

# Evaluation of applying macerates of garlic, onion, and Neem on rice crops of Paipayales-Santa Lucía

Lorena Quinchuela, MSc.<sup>1</sup>, Andrea García, PhD<sup>2</sup>, Fernando Quiroz, Eng.<sup>3</sup>, Alexis Narváez, Eng.<sup>4</sup> and Alba Denisse Guerrero<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, lquinchu@espol.edu.ec, acgarcia@espol.edu.ec, faquiroz@espol.edu.ec, alalnarv@espol.edu.ec, aldeguer@espol.edu.ec

*Abstract– In Ecuador, the widespread use of pesticides in agriculture has had adverse effects on the environment, health, and the economy of small-scale farming. Viable alternatives such as neem leaf macerates, as well as a combination of garlic and onion, have been explored as biopesticides. These macerates were prepared and applied weekly. A multivariate analysis of agronomic variables, such as plant height, color, number of panicles and insects was conducted to evaluate the application of biopesticide on rice crops. The results demonstrated the efficacy of biopesticides in pest control since few insects were found on experimental blocks, where neem, onion or garlic macerates were applied. Nevertheless, community blocks, where agrochemicals were employed, showed higher plant height, color and number of panicles due to the higher amount of macro and micronutrients. Therefore, the use of biopesticides emerges as a significantly more sustainable and promising alternative to conventional chemical pesticides in agriculture. This finding underscores the importance and feasibility of adopting agricultural practices that are more environmentally and human health friendly.*

*Keywords– Biopesticides, Macerates, Multivariate analysis, Small-scale farming.*

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LACCEI).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LACCEI).  
**DO NOT REMOVE**

# Evaluación de la aplicación de macerados elaborados a partir de ajo, cebolla y Neem en cultivos de arroz de Paipayales - Santa Lucía

Lorena Quinchuela, MSc.<sup>1</sup>, Andrea García, PhD<sup>2</sup>, Fernando Quiroz, Eng.<sup>3</sup>, Alexis Narváez, Eng.<sup>4</sup> and Alba Denisse Guerrero<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>*Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, lquinchu@espol.edu.ec, acgarcia@espol.edu.ec, faquiroz@espol.edu.ec, alalnarv@espol.edu.ec, aldeguer@espol.edu.ec*

*En Ecuador, el uso generalizado de pesticidas en la agricultura ha tenido efectos adversos sobre el medio ambiente, la salud y la economía de la agricultura a pequeña escala. En este trabajo se exploraron dos alternativas viables a los pesticidas, los macerados con hojas de neem y una mezcla de ajo y cebolla. Los macerados fueron preparados y aplicados semanalmente. Se utilizó un análisis multivariado con las variables agronómicas altura de planta, color, número de panículas e insectos para evaluar la aplicación de biopesticidas en cultivos de arroz. Los resultados demostraron la eficacia de los biopesticidas en el control de plagas, ya que se encontraron pocos insectos en los bloques experimentales tratados con macerados de neem, cebolla y ajo. Sin embargo, los bloques tratados con agroquímicos por la comunidad mostraron mayor altura de planta, color y número de panículas debido a la mayor cantidad de macro y micronutrientes presentes en los agroquímicos. Consecuentemente, el uso de biopesticidas emerge como una alternativa significativamente más sostenible y prometedora a los pesticidas químicos tradicionales. Los hallazgos permiten subrayar la importancia y viabilidad de adoptar prácticas agrícolas que sean más respetuosas con el medio ambiente y la salud humana*

**Keywords**– *Biopesticida, Macerado, Análisis multivariado, Agricultura a pequeña escala*

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz constituye una de las actividades agrícolas más prominentes y comercialmente significativas en la región costera del Ecuador. De hecho, según una encuesta llevada a cabo por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el año 2018, el cultivo de arroz se posicionó entre los seis principales en términos de volumen de cosecha, alcanzando un total de 1'350.093 toneladas métrica. La extensión de superficie sembrada de este cultivo a nivel nacional abarcó 301.853 hectáreas en todo el país, destacándose la región de Guayas al concentrar el 72,7% de la producción nacional. Este grano es una fuente fundamental de carbohidratos y calorías para más de la mitad de la población mundial, desempeñando un papel crucial en la alimentación. Además, tiene un impacto significativo en la economía de los países productores, generando empleo en áreas rurales y aumentando de manera sustancial a los ingresos de los agricultores [1].

El cultivo de arroz se enfrenta a diversos desafíos, destacándose, en particular, la presencia de plagas. Entre las plagas más recurrentes se encuentran la *rupela albinella*

(también conocida como novia del arroz)), *tagosodes orizicolus* (sogata), *lissorhoptus brevirostris* (picudo acuático del arroz), *oebalus insulares* (chinche del arroz), *spodoptera frugiperda* (palomilla), entre otras [2].

Estas plagas pueden ocasionar daños tanto a las plantas de arroz como a los granos, resultando en una disminución tanto en la producción como en la calidad del arroz. Según [3], el cultivo del arroz enfrenta diversas amenazas, como la sogata, que causa daños directos por su alimentación y transmite el virus de la hoja blanca del arroz, generando pérdidas económicas significativas. Otras plagas incluyen la mosca minadora, la chinche vaneadora, que puede ocasionar pérdidas económicas de entre un 30% y un 65%; el ácaro blanco, responsable de daños directos e indirectos, asociado a la bacteria *Burkholderia glumae*, el caracol manzana, que afecta los arrozales bajo riego; la rata arrocera, que construye nidos con material vegetal; y las aves, que causan daños considerables durante la maduración y el procesamiento del arroz. Estas plagas representan una amenaza seria para la producción de arroz y requieren estrategias de control efectivas para mitigar las pérdidas.

Es crucial abordar de manera efectiva las plagas debido a su impacto negativo en la producción y calidad del arroz. Aunque el uso de insecticidas químicos es una práctica común para controlar estas plagas, plantea inquietudes ambientales como la contaminación del suelo y el agua, efectos adversos en organismos no objetivos y riesgos para la salud humana. En respuesta, se están promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y métodos alternativos de control de plagas con el objetivo de reducir la dependencia de sustancias químicas.

La introducción de productos naturales como el Neem ha ganado popularidad debido a sus diversas propiedades y beneficios para la salud y el medio ambiente. El Neem, también conocido como *Azadirachta indica*, es un árbol originario de Asia que ha ganado reconocimiento debido a sus propiedades y beneficios naturales. Sus diversas partes, como las hojas, la corteza, las semillas y el aceite, ofrecen propiedades antibacterianas, antifúngicas y antioxidantes. Estas cualidades hacen que el Neem sea valioso en la medicina tradicional, especialmente en el cuidado de la piel para tratar el acné, eczema y otros problemas dermatológicos.

Además de sus aplicaciones en el ámbito de la salud, el Neem también se utiliza en la agricultura como un pesticida

natural para controlar plagas, contribuyendo a prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. El Neem representa una opción sostenible y eficaz en múltiples campos, destacando su versatilidad y sus beneficios tanto para la salud como para el medio ambiente [4].

El Neem contiene una variedad de componentes activos que le confieren sus propiedades únicas. Entre estos componentes se encuentra la azadirachtina, un poderoso insecticida natural que afecta a las plagas al interferir en su alimentación, crecimiento y reproducción. Además, los limonoides presentes en el Neem son responsables de sus propiedades antibacterianas, antifúngicas y posiblemente anticancerígenas. Por último, la nimbina y la nimbinina exhiben propiedades antivirales y antitumorales, lo que hace del Neem una planta valiosa en la medicina y la agricultura [5].

Las hojas del Neem son ampliamente preferidas en comparación con otras partes del árbol, como las semillas o la corteza, debido a su mayor accesibilidad, lo que las posiciona como opciones prácticas y económicas para aplicaciones en los ámbitos de la medicina y la agricultura. Cabe resaltar que se ha corroborado que las hojas de Neem albergan aproximadamente 45 mg/g de triterpenoides, incluida la azadirachtina [6]. Esta presencia confiere a las hojas propiedades eficaces para el control de plagas en el ámbito agrícola. Tradicionalmente, los agricultores han dependido de agroquímicos para mitigar los daños causados por las plagas. Sin embargo, el uso recurrente o excesivo de estos productos ha resultado en la presencia de residuos en el ambiente, generando diversos efectos adversos, como enfermedades crónicas y el envenenamiento de personas [7]. Con el objetivo de abordar esta problemática, este artículo se enfocó en diseñar un experimento para evaluar el efecto de la aplicación de macerados naturales (Neem, ajo, cebolla) en cultivos de arroz en Paipayales-Santa Lucía. Para esto, se cuantificó los efectos de los tratamientos en variables agro-productivas.

## II. METODOLOGÍA

### A. Pretratamiento de hojas de Neem

Las hojas de Neem fueron recolectadas en las coordenadas mencionadas en Tabla I. Los árboles seleccionados para la recolección fueron aquellos que tenían hojas más verdes, sin perforaciones, ni puntos blancos, y sin exposición directa al sol.

TABLA I

COORDENADAS DE LOS ÁRBOLES DE NEEM DENTRO DEL CAMPUS ESPOL

| Ubicación   | 1          | 2          | 3          | 4          |
|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Coordenadas | 614724,40  | 614926,70  | 614702,80  | 615255,50  |
| UTM         | 9762771,50 | 9762562,30 | 9762618,50 | 9762399,50 |

Después de la recolección, las hojas fueron lavadas con agua corriente y secadas mediante toallas absorbentes o sacudiéndolas en una lona hueca. Luego, se dispusieron sobre

lonas perforadas para su secado a condiciones ambientales. Estas lonas estaban organizadas en dos secadores de bandejas, cada uno con una bandeja perforada y una bandeja lisa, como se muestra en la Fig. 1 y cuyas dimensiones se evidencian en la tabla II, la cual describe las partes principales y los materiales utilizados en la construcción de estas.

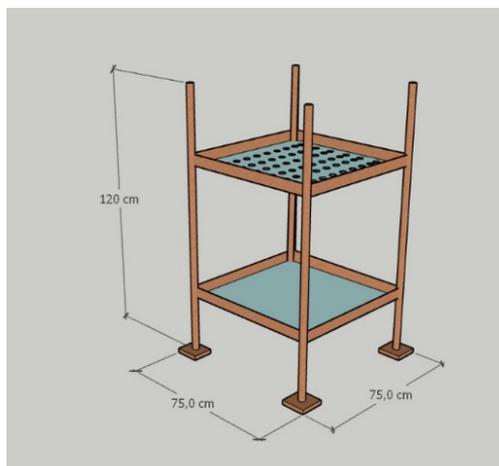


Fig. 1. Esquema del secador de bandejas (Vista isométrica)

TABLA II  
DIMENSIONES DEL PROTOTIPO

| Parte del secador | Material       | Dimensiones                     |
|-------------------|----------------|---------------------------------|
| Estructura        | Madera         | Altura de 120 cm                |
| Bandejas          | Madera         | Área de 75 x 75 cm. Altura 6 cm |
| Cubierta          | Plástico negro | 150 cm                          |

Durante el proceso de secado, se midió la temperatura y humedad del ambiente diariamente. Además, se registró el peso de las hojas en cada bandeja hasta que alcanzaron un peso constante. La temperatura y humedad promedio durante este período fueron 31°C y 48%, respectivamente.

### B. Preparación del Macerado con hojas de Neem

Se trituraron las hojas con el fin de incrementar el área de contacto, y por ende favorecer la extracción. En el proceso de maceración se colocaron en una botella ámbar plástica las hojas trituradas, en donde se empleó una relación 10:1, 10 mL de agua por cada gramo de neem. El macerado se reposó por tres días en refrigeración. Posteriormente, se separó la fase sólida de la líquida mediante filtración. Esta acción se llevó a cabo un día antes de aplicar el biopesticida en las parcelas experimentales de arroz [7].

### C. Preparación del macerado con Ajo y cebolla

Se lavaron el ajo y cebolla para eliminar cualquier tipo de impurezas. El ajo fue pelado y la cebolla fue cortada en trozos, lo que facilitó el posterior proceso de trituración. Se mezcló en relación 1:1:1 el agua, ajo y cebolla para la extracción de los componentes activos de los vegetales. Estos tres ingredientes se trituraron por 30 s a 1 min.

La mezcla que se obtuvo fue grumosa, espesa y de color blanquecino/amarillo. La maceración buscó extraer los componentes activos de estos dos vegetales, para el ajo, la alicina, y para la cebolla, la quercetina. La filtración se dio utilizando un cedazo, este proceso se repitió dos veces por la espuma que se produce en el proceso de trituración. Una vez filtrado se procedió a embotellar y se dejó reposar por 24 horas [8].

#### D. Diseño experimental

En la comunidad de Paipayales, se trabajó en un área aproximada de 5x8 m mediante un diseño experimental de parcelas segmentadas según se observa en la Fig. 2.

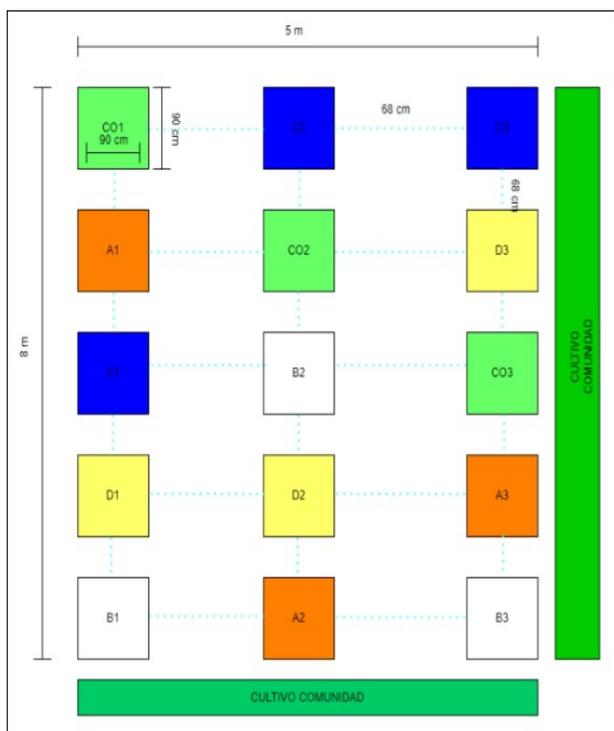


Fig. 2. Diseño experimental con tres réplicas para la aplicación de los bioinsecticidas. CO: uso de agroquímicos, C: uso de neem concentrado, D: uso de neem diluido, A: uso de ajo y cebolla, B: Blanco

La aplicación de los bioinsecticidas se inició dos semanas después de sembrado el arroz. Esto dado que los macerados actúan de manera efectiva antes de la aparición de cualquier tipo de plagas. La cantidad de parcelas que se designó fue un total de 15 ubicadas en 3 columnas correspondientes a 3 réplicas y 5 filas. Cada parcela fue de 90 cm<sup>2</sup>, y se consideraron espacios entre cada una de estas de 68 cm. Se utilizaron seis soluciones de Neem, divididas en tres concentradas y tres diluidas cuya dosis aplicada se puede observar en la tabla III (Variables independientes). Posteriormente, se asignaron tres parcelas para el macerado de ajo y cebolla, otras tres para el insecticida aplicado por la

comunidad, y tres más, denominadas "Blancos", donde no se aplicó ningún tratamiento específico.

TABLA III  
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

| Variable independiente          |                                       | Variables dependientes               |                                              |
|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|
| Tipos de insecticidas aplicados |                                       | Cuantitativas                        |                                              |
| A                               | Macerado de ajo y cebolla             | Altura de la planta (cm)             | Panículas en cada planta (5 plantas al azar) |
| B                               | Blanco                                | Coloración                           | Espigas en cada Panícula                     |
| C                               | Macerado de neem concentrado          | Control de plagas                    | Panículas en cada m <sup>2</sup>             |
| CO                              | Agroquímico aplicado por la comunidad | Longitud de Panícula                 | Espigas productivas en cada panícula         |
| D                               | Macerado de neem diluido              | Cualitativa: Coloración de las hojas |                                              |

Se llevó a cabo la recopilación de datos en cada bloque del diseño experimental establecido (Fig. 2) de la siguiente manera: se realizaron observaciones y conteo de plagas sin ingresar al área designada del diseño experimental. Se midieron las variables establecidas para cada parcela experimental; en caso de presencia de maleza, esta fue removida desde la raíz. Se aplicaron bioinsecticidas en cada parcela y finalmente se salió del área del diseño. Este procedimiento se repitió durante 13 semanas hasta la cosecha del arroz. La evaluación de la efectividad del cultivo se llevó a cabo mediante medición de las variables agroproductivas de la Tabla III [9]. Se aplicó el método propuesto por [10] para evaluar la coloración de las hojas, utilizando una serie de paneles plásticos con las tonalidades de la Fig 3. En este proceso, se asignó un valor de 1 al verde amarillento y un valor de 8 al verde más oscuro.

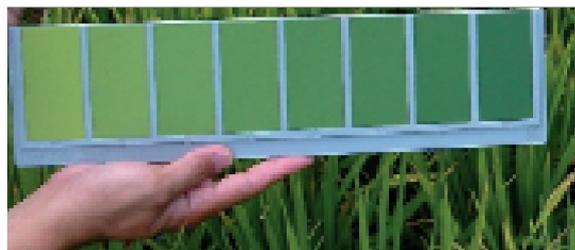


Fig. 3. Tabla de comparación de colores

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### A. Altura de la planta

La Fig. 4 revela un crecimiento constante hasta la semana 11 en la planta de arroz, momento en el cual este crecimiento se estabiliza. Este cambio se atribuye al ciclo de desarrollo del arroz, que se divide en etapas vegetativa, reproductiva y de maduración. Hacia la semana 11, la planta de arroz alcanza su máximo crecimiento vegetativo. Este cambio provoca una

desaceleración en el crecimiento, reflejada en la estabilización observada en la Figura 4. En consecuencia, después de la semana 12, se espera que el crecimiento se mantenga constante a medida que la planta avanza hacia las fases reproductiva y de maduración es importante señalar una altura adecuada facilita la cosecha y contribuye a la resistencia contra el viento y las enfermedades [11].

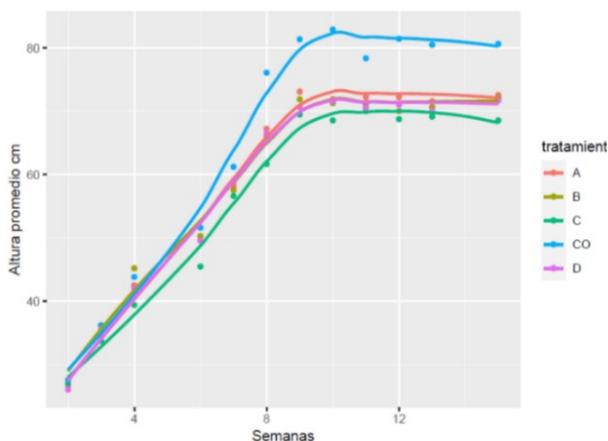


Fig. 4. Altura promedio en centímetros vs semanas

Según los resultados de la estadística multifactorial efectuados en la variable de altura promedio de las plantas (Tabla IV), se observa un valor  $t$  de 3.058 para el tratamiento "CO", por lo que existe una diferencia significativa de la altura promedio respecto a los demás tratamientos. Al comparar los otros casos, no hay una diferencia significativa con respecto a la altura promedio.

Tabla IV  
RESULTADOS PARA EL TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA EVOLUCIÓN POR SEMANAS DE LA ALTURA DE LAS PLANTAS.

|                                  | Estimado | Error estándar | Valor $t$ |
|----------------------------------|----------|----------------|-----------|
| Tratamiento B (Blanco)           | -0.2667  | 1.8721         | -0.142    |
| Tratamiento C (Neem Concentrado) | -2.8722  | 1.8721         | -1.534    |
| Tratamiento CO (Agroquímico)     | 5.725    | 1.8721         | 3.058     |
| Tratamiento D (Neem Diluido)     | -0.7278  | 1.8721         | -0.389    |

### B. Coloración

La Fig. 5 revela que el tratamiento "CO" presentó mayor intensidad de coloración, lo cual se atribuye a la adición de nitrógeno desde el inicio del cultivo, ya que el nitrógeno desempeña un papel fundamental en la formación de clorofila, al ser un componente esencial de las moléculas de aminoácidos y proteínas necesarias para su estructura. Por ende, una mayor disponibilidad de nitrógeno promovió una coloración más intensa y un mejor desarrollo vegetativo [12]. Sin embargo, a medida que las plantas entran en la etapa de maduración, la prioridad cambia de la producción de hojas y el crecimiento vegetativo hacia la formación y el llenado de los

granos. Durante esta etapa, los nutrientes, se redirigen desde las hojas hacia los granos en desarrollo. Como resultado, la concentración de clorofila en las hojas disminuye gradualmente como ocurrió a partir de la semana 11 según se observa en la Fig. 5 [13].

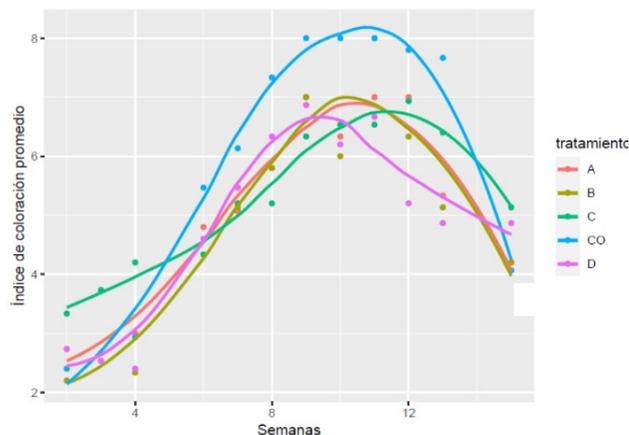


Fig. 5. Coloración de las plantas vs semanas

Analizando los valores de la Tabla V, se ratifica la diferencia significativa para el tratamiento CO con un valor  $t$  de 2.253, con respecto a los demás.

Tabla V  
RESULTADOS PARA EL TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA EVOLUCIÓN POR SEMANAS DE LA LA COLORACIÓN DE LAS PLANTAS

|                                  | Estimado | Error estándar | Valor $t$ |
|----------------------------------|----------|----------------|-----------|
| Tratamiento B (Blanco)           | -0.1500  | 0.3477         | 0.431     |
| Tratamiento C (Neem Concentrado) | 0.2444   | 0.3477         | 0.703     |
| Tratamiento CO (Agroquímico)     | 0.7833   | 0.3477         | 2.253     |
| Tratamiento D (Neem Diluido)     | -0.1833  | 0.3477         | -0.527    |

### C. Conteo de plagas vivas

La Fig. 6 ilustra la presencia de plagas vivas en parcelas sometidas a diversos tratamientos y se observó que el tratamiento CO registró un promedio más alto de plagas vivas, particularmente la conocida como "novia del arroz" o "mosca blanca del arroz".

El punto más alto de la presencia de plagas vivas se

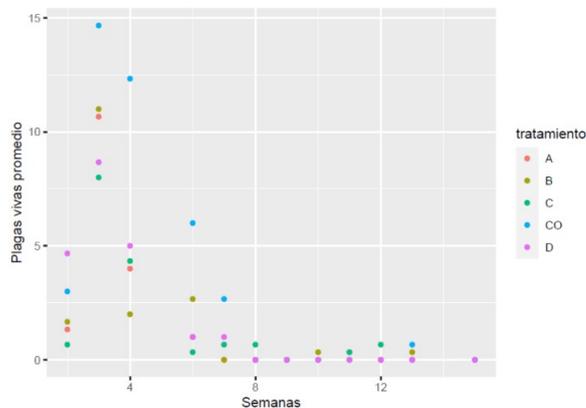


Fig. 6. Plagas vivas promedio vs semanas

alcanzó entre las semanas 3 y 7 del experimento, esto puede ser atribuible a una combinación de factores, incluidas condiciones ambientales favorables como temperatura y humedades, así como el ciclo de vida específico de las plagas que coincide con el desarrollo temprano del cultivo [14].

#### D. Número de panículas por planta

La Fig. 7 muestra cómo el número promedio de panículas aumenta con el tiempo para cada tratamiento, los datos para esta variable se recopilaban semanalmente desde la semana 8 hasta la semana 15 del cultivo, destacando que el tratamiento CO, con insecticida sintético, tuvo el mayor número de panículas. Comparativamente, el tratamiento C mostró el menor número de panículas hasta la cosecha, posiblemente afectado por las variables no controladas como densidad de plantas y variabilidad en la topografía del terreno, con áreas con suelo más profundo y húmedo evidenciando mayor crecimiento [15].

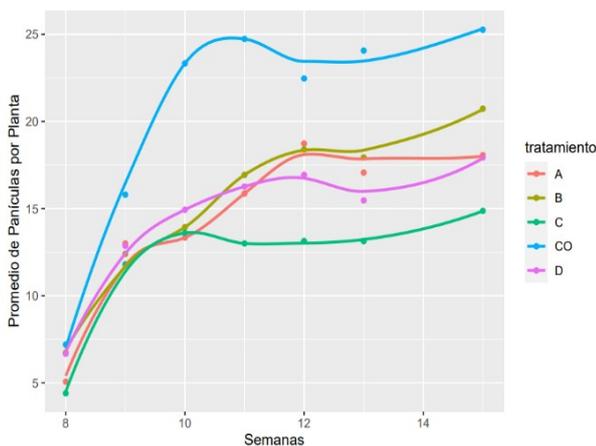


Fig. 7. Número promedio panícula por cada tratamiento aplicado, para cada semana

Según la tabla VI, se registró un valor de t de 2,764 para CO. Este valor sugiere que el tratamiento aplicado por la comunidad muestra un promedio superior en la longitud de las panículas en comparación con los demás tratamientos. Además, no se encontraron diferencias significativas entre los otros tratamientos.

TABLA VI  
RESULTADOS PARA EL TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA EVOLUCIÓN POR SEMANAS PARA EL NÚMERO DE PANÍCULAS

|                                  | Estimado | Error estándar | Valor t |
|----------------------------------|----------|----------------|---------|
| Tratamiento B (Blanco)           | 0.8476   | 2.1568         | 0.393   |
| Tratamiento C (Neem Concentrado) | -2.4571  | 2.1568         | -1.139  |
| Tratamiento CO (Agroquímico)     | 5.962    | 2.1568         | 2.764   |
| Tratamiento D (Neem Diluido)     | -0.0095  | 2.1568         | -0.004  |

#### E. Número de espigas por panícula

En la Fig. 8 se observa el aumento progresivo del número de espigas por panícula con respecto al tiempo, desde la semana 7 hasta la 15, donde se tomaron datos de tres espigas de 5 panículas al azar. Se observa que los tratamientos alcanzaron su valor máximo entre las semanas 10 y 12 debido a que durante este periodo las plantas de arroz han completado su fase de crecimiento vegetativo y están entrando en su fase reproductiva [16].

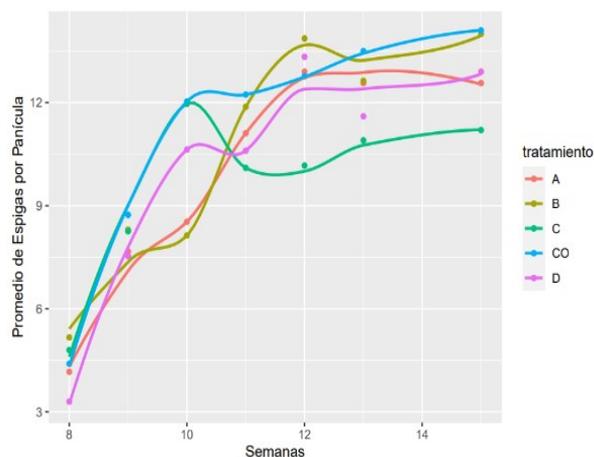


Fig. 8. Número promedio de espigas por panícula por cada tratamiento aplicado, para cada semana

La tabla VII indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ).

TABLA VII  
RESULTADOS PARA EL TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA EVOLUCIÓN POR SEMANAS PARA EL NÚMERO DE ESPIGAS

|                                  | Chisq  | Valor p |
|----------------------------------|--------|---------|
| Tratamiento B (Blanco)           | 6.6815 | 0.1537  |
| Tratamiento C (Neem Concentrado) | 6.6815 | 0.1537  |
| Tratamiento CO (Agroquímico)     | 6.6815 | 0.1537  |
| Tratamiento D (Neem Diluido)     | 6.6815 | 0.1537  |

#### F. Número de panículas por m<sup>2</sup>

La Fig. 9 muestra un aumento en la cantidad de panículas por metro cuadrado a medida que avanzan las semanas.

Se encontró una diferencia significativa entre tratamientos, con un valor p de 0,0007. Específicamente, el tratamiento D, macerado de neem diluido, muestra una productividad notablemente menor de panículas, posiblemente debido a la cantidad reducida de plantas en la parcela.

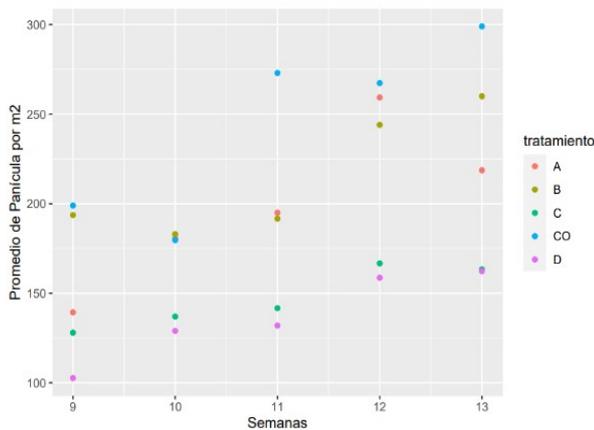


Fig. 9. Promedio de panículas por m<sup>2</sup> para cada tratamiento con respecto al tiempo evaluado en semanas

TABLA VIII  
RESULTADOS PARA EL TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA EVOLUCIÓN POR SEMANAS PARA EL NÚMERO DE PANÍCULAS POR M<sup>2</sup>

|                                         | Estimado | Error estándar | Valor t |
|-----------------------------------------|----------|----------------|---------|
| <b>Tratamiento B (Blanco)</b>           | 15.867   | 29.255         | 0.542   |
| <b>Tratamiento C (Neem Concentrado)</b> | -51.267  | 29.255         | -1.752  |
| <b>Tratamiento CO (Agroquímico)</b>     | 45.000   | 29.255         | 1.538   |
| <b>Tratamiento D (Neem Diluido)</b>     | -61.667  | 29.255         | -2.108  |

### G. Número de panículas productivas

La Fig. 10 exhibe la media de los datos obtenidos para cada tratamiento durante la cosecha, que tuvo lugar en la última semana del estudio. Se destaca que el tratamiento CO (aplicación de agroquímicos por parte de la comunidad)

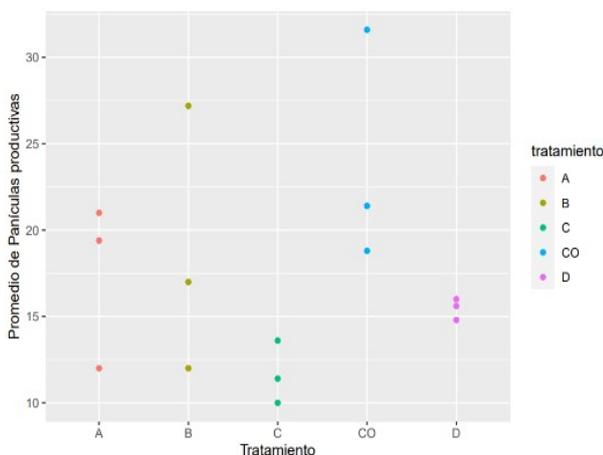


Fig. 10. promedio de las panículas productivas por cada tratamiento empleado, en la cosecha

muestra el mayor promedio de panículas productivas, mientras que el tratamiento C (macerado de neem concentrado) registra el menor. La presencia de panículas no productivas se llama fenómeno de vaneo, el cual podría estar relacionado con la densidad de siembra y la gestión de la fertilización. El nivel de fertilización es relevante porque determina la cantidad de panículas que cada planta puede producir [17]. Es importante destacar que, en el diseño experimental realizado, la cantidad de fertilizante aplicada fue mínima, aproximadamente 1 kg en total entre urea y otros nutrientes.

Los valores p menores a 0,05 en la tabla X indican una diferencia significativa para CO-C, donde el tratamiento de la comunidad CO muestra un promedio estadísticamente mayor de 12,2 puntos que el concentrado a base de Neem. Esta diferencia puede deberse a la dosificación y aplicación más precisas de fertilizante aplicados por la comunidad en comparación a las parcelas donde se emplearon los biopesticidas [18].

TABLA IX  
RESULTADOS PARA EL TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA EVOLUCIÓN POR SEMANAS PARA EL NÚMERO DE PANÍCULAS PRODUCTIVAS

| Tratamiento                      | Estimado | Valor t |
|----------------------------------|----------|---------|
| <b>Blanco-Ajo, cebolla</b>       | 1.266    | 0.9932  |
| <b>Concentrado- Ajo, cebolla</b> | -5.800   | 0.4095  |
| <b>Agroquímico- Ajo, cebolla</b> | 6.466    | 0.3189  |
| <b>Diluido- Ajo, cebolla</b>     | -2.000   | 0.9640  |
| <b>Concentrado-Blanco</b>        | -7.067   | 0.2511  |
| <b>Agroquímico-Blanco</b>        | 5.200    | 0.5036  |
| <b>Diluido-Blanco</b>            | -3.267   | 0.8291  |
| <b>Agroquímico- Concentrado</b>  | 12.267   | 0.0268  |
| <b>Diluido-Concentrado</b>       | 3.800    | 0.7449  |
| <b>Diluido-Agroquímico</b>       | -8.467   | 0.1392  |

### H. Peso de mil granos

Según la Figura 11 al evaluar el peso de 1000 granos de arroz de las plantas, de forma aleatoria por cada parcela, no se evidenció una diferencia significativa (p mayor a 0,05), entre cada uno de los tratamientos aplicados, Por lo tanto, la cantidad de arroz con cáscara obtenida por cada hectárea, no se vería afectado empleado los biopesticidas propuestos, sino más bien sería beneficioso y ventajoso para cada uno de los agricultores de la comunidad de Paipayales.

Los pesticidas pueden influir en el peso de los granos de arroz directamente a través de su toxicidad para la planta, e indirectamente al perturbar el equilibrio ecológico y la interacción con otros factores ambientales como la disponibilidad de agua, por lo que el uso de biopesticidas podría ser preferibles a los pesticidas sintéticos debido a que proveen menor toxicidad para las plantas, reducen el impacto al equilibrio ecológico dado que se derivan de fuentes naturales, y además son biodegradables reduciendo el impacto ambiental. [19].

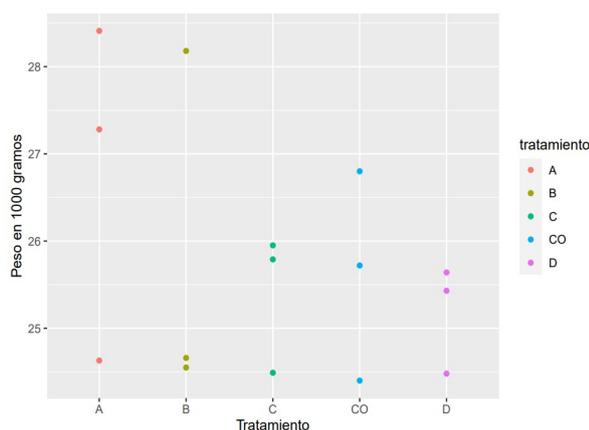


Fig. 11. Peso de 1000 granos por cada tratamiento empleado, en la

#### IV. CONCLUSIONES

Se diseñó un experimento de parcelas segmentadas con tres réplicas, donde se asignaron bloques al azar para cada tratamiento: macerado de neem concentrado (C) y diluido (D), macerado con ajo y cebolla (A), agroquímicos aplicados por la comunidad de Paipayales (CO) y un grupo de control sin tratamiento (B). A través de un análisis descriptivo y multivariante se determinó mejores resultados y diferencia significativa al comparar el tratamiento CO vs los demás tratamientos para las variables: altura de la planta, coloración y número de panículas por planta. Todas estas variables están directamente influenciadas con la fertilización del suelo, por tanto, es de esperarse que la aplicación continua de fertilizantes sintéticos alcance mejores resultados al poseer mayor concentración de macro y micronutrientes. Cabe destacar que alrededor de la semana 11, la coloración de las hojas se tornó más amarilla, por lo que en conjunto con la comunidad se inició la aplicación de urea. Esto podría indicar que las propiedades fertilizantes de macerados de Neem, ajo y cebollas son escasas.

Se encontró diferencia significativa al comparar C con los demás tratamientos para la variable número de panículas por metro cuadrado. En este caso, la aplicación de macerado de Neem concentrado alcanzó el menor número de panículas por metro cuadrado. Sin embargo, esta variable no se consideró importante dentro del estudio porque la densidad del cultivo fue diferente, es decir, no se contó con el mismo número de plantas en cada parcela experimental.

No se reportó diferencia significativa entre el peso de 1000 grano de todos los tratamientos y el número de panículas productivas fue estadísticamente igual en todos los casos excepto entre C y CO. Lo cual implicaría que la productividad no se vio afectada por los biopesticidas elaborados a partir de productos naturales. Esto sugiere que los biopesticidas podrían ser una alternativa, sobre todo al considerar la seguridad física de los agricultores.

Respecto al control de plagas, la observación permitió constatar que en las parcelas experimentales se encontraban escasas mariposas blancas (rupela albinella), a diferencia de los cultivos vecinos, donde eran fácilmente identificadas. Por otra parte, el conteo de los insectos vivos mostró que su

presencia fue mayor entre las semanas 3 y 7. En este periodo, se identificó mayor cantidad de insectos vivos en las parcelas a cargo de la comunidad. Consecuentemente, la aplicación de macerados naturales fue útil para erradicar la principal plaga observada.

#### AGRADECIMIENTO

Se agradece a la comunidad de Paipayales, en especial a la Asociación arrocera Dios con Nosotros por su apertura. Gracias por permitir el uso del terreno que constituye su sustento diario. También se agradece al Decanato de Vinculación de ESPOL por la gestión logística que llevó a cabo durante la ejecución de este proyecto.

#### REFERENCIAS

- [1] Censos, I. N. (17 de julio de 2019). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/2018-seis-cultivos-con-mayor-produccion-en-ecuador/>
- [2] Meneses C., R., Gutiérrez Y., A., García R., A., Antigua P., G., Gómez S., J., Correa V., F., & Calver, L. (2001). Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. Cali, Colombia: Ciat. Obtenido de <https://books.google.at/books?id=3meJCzC7A0C>
- [3] Fuente Iglesias, C. H. I. P., & Castro, C. A. R. S. (2018). Principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que atacan el cultivo del arroz en Ecuador. *Revista científica agroecosistemas*, 6(1), 95-107.
- [4] Chaudhary, S., Kanwar, R., Sehgal, A., Cahill, Barrow, Sehgal, R., & Kanwar, J. (2017). *Progress on Azadirachta indica Based Biopesticides in Replacing Synthetic Toxic Pesticides*. Obtenido de *Frontiers in Plant Science*.
- [5] Pandreka, Dandekar, Haldar, Uttara, Vijayshree, Mulani, . . . Thulasiram. (2015). *Triterpenoid profiling and functional characterization of the initial genes involved in isoprenoid biosynthesis in neem (Azadirachta indica)*. Obtenido de *BMC Plant Biology*.
- [6] Bakar, T. H., Idayu, N. M., Suhana, Z., Sidek, N., Mukhtar, N. K., Azmin, S. N., & Jusoh, M. Z. (2022). The effectiveness of natural plant powder in controlling rice weevils (*Sitophilus oryzae*). *IOP conference series. Earth and environmental science*.
- [7] Chaudhary, S., Kanwar, R. K., Sehgal, A., Cahill, D. M., Barrow, C. J., Sehgal, R., & Kanwar, J. R. (2017). Progress on Azadirachta indica based biopesticides in replacing synthetic toxic pesticides. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00610>
- [8] Chaparro Leon, J. F. (2019). Determinación De La Efectividad Del Azadirachta Indica (Neem) Como Biopesticida Para El Control Del Planococcus Citri (Cochinilla Blanca).
- [9] Betancourt, C., & de los Ángeles, M. (2010). Extracción y purificación de alicina a partir de ajo (*Allium sativum* L.) implicaciones analíticas.
- [10] Witt, C., Pasuquin, J., Mutters, R., & Buresh, R. (2005). *Tabla de comparacion de colores para el manejo efectivo del nitrogeno en arroz*. Obtenido de International Plant Nutrition Institute: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/0FB7683DFD6D1DD9852579A30074445D/\\$FILE/Tabla%20de%20Comparaci%C3%B3n%20de%20Colores.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/0FB7683DFD6D1DD9852579A30074445D/$FILE/Tabla%20de%20Comparaci%C3%B3n%20de%20Colores.pdf)
- [11] EOS DATA ANALYTICS. (17 de MAYO de 2023). *Cultivo Del Arroz: Técnicas E Impacto Medioambiental*. Obtenido de eos.com: <https://eos.com/es/blog/cultivo-del-arroz/>
- [12] Castillo Rincon, A., & Ligarreto, G. A. (22 de Julio de 2010). *Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano*. Obtenido de Revista Corpoica: <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945029003.pdf>
- [13] Hurtado, A. C., Díaz, Y. P., Hurtado, Y. G. P., Simón, L. A. Y., Vicedo, D. O., Calzada, K. P., & Rodríguez, A. P. (2020). AGRONOMIC AND PRODUCTIVE RESPONSE OF EIGHT

RICE VARIETIES UNDER AGROECOLOGIC MANAGEMENT CONDITIONS. *Revista de La Facultad de Ciencias*, 9(2), 43–55. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v9n2.84629>

- [14] Witt, C., Pasuquin, J., Mutters, R., & Buresh, R. (2005). *Tabla de comparación de colores para el manejo efectivo del nitrógeno en arroz*. Obtenido de International Plant Nutrition Institute: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/0FB7683DFD6D1DD9852579A30074445D/\\$FILE/Tabla%20de%20Comparaci%C3%B3n%20de%20Colores.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/0FB7683DFD6D1DD9852579A30074445D/$FILE/Tabla%20de%20Comparaci%C3%B3n%20de%20Colores.pdf)
- [15] DE GÁLVIS, Y. C., CARDONA, C., & GONZÁLEZ, J. (1982). Fluctuación de la población de insectos en arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego. *Revista Colombiana de Entomología*, 8(3-4), 28-34.
- [16] Delli Villavicencio, B. C. (2023). *Caracterización físico-química del suelo en cultivos de ciclo corto comunidad, Corazón de Jesús* (Bachelor's thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo).
- [17] Castillo, A., Rodríguez, S., Castillo, A. M., & Peña, R. (2011). Rendimiento y sus componentes de la variedad de arroz IAC-20 con relación a la fertilización nitrogenada y densidad de población en primavera. *Centro Agrícola*, 38(3), 17-22.
- [18] Merino Criollo, J. C., & Orrego Campos, P. M. (2020). Beneficios del biopesticida a base de Neem, en el manejo de plaga mosquilla y gusano cogollero en protección al ambiente.
- [19] Chang, J. V. G. (2008). Cultivo de arroz sistema intensificado SICA—SRI en Ecuador. *Fundación para el Desarrollo Agrícola del Ecuador*.