

Efecto de los niveles de infestación del chinche vaneador (*Oebalus insularis* Stal.) sobre el daño mecánico en diferentes genotipos de arroz

Effect of infestation levels of the rice stink bug (*Oebalus insularis* Stal.) on mechanical damage in different rice genotypes

Jessica Daniela Zambrano Mero¹, Alex Gabriel Delgado Párraga², Roberto Evaristo Celi Herán³, Carmen Isabel Castillo Carrillo⁴, Héctor Antonio Reyes Villón⁵, Daniel Fernando Navia Santillán⁶



Siembra 12 (2) (2025): e7511

Recibido: 14/11/2024 / Revisado: 25/02/2025 / 05/05/2025 / Aceptado: 16/07/2025

- ¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Litoral Sur. Departamento Nacional de Protección Vegetal. CP. 092056. Yaguachi, Guayas, Ecuador.
✉ danielazambrano20@hotmail.com
✉ https://orcid.org/0000-0002-3562-0504
- Universidad Agraria del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias. Av. 25 de Julio y Pio Jaramillo. CP. 090104. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
✉ dzambrano@uagraria.edu.ec
- ² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Litoral Sur. Departamento Nacional de Protección Vegetal. CP. 092056. Yaguachi, Guayas, Ecuador.
✉ alex.delgado7521@yahoo.com
✉ https://orcid.org/0000-0003-1305-959X
- ³ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Litoral Sur. Departamento Nacional de Protección Vegetal. CP. 092056. Yaguachi, Guayas, Ecuador.
✉ roberto.celi@iniap.gob.ec
✉ https://orcid.org/0000-0001-9806-2776
- ⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Protección Vegetal. CP. 170518. Mejía, Pichincha, Ecuador.
✉ carmen.castillo@iniap.gob.ec
✉ https://orcid.org/0000-0001-7893-5218
- ⁵ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Litoral Sur. Departamento de Suelos. CP. 092056. Yaguachi, Guayas, Ecuador.
✉ hector.reyes@iniap.gob.ec
✉ https://orcid.org/0009-0000-7730-0931
- ⁶ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Litoral Sur. Departamento Nacional de Protección Vegetal. CP. 092056. Yaguachi, Guayas, Ecuador.
✉ daniel.navia@iniap.gob.ec
✉ https://orcid.org/0000-0002-6333-6658

* Autor de correspondencia:
danielazambrano20@hotmail.com

Resumen

El chinche vaneador del arroz (*O. insularis*) representa una amenaza significativa para la producción arrocera en diversas regiones del mundo. Este hemíptero causa daños considerables al alimentarse de los granos en desarrollo, facilitando, además, el ingreso de patógenos promotores del manchado, derivando en pérdidas de rendimiento y calidad del arroz. Esta investigación se propuso evaluar el efecto de los niveles de infestación del chinche vaneador sobre el daño mecánico en genotipos de arroz bajo condiciones controladas. Para su efecto, se estableció una cría que permitió infestar con adultos jóvenes los genotipos de arroz, en niveles de 0, 2, 4, y 6 insectos planta⁻¹, incorporados durante la floración. Se evaluaron cuatro genotipos (Go-04209, Go-05070, INIAP FL- ÉLITE e INIAP-20) en un Diseño Completamente al Azar [DCA]. Las variables analizadas fueron: granos sanos por espiga, granos manchados por espiga, granos vanos por espiga y peso de espiga planta⁻¹. Los datos se procesaron mediante el programa estadístico SPSS, para establecer el análisis de varianza, las consiguientes, pruebas de comparaciones múltiples (Tukey 0,05); y, un análisis de correlación. Como resultado se determinó que a mayor infestación el rendimiento disminuye hasta un 46%; por lo que se propone un umbral de acción de 1 insecto planta⁻¹ para limitar la pérdida económica al 17%. El genotipo Go-04209 presentó la menor afectación comparado con los demás, sobresaliendo en parámetros de calidad y cantidad, constituyendo un material botánico promisorio para el mejoramiento genético y el fortalecimiento del desarrollo productivo frente a esta plaga.

Palabras clave: plaga, infestación, granos, Poaceae, umbral de acción.

Abstract

The stink bug (*O. insularis*) represents a significant threat to rice production in various regions of the world. This hemipteran causes considerable damage by feeding on developing grains, which facilitates the entry of pathogens that promote spotting, resulting in yield and quality losses of rice. We aimed to evaluate the effect of the infestation levels of the stink bug on mechanical damage in rice genotypes under controlled conditions. For this purpose, a rearing system was established to infest rice



genotypes with young adults at levels of 0, 2, 4, and 6 insects per plant, incorporated during flowering. Four genotypes (Go-04209, Go-05070, INIAP FLÉLITE, and INIAP-20) were evaluated in a Completely Randomized Design [CRD]. The variables analyzed were healthy grains per spike, spotted grains per spike, missing grains per spike, and weight of spike per plant. The data were processed using the SPSS statistical program to perform the analysis of variance, the multiple comparisons tests (Tukey 0.05), and correlation analysis. We determined that the higher the infestation, the yield decreases 46%. Hereby, we propose an action threshold of 1 insect per plant to limit the economic loss to 17%. Genotype Go-04209 showed the least affectation compared to the others, standing out in quality and maturity parameters, constituting promising botanical material for genetic improvement and strengthening of productive development against this pest.

Keywords: pest, infestation, grains, Poaceae, action threshold.

1. Introducción

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel mundial, constituyendo la base alimentaria para gran parte de la población (Jiménez-Martínez, 2021). En el año 2023 la superficie cosechada de arroz en cáscara a nivel mundial fue de 168.356.566,00 ha, con una producción de 799.999.504,87 t, donde los principales países productores fueron India y China (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2025). En Ecuador la superficie sembrada a nivel nacional en 2023 fue de 358.231,00 ha, cosechándose 343.050,00 ha, con una producción obtenida de 1.636.349,00 t, representado por las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí y El Oro (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2025).

La producción de este cereal es constantemente amenazada por factores bióticos y abióticos; destacando, en el primer caso, las plagas insectiles, por sus daños significativos (Parrales et al., 2024; Escalona et al., 2023). En el contexto agrícola, se definen a las plagas como cualquier forma de vida vegetal, animal o agente patógeno que pueda ser dañino para las plantas o productos vegetales, que afecta en distintos grados, generando pérdidas en las cosechas que impactan la economía y pone en riesgo la seguridad alimentaria (Arrua et al., 2022).

El chinche vaneador del arroz, *O. insularis* Stal. (Hemiptera: Pentatomidae), es un insecto ampliamente distribuido en el continente americano (Rodríguez-G. et al., 2006), presente en muchos sistemas productivos como maíz (*Zea mays* L.), arroz (*O. sativa* L.), soja (*Glycine max* L.), entre otros. Bajo determinadas condiciones puede convertirse en una plaga debido a sus hábitos alimenticios, ya que su aparato bucal perforador-sucionador le permite alimentarse de flores y granos en desarrollo, afectando tanto a la cantidad como a la cantidad, por efectos directos o indirectos (Vivas y Astudillo, 2010; Zachrisson, 2010). El daño directo o mecánico, es producto de la succión que genera la plaga para extraer fotoasimilados útiles para la alimentación, lo que resulta en granos parcialmente llenos o vanos (vacíos), por lo cual recibe su nombre coloquial “chinche vaneador” (Bhavanam et al., 2021; Rodríguez-G. et al., 2006; VanWeelden et al., 2020; Vivas y Astudillo, 2010).

El daño indirecto ocurre como consecuencias de las heridas del hábito alimentario, creando lesiones que actúan como vías de entrada para diversos patógenos que comprometen la integridad del grano; como resultado, se observa la pérdida de calidad sumada a la disminución en el rendimiento (Rivero, 2008; Tumanyan et al., 2022, 2024; Weber et al., 2020). Las pérdidas económicas asociadas a estos daños pueden ser sustanciales, llegando a representar entre el 30% y el 65% del valor total de la producción (Pérez Iglesias y Rodríguez Delgado, 2019).

Este insecto puede tener amplia gama de recursos alimenticios, tales como, hospederos alternativos poáceos y fabáceos citados a continuación: arrocillo (*Echinochloa colona* L.), paja de agua (*E. crus – galli* L.), guarda rocío (*Digitaria sanguinalis* L.), camalote saladillo (*Paspalum distichum* L.), cabezona (*Paspalum virgatum* L.), pata de gallina (*Eleusine indica* L.), pasto pangola (*Digitaria decumbens* S.), coquito (*Cyperus rotundus* L.), pelo de indio (*Fimbristylis miliacea* L.), entre otros, encontrándose alta preferencia hacia dichas especies para cumplir su ciclo de vida (Vivas y Astudillo, 2010; Zambrano Mero et al., 2024).

Existe información limitada relacionada a esta temática. El daño causado no se limita a los genotipos cruzados, sino que también afecta a variedades que no han sido modificadas genéticamente (semillas criollas). La falta de conocimiento detallado impide el desarrollo de estrategias adecuadas para mitigar el impacto de este insecto.

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto de los niveles de infestación del chinche vaneador sobre el daño mecánico en genotipos de arroz (líneas promisorias producto de cruces) bajo condiciones controladas, estudio que es importante para identificar materiales con buen desempeño agronómico, los cuales

podrían servir de base para los programas de mejoramiento genético del arroz, y, eventualmente, ser distribuidos a los agricultores, lo que contribuye a mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo.

2. Materiales y Métodos

2.1. Ubicación geográfica

El estudio se desarrolló en el invernáculo (casa malla) de la Estación Experimental Litoral Sur [EELS] del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], ubicado en la parroquia Virgen de Fátima, cantón Yaguachi, provincia de Guayas, Ecuador ($2^{\circ} 15' 26''$ S; $79^{\circ} 38' 43''$ W, y a 17 m s.n.m.).

2.2. Manejo del ensayo

2.2.1. Establecimiento del pie de cría del chinche vaneador del arroz

En la Fase preliminar se visitaron lotes arroceros con presencia de la plaga (Figura 1A), donde se colectaron aleatoriamente los insectos por medio de la red entomológica, los que posteriormente fueron guardados en fundas plásticas. Consecutivamente, se aislaron los adultos y fueron colocados en un recipiente plástico transparente con medidas de 18,0 x 10,5 cm, donde se les integró espigas de arroz en estado “lechoso” y un algodón humedecido. El extremo superior del recipiente estuvo provisto de tul sujetado con ligas.



Figura 1. A) Colecta de adultos de chinche vaneador (*O. insularis*) en lotes arroceros. B) Villa de cría.

Figure 1. A) Collection of adult stink bugs (*O. insularis*) in rice fields. B) Rearing village.

Los insectos fueron transportados al invernáculo dentro de una jaula de vidrio con tul (50 x 50 x 50 cm) previamente desinfectada. Dentro de la jaula se integró un recipiente plástico (9,5 x 6,0 cm) con agua para hidratar y 305 g de espigas de arroz (como florero), dos placas Petri con algodón saturado de agua común y una tercera placa que contenía una solución de miel al 10% impregnada en el algodón.

El alimento fue renovado cada 48 horas y se procedió a separar las oviposturas alojadas en la hoja, las cuales fueron depositadas en placas Petri con algodón humedecido, permaneciendo cerradas sólo hasta su eclosión (primera generación).

En el invernáculo los insectos estuvieron 15 días bajo monitoreo continuo (cuarentena) para verificar que no haya infección con agentes entomopatógenos; esta práctica fue necesaria para evitar la contaminación futura del pie de cría.

Para el establecimiento del pie de cría, descartada la posibilidad de infección por agentes entomopatógenos, los insectos fueron colocados en sus respectivas jaulas de vidrio en la villa de crianza bajo condiciones controladas (25°C , 70% de humedad relativa y fotofase de 12 h) como sitio definitivo (Figura 1B).

Cada jaula estuvo asentada sobre cuatro recipientes invertidos, contenidos dentro de las bandejas plásticas que servía como base y que disponía de una solución de agua y detergente para evitar el ingreso de artrópodos que pudieran vulnerar la colonia como las hormigas. Dentro de cada jaula se integraron tres cajas Petri:

dos con algodón humedecido y otra con una solución de miel al 10% saturada al algodón.

En cuanto a la alimentación, en las jaulas de los adultos se colocó un recipiente con agua y espigas de arroz en etapa de grano lechoso; también se planteó como alternativa alimentaria el uso de las arvenses como arrocillo (*E. colona* L.) y paja de agua (*E. crus-galli* L.), incluso vainas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el caso de no disponer suficientes espigas de arroz. Sin embargo, no fue necesario hacer uso de estas especies, debido a la accesibilidad de las espigas de arroz. En esta jaula se colocaron dos cajas Petri, una con algodón humedecido y otra con la solución energética antes mencionada.

En las jaulas de las ninfas (Figura 2A) se integraron tres maceteros con plántulas de arroz de 15 días de edad para facilitar la alimentación (Figura 2B y Figura 2C), especialmente del segundo instar, dado que, su aparato bucal es débil y se les dificulta succionar los contenidos almidonosos del grano, caso contrario, podrían surgir altas mortalidades. Adicionalmente, se incorporaron espigas de arroz (Figura 2D) en recipientes plásticos con agua, ya que en la misma jaula coexistían ninfas de varios instares. Las espigas se renovaron cada 48 horas y los maceteros con plántulas de arroz cada 3-4 semanas, a medida que se deterioraba el material vegetal. La humedad de los maceteros con plántulas se mantuvo regulada para evitar la lámina de agua y la mortalidad causada por el ahogamiento.



Figura 2. A) Jaula de crianza de las ninfas. B) Maceteros de arroz incorporados. C) Interacción y alimentación de las ninfas en plántulas de arroz. D) Aporte de espigas en estado lechoso.

Figure 2. A) Nymph rearing cage. B) Built-in rice planters. C) Interaction and feeding of nymphs in rice seedlings. D) Contribution of spikes in a milky state.

En relación con el manejo de posturas, ninfas y adultos, las oviposturas fueron recolectadas del alimento suministrado cada 48 horas y confinadas en cajas Petri (6,0 cm x 1,5 cm) con suficiente humedad para evitar la deshidratación. El período de eclosión de los insectos fue de 4-5 días, consecutivamente se abrió la caja Petri para facilitar su salida. Aunque, el primer estadio es gregario y no se alimenta de las especies hospedantes, este subsiste gracias a los simbiontes transmitidos verticalmente por la madre (taxones bacterianos), su período de desarrollo es de dos días. A partir del segundo estadio se alimentaron de los jugos celulares de las especies hospedantes.

Los adultos permanecieron confinados en jaulas independientes de las ninfas (Figura 3A), debido a que la coexistencia de ambos limitaba el crecimiento de la colonia. En este contexto, se observó que estos perforaban el corión del huevo alimentándose del contenido interno aprovechando los nutrientes para su desarrollo, impidiendo la eclosión (Figura 3B).



Figura 3. A) Adultos confinados. **B)** Ninfas alimentándose del corión de los huevos.

Figure 3. A) Confined adults. **B)** Nymph feeding on egg the chorion.

La asepsia de las jaulas consistió en la remoción de insectos muertos con una brocha en complemento a la limpieza interna de las paredes y la base con ayuda de una franela humedecida. Los algodones que contenían agua, al igual que los que disponían de la solución energética, fueron lavados cada vez que se realizaba la renovación de alimento y reemplazados definitivamente cuando la ocasión ameritaba (primeras manifestaciones de hongos). Se realizaron observaciones diarias para tener control de la colonia.

2.2.2. Infestación controlada de poblaciones de *O. insularis* a genotipos de arroz

En el ensayo, que ocupó un área de 60 m², se sembraron cuatro genotipos de arroz; Go-04209, Go-05070, INIAP FL- ÉLITE e INIAP-20. Para su efecto, se emplearon maceteros de estereofón con medidas de 12 x 13 cm, los cuales contenían 350 g de suelo mullido y saturado de agua para facilitar el desarrollo radicular, esto último se monitoreó periódicamente para garantizar la lámina de agua.

El trasplante se realizó a los 18 días en recipientes con capacidad para 15 litros, con el sustrato antes mencionado. En cada recipiente se colocaron dos plantas del mismo genotipo con la finalidad de garantizar la supervivencia de las plantas hospederas durante la experimentación.

Para conservar la integridad de los genotipos posterior al trasplante, se confinaron las plantas utilizando cobertores de tul (1,35 m de alto x 0,52 m diámetro) donde cada balde contenía cuatro estacas de madera (1,20 m) para brindar estabilidad; inmediatamente cada uno de los extremos del tul se sujetó con piola para evitar el escape de los insectos. Finalmente, los cultivares fueron identificados con tarjetas plásticas (10 x 10 cm).

Al inicio de la etapa de floración se eliminó una de las dos plantas para realizar la infestación en la más robusta. Posteriormente, para la infestación se trajeron del pie de cría adultos jóvenes (Figura 4A) colectados cuidadosamente con un tubo de ensayo e incorporados a cada uno de los genotipos hospederos de acuerdo con los niveles de infestación de 0, 2, 4 y 6 insectos planta⁻¹ (Figura 4B). Los insectos permanecieron alimentándose durante 15 días (Figura 5), y posteriormente se trajeron las panículas.



Figura 4. A) Colecta de adultos jóvenes a partir de la jaula de crianza. B) Incorporación de los insectos de acuerdo con el nivel de infestación.

Figure 4. A) Collection of young adults from the rearing cage. B) Incorporation of insects according to the level of infestation.



Figura 5. Chinche vaneador alimentándose de los genotipos de arroz.

Figure 5. Stink bug feeding on rice genotypes.

2.3. Diseño experimental

Se utilizó un Experimento Factorial Completo Completamente al Azar [EFCCA], correspondiente a 16 tratamientos (combinaciones entre genotipos y niveles de infestación), cuatro niveles de infestación (0, 2, 4 y 6 insectos planta⁻¹) y tres repeticiones por cada combinación, es decir, 48 unidades experimentales (Figura 6). Se utilizó un generador de números aleatorios en el programa estadístico IBM® SPSS® versión 21 para asignar las combinaciones del genotipo y nivel de infestación a las unidades experimentales. Se aplicó el modelo matemático descrito en la ecuación [1].

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \gamma_j + (\tau\gamma)_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad [1]$$

Donde:

- Y_{ijk} : observación obtenida en el i-ésimo tratamiento del factor de estudio genotipo, en el j-ésimo tratamiento del factor de estudio niveles de infestación y en la k-ésima réplica.
- μ : media general de la variable respuesta en todas las combinaciones de tratamientos.
- τ_i : efecto factorial principal producido por el i-ésimo tratamiento del factor de estudio genotipo.

- γ_j : efecto factorial principal producido por el j-ésimo tratamiento del factor de estudio niveles de infestación.
- $(\tau\gamma)_{ij}$: efecto de interacción producido entre el i-ésimo tratamiento del factor de estudio genotipo y el j-ésimo tratamiento del factor de estudio niveles de infestación.
- e_{ijk} : error experimental asociado al i-ésimo tratamiento del factor de estudio genotipo, al j-ésimo tratamiento del factor de estudio niveles de infestación y a la k-ésima réplica.

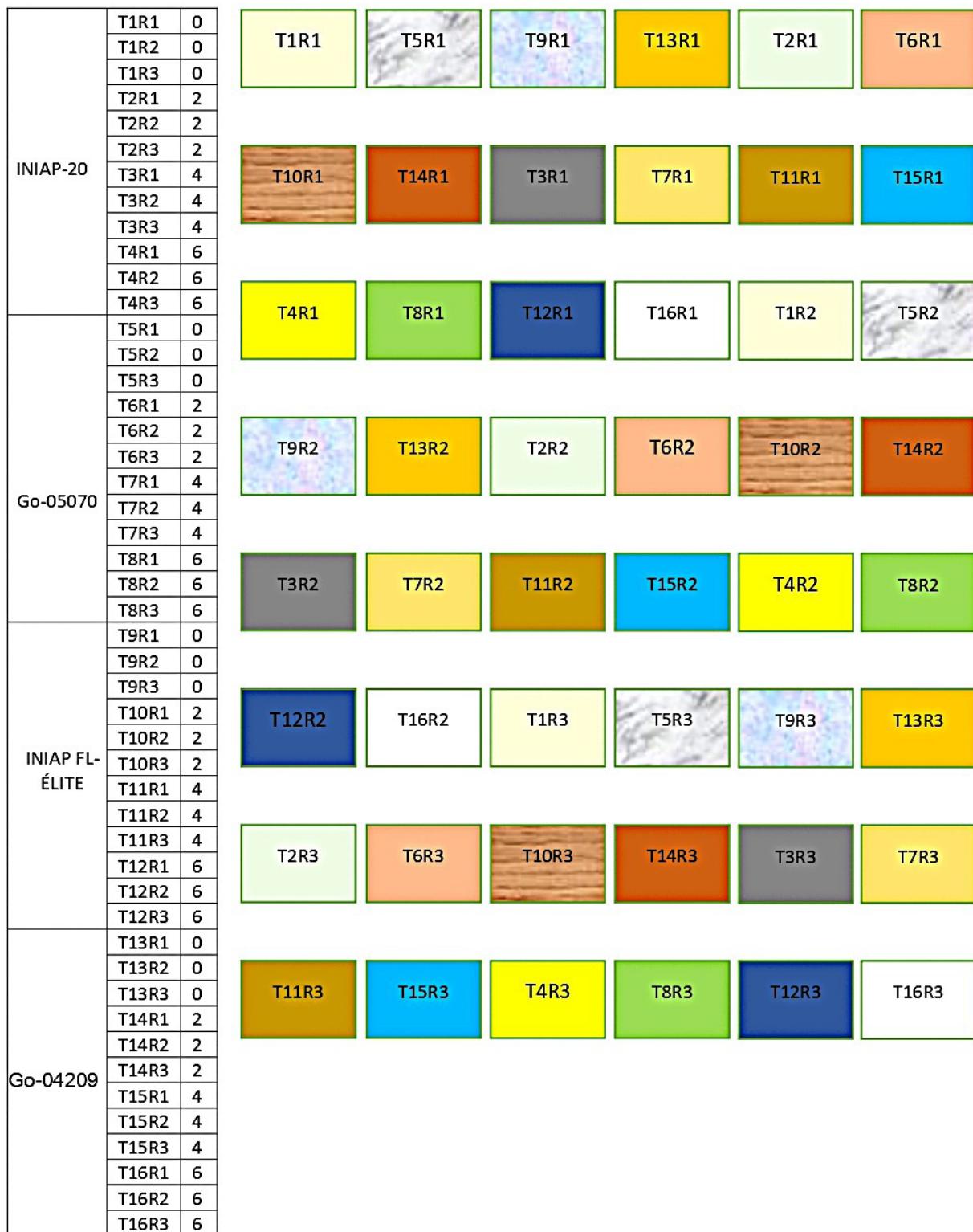


Figura 6. Croquis del ensayo.

Figure 6. Sketch test.

2.4. Evaluación del daño mecánico

Las panículas de cada planta y tratamiento fueron cosechadas de manera individual e introducidas en fundas de papel (40 x 18 cm), selladas e identificadas fueron transportadas al laboratorio. Las variables medidas fueron:

- Granos sanos por espiga. Se contabilizó en cada espiga los granos llenos, con cáscara y de aspecto saludable, es decir, aquellos que carecían de manchas oscuras totales o parciales.
- Granos manchados por espiga. Se registró los granos oscuros (llenos, semillenos y vanos manchados) con presencia de puntos negros de cubrimiento parcial o total.
- Granos vanos por espiga. Se aisló los granos vacíos sin presencia de manchas.
- Peso de la espiga (g). Se realizó el pesaje de la espiga entera antes de la extracción de cada grano y separación de las categorías.

Este protocolo se aplicó para registrar y promediar los datos correspondientes por cada espiga de acuerdo con las variables estudiadas, repeticiones, nivel de infestación y genotipo.

2.5. Procedimiento estadístico

Se realizó el análisis de varianza de dos vías con la finalidad de evaluar el efecto de dos variables independientes (genotipos de arroz y niveles de infestación) sobre las variables dependientes (granos sanos por espiga, granos manchados por espiga, granos vanos por espiga y peso de espiga). Este análisis es de utilidad para evaluar los efectos principales de cada factor y detectar posibles interacciones. Consecutivamente si el análisis de varianza de dos vías fue significativo, se aplicaron las pruebas post-hoc (Tukey) para realizar comparaciones múltiples de medias y así determinar diferencias o similitudes entre los tratamientos evaluados.

Se efectuó un análisis de correlación para determinar la posible relación entre el nivel de infestación y el rendimiento de los genotipos estudiados, para lo cual se realizó el análisis inferencial de la hipótesis. En este contexto, como hipótesis nula $[H_0]$ se estableció que no existe una relación significativa entre el nivel de infestación del chinche vaneador (*O. insularis*) y el rendimiento de los diferentes genotipos de arroz; por otra parte, la hipótesis alternativa $[H_1]$ planteó que existe una relación significativa entre estas variables. El nivel de significación de 0,05 se utilizó para todas las pruebas estadísticas. Los datos fueron procesados por medio del programa estadístico IBM® SPSS® versión 21, con una confiabilidad del 95%.

Complementariamente a los análisis paramétricos, se calcularon los porcentajes de incremento y reducción (ecuaciones [2] y [3], respectivamente), tomando como referencia el nivel de infestación más bajo y el más alto, proporcionando un criterio adicional para evaluar los comportamientos de los genotipos ante la presión de la plaga.

$$\% \text{ de incremento} = \left(\frac{\text{valor final} - \text{valor inicial}}{\text{valor inicial}} \right) \times 100 \quad [2]$$

$$\% \text{ de reducción} = \left(\frac{\text{valor inicial} - \text{valor final}}{\text{valor inicial}} \right) \times 100 \quad [3]$$

3. Resultados y Discusión

Los resultados demostraron que el análisis de correlación entre las variables nivel de infestación y el peso de la espiga fue significativo ($p < 0,05$) en los genotipos Go-05070, INIAP-20 y el Go-04209. Esto permite rechazar la hipótesis nula para estos genotipos y confirmar que existe una relación entre el aumento en la infestación y la disminución del rendimiento. En contraste, el genotipo INIAP FL-ÉLITE, no fue significativo ($p = 0,383$), lo que indica que no se pudo rechazar la hipótesis nula para este caso. Este resultado sugiere que dicho genotipo podría tener una mayor tolerancia a la infestación, aunque se requieren estudios adicionales para confirmar esta posibilidad (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de correlación entre la variable nivel de infestación y rendimiento de cada genotipo.**Table 1.** Correlation analysis between the variable infestation level and yield of each genotype.

Genotipos		
Go-05070	Correlación de Pearson	-0,735**
	Sig. (bilateral)	0,006
INIAP-20	Correlación de Pearson	-0,963**
	Sig. (bilateral)	0,000
Go-04209	Correlación de Pearson	-0,807**
	Sig. (bilateral)	0,002
INIAP FL-ÉLITE	Correlación de Pearson	-0,277
	Sig. (bilateral)	0,383

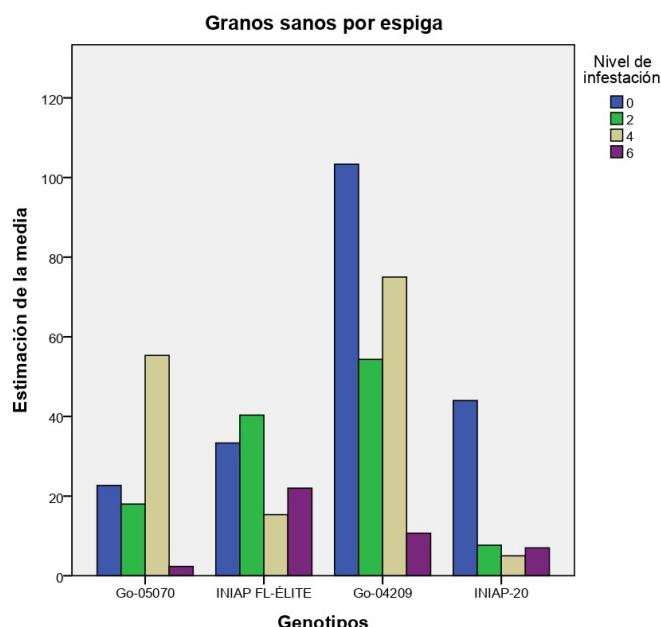
**Correlación significativa al 0,01 / **Significant correlation at 0.01

3.1. Granos sanos por espiga

El análisis de varianza reveló efectos significativos tanto del genotipo ($F = 20,376$; $gl = 3$; $p < 0,001$) como del nivel de infestación ($F = 14,937$; $gl = 3$; $p < 0,001$) para la presente variable. Además, se observó una interacción significativa entre estos factores ($F = 5,952$; $gl = 9$; $p < 0,001$) indicando que el efecto de la infestación varía entre los genotipos. En general, el genotipo Go-04209 mostró el mayor número de granos sanos con una media y desviación estándar de $60,83 \pm 39,03$ en relación con los demás (Tabla 2).

Respecto al nivel de infestación, se observó una disminución significativa en el número de granos sanos, conforme aumentada el número de insectos planta⁻¹, con medias entre $50,83 \pm 38,46$ granos sanos (sin infestación), hasta $10,50 \pm 8,56$ granos sanos (6 insectos planta⁻¹) (Tabla 2).

En la (Figura 7) se muestra gráficamente el comportamiento de la variable en la cual los genotipos responden de manera diferente a la creciente infestación. En este contexto, el material Go-04209 mantiene un número relativamente alto de granos sanos conservándose estable hasta el cuarto nivel de infestación comparado con el máximo nivel donde disminuye drásticamente la presente variable, incluso, respondió diferente a los demás.

**Figura 7.** Influencia de los genotipos en la cantidad de granos sanos ante la infestación.**Figure 7.** Influence of genotypes on the amount of healthy grains in the face of infestation.

Hallazgos similares han obtenido Vivas y Notz (2010) quienes evaluaron en Venezuela los daños provocados

por seis densidades poblacionales de chinche vaneador (*O. insularis*) sobre el rendimiento del cultivar de arroz “Cimarrón” en condiciones de campo, donde los incrementos de la plaga estuvieron asociados con reducciones significativas en el peso de granos normales (sanos) y granos manchados. En este contexto, para el primer caso, las densidades con 2, 3, 4, 6 y 8 parejas de insectos resultaron diferentes a las densidades de 0 y 1 pareja de insectos.

En Estados Unidos se constató bajo condiciones de campo los impactos del chinche del arroz (*O. pugnax* F.) durante las etapas de floración, lechosa y cerosa, registrándose mayores pérdidas durante la etapa de floración, lo que sugiere que el umbral económico sea cinco insectos por diez barridas (Awuni et al., 2015).

Los resultados del estudio demostraron que la incidencia de los granos manchados en arroz está influenciada por factores genéticos y ambientales. El análisis de varianza evidenció diferencias altamente significativas entre los genotipos de arroz ($F = 5.646$; $gl = 3$; $p = 0,003$) y los niveles de infestación ($F = 10.653$; $gl = 3$; $p < 0,001$); aunque la interacción entre ambos factores no fue significativa ($F = 1.884$; $gl = 9$; $p = 0,091$).

3.2. Granos manchados por espiga

La comparación de medias de Tukey determinó que los genotipos Go-04209, INIAP FL-ÉLITE y Go-05070 exhibieron mejor comportamiento ante la presente variable (Tabla 2).

Con relación al nivel de infestación se repitió el mismo patrón, es decir, a mayor número de insectos, mayor cantidad de granos manchados, donde la media para el máximo nivel fue de $49,42 \pm 17,63$ granos afectados y para el control fue de $19,42 \pm 13,35$ (Tabla 2). Cabe mencionar que los granos manchados en el control (sin infestación) pueden atribuirse a factores bióticos como la manifestación de enfermedades por estructuras de propagación en el ambiente, de patógenos fúngicos y bacterianos que comprometen la calidad del grano (*Alternaria alternata* F., *Alternaria padwickii* G., *Aspergillus flavus* L., *Aspergillus niger* T., *Bipolaris oryzae* B., *Curvularia lunata* W., *Fusarium moniliforme* S., *Fusarium oxysporum* S., *Fusarium solani* M., *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* X., *Acidovorax avenae* M., *Pantoea agglomerans* E., *Burkholderia glumae* K., otras) (Bedoya Castañeda, 2022; Escalona et al., 2023; Lamsal et al., 2024; Sandoval-Martínez et al., 2022; Shamshad et al., 2024).

En la Figura 8 se observó el aumento de los granos manchados conforme se incrementa la exposición de la plaga. En este sentido, el genotipo INIAP-20 mostró un comportamiento susceptible presentando mayores granos manchados a diferencia de los demás materiales. Por otra parte, se constató que el genotipo Go-05070 al estar expuesto al máximo nivel de infestación presentó menor cantidad de granos manchados, derivando una posible respuesta de tolerancia que merecería investigar.

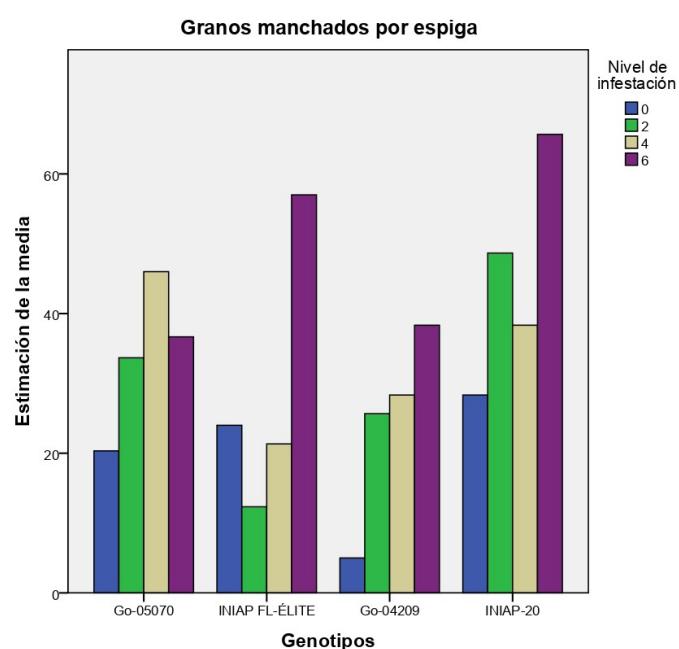


Figura 8. Influencia de los genotipos en la cantidad de granos manchados ante la infestación.

Figure 8. Influence of genotypes on the number of spotted grains.

Esta información es importante para la selección de variedades tolerantes y/o resistentes en el mejoramiento genético y fortalecer el manejo integrados de plagas (Smith, 2021). Algunos hallazgos relacionados con la tolerancia y/o resistencia de cultivares de arroz en interacción con otras plagas se citan a continuación.

En Brasil se evaluó la tolerancia de los genotipos de arroz “Xingu”, “Canela de Ferro” y “Primavera” frente al chinche café *Tibraca limbativentris* S. (Hemiptera: Pentatomidae) en condiciones de invernadero, donde se analizaron las respuestas fisiológicas (tasa de intercambio de gases, contenido de clorofila en las hojas y la desintoxicación de especies reactivas de oxígeno) (de Sousa Almeida et al., 2021). Se comprobó mayor tolerancia del genotipo “Primavera” al daño causado por la plaga, presentando menor reducción de la actividad fotosintética (41%) a las 96 horas después de la infestación, comparado con los genotipos “Xingu” (56%) y “Canela de Ferro” (65%) después de las 24 y 48 h después de la infestación, respectivamente.

En Colombia se estudiaron los mecanismos de resistencia de seis líneas de arroz en interacción con la sogata *Tagosodes orizicolus* M. (Hemiptera: Delphacidae), en pruebas de alimentación forzada (15, 30 y 45 individuos planta⁻¹) y pruebas de libre alimentación (10, 20, 30 y 40 insectos planta⁻¹) empleando ninfas del quinto instar y adultos, bajo condiciones controladas, determinando genotipos antixenóticos, antibióticos y tolerantes (Chávez Sosa, 2022).

3.3. Granos vanos por espiga

El análisis de varianza reveló que no hubo diferencias significativas entre los genotipos ($F = 2,437$; $gl = 3$; $p = 0,083$); sin embargo, se encontraron diferencias altamente significativas entre los niveles de infestación ($F = 6,617$; $gl = 3$; $p = 0,001$). Además, se detectó una interacción altamente significativa entre genotipos y niveles de infestación ($F = 3,021$; $gl = 9$; $p = 0,010$). Pese a lo anterior, en la comparación de medias, todos los genotipos resultaron estadísticamente iguales (Tabla 2).

Cabe destacar que, los genotipos no infestados presentaron una media de $44,67 \pm 24,39$ de vaneamiento (Tabla 2), lo que podría atribuirse a causas como: presencia de ácaros, fitopatógenos (fúngicos y bacterianos), factores genéticos del propio cultivar y a factores ambientales (Awuni et al., 2024; Kayal et al., 2024; Méndez, 2011; Meneses, 2008; Weber et al., 2020).

En INIAP FL- ÉLITE (Figura 9), la cantidad de granos vanos no aumentó de forma directa con la infestación del chinche vaneador. Por ejemplo, en condiciones no infestada presentó un promedio de 55 granos vanos, posiblemente se atribuya a los factores antes mencionados (genéticos, ambientales, fitopatógenos y otros). Con una infestación de 2 insectos planta⁻¹, se observó una reducción en los granos vanos (38 en promedio), posiblemente como respuesta de compensación de la planta que optimizó el llenado de los granos. Sin embargo, con 4 insectos planta⁻¹, el daño fue más severo, aumentando significativamente la cantidad de granos vanos (108 en promedio), lo que indica que la capacidad de compensación de la planta fue superada. Mientras que, con 6 insectos planta⁻¹, los granos vanos bajaron a 53, lo que podría explicarse por una respuesta defensiva de la planta y una aparente tolerancia lo cual podría afirmarse con más estudios.

En República Dominicana se determinó bajo condiciones de campo que las altas poblaciones de chinches inciden significativamente en el vaneamiento del cultivo con porcentajes de 23,5% y 32,0% con 20 y 40 especímenes de *O. ornatus* S., por m², respectivamente (Núñez et al., 2015).

3.4. Peso de espiga (g)

Los genotipos presentaron efectos significativos ($F = 14,009$, $gl = 3$; $p < 0,001$), al igual que los niveles de nivel de infestación ($F = 12,241$; $gl = 3$; $p < 0,001$). La interacción entre los genotipos y el nivel de infestación no fue estadísticamente significativa ($F = 1,307$; $gl = 9$; $p = 0,272$). La comparación de medias reveló que el material con mejor peso de espiga fue el Go-4209 ($2,69 \pm 0,81$) a diferencia de los demás, los cuales fueron iguales entre sí (Tabla 2). Al analizar los niveles de infestación en forma general se pudo constatar que los genotipos al estar expuesto al máximo nivel de infestación el peso de espiga disminuyó en un 46%.

En la Figura 10 se observa que el genotipo Go-04209 exhibió un desempeño óptimo en condiciones sin infestación. Cuando se expuso a 2 y 4 insectos planta⁻¹, presentó una estabilidad relativa entre ambos niveles. Caso contrario, el peso de la espiga fue afectado a mayor exposición.

En Colombia se encontraron reducciones significativas en el rendimiento del arroz, fluctuando entre 27 y 65%, cuando las panículas fueron infestadas con poblaciones de 0,3 a 1,1 individuos de *Oebalus* sp., a diferencia del control. Adicionalmente, se comprobó que el poder germinativo de las semillas disminuyó entre 9 y 14%

debido al daño causado por esta plaga (Meneses Carbonell et al., 2001).

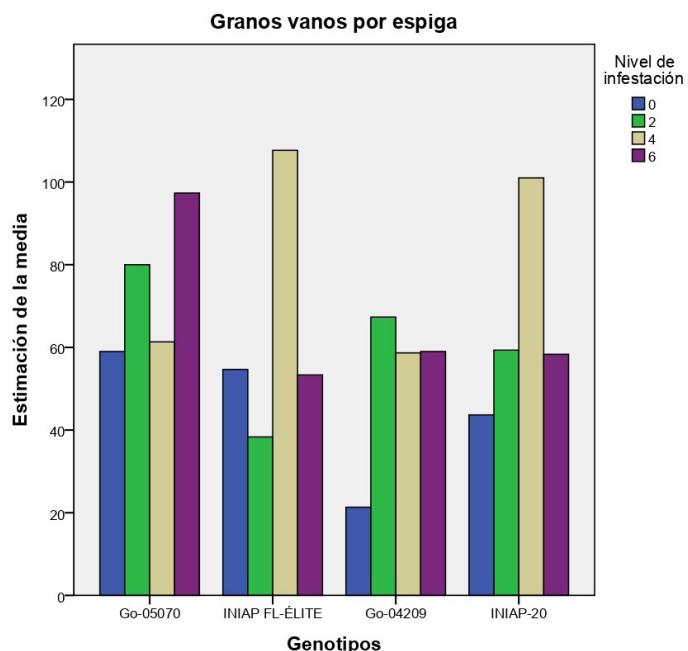


Figura 9. Influencia de los genotipos en la cantidad de granos vanos ante la infestación.
Figure 9. Influence of genotypes on the amount of empty kernels in the face of infestation.

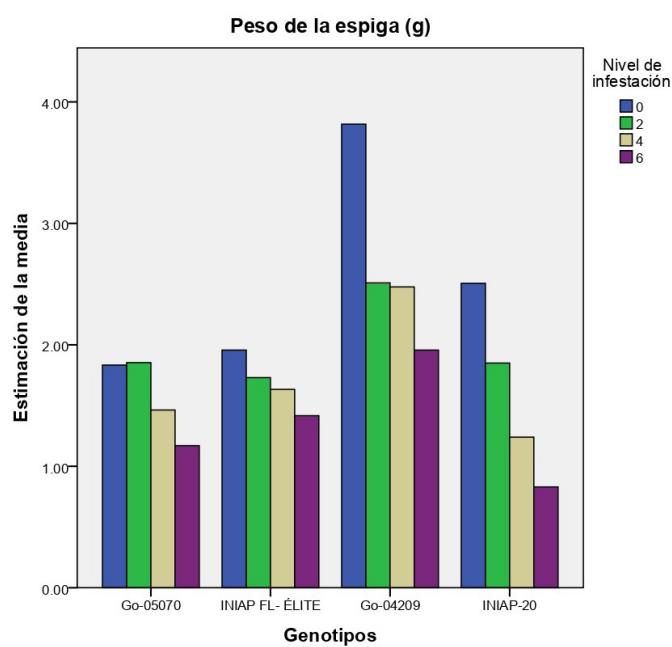


Figura 10. Influencia de los genotipos en el peso de la espiga ante la infestación.
Figure 10. Influence of genotypes on spike weight in the face of infestation.

Por otra parte, se ha logrado comparar la frecuencia de alimentación de *O. insularis* y *O. ornatus*, en panículas de arroz en estado lechoso, bajo condiciones de campo y laboratorio, determinándose mayor voracidad por parte de la primera especie, generando menor peso de las panículas (Pantoja et al., 1993). En el mismo estudio, se evaluó mayor actividad alimentaria de las hembras de ambas especies en relación con los machos. Esto se atribuye a que las hembras requieren mayor cantidad de nutrientes para la maduración de ovocitos, oviposición y sustento propio (Weber et al., 2020).

En cultivos como el sorgo se ha podido evaluar en condiciones de campo el nivel de daño económico originado por *O. insularis*, con pérdidas de rendimiento que varían entre 10 y 40% bajo niveles de 2, 4, 6, 8 y

10 insectos por panoja, en Tolima, Colombia (Osorio Rivera et al., 1998).

Tabla 2: Impacto de la infestación con *O. insularis* y comportamiento de los genotipos de arroz sobre la calidad y cantidad del grano.

Table 2: Impact of *O. insularis* infestation and performance of rice genotypes on grain quality and quantity.

Infestación	Granos sanos por espiga	Granos manchados por espiga	Granos vanos por espiga	Peso de espiga (g)
0	50,83±38,46 a	19,42±13,35 b	44,67±24,39 b	2,52±1,02 a (0%)
2	30,08±22,16 b	30,08±17,85 b	61,25±28,02 ab	1,98±0,57ab (21%)
4	37,67±31,63 ab	33,50±15,29 b	82,17±27,12 a	1,70±0,57 bc (32%)
6	10,50±8,56 c	49,42±17,63 a	67,00±22,71 ab	1,34±0,49 c (46%)
Genotipo				
INIAPI-20	15,92±17,73 b	45,25±19,75 a	65,58±25,86 a	1,60±0,68 b
Go-05070	24,58±20,38 b	34,17±12,26 ab	74,42±24,37 a	1,58±0,38 b
INIAPI FL-ÉLITE	27,75±21,28 b	28,67±21,73 b	63,50±32,98 a	1,68±0,72 b
Go-04209	60,83±39,03 a	24,33±16,28 b	51,58±27,88 a	2,69±0,81 a

3.5. Efecto de interacción entre los genotipos y la infestación en las cuatro variables de estudio.

En la Tabla 3, para el genotipo Go-05070 se observó que el testigo exhibió una media 22,67±2,52 granos sanos y en el nivel de infestación 4 inesperadamente se observó 55,33± 3,06 granos sanos; comportamiento que podría atribuirse a una respuesta fisiológica adaptativa, donde la presencia moderada de 4 chinches podría haber activado mecanismos de defensa, tales como, mayor translocación de recursos hacia el llenado de granos, activación de rutas metabólicas de defensa que mejoran el desarrollo del grano y producción de compuestos defensivos que a su vez favorecen el desarrollo (Chen et al., 2012; Velásquez Salazar, 2012).

Otra causa sería el efecto hormético específico (Erofeeva, 2023; Jalal et al., 2021), el nivel de 4 insectos podría representar un “estrés moderado” óptimo que desencadena respuestas positivas, donde dicho efecto explicaría, porque:

- Con 0 insectos no hay estímulo para activar defensas (22,67±2,52 granos sanos).
- Con 4 insectos hay una respuesta óptima (55,33± 3,06 granos sanos).
- Con 6 insectos el daño supera la capacidad de respuesta (2,33±0,58 granos sanos), pues la planta no tendría como defenderse frente a este nivel de infestación.

Al analizar los niveles de infestación, estos exhibieron un patrón de reducción drástico del 90% (22,67±2,52 a 2,33±0,58) cuando el genotipo estuvo expuesto al máximo número de insectos, presentando diferencias estadísticas, lo cual crea la necesidad de implementar medidas de control antes de alcanzar el nivel crítico.

Los granos manchados mostraron un incremento considerable en niveles medios de infestación hasta 46±3,61 con 4 insectos, equivalente al 126%. Respecto a la variable granos vanos, no se presentaron diferencias estadísticas, sin embargo, se constató un incremento proporcional de 59,00±23,26 a 97,33±8,51 equivalente a un 64%.

El peso de espiga presentó una disminución gradual (1,85±0,13 a 1,17±0,22 g espiga⁻¹) equivalente al 36% (máxima infestación). Por tanto, podría establecerse como umbral de acción 2-4 insectos planta⁻¹, ya que en este nivel se observan pérdidas de rendimiento de hasta un 20%, lo que indica la necesidad de aplicar medidas de control antes de que el daño aumente.

Vivas y Notz (2010) determinaron umbrales económicos de 2-4 insectos planta⁻¹ para la variedad de arroz “Cimarrón” en interacción con *O. insularis*.

En la Tabla 3, para el genotipo Go-04209 se observó una tendencia de reducción del 90% de granos sanos (Figura 11A) al estar expuesto a la máxima infestación (103,33±38,37 disminuye a 10,67±5,03). Respecto a la variable granos manchados (Figura 11B) surgió un incremento del 666% (5,00±4,58 a 38,33±5,67) al estar sometido a 6 insectos planta⁻¹, mientras que, a niveles de 2, su incremento fue de 413%. No se presentaron

diferencias estadísticas en la cantidad de granos vanos (Figura 11C).

Durante la máxima infestación ocurrió la reducción del 49% del peso de las espigas ($3,81 \pm 0,39$ a $1,95 \pm 0,51$ g espiga $^{-1}$). Se sugiere como umbral de acción 1 insecto planta $^{-1}$, cuya reducción del rendimiento alcanza el 17%, ya que con 2 insectos ocurren pérdidas del 34%.

En Brasil, se evaluó el comportamiento del cultivar IRGA-424 IR en interacción con *O. poecilus* D., determinando daños cuantitativos con 2 chinches por panícula, observándose una reducción de 32,7%, no obstante, con 1 chinche por panícula existen importantes pérdidas de calidad (Weber et al., 2020).

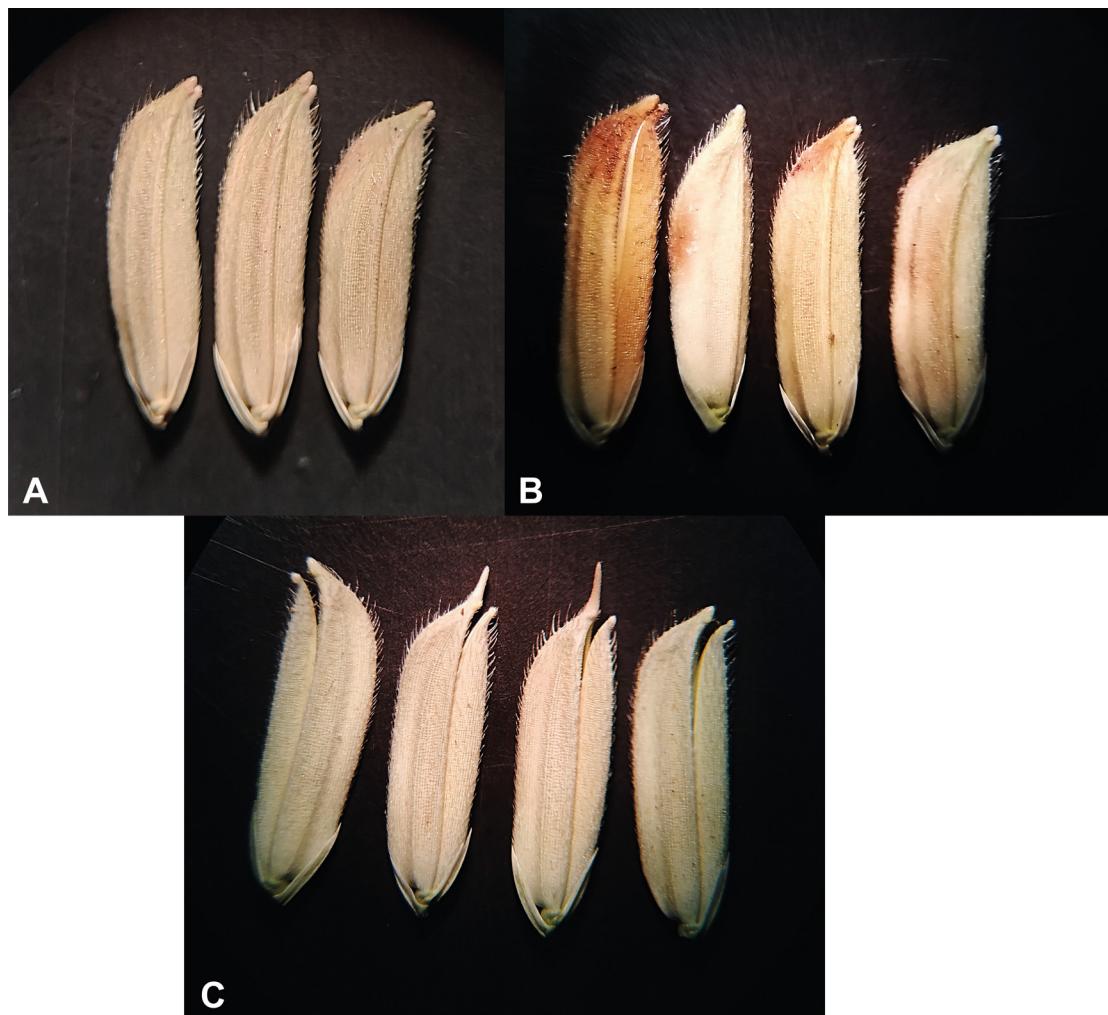


Figura 11. Genotipo Go-04209 con un nivel de infestación 4 individuos planta $^{-1}$. A) Granos sanos. B) Granos manchados. C) Granos vanos.

Figure 11. Genotype Go-04209 with an infestation level of 4 individuals plant $^{-1}$. A) Healthy grains. B) Stained grains. C) Empty grains

Para el genotipo INIAP-20 se observaron diferencias estadísticas entre el control y los niveles de infestación, con reducciones del 84% de los granos sanos ($44,00 \pm \text{SD } 8,55$ a $5,00 \pm \text{SD } 5,00$) (Tabla 3). Respecto a la variable granos manchados fue estadísticamente igual.

Por otro lado, al estar expuesto a 4 insectos planta $^{-1}$ se incrementaron los granos vanos en 131% ($43,67 \pm 18,56$ a $101,00 \pm 20,88$). Respecto al peso de las espigas en condiciones de alta infestación este se redujo al 66% ($2,50 \pm 0,06$ a $0,83 \pm 0,04$ g espiga $^{-1}$). El umbral de acción para este genotipo podría establecerse en 2 insectos planta $^{-1}$, ya que se ha observado que afecta el peso de espiga en un 26%.

De acuerdo con la interacción observada, es posible que este genotipo tenga menor contenido de sílice en las glumas, generando aceptación para la plaga. En contraste, estudios demuestran que las altas concentraciones de sílice ocasionan beneficios para la planta dificultando la introducción del estilete provocando baja preferencia alimenticia para los insectos; en este sentido, se ha llegado a observar en plagas como los barrenadores una reducción del daño en hasta 20% (Jinger et al., 2017).

Para el genotipo INIAP FL-ÉLITE no se presentaron diferencias estadísticas para la variable granos sanos, lo que indica que los niveles de infestación no afectaron significativamente la cantidad (Tabla 3). Respecto a la variable granos manchados, surgió un incremento de 362% en condiciones de alta infestación comparado con el nivel 2 ($12,33 \pm 6,43$ a $57,00 \pm 25,36$) y 137% comparado con el control ($24,00 \pm 14,00$ a $57,00 \pm 25,36$). Mientras que, en la variable granos vanos, los niveles 2 y 4 de infestación produjeron medias con un incremento del 180% ($38,33 \pm 19,50$ a $107,67 \pm 15,28$); y, a niveles de máximos infestación se observó una relativa tolerancia, por lo que se requiere mayor investigación.

Se registró una reducción del 38% del peso de las espigas ($1,95 \pm 1,28$ a $1,41 \pm 0,23$ g espiga⁻¹). En este sentido, el umbral de acción podría establecerse en alrededor de 2-4 insectos planta⁻¹, dado que, con 4 insectos resultaría una pérdida del 20% para esta variable.

Es importante mencionar que los umbrales mencionados para cada genotipo son estimaciones basadas en los datos proporcionados, no obstante, para obtener valores más precisos se debería recabar información sobre los costos de producción, costos de los tratamientos biocidas y el valor de la gramínea en el mercado.

Tabla 3: Efecto de interacción entre los genotipos y la infestación en las cuatro variables de estudio.

Table 3: Effect of interaction between genotypes and infestation in four study variables.

Genotipo	Infestación	Granos sanos por espiga	Granos manchados por espiga	Granos vanos por espiga	Peso de espiga (g)
Go-05070	0	$22,67 \pm 2,52$ b	$20,33 \pm 11,02$ b	$59,00 \pm 23,26$ a	$1,83 \pm 0,43$ a
	2	$18,00 \pm 6,00$ b	$33,67 \pm 13,58$ ab	$80,00 \pm 32,61$ a	$1,85 \pm 0,13$ a
	4	$55,33 \pm 3,06$ a	$46,00 \pm 3,61$ a	$61,33 \pm 11,93$ a	$1,46 \pm 0,25$ a
	6	$2,33 \pm 0,58$ c	$36,67 \pm 1,53$ ab	$97,33 \pm 8,51$ a	$1,17 \pm 0,22$ a
Go-04209	0	$103,33 \pm 38,37$ a	$5,00 \pm 4,58$ b	$21,33 \pm 15,04$ a	$3,81 \pm 0,39$ a
	2	$54,33 \pm 1,53$ ab	$25,67 \pm 4,73$ ab	$67,33 \pm 38,69$ a	$2,51 \pm 0,45$ b
	4	$75,00 \pm 5,29$ a	$28,33 \pm 22,37$ ab	$58,67 \pm 15,69$ a	$2,47 \pm 0,44$ b
	6	$10,67 \pm 5,03$ b	$38,33 \pm 5,67$ a	$59,00 \pm 20,08$ a	$1,95 \pm 0,51$ b
INIAP-20	0	$44,00 \pm 8,55$ a	$28,33 \pm 13,32$ a	$43,67 \pm 18,56$ b	$2,50 \pm 0,06$ a
	2	$7,67 \pm 3,06$ b	$48,67 \pm 21,55$ a	$59,33 \pm 1,53$ b	$1,85 \pm 0,22$ b
	4	$5,00 \pm 5,00$ b	$38,33 \pm 15,50$ a	$101,00 \pm 20,88$ a	$1,24 \pm 0,33$ c
	6	$7,00 \pm 6,25$ b	$65,67 \pm 10,97$ a	$58,33 \pm 12,50$ b	$0,83 \pm 0,04$ c
INIAP FL-ÉLITE	0	$33,33 \pm 27,03$ a	$24,00 \pm 14,00$ ab	$54,67 \pm 29,74$ ab	$1,95 \pm 1,28$ a
	2	$40,33 \pm 25,33$ a	$12,33 \pm 6,43$ b	$38,33 \pm 19,50$ b	$1,73 \pm 0,94$ a
	4	$15,33 \pm 23,09$ a	$21,33 \pm 0,58$ ab	$107,67 \pm 15,28$ a	$1,63 \pm 0,32$ a
	6	$22,00 \pm 4,58$ a	$57,00 \pm 25,36$ a	$53,33 \pm 18,34$ ab	$1,41 \pm 0,23$ a

4. Conclusiones

Se concluye que el genotipo Go-04209 presentó mejor comportamiento, tanto en los parámetros de calidad como de cantidad; es decir, exhibió mayor promedio de granos sanos por espiga, menor de granos manchados por espiga y mayor peso de espiga en relación con los demás, lo que lo constituye en un material botánico promisorio. Se establece el umbral de acción en 1 insecto planta⁻¹ para este genotipo, el cual generaría pérdidas económicas del 17%.

La búsqueda de cultivares que toleren el daño causado por los insectos, los monitoreos oportunos, y la implementación de estrategias de control más amigables con el ambiente, son medidas importantes en el manejo integrado. Este conjunto de prácticas favorece la producción agrícola sostenible, por lo que resulta esencial generar investigaciones en esta dirección, las cuales servirán de sustento para futuros estudios que aporten significativamente al fortalecimiento de la matriz productiva.

Agradecimientos

Se agradece al Fondo de Investigación para la Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable (FIASA) por el financiamiento otorgado para ejecutar la investigación. Al equipo de trabajo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, por la coordinación, colaboración, cumplimiento de actividades bajo rigor científico y elaboración del presente artículo. A la Revista “SIEMBRA” por hacer posible la difusión de los resultados.

Financiamiento

Fondo de Investigación para la Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable (FIASA)

Contribuciones de los autores

- Jessica Daniela Zambrano Mero: conceptualización, investigación, metodología, curación de datos, redacción – borrador original.
- Alex Gabriel Delgado Párraga: curación de datos, análisis formal.
- Roberto Evaristo Celi Herán: supervisión, recursos, administración del proyecto.
- Carmen Isabel Castillo Carrillo: redacción – revisión y edición.
- Héctor Antonio Reyes Villón: supervisión, validación.
- Daniel Fernando Navia Santillán: supervisión, redacción – revisión y edición (de apoyo).

Implicaciones éticas

El autor declara que no existen implicaciones éticas.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés financieros o no financieros que podrían haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

Referencias

- Arrua, A. A., Enciso-Maldonado, G. A., Schlickmann-Tank, J. A., Haupenthal, D. I., Fernández-Gamarra, M. A., Maidana-Ojeda, M., y Mendoza-Duarte, M. J. (2022). Importancia de una base datos dinámica y confiable de plagas agrícolas del Paraguay. *Revista investigaciones y estudios-UNA*, 13(2), 85-88. <https://doi.org/10.47133/IEUNA22208b>
- Awuni, G. A., Gore, J., Cook, D., Musser, F., Catchot, A., y Dobbins, C. (2015). Impact of *Oebalus pugnax* (Hemiptera: Pentatomidae) infestation timing on rice yields and quality. *Journal of Economic Entomology*, 108(4), 1739-1747. <https://doi.org/10.1093/jee/tov123>
- Awuni, G. A., Gore, J., Tomaso-Peterson, M., Allen, T. W., Cook, D. R., y Musser, F. R. (2024). Duration of rice stink bug, *Oebalus pugnax* (F.) infestation impacts the milk stage of panicle development. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2368254>
- Bedoya Castañeda, D. C. (2022). *Hongos patógenos del grano/semilla de arroz (*Oryza sativa*) asociados al manchado: Alternativas sustentables de control*. Universidad Nacional de La Plata. <https://doi.org/10.35537/10915/154055>
- Bhavanam, S., Wilson, B., Blackman, B., y Stout, M. (2021). Biology and management of the rice stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) in rice, *Oryza sativa* (Poales: Poaceae). *Journal of Integrated Pest Management*, 12(1), 20. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmab014>

- Chávez Sosa, G. R. (2022). *Determinación de los mecanismos de resistencia al daño mecánico de Tagosodes orizicolus Müir (Hemiptera: Delphacidae) en seis genotipos de arroz (Oryza sativa L.)*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82135>
- Chen, H., Stout, M. J., Qian, Q., y Chen, F. (2012). Genetic, molecular and genomic basis of rice defense against insects. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 31(1), 74-91. <https://doi.org/10.1080/07352689.2011.616052>
- de Sousa Almeida, A. C., de Jesus, F. G., M Heng-Moss, T., Lanna, A. C., y Barrigossi, J. A. (2021). Evidence for rice tolerance to *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Pest Management Science*, 77(9), 4181-4191. <https://doi.org/10.1002/ps.6455>
- Erofeeva, E. A. (2023). Hormetic effects of abiotic environmental stressors in woody plants in the context of climate change. *Journal of Forestry Research*, 34(1), 7-19. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01591-1>
- Escalona, Y., González, A., Hernández, A., y Querales, P. (2023). Evaluación de lesiones foliares y síntomas del manchado del grano de arroz producidos por bacteriosis en Venezuela. *Bioagro*, 35(1), 147-158. <https://doi.org/10.51372/bioagro352.7>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2025). *Estadísticas Agropecuarias. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, [ESPAC]*, 2023. INEC. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Jalal, A., Oliveira Junior, J. C. de, Ribeiro, J. S., Fernandes, G. C., Mariano, G. G., Trindade, V. D. R., y Reis, A. R. dos. (2021). Hormesis in plants: Physiological and biochemical responses. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 207, 111225. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111225>
- Jiménez-Martínez, E. (2021). *Plagas de Cultivos* (2^a ed.). Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/4459/>
- Jinger, D., Devi, M. T., Dhar, S., Dass, A., Rajanna, G. A., Upadhyaya, P., y Raj, R. (2017). Silicon in mitigating biotic stresses in rice (*Oryza sativa L.*). A review. *Annals of Agricultural Research*, 38(1), 1-14. <https://epubs.icar.org.in/index.php/AAR/article/view/70004>
- Kayal, S., Karmakar, K., y de Moraes, G. J. (2024). Sources of infestation of the rice sheath mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae), in West Bengal, India. *International Journal of Pest Management*, 70(3), 357-363. <https://doi.org/10.1080/09670874.2021.1973691>
- Lamsal, R., Ghimire, S., Yadav, R., y Manandhar, H. K. (2024). Response of Nepalese rice landraces to brown spot [*Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker] at Rampur, Chitwan, Nepal. *Agronomy Journal of Nepal*, 8, 203-212. <https://doi.org/10.3126/ajn.v8i1.70892>
- Méndez, A. (2011). *Plan de choque para controlar y mitigar la enfermedad conocida como el vaneamiento de la panícula en el cultivo del arroz, en el territorio nacional*. Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. <https://www.ica.gov.co/getattachment/513310fc-449e-4330-a0bc-5e226eb1e9a1/Cultivo-del-Arroz.aspx>
- Meneses Carbonell, R., Gutiérrez Yanis, A., García Rubial, A., Antigua Pereiro, G., Gomez Sousa, J., Correa Victoria, F. J., y Calvert, L. (2001). *Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz* (4^a ed.). Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT], Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego [FLAR], Instituto de Investigaciones del Arroz [IIA]. <https://hdl.handle.net/10568/54051>
- Meneses, R. (2008). *Manejo integrado de los principales insectos y ácaros plagas del arroz*. Instituto de Investigaciones del Arroz [IIA]. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/libros/LIBRO_Manejo_Integrado_de_los_principales_insectos_y_acaros_plagas_del_arroz.pdf
- Núñez, A. V., Rosario, J. y Pujols, A. (2014). Impacto de *Oebalus ornatus* (Sailer) (Hemiptera: Pentatomidae) sobre la calidad del arroz en la República Dominicana. *Revista Agropecuaria y Forestal APF*, 3(1), 47-50. https://www.sodiaf.org.do/revista/sodiaf/vol3_n1_2014/articulo/47_50_APF_V03_N01_2014.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2025). *Cultivos y productos de ganadería*. Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database [FAOSTAT]. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Osorio Rivera, R. A., Sánchez, G., y Álvarez Rodríguez, J. A. (1988). Nivel de daño económico causado por la chinche *Oebalus insularis* (Stal) (Hemiptera: Pentatomidae) en sorgo. *Revista ICA*, 23(4), 341-346. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/533>
- Pantoja, A., Daza, E., y Duque, M. C. (1993). Efecto de *Oebalus ornatus* (Sailer) y *Oebalus insularis* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) sobre el arroz: Una comparación entre especies. *Manejo Integrado de Plagas*, 26: 31-33. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11081>
- Parrales, V., Merchán, V., Garófalo, D., y Cevallos, C. (2024). La importancia de la producción de arroz en el

- desarrollo económico del Cantón Babahoyo. *Journal of Science and Research*, 9(2), 39-63. <https://revis-tas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/3084/2774>
- Pérez Iglesias, H. I., y Rodríguez Delgado, I. (2019). Manejo integrado de los principales insectos-plaga que afectan el cultivo de arroz en Ecuador. *IOSR Journal of Engineering*, 9(5), 53-61. https://iosrjen.org/Papers/vol9_issue5/Series-1/H0905015361.pdf
- Rivero, D. (2008). Identificación y control in vitro con quitosana y *Trichoderma* spp. de hongos que causan el manchado del grano en arroz (*Oryza sativa* L.). *Revista de Protección Vegetal*, 23(1), 67. https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522008000100014
- Rodríguez-G., P., Navas, D., Medianero, E., y Chang, R. (2006). Cuantificación del daño ocasionado por *Oebalus insularis* (Heteroptera: Pentatomidae) en el cultivo de arroz (Oryzica-1) en Panamá. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(2), 131-135. <https://doi.org/10.25100/socolen.v32i2.9379>
- Sandoval-Martínez, M. I. E., Osnaya-González, M., Soto-Rojas, L., y Nava-Díaz, C. (2022). Hongos asociados al manchado del grano del arroz: una revisión. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(4), 509-517. <https://doi.org/10.35196/rfm.2022.4.509>
- Shamshad, A., Rashid, M., Hameed, A., e Imran Arshad, H. M. (2024). Identification of biochemical indices for brown spot (*Bipolaris oryzae*) disease resistance in rice mutants and hybrids. *PLOS ONE*, 19(4), e0300760. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300760>
- Smith, C. M. (2021). Conventional breeding of insect-resistant crop plants: still the best way to feed the world population. *Current Opinion in Insect Science*, 45, 7-13. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.11.008>
- Tumanyan, N. G., Tkachenko, M. A., Kumeiko, T. B., y Chizhikova, S. S. (2022). Rice grain dark spots and their impact on quality associated traits. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 54(4), 803-813. <https://doi.org/10.54910/sabrao2022.54.4.11>
- Tumanyan, N., Kumeyko, T., Chizhikova, S., y Papulova, E. (2024). Assessment of rice yield quality in Kuban in connection with grain damage in the form of dark spots. *BIO Web of Conferences*, 113, 01002. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411301002>
- VanWeelden, M. T., Cherry, R. H., y Karounos, M. (2020). Relative abundance of the stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) complex Infesting rice in the Everglades agricultural area of Florida. *Journal of Economic Entomology*, 113(3), 1582-1585. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa018>
- Velásquez Salazar, R. (2012). *Caracterización morfoanatómica, molecular y genética de la resistencia al daño mecánico producido por sogata (*Tagosodes orizicolus* Muir) en arroz*. Universidad Central de Venezuela. http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/4213/1/T026800007012-0-TRABAJO_FINAL_YA_CORREGIDO-000.pdf
- Villegas, J. M., Wilson, B. E., y Stout, M. J. (2021). Assessment of tolerance and resistance of inbred rice cultivars to combined infestations of rice water weevil and stemborers. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 169(7), 629-639. <https://doi.org/10.1111/eea.13054>
- Vivas, L., E., y Notz, A. (2010). Determinación del umbral y nivel de daño económico del chinche vaneadora del arroz, sobre la variedad Cimarrón en Calabozo Estado de Guárico, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 60(3), 271-281. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5239137>
- Vivas, L., y Astudillo, D. (2010). Plantas hospederas de chinche vaneadora en el cultivo de arroz en calabozo, estado Guárico, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 60(4), 369-373. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000400006
- Weber, N. C., Redaelli, L. R., Santos, E. M., y Werner, F. M. (2020). Quantitative and qualitative damages of *Oebalus poecilus* on irrigated rice in southern Brazil. *Revista Ceres*, 67(2), 126-132. <https://doi.org/10.1590/0034-737x202067020005>
- Zachrisson, B. (2010). *Bioecología, daños y muestreos de plagas en el cultivo del arroz*. Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá [IDIAP]. <http://www.idiap.gob.pa/download/danos-y-muestreos-de-plagas-en-el-cultivo-de-arroz/>
- Zambrano Mero, J. D., Navia Santillán, D. F., Castillo Carrillo, C. I., Delgado Párraga, A. G., y Celi Herán, R. E. (2024). Ciclo biológico y desempeño reproductivo del chinche vaneador del arroz (*Oebalus insularis* Stal.) en cuatro especies hospedantes. *Siembra*, 11(2), e5983. <https://doi.org/10.29166/siembra.v11i2.5983>