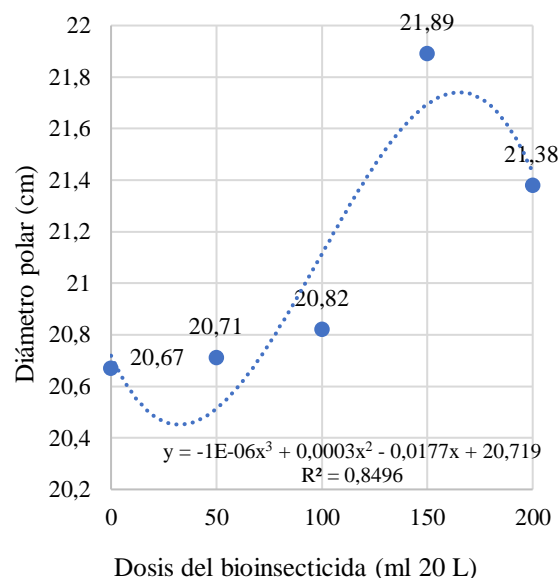


Figura 6. Ecuación de regresión para la determinación de diámetro polar de los frutos en la evaluación de bioinsecticida en el cultivo de sandía. Concepción, 2021.

Para ambas determinaciones, el T4 presentó los mejores resultados, esto se debe a que en el mismo se empleó la dosis mínima recomendada por el fabricante, con el cual se obtuvo un control significativo de los insectos y, por consiguiente, mejor protección para la planta, lo cual permitió que estas desarrollen mayor tamaño de frutos.

Burgos (2020), obtuvo diámetro de 22,50 cm utilizando extractos vegetales y jabones para el control de orugas de *Spodoptera* spp. en cultivo de sandía; resultado similar a lo obtenido en la presente investigación, donde se pudo observar el efecto bioestimulante del producto sobre el cultivo considerando los resultados obtenidos con el testigo. Resultados similares también fueron observados en la investigación realizada por Anquise (2016), sobre cultivares de sandía, donde con la variedad Crimson Sweet, obtuvo

en media un diámetro polar de 22,86 cm y media de diámetro ecuatorial de 20,81 cm.

Masa fresca por fruta

Los resultados del análisis de varianza (ANAVA), para la determinación masa fresca de frutos de sandía, arrojaron diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos evaluados, se obtuvo una media general de 6,11 kg fruta⁻¹ y un coeficiente de variación de 14,9 %.

En la Figura 7, se presenta el análisis de regresión ajustado a una ecuación cúbica, con una tendencia de incremento en la masa fresca, siendo el T4 el que arrojó mejor resultado con 7,02 kg siendo estadísticamente diferente al T5 y T3, los cuales son iguales pero superiores a los T2 y T1. Analizando agrónomicamente, no se observan diferencias muy marcadas en cuanto a la masa de los frutos, ya que solamente difieren en gramos entre un tratamiento y otro.

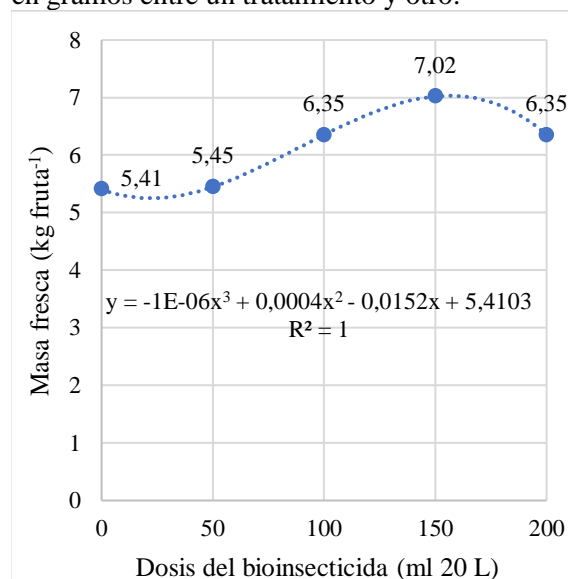


Figura 7. Ecuación de regresión para la determinación de masa fresca por fruta en la evaluación de bioinsecticida en el cultivo de sandía. Concepción, 2021.

Con el T4 se empleó la dosis mínima del bioinsecticida recomendada por el fabricante, el cual sobresalió entre los demás tratamientos. Al hacer una comparativa con la determinación eficacia del producto, en el cual sobresalió el T5, se pudo constatar que ofreció mayor control de la plaga bajo estudio, sin embargo, provocó menor masa fresca de los frutos, pudiendo incluso apreciarse mínimas diferencias numéricas entre los T4 y T5, destacándose ambos muy por encima del T1 que no recibió ningún control.

En un estudio realizado por Loor (2015), al aplicar una dosis 300 ml de neem, obtuvo una

media de 6,63 kg, de masa fresca, resultado levemente superior a la media obtenida en la presente investigación.

Teniendo en cuenta las consideraciones tomadas por Oliveira et al. (2015), quienes indican como frutos comerciales a aquellos con una masa superior a 6 kg para el cultivar Crismon Sweet, los resultados de este estudio se encuentran próximos a dichas consideraciones.

Rendimiento

En la figura 8, se presenta el análisis de regresión ajustado a una ecuación cúbica significativa para la determinación rendimiento, en el cual se observa una tendencia de incremento en el rendimiento del cultivo, en donde el T4 arrojó el mejor resultado con 61,16 t ha⁻¹, seguido del T5 y T3 con quienes no presenta diferencia estadística, pero son agrónomicamente distintos, quedando el T2 y T1 como los tratamientos con más bajo rendimiento en el estudio. Se obtuvo una media general de 53,26 t ha⁻¹ y un coeficiente de variación de 0,60 %.

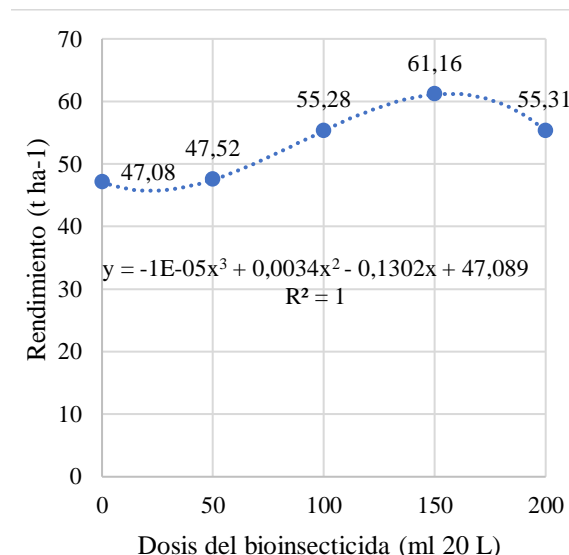


Figura 8. Ecuación de regresión para la determinación rendimiento en la evaluación de bioinsecticidas en el cultivo de sandía. Concepción, 2021.

Teniendo en cuenta las dosis utilizadas en los tratamientos, se observa un mejor efecto bioestimulante del producto sobre el cultivo para la dosis empleada en el T4, por lo cual se obtuvo mayor rendimiento, por dicho motivo se percibe una leve deflexión en la curva, específicamente relacionada al T5.

En un estudio realizado por Lugo et al. (2016), sobre producción de sandía con fertilización orgánica en el departamento de Concepción, obtuvieron rendimientos de 29,94

t ha⁻¹ en el testigo, siendo el de mayor rendimiento 44,30 t ha⁻¹, con una densidad de 3.300 plantas por hectárea. Estos resultados son inferiores a los obtenidos en la presente investigación, donde el testigo arrojó 44,08 t ha⁻¹, con una densidad de 4.356 plantas por hectárea, con la aplicación de diferentes dosis de bioinsecticidas. Por su parte Lóor (2015), al aplicar bioinsecticidas, obtuvo un rendimiento de sandía significativamente más elevado de 1.745 kg ha⁻¹ con la aplicación de ají a la dosis de 300 ml, siendo el de mayor producción en comparación con los demás tratamientos evaluados. Resultados muy por debajo de los obtenidos en la presente investigación.

CONCLUSIONES

Conforme a los resultados obtenidos en la presente investigación y bajo las condiciones sobre las cuales se desarrolló el experimento, se llega a las siguientes conclusiones:

El número de pulgones ninfas de *Aphis gossipii* fue afectado positivamente con la aplicación del bioinsecticida en dosis de 200 ml.20 L⁻¹, el número de pulgones adultos de *Aphis gossipii* no fue afectado con ninguno de los tratamientos.

El Índice de Constancia arrojó a los insectos en la categoría Constante (W), al mantenerse presentes en todos los levantamientos efectuados, fluctuando en el cultivo durante el desarrollo del mismo, siendo una plaga clave del cultivo de sandía.

La determinación de eficacia sobre ninfas de *Aphis gossipii* fue significativa en la dosis 200 ml 20 L, la eficacia sobre pulgones adultos no presentó significancia en ningún tratamiento.

Para las determinaciones del diámetro polar y ecuatorial, masa fresca (kg fruta⁻¹) y rendimiento (t ha⁻¹), los mejores resultados se obtuvieron con la dosis de 150 ml 20 L, con lo que se demostró un mejor efecto bioestimulante del producto sobre la planta en la dosis recomendada por el fabricante, ayudando a tener mejores resultados en el cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade V., C. V & Rocohano G., H. V. (2018). *Efecto de dosis de creolina en el control de insectos plagas en el cultivo de pepino Cucumis sativus L., en Manglaralto, provincia de Santa Elena* [Tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4395>
- Anquise Ticahuanca, R. C. (2016). *Respuesta a la adaptación y rendimiento de tres variedades de sandía (Citrullus lanatus L.) en el valle de San Gabán-Puno* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/3323>.
- Borst Leiva, J. O., & Rodríguez González, M. U. (2018). *Evaluación de extractos botánicos para el manejo de insectos plagas asociados al cultivo de pipián (Cucurbita pepo L.), en El Plantel, Masaya, 2017* [Tesis doctoral, Universidad Nacional Agraria]. RiUNA. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3685>
- Burgos, F. (2020). *Respuesta de insecticidas orgánicos para el control de oruga (Spodoptera spp.) en sandía (Citrullus lanatus T.)* [Tesis doctoral, Universidad Agraria del Ecuador]. Universidad Agraria del Ecuador, Archivos. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BURGOS%20IBARRA%20ALEXIS%20FABIAN.pdf>
- Caballero, V. L. T., & Mena, E. F. G. (2011). Acción insecticida y repelente del Neem sobre adultos de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) en granos de poroto (*Vigna unguiculata*). *Investigación Agraria*, 13(2), 107–111. <https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/223>
- Castillo, O. M. (2014). *Evaluación de tres niveles de fertilización química en dos híbridos de zucchini (Cucurbita pepo L.) en la zona de San Antonio de Ibarra, Provincia de Imbabura* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. El Ángel, Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/734/T-UTB-FACIAG-AGR-000138.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Corrales Castillo, J. E. (2017). *Repelencia de tres extractos naturales en el combate de mosca blanca Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo del melón en la zona de Trinidad Vieja de Salinas* [Tesis de grado, Universidad Nacional Costa Rica]. Repositorio Académico Institucional UNA Costa Rica.

- <https://repositorio.una.ac.cr/items/73f7b70b-7763-48a1-9891-4475537e8b60>
- Del Toro-Benítez, M., Baños-Díaz, H. L., Miranda-Cabrera, I., Chico-Morejón, R., & Martínez-Rivero, M. D. L. Á. (2016). Biología y parámetros poblacionales de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) sobre pimiento (*Capsicum annuum* L.) y berenjena (*Solanum melongena* L.). *Revista de Protección Vegetal (Cuba)*, 31(2), 87–93.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522016000200002
- DINAC. (2021). *Registro de temperaturas extremas, precipitaciones pluviométricas e insolación: Estación meteorológica aeronáutica de Concepción*. Concepción, Paraguay.
- Feltrin Sementes. (2018). *Sandía Crimson Sweet*. Rio Grande do Sul, Brasil.
<https://sfel.me/ficha/0075>
- Garcete, A. (2020). *Sandía paraguaya mantiene un rendimiento de entre 2.000 y 2.500 kilos por hectárea*. Asunción, Paraguay.
<https://infonegocios.com.py/y-ademas/sandia-paraguaya-mantiene-un-rendimiento-de-entre-2-000-y-2-500-kilos-por-hectarea>
- Gilbert, P. M. (2016, 2 de noviembre). Cultivo de la sandía. *ABC Rural*.
<https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/cultivo-de-la-sandia---dr-p-m-gilbert-1533828.html>
- Giménez, J. D. (2015). *Ocurrencia de insectos plagas en cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*, Departamento Central, Paraguay [Tesis de grado, Universidad Nacional de Asunción]. San Lorenzo, Paraguay.
- INIA. (2017). *Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía (Citrullus lanatus)* (Boletín INIA N° 367). Santiago, Chile.
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/fcd3f8fa-d36d-478b-9927-941e6783ab8b/content>
- Loor Mosquera, M. A. (2015). *Evaluación de tres bioinsecticidas en el control de insectos chupadores en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus), en la época seca en la zona de Mocache* [Tesis de grado, UTEQ]. Repositorio Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/items/96ee5bc9-16ba-48e5-936e-6c05b0096c84>
- Lugo, W. D., Da Silva, M. O., Lopez, D. F., & Servin, A. (2016). *Producción de sandía (Citrullus lanatus var. Crimson Sweet) con fertilización orgánica en Concepción, Paraguay* [Informe de investigación]. Universidad Nacional de Concepción.
- Monteon-Ojeda, A., Damián-Nava, A., Lagunas, B. C., Durán-Trujillo, Y., Piedragil-Ocampo, B., Grifaldo-Alcántara, P. F., & García-Escamilla, P. (2020). Eficacia de insecticidas botánicos y biorracionales para el control de trips (Thysanoptera: Thripidae) en árboles de mango en Veracruz. *Revista Bio Ciencias*, 7(14).
<https://doi.org/10.15741/revbio.07.e1031>
- Oliveira, J. B., Grangeiro, L. C., Sobrinho, J. E., Moura, M. S. B., & Carvalho, C. A. C. (2015). Rendimento e qualidade de frutos de melancia em diferentes épocas de plantio. *Revista Caatinga*, 28(2), 19–25.
<https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/3324>
- Patel, V. D., & Kumar, A. (2017). Field efficacy of certain botanical and chemical insecticides against chilli thrips (*Scirtothrips dorsalis* (Hood)) on chilli (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6, 497–499.
<https://www.phytojournal.com/archive/s/2017/vol6issue4/PartG/6-4-102-491.pdf>