

Artículo de Investigación / Research Article

Evaluación de barreras vegetales para el control del gusano blanco *Premnotrypes vorax* (Hustache, 1933) (Coleoptera: Curculionidae)

Evaluation of plant barriers for the control of the white worm *Premnotrypes vorax* (Hustache, 1933) (Coleoptera: Curculionidae)

Ruy Edeymar Vargas Díaz¹ , Wilmar Alexander Wilches-Ortiz¹ , Eduardo María Espitia Malagón¹  y Clara Viviana Franco Florez¹ 

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia. Centro de Investigación Tibaitatá, Mosquera, Cundinamarca, Colombia. ✉ *rvargas@agrosavia.co

ZooBank: urn:lsid:zoobank.org:pub:55F78E63-4784-43A6-BE9A-66E670FE9E5A
<https://doi.org/10.35249/rche.49.4.23.10>

Resumen. El cultivo de la papa *Solanum tuberosum* L. en Colombia es clave en la seguridad alimentaria de hogares campesinos. Este sistema productivo se ve afectado por factores bióticos y abióticos, destacándose plagas de insectos como el gusano blanco *Premnotrypes vorax* (Hustache, 1933) que afectan la calidad del tubérculo. En este sentido es importante la generación de estrategias de manejo sostenibles para estas limitantes. Se destaca que los cultivos barrera pueden obstaculizar el paso de los adultos de *P. vorax* a los cultivos de papa, siendo importante evaluar cultivos con este potencial. Para esto se estableció un experimento en Mosquera, Cundinamarca (Colombia), que consistió en liberar adultos de gusano blanco en estructuras de evaluación del desplazamiento de los individuos en cultivos de avena *Avena sativa* Linnaeus, 1753 y cilantro *Coriandrum sativum* Linnaeus, 1753. Usando modelos de regresión para datos de conteo (poisson, binomial negativo y cero inflado), se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) de la implementación de los cultivos de avena y cilantro como barreras naturales para reducir la entrada de adultos de *P. vorax*.

Palabras clave: *Avena sativa*; *Coriandrum sativum*; manejo integrado de plagas; poisson.

Abstract. Potato crop *Solanum tuberosum* L. in Colombia is key to the food security of rural households. This production system is affected by biotic and abiotic factors, especially insect pests such as the white potato maggot *Premnotrypes vorax* (Hustache, 1933), which affects tuber quality. In this sense, it's important to generate sustainable management strategies for these limiting factors. It should be noted that barrier crops can hinder the passage of *P. vorax* adults to potato crops, and it is important to evaluate crops with this potential. For this purpose, an experiment was established in Mosquera, Cundinamarca (Colombia), which consisted of releasing white grub adults in structures to evaluate the movement of individuals in oat crops *Avena sativa* L. and cilantro *Coriandrum sativum* L. Using regression models for count data (poisson, negative binomial and zero inflated), statistically significant differences ($p < 0.05$) were found in the implementation of oat and cilantro crops as natural barriers to reduce the entry of adults of *P. vorax*.

Key words: *Avena sativa*; *Coriandrum sativum*; integrated pest management; poisson.

Recibido 7 octubre 2023 / Aceptado 11 noviembre 2023 / Publicado online 30 noviembre 2023
Editor Responsable: José Mondaca E.

Introducción

Los rendimientos en el cultivo de la papa *Solanum tuberosum* L. en Colombia se reducen por la incidencia de insectos plaga, entre los cuales se destaca el gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* (Hustache, 1933) (Coleoptera: Curculionidae), el cual muestra niveles de infestación en las áreas cultivadas y puede presentar dificultad para ser controlado, debido al desarrollo de su ciclo biológico a nivel del suelo y rizosfera (Villamil *et al.* 2016).

Uno de los métodos para prevenir el ingreso de los adultos de gusano blanco a los cultivos es la implementación de barreras plásticas (Kroschel *et al.* 2009) y vegetales (Gallegos y Asaquibay 1997). Esta práctica pudo haber nacido de la observación acuciosa de los antepasados, quienes ante la severidad del clima y demás factores adversos, desarrollaron un tipo de agricultura orientada a minimizar riesgos y a obtener una producción de subsistencia (Calvache 1991).

En diferentes estudios poblacionales donde se miden por conteos los individuos de insectos, los análisis se realizan ajustando a modelos de regresión con residuales de distribución no normales (Hernández-Roldan *et al.* 2017; Silva-Arero *et al.* 2020). Para datos de conteos, un enfoque estándar para analizar este tipo de variables es el modelo de regresión Poisson y binomial negativo (Salinas-Rodríguez *et al.* 2009). Sin embargo, cuando los datos presentan una alta frecuencia de ceros, el ajuste es pobre (Velasco 2008). Para analizar datos de conteo con exceso de ceros, existe un modelo de regresión Poisson con ceros inflados (Lambert 1992). Evaluar la bondad de ajuste y verificar los supuestos de estos modelos no es una tarea fácil y el uso de gráficas seminormales con una envolvente simulada es una posible solución para este problema (Moral *et al.* 2017). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar cultivos barrera en el desplazamiento de *P. vorax*, utilizando metodologías ajustadas para el análisis.

Materiales y Métodos

Localización y material vegetal

El experimento se desarrolló en el municipio de Mosquera, departamento de Cundinamarca (Colombia). Se estableció el diseño experimental utilizando un modelo de efectos fijos de un factor con tres tratamientos (Montgomery 2004). Los tratamientos evaluados fueron: T1: avena *Avena sativa*, T2: cilantro *Coriandrum sativum* L., T3: testigo (sin barrera), para obstaculizar la entrada de los adultos de *P. vorax*. Los adultos fueron obtenidos del laboratorio de Entomología de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia (C.I. Tibaitatá) criados en condiciones de laboratorio de acuerdo con la metodología de Pérez *et al.* (2009).

Se implementaron tres estructuras de liberación (Fig. 1), que se componen de un círculo interno y dos anillos concéntricos: la circunferencia, de un metro de diámetro, es la zona de liberación de los adultos de gusano blanco, tiene un metro de diámetro y es donde se liberan los adultos de gusano blanco, el primer anillo es una franja de 1,8 metros de diámetro, y el segundo consistió en una zanja de captura (cubierta con plástico negro), donde se realizaron las lecturas de los individuos que superaron la barrera vegetal. La ubicación de los cultivos a evaluar se aleatorizó en las estructuras construidas.



Figura 1. Esquema de las estructuras de liberación de adultos de *P. vorax*. / Scheme of the release structures of adults of *P. vorax*.

Las tres estructuras se cubrieron con polisombra para evitar alteraciones e interferencias en las liberaciones de los individuos. Se realizaron dos liberaciones en horas de la tarde de 30 individuos en cada estructura. La primera y segunda liberación se hicieron a los 35 DDS (días después de la siembra) y 62 DDS respectivamente. Haciendo lecturas en las zanjas de caída de los adultos que pasaban el cultivo barrera y quedaban en el anillo exterior (cada día por 15 días). La variable que se midió fue el conteo de los individuos que se encontraron en las zanjas de caída (individuos que pasaron el cultivo).

Análisis estadísticos

Los datos se adecuaron a los modelos de regresión normal, Poisson, binomial negativo y cero inflado usando las funciones *glm* de la librería *stats* (Team 2021), *glm.nb* de la librería *MASS* (Venables y Ripley 2002) y *zeroinfl* de la librería *pscl* (Zeileis *et al.* 2008). Se comprobó el ajuste de los modelos con la función *hnp* de la librería *hnp* (Moral *et al.* 2017). El análisis de los datos se realizó con el software R® (Team 2021).

Resultados y Discusión

Se observó que los valores más altos de la Fig. 2, coinciden con los dos momentos de liberación (35 y 62 DDS). El tratamiento 3 (T3) muestra los valores más altos en lecturas de gusano blanco, debido a que este tratamiento no tenía ningún tipo de barrera que obstaculizara el paso de los insectos. Se aprecia que el tratamiento 1 (T1) muestra las pendientes más bajas en comparación con los otros tratamientos evaluados, señalando un mejor comportamiento de la avena como barrera para el paso de los individuos comparado con el cultivo del cilantro (T2). Aunque existen pocos estudios de evaluación de barreras vegetales en el cultivo de la papa, estos resultados aportan con otras investigaciones en cultivos básicos como el de Buckland *et al.* (2017) en donde el trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum* Moench (Polygonaceae)) presentó supresión de las poblaciones de *Thrips tabaci* Lindeman, 1889 (Thysanoptera: Thripidae) al usarse como barrera perimetral en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. (Amaryllidaceae)).

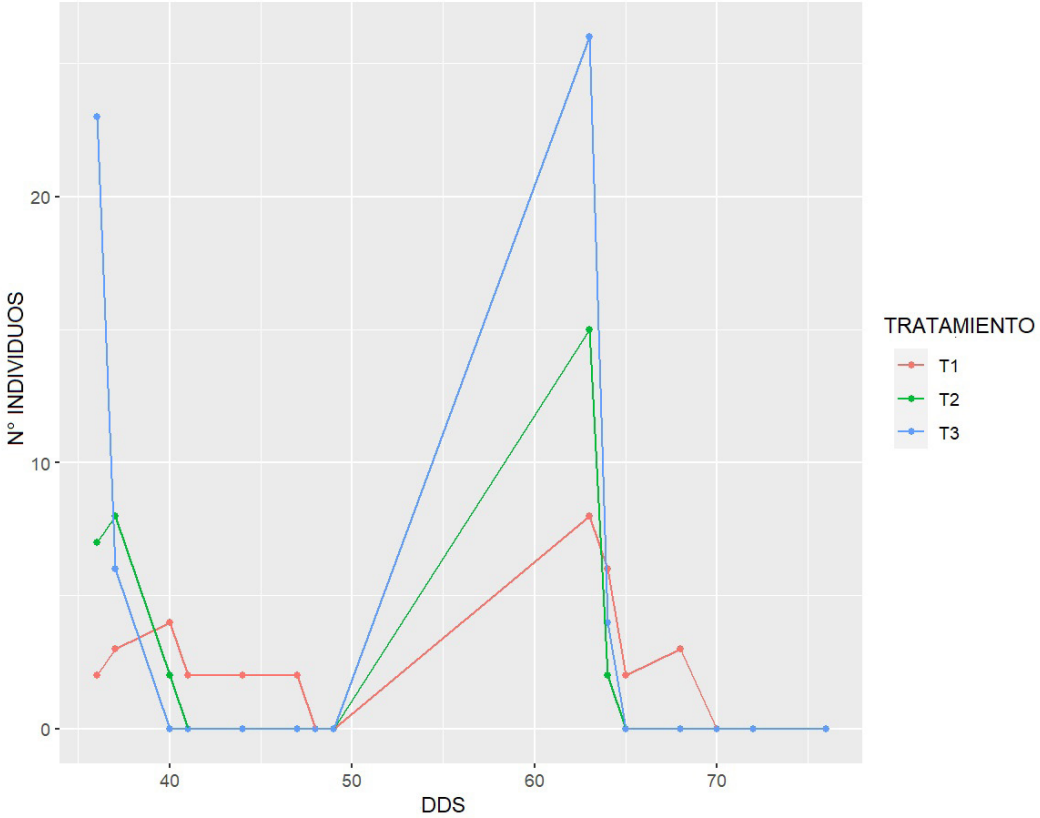


Figura 2. Comportamiento de adultos de *P. vorax* a través del tiempo en los tratamientos evaluados. DDS: días después de siembra, N°: número. / Behavior of adults of *P. vorax* over time in the evaluated treatments. DDS: days after sowing, N°: number

Para determinar el análisis de varianza es necesario establecer qué tipo de modelo es el que más se ajusta a los datos que se tomaron en el experimento. En la Fig. 3, se aprecia que los modelos con residuales normales y *Poisson* presentaron los menores ajustes (más puntos fuera de la envolvente). Mientras que el modelo con mejor ajuste fue el *z Poisson* (Fig. 3d), el cual, es el modelo con cero inflado que presenta diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) con el tratamiento 3. Esto indica que los cultivos de avena y cilantro obstaculizan el paso de los adultos de gusano blanco cuando estos se desplazan, aunque no se presentaron diferencias entre los dos cultivos evaluados. Los resultados encontrados en este y otro estudio (Calvache 1991), demuestra que hay potencial en las barreras biológicas para el control del *P. vorax*. Adicionalmente en otros cultivos de la misma familia de la papa como lo es el tomate (*Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae)), Rhino et al. (2016) encontraron resultados óptimos en la reducción sustancial de la infestación por *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) al usar barreras perimetrales de plantas de maíz (*Zea mays* L. (Poaceae)), perteneciente a la misma familia de la avena.

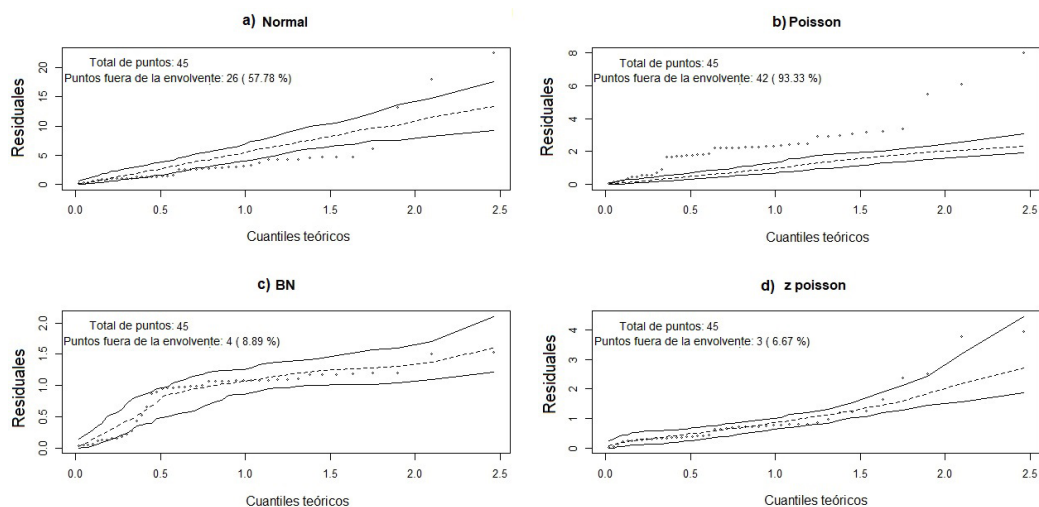


Figura 3. Gráficas seminormales con envolventes para los residuos de los modelos **a)** normal, **b)** *Poisson*, **c)** BN (binomial negativo) y **d)** *z poisson* (cero inflado *poisson*), ajustados a las lecturas de adultos de *P. vorax* en las trampas de caída./Seminormal plots with envelopes for the residuals of the models **a)** normal, **b)** *Poisson*, **c)** BN (negative binomial) and **d)** *z poisson* (zero *poisson* inflated), fitted to the readings of *P. vorax* adults in the pitfall traps.

Conclusiones

Los cultivos de avena y cilantro pueden reducir la entrada de los adultos de *P. vorax* cuando estos se desplazan, aunque, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos cultivos evaluados, la avena muestra un mayor número de individuos retenidos en comparación con el cilantro. Se recomienda hacer más pruebas liberando una cantidad mayor de insectos y probando otros cultivos promisorios de la zona.

El uso de gráficas seminormales con envolventes para evaluar los modelos con variables de conteo, reduce el tiempo de análisis y presenta gráficas de fácil interpretación para verificar la adecuación del modelo antes de hacer la inferencia.

Agradecimientos

Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia - MADR, por la financiación y a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), por la ejecución del proyecto “Estrategias de producción sostenible de papa en el altiplano Cundiboyacense y Nariño, que permitan la obtención de un producto inocuo y de mínimo impacto”.

Financiamiento

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia – MADR.

Literatura Citada

Buckland, K.R., Alston, D.G., Reeve, J.R., Nischwitz, C. y Drost, D. (2017) Trap crops in onion to reduce onion thrips and iris yellow spot virus. *Southwestern Entomologist*, 42: 73-90. <https://doi.org/10.3958/059.042.0108>

- Calvache, H. (1991)** Efectos de barreras vegetales y químicas en el control del gusano blanco de la papa. *Revista Latinoamericana de La Papa*, 4: 22-35. <http://papaslatinas.org/index.php/rev-alap/article/view/45/46>
- Gallegos, P. y Asaquibay, C. (1997)** *Fichas técnicas: "Control de gusano blanco."* Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2657>
- Hernández-Roldan, E., Tarango-Arámbula, L., Ugalde-Lezama, S., Hernández-Juárez, A., Cortez-Romero, C., Cruz-Miranda, Y. y Morles-Flores, F. (2017)** Hábitat y densidad de nidos de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) en una UMA de Zacatecas, México. *Agro Productividad*, 10(5): 10-17.
- Kroschel, J., Alcazar, J. y Poma, P. (2009)** Potential of plastic barriers to control Andean potato weevil *Premnotrypes suturicallus* Kuschel. *Crop Protection*, 28(6): 466-476. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.01.008>
- Lambert, D. (1992)** Zero-inflated poisson regression, with an application to defects in manufacturing. *Technometrics*, 34(1): 1-14.
- Montgomery, D.C. (2004)** *Diseño y análisis de experimentos*. Limusa Wiley. 700 pp.
- Moral, R.A., Hinde, J. y Demétrio, C.G.B. (2017)** Half-normal plots and overdispersed models in R: The hnp package. *Journal of Statistical Software*, 81(10): 1-23. <https://doi.org/10.18637/jss.v081.i10>
- Pérez, R., Garza, J. y Argüelles-Cárdenas, J. (2009)** Método de cría en laboratorio del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* (Coleoptera: Curculionidae). *Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 10(1): 16-23. https://doi.org/10.21930/rcta.vol10_num1_art:124
- Rhino, B., Verchère, A., Thibaut, C. y Ratnadass, A. (2016)** Field evaluation of sweet corn varieties for their potential as a trap crop for *Helicoverpa zea* under tropical conditions. *International Journal of Pest Management*, 62: 1, 3-10. <https://doi.org/10.1080/09670874.2015.1071900>
- Salinas-Rodríguez, A., Manrique-Espinoza, B. y Sosa-Rubí, S.G. (2009)** Análisis estadístico para datos de conteo: Aplicaciones para el uso de los servicios de salud. *Salud Pública de México*, 51(5): 397-406. <https://doi.org/10.1590/s0036-36342009000500007>
- Silva-Arero, E.A., Cardona, W.A., Bolaños-Benavides, M.M. y Atuesta-Moreno, S.F. (2020)** Trapping methods for capturing the screwworm *Telchin atymnius* (Dalman, 1824) on plantain plantations (Musa AAB). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(2): 192-200. <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.9802>
- Team, R.C. (2021)** R: A Language and Environment for Statistical Computing. In *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria.
- Velasco Vázquez, M. de L. (2008)** *Un Modelo de Regresión Poisson Inflado con Ceros para Analizar datos de un Experimento de Fungicidas en Jitomate* [Universidad Veracruzana]. Tesis de maestría en estadística. Xalapa, México. 55 pp. <https://www.uv.mx/mapli/files/2012/05/Un-Modelo-de-Regresion-Poisson-Inflado-con-Ceros-para-Analizar-Datos-de-un-experimento-de-Fungicidas-en-Jitomate.pdf>
- Venables, B. y Ripley, B.D. (2002)** *Modern Applied Statistics with S*. Fourth edition. Springer-Verlag. by. In *World* (Vol. 53, Issue March).
- Villamil C., J.E., Martínez O., J.W. y Pinzón, E.H. (2016)** Actividad biológica de hongos entomopatógenos sobre *Premnotrypes vorax* Hustache (Coleoptera: Curculionidae). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(1): 34-42. <https://doi.org/10.22267/rcia.163301.4>
- Zeileis, A., Kleiber, C. y Jackman, S. (2008)** Regression models for count data in R. *Journal of Statistical Software*, 27(8): 1-25. <https://doi.org/10.18637/jss.v027.i08>