

ARTICLE / INVESTIGACIÓN

Preferencia de oviposición de *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae) sobre plantas de *Brassica oleracea* var. *Italica* en diferentes estados fenológicos**Oviposition preference of *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae) on plants of *Brassica oleracea* var. *Italica* at different phenological stages**José Julian Murillo Gomez¹ & Carlos Eduardo Giraldo Sánchez^{2*}

DOI. 10.21931/RB/2023.08.03.25

¹ Universidad Católica de Oriente - Facultad de Ciencias Agropecuarias - Semillero BIOECO, Rionegro, Antioquia, Colombia.² Universidad Católica de Oriente - Facultad de Ciencias Agropecuarias - Grupo de Investigación de Sanidad Vegetal, Rionegro, Antioquia, Colombia.

Corresponding author: cegiral0@gmail.com

Resumen: *Leptophobia aripa* (Boisduval) es una especie limitante en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) en Colombia, dado que sus larvas se alimentan de hojas e inflorescencia, llegando a causar pérdidas de toda la cosecha. El desconocimiento de la dinámica reproductiva dificulta su control e incrementa costos de producción, por lo cual conocer los momentos críticos de oviposición, ayudaría a enfocar los esfuerzos de control y evitar las pérdidas económicas en el cultivo. Este trabajo evaluó la preferencia de oviposición de *L. aripa* con relación al estado fenológico de las plantas de brócoli, en un cultivo comercial de una granja integral en El Santuario, Antioquia. Durante 90 días se realizaron 10 siembras escalonadas por semana para un total de 200 plantas, que fueron monitoreadas semanalmente en busca de estados inmaduros. Los resultados sugieren que las hembras pueden realizar posturas en cualquier edad o estado fenológico de la planta, pero con preferencia por plantas jóvenes, cuando tienen todas las etapas fenológicas a su disposición. Lo anterior puede usarse para diseñar estrategias de manejo enfocadas a esta etapa fenológica, evitando así el uso de insecticidas cerca al periodo de cosecha y la contaminación del producto final antes de su consumo.

Palabras clave: Comportamiento, Manejo Integrado de Plagas, Monitoreo, Planta hospedera, Tamaño de nidada.

Abstract: *Leptophobia aripa* (Boisduval) is a limiting species in the production of broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) in the neotropics since its larvae feed on leaves and inflorescences, causing losses to the entire harvest. Lack of knowledge regarding reproductive dynamics makes control difficult and increases production costs. Therefore, identifying critical moments of oviposition would help focus control efforts and prevent economic losses. This study evaluated the oviposition preference of *L. aripa* concerning the phenological stage of broccoli plants in a commercial crop on an integrated farm in El Santuario, Antioquia-Colom. Over 90 days, 10 staggered plantings were conducted each week for a total of 200 plants, which were monitored weekly for immature stages. The results suggest that females can lay eggs on plants of any age or phenological stage, but prefer young plants when all phenological stages are available. This information can be used to design management strategies focused on this phenological stage, thereby avoiding the use of insecticides near the harvest period and contamination of the final product before consumption.

Key words: Behavior; Integrated Pest Management (IPM); Host plant; Monitoring; Clutch size

Introducción

El brócoli es una de las hortalizas con más demanda a nivel mundial, pero es particularmente amplia en países desarrollados; por ejemplo, Estados Unidos y países de la Unión Europea, son altamente consumidores¹, lo cual representa un mercado potencial para la exportación. Sin embargo, aunque también es uno de los vegetales con mayor producción nacional, solo se logra satisfacer la demanda local². El brócoli y otras crucíferas, hacen parte de las hortalizas más importantes en la economía de pequeños productores del Oriente antioqueño³, y aunque se percibe un crecimiento en la comercialización y consumo de la cabeza de brócoli en polvo y congelada, es en fresco la manera principal en que esta planta se consume. Así pues, la estética de la cabeza o pella influye en gran medida a la hora

de la comercialización, con lo cual los daños estéticos causados por plagas y enfermedades restan valor comercial del producto.

El cultivo de brócoli tiene asociadas diferentes limitantes fitosanitarias, pero es el gusano de la col *Leptophobia aripa* (Boisduval, 1836) (Lepidoptera: Pieridae), una de las plagas de mayor incidencia económica en las distintas variedades cultivadas de col, repollo, brócoli y coliflor⁴. Las poblaciones de esta especie en los cultivos alcanzan el nivel de daño económico muy rápidamente, si no se tiene manejo integrado de plagas adecuado²; ataques severos en brócoli, pueden generar, además de la defoliación, la formación de dos inflorescencias en una misma planta, por lo cual la pella pierde valor comercial. Así pues, es neces-

Citation: Murillo Gomez J J, Giraldo Sánchez C E, Preferencia de oviposición de *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae) sobre plantas de *Brassica oleracea* var. *Italica* en diferentes estados fenológicos. *Revis Bionatura* 2023;8 (3) 25. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.03.25>

Received: 28 May 2023 / **Accepted:** 15 July 2023 / **Published:** 15 September 2023

Publisher's Note: Bionatura stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



sario realizar manejos a las poblaciones de los inmaduros de este insecto en los cultivos, con métodos de control precisos que permitan cosechar inflorescencias sanas y sin residuos de agroquímicos que puedan afectar la salud humana. Sin embargo, el poco conocimiento sobre dinámica de las poblaciones de *L. aripa* dentro del cultivo, y sus preferencias de oviposición, hacen que el manejo se realice con aplicaciones calendario generalizadas.

La mariposa blanca de la col se distribuye en la región Neotropical⁵ y se cree que en Colombia está distribuida en todo su territorio⁶. Se considera una especie multivoltina, con generaciones superpuestas; las hembras tienden a colocar los huevos sobre el envés de la hoja, aislados unos de otros, formando masas de dos hasta 80 huevos por postura⁷. Esta especie pasa por cinco estadios larvales, alcanzando hasta 40 milímetros de largo en el último de ellos⁸. El ciclo de vida de la especie desde huevo hasta adulto varía entre 33 y 40 días; se ha observado que es más activa durante épocas de baja humedad relativa y altas temperaturas⁹. Sus poblaciones son las de mayor incidencia e importancia económica en las crucíferas, pues sus larvas son gregarias y se alimentan de la epidermis del follaje, formando huecos irregulares en las hojas y depositando excretas de color verde sobre las inflorescencias y las hojas, e incluso se pueden alimentar de tejidos meristemáticos de las plantas, causando retraso en el crecimiento y malformaciones en los tallos florales del brócoli y la coliflor¹⁰.

Se ha sugerido que todos los insectos herbívoros especializados muestran cierto grado de selectividad en las plantas huéspedes; las hembras adultas en especial, deben buscar el hospedero apropiado para la oviposición y garantizar la supervivencia de las larvas¹¹. De manera general, se asume que la selección de su planta hospedera se basa principalmente en señales químicas volátiles, estímulos visuales y poblaciones abundantes de la planta¹²⁻¹⁴. Así pues, conocer el grado de selectividad o preferencia por el hospedero, en insectos de importancia económica, sería un factor clave para manejar las poblaciones de insectos de interés agrícola, cuando se presentan plantas en varias etapas fenológicas dentro de un mismo cultivo. Particularmente para el brócoli, no se conoce si existe un estado fenológico de la planta preferido por las hembras *L. aripa* para su ovoposición, aun cuando es una especie que afecta gravemente los cultivos de crucíferas en todo su rango de distribución; también es escasa la información sobre métodos de control naturales, etológicos o culturales o la relación de sus poblaciones en estados inmaduros con la fenología de los cultivos¹⁵. El poco conocimiento sobre la preferencia reproductiva de la especie, y la oferta variada de plaguicidas de síntesis química, hace que se intensifique el uso de estos productos en los cultivos, incluso antes de la época de cosecha, como método de control. No obstante, el uso intensivo de moléculas de síntesis química genera, a corto o largo plazo, la aparición de poblaciones resistentes en todo el mundo¹⁶⁻¹⁸. Además, se omite por parte del productor el hecho de que estos productos dejan residuos químicos en los vegetales, generando un riesgo para la salud del consumidor final.

De este modo, el objetivo de este trabajo fue determinar si las hembras de *L. aripa* tienen preferencia por algún estado fenológico de las plantas de brócoli en cultivo a campo abierto. Asimismo, se quiso evaluar la relación entre la edad de las plantas y las posturas realizadas por las hembras (número de posturas y número de huevos por postura), con plantas en diferente estado fenológico.

Materiales y métodos

Localización

El proyecto se realizó en la granja integral LORMA; municipio del Santuario, Antioquia, Colombia (6°07'07.70" N; 75°16'57" O), a 2264 m.s.n.m. El área de estudio se clasifica dentro de la zona de vida de bosque montano bajo húmedo (bmh-MB)¹⁹, con registros históricos de precipitaciones promedio anuales de 2500 - 3000 mm. La temperatura ambiental mínima y máxima en el lote durante el experimento fue de 7.2 y 30.3 °C, y la humedad relativa del aire entre 39 y 87 %, respectivamente.

Manejo del cultivo

Se estableció un cultivo de brócoli variedad Calebrese Monaco híbrido Legacy (Syngenta); variedad rústica, cabeza de la inflorescencia uniforme, compacta y de color verde intenso²⁰; las plántulas se obtuvieron de un vivero comercial de la región, con un desarrollo de dos hojas formadas y una en formación, asegurando cogollos sanos y bien formados. La preparación del terreno se desarrolló como lo establecen los protocolos y el manejo de la granja, haciendo aplicación de enmiendas incorporadas de manera mecánica con motocultor; se regó con poma dos veces por semana²¹. El cultivo se manejó sin aplicaciones de plaguicidas, para no tener un factor de sesgo sobre la preferencia de oviposición de las hembras. El desarrollo fenológico se clasificó en cuatro etapas (Plántula, juvenil, floración y pella). Plántula con una duración de 30 días, en el cual se desprende el cotiledón, emergen y se desarrollan las cuatro primeras hojas verdaderas; estado juvenil tiene una duración promedio de 40 días, con un marcado incremento en el número de hojas, engrosamiento del tallo y elongación de la planta; estado de emergencia floral o floración, que transcurre en promedio en ocho días, donde se visualiza la inflorescencia de la planta en la base de las últimas hojas formadas y finalmente el cuarto estadio, que es la formación de la cabeza o pella, donde se presenta el crecimiento de la inflorescencia y compactación de la misma. El ciclo total para el híbrido Legacy es de 98 días desde la germinación de la semilla, aproximadamente, con variaciones asociadas a las condiciones climáticas, llegando incluso a 107 días en épocas más invernales²².

Diseño experimental

Se sembraron 200 plantas por semana en camas de 18.2 m², a una distancia entre plantas de 40 x 40 cm. Bajo este esquema de siembra escalonada, cuando las primeras plantas llegan a estado productivo pasados 68 días después del trasplante (ddt), en campo estaban dispuestas 2150 plantas en diferentes edades. De esta manera para la semana nueve, las hembras de *L. aripa* tuvieron a disposición todos los estados fenológicos para realizar sus posturas. Semanalmente se realizó el monitoreo directo del cultivo al 5% de las plantas de cada edad (10 plantas/edad) y se registró el número de hojas por planta, número de posturas y el número de huevos en la postura. Posteriormente, se retiraron las posturas encontradas y se contabilizaron los adultos observados sobre el cultivo durante 10 minutos, en cada uno de los monitoreos. Los datos fueron registrados semanalmente en hojas de cálculo para su posterior análisis.

Análisis de datos

Para evaluar la relación entre el estado de desarrollo y la preferencia de oviposición, se realizó una tabla de contingencia y una prueba chi-cuadrado, partiendo de la hipótesis nula que las posturas de *L. aripa* no se asocian a un estado de desarrollo particular de las plantas (plántula, juvenil, flor o pella). Adicionalmente, se realizó una ANOVA y una comparación de medias con la prueba de Tukey²³, para comparar la frecuencia de las posturas y el número de huevos por planta, entre los estados fenológicos mencionados. Finalmente, para relacionar el número de posturas con la edad de las plantas (días después del trasplante) se evaluaron modelos de regresión lineal y no lineal, usando como variable independiente el número de hojas por planta, y como variables dependientes el número de posturas y el número de huevos por postura. El ajuste de los modelos se evaluó bajo el criterio de información Akaike (AIC)²⁴, donde valor de AIC más cercano a cero indica el mejor ajuste a los datos. Todos análisis se realizaron en el software PAST versión 4.09²⁵.

Resultados

Las plantas establecidas en campo presentaron un mínimo de 3 hojas/planta, en etapa plántula, y un máximo de 19 hojas/planta, en etapa de pella. En total se encontraron 67 posturas durante el periodo de monitoreo, con una moda de una postura por planta y un máximo de dos posturas por

planta, el cual se presentó en dos ocasiones, una en una planta en etapa juvenil y otra sobre una en estado de pella. Se encontraron un total de 356 huevos, con un máximo de 25 huevos en plantas de etapa juvenil. El menor número de posturas (3) se presentó sobre las plantas en etapa de floración; en estado de pella se encontró un máximo de 21 huevos y en etapa de plántula y floración no se encontraron más de 4 y 6 huevos por postura, respectivamente (Tabla 1).

La prueba de la asociación entre los estados fenológicos y las plantas con presencia de posturas, sugieren que la oviposición de la hembra de *L. aripa* depende del estado fenológico de la planta ($X^2 = 53.706$, $P = 0.3 \times 10^{-11}$). Asimismo, se encontró diferencias en la frecuencia de posturas encontradas entre los estados fenológicos ($F = 25.36$, $P = 0.0001938$) (Figura 1A), siendo mayor la frecuencia de posturas en plantas en estado juvenil, las cuales presentaron diferencias significativas con las posturas encontradas en estado de plántula ($p = 0.0004793$), floración ($p = 0.0002458$) y pella ($p = 0.001265$). Así pues, aunque la hembra de *L. aripa* puede realizar posturas en cualquier etapa fenológica de la planta son más frecuentes las posturas en las etapas juveniles de la planta, si la producción es escalonada y tiene disponibles todos los estados fenológicos. Un patrón similar se presentó para el número medio de huevos por planta, donde se encontraron diferencias ($F = 8.047$, $p = 0.008451$), particularmente entre el estado juvenil con el estado de plántula ($p = 0.01497$) y la floración ($p = 0.01034$) (Figura 1B).

Parámetros	Plántula	Juvenil	Floración	Pella
Hojas (min - max)	3 - 5	8 - 19	10 - 19	12 - 19
Posturas (min - max)	1 - 3	1 - 2	1	1 - 2
Huevos (min - max)	2 - 4	2 - 25	2 - 6	3 - 21
Suma de posturas (#)	13	42	3	9
Suma de huevos (#)	45	232	14	58

Tabla 1. Huevos y posturas encontrados en las diferentes etapas fenológicas de brócoli en un cultivo comercial. E1 Etapa de plántula (pl), E2 Etapa Juvenil (ju), E3 Etapa de inflorescencia (ef) y E4 Etapa de Formación de pella (fp).

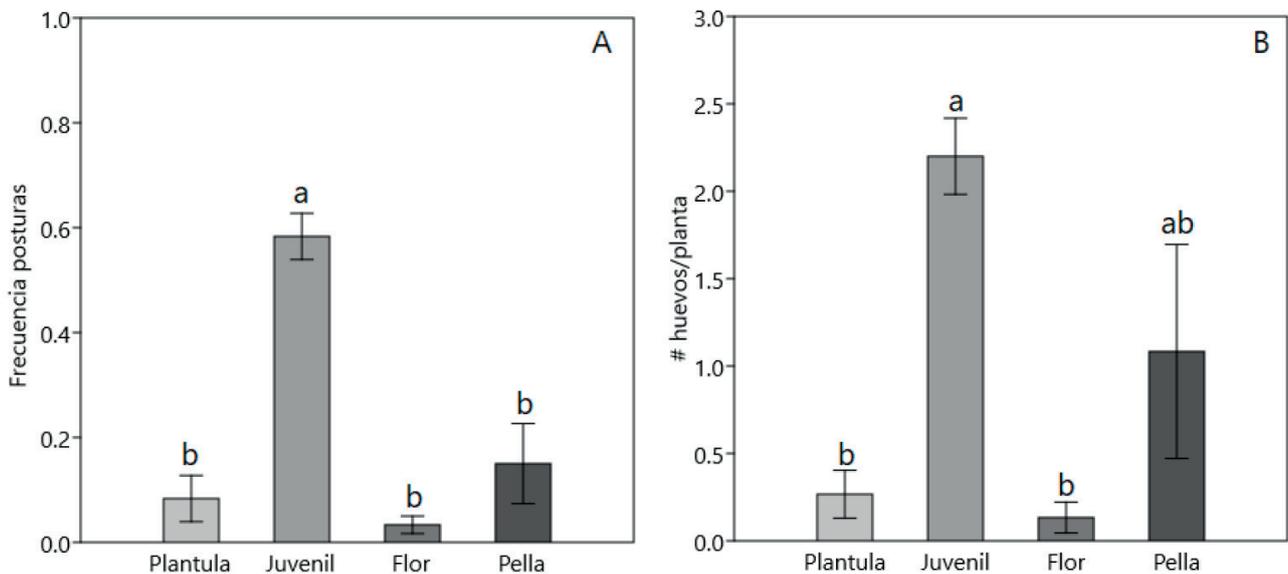


Figura 1. Preferencia de oviposición de *L. aripa* sobre plantas de brócoli en diferente estado fenológico. A, número de posturas en 10 plantas; B, número de huevos por planta.

El análisis de regresión no lineal, sugiere que las plantas de brócoli alcanzan su máxima velocidad de crecimiento (o generación de hojas nuevas) a los 64 días después del trasplante, pasado este empieza la formación de la inflorescencia y la planta entra en etapa reproductiva (Figura 2A). La preferencia de oviposición de las hembras, respecto a la edad de la planta, se ajustó de mejor manera a un modelo gaussiano (ver tabla 2); las primeras posturas aparecieron en las plantas de primera siembra y presentan un pico en el número de posturas cerca de la semana 33, disminuyendo pasados los 40 días después del trasplante y manteniéndose de esta manera constante hasta la semana 70 (Figura 2B); en esta semana, se presentó un valor atípico de seis posturas en plantas en estado de formación de la pella. Un patrón similar se presentó en el número de huevos encontrados (Figura 2C).

Discusión

En este estudio se evaluó la relación entre la edad de las plantas y las posturas realizadas por las hembras de *L. aripa* en un cultivo comercial de brócoli, sin realizar ninguna aplicación para el control de plagas y enfermedades. Teniendo en cuenta que *L. aripa* es una especie de importancia agrícola recurrente en dichos cultivos en muchas zonas hortícolas del país, conocer su dinámica de oviposición sobre las plantas, permitiría enfocar las medidas de manejo integrado en etapas fenológicas específicas y así bajar rápidamente la población de la especie.

Los resultados aquí obtenidos, indican que cuando la hembra tiene plantas de la misma especie vegetal a su disposición (brócoli en este caso), todas en óptimas condiciones nutricionales, ésta prefiere seleccionar aquellas plantas en estados juveniles. Esto, garantizaría mayores posibilidades de alimentación y sobrevivencia para las larvas, pues

en dicha etapa fenológica, las plantas están en pleno desarrollo foliar y suponen una fuente de alimentación para terminar el estado larvario, concordando con la teoría de oviposición óptima²⁶ o hipótesis de preferencia-desempeño²⁷. De acuerdo a esta teoría, las hembras preferirán depositar sus huevos sobre plantas donde su progenie maximice su fitness o desempeño, incrementando así su propio fitness. Estos resultados, coinciden con lo reportado para larvas de otras especies de la familia Pieridae, que sobreviven y crecen de mejor manera, en plantas con buenas condiciones nutricionales y una adecuada saturación de agua y oxígeno en el suelo²⁸. Algunos autores han sugerido que la postura de especies emparentadas, como *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758), pueden variar entre individuos clonales (genéticamente iguales), según el tamaño, la fenología, el contenido de humedad, los nutrientes, el color de las hojas y la química de las plantas²⁹.

De manera similar, el comportamiento de oviposición de *L. aripa* podría reflejar, no sólo la capacidad de la hembra para evaluar y discriminar entre los grupos de huéspedes, prefiriendo plantas con nutrición adecuada y riego abundante³⁰, sino también la fenología de la misma. Por otra parte, estos hallazgos sugieren también que las hembras de *L. aripa*, tienen la capacidad de realizar posturas en todas las edades del cultivo. No obstante, prefieren el momento de mayor activación fisiológica de la planta, pasados 20 ddt donde hay mayor aparición de hojas nuevas (aproximadamente una hoja nueva cada cinco días), alcanzando un número máximo de oviposiciones a los 33 días. Así pues, el momento de máxima velocidad de desarrollo de las plantas, parece incrementar las probabilidades de oviposición sobre las mismas. Generalmente el proceso de selección del hospedero por parte de los insectos, se rige principalmente por señales químicas volátiles, luego por estímulos visuales y por último por sustancias no volátiles³¹.

Parámetros	Plántula	Juvenil	Floración	Pella
Hojas (min - max)	3 - 5	8 - 19	10 - 19	12 - 19
Posturas (min - max)	1 - 3	1 - 2	1	1 - 2
Huevos (min - max)	2 - 4	2 - 25	2 - 6	3 - 21
Suma de posturas (#)	13	42	3	9
Suma de huevos (#)	45	232	14	58

Tabla 2. Evaluación de modelos de regresión para relacionar la preferencia de oviposición de las hembras, respecto a la edad de las plantas. El asterisco denota el modelo de mejor ajuste y en negrita se resalta el menor valor del criterio de información de Akaike.

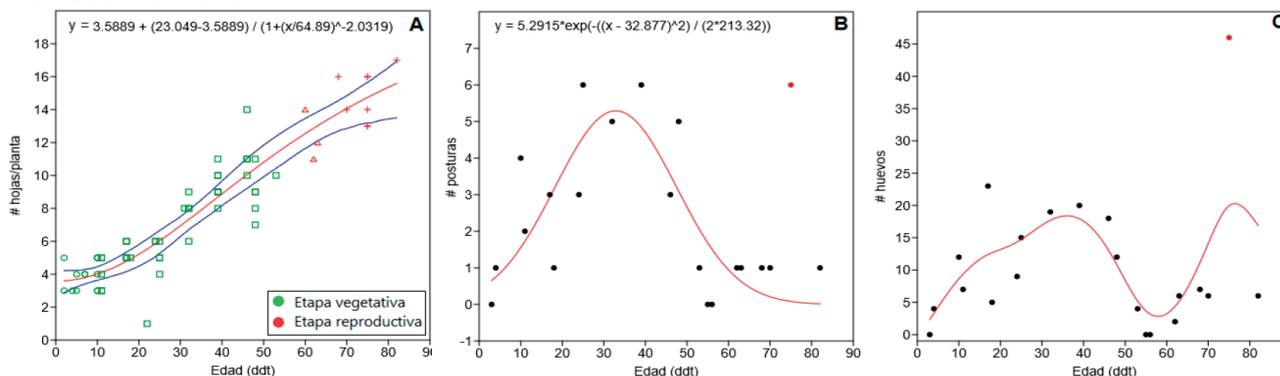


Figura 2. Modelos de regresión no lineal para la estimación de la relación entre el crecimiento de la planta y la preferencia de oviposición. A, crecimiento de la planta en términos de número de hojas y el tiempo; B, número de posturas y edad de la planta; C, número de huevos y edad de la planta.

De esta manera, entender la respuesta de las hembras a los estímulos semioquímicos emitidos por las planta en sus diferentes estados fenológicos, permitiría explorar estrategias de camuflaje químico para desestimular la oviposición, tal como se ha demostrado recientemente en la preferencia de oviposición de *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758)³².

Identificar la preferencia de las hembras de *L. aripa* para depositar sus huevos dentro de un cultivo comercial de brócoli, resulta útil para el agricultor y sugiere que debería apuntar los esfuerzos de control de este lepidóptero en esta etapa de desarrollo de la planta. Algunas especies de las familia Pieridae presentan comportamiento gregario y sus daños suelen ser localizados, devorando plantas completas y con poco desplazamiento hacia plantas sanas³³. De esta manera, un manejo efectivo de los estados inmaduros de *L. aripa* en los focos de aparición en el cultivo, podría ayudar a mantener la población por debajo de los niveles de daño económico. Adicionalmente, además de la preferencia de oviposición por el estado juvenil, las hembras podrían también hacerlo en plantas en estado de pella, es decir, a punto de ser cosechadas; esto puede generar la detección de inmaduros de *L. aripa* cuando se tienen procesos de lavado deficientes en poscosecha.

En los cultivos de la region, se ha observado recurrentemente aplicaciones para el control de plagas y enfermedades de forma periódica o calendario. Los resultados de este trabajo por su parte, podrían ayudar a evitar gastos innecesarios en insumos y mano de obra para control *L. aripa* en los cultivos de brócoli con generaciones traslapadas. Esto ayudaría a mejorar la inocuidad del producto final en el mercado, la disminución de trazas químicas y contribuir a la salud de los consumidores y empleados encargados del control de plagas en los cultivos.

Conclusiones

Las hembras de *Leptophobia aripa* pueden realizar posturas en cualquier edad o estado fenológico de la planta, pero con preferencia por plantas jóvenes, cuando tienen todas las etapas fenológicas a su disposición, lo cual coincide con la teoría de oviposición óptima o hipótesis de preferencia-desempeño, para incrementar la supervivencia de su progenie. Este hallazgo sugiere la importancia de enfocar los esfuerzos de control en etapas fenológicas específicas, lo que permitiría reducir rápidamente la población de la especie y evitar pérdidas económicas en el cultivo. Esto podría contribuir a reducir el uso innecesario de insecticidas y los gastos asociados, mejorando la inocuidad del producto final y promoviendo la salud de los consumidores y los trabajadores encargados del control de plagas.

Contribuciones de los autores

Conceptualización, Carlos E. Giraldo; metodología, Carlos E. Giraldo; recopilación de datos, José J. Murillo; curación de datos, José M. Murillo; software, Carlos E. Giraldo; análisis formal, Carlos E. Giraldo; redacción — preparación del borrador original, José J. Murillo; redacción — revisión y edición final del manuscrito, Carlos E. Giraldo. Ambos autores han leído y aceptado la versión publicada

Financiamiento

Este trabajo se realizó con recursos de la granja Integral la LORMA y sus propietarios y se publicó con el apoyo de la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Católica de Oriente

Conflictos de Interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias bibliográficas

1. FAO STAT. (2022). Food & Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
2. Jaramillo, Jorge, Aguilar, P., Valencia, C., Saldarriaga, A., Martínez, A., Forero, C., Arguello, O., & Franco, G. (2016). Modelo tecnológico para el cultivo de brócoli en el departamento de Antioquia Brassica oleracea L. var. Itálica. In Modelo tecnológico para el cultivo de brócoli en el departamento de Antioquia Brassica oleracea L. var. Itálica.
3. Ramírez, S. I. C., & Ruiz, A. L. R. (2013). Economía informal en el altiplano del Oriente antioqueño, Colombia. *Lebret*, (5), 187-210.
4. Bustillo, P. A., & Gutiérrez, B. D. (1975). Ciclo de vida de *Leptophobia aripa* (Boisduval) (Lepidoptera: Pieridae) plaga del repollo y la col. *Rev. Colomb. Entomol*, 1, 1-5.
5. Garwood K., Huertas B., Ríos-Málaver I.C., Jaramillo J.G. (2021). Mariposas de Colombia Lista de chequeo/Checklist of Colombian Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea). *BioButterfly Database*. V1. 300 pp. Disponible en / Available at <http://www.butterflycatalogs.com>
6. Bravo, A. V., Velez, P. D., & Echeverri, M. I. W. (2009). Mariposas del parque ecológico Piedras Blancas: Guía de campo. Comfenalco.
7. Bautista, M.N., & Véjar C.G. (1999) Lepidópteros más comunes en las hortalizas. In: Plagas y enfermedades de hortalizas en México. 205-232 pp. Anaya, R. S. y Romero, R. J. (eds.) Editorial Trillas, México.
8. Sermeño-Chicas, J. M., & Pérez, D. (2015). Descripción del ciclo biológico de la mariposa del repollo *Leptophobia aripa* (Boisduval, 1836) (Lepidoptera: Pieridae) en El Salvador. *Biotoma* (San Salvador) 3(34): 7-14
9. Jácome C. (2001). Acercamiento a la problemática de plagas en el valle del chota. Ecuador. Proyecto Manrecur II, 59pp.
10. Pérez, A., Moreno-Elcure, F., Sánchez, J., Arias-Penna, D. C., & Sarmiento-Monroy, C. E. (2012). Registro de conura sp. grupo *immaculata* (hymenoptera: Chalcididae) parasitando *leptophobia aripa* (lepidoptera: Pieridae) en *brassica oleracea* var. *italica*. *Entomotropica*, 27(2). [https://doi.org/10.1016/0168-9452\(94\)90025-6](https://doi.org/10.1016/0168-9452(94)90025-6).
11. Renwick, J. A. A. (1994). Host-plant selection by phytophagous insects. *Plant Science*. [https://doi.org/10.1016/0168-9452\(94\)90025-6](https://doi.org/10.1016/0168-9452(94)90025-6)
12. Jones R. (1977). Patrones de movimiento y distribución de huevos en las mariposas de la col. *Animal Ecol* 46: 195 – 212
13. Singer, M., & Parmesan, C., (1993). Sources of variation in patterns of plant insect association. *Nature* 361: 251-253.
14. Reich, P., & Downes B., (2003). Experimental evidence for physical cues involved in oviposition site selection of lotic hydrobiosid caddis flies. *Oecologia* 136:465-475
15. Salinas P, & Briceño, A. (1979). Estudio preliminar del gusano verde del repollo *Pieris aripa* Boisduval. IV Congreso Venezolano de Entomología. Araure, Resúmenes, p. 25.
16. Salazar, E.R., & Araya, J.E. (2001). Tomato moth *Tuta absoluta* (Meyrick) response to insecticides in Africa. *Agricultura Técnica*, 61 (4), 429-435.

17. Silva, W.M., Berger, M., Bass, C., Balbino, V.Q., Amaral, M.H., Campos, M.R., & Siqueira, H.A. (2015). Status of pyrethroid resistance and mechanisms in Brazilian populations of *Tuta absoluta*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 122, 8-14.
18. Roditakis, E., Vasakis, E., García-Vidal, L., del Rosario Martínez-Aguirre, M., Rison, J.L., Haxaire-Lutun, M.O., & Bielza, P. (2018). A four-year survey on insecticide resistance and likelihood of chemical control failure for tomato leaf miner *Tuta absoluta* in the European/Asian region. *Journal of Pest Science*, 91(1), 421-435.
19. Holdridge, L.R. (1967). *Life zone ecology*. San José, Costa Rica: Tropical Science Center
20. Syngenta. (2018). Brócoli híbrido Mónaco. Recuperado el 9 de mayo de 2022. Disponible en: <https://www.syngenta.com.co/product/seed/broccoli/monaco>
21. Flores, J., Ojeda-Bustamante, W., López, I., Rojano, A., & Salazar, I. (2007). Requerimientos de riego para tomate de invernadero. *Terra Latinoamericana*, 25(2), 127-134.
22. Gutiérrez RM, Vásquez MJ. (2014). Caracterización de las etapas de desarrollo de coliflor (*Brassica oleracea* L. var *botrytis* L.) y brócoli (*Brassica oleracea* L. var *italica* Plenck.) en Rionegro, Antioquia (bh-MB) [trabajo de grado] [Medellín]: Universidad Nacional de Colombia.
23. Tukey, J. W. (1949). Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*, 99-114. 99.doi:10.2307/3001913.
24. Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*. 19: 716-723.
25. Hammer, Ø., Harper, D.A., & Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1-9. DOI: 10.1016/j.bcp.2008.05.025.
26. Jaenike, J. (1978). On optimal oviposition behavior in phytophagous insects. *Theoretical population biology*, 14(3), 350-356.
27. Gripenberg, S., Mayhew, P. J., Parnell, M., & Roslin, T. (2010). A meta-analysis of preference-performance relationships in phytophagous insects. *Ecology letters*, 13(3), 383-393.
28. Chen, Y., Lin, C. Wan, C. Yeh, & Hwang. (2004). Response of two *Pieris* (Lepidoptera: Pieridae) species to fertilization of a host plant. *Zoological Studies* 43: 778-786.
29. Hooks, C. & M. Johnson. (2001). Broccoli growth parameters and level of head infestations in simple and mixed plantings: Impact of increased flora diversification. *Ann. Appl. Biol.* 138: 269-Holdridge, L.R. (1967). *Life zone ecology*. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.
30. Lastra, J. A. S., Barrios, L. E. G., Rojas, J. C., & Rivera, H. P. (2006). Host selection behavior of *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae). *Florida Entomologist*, 89(2), 127-134.
31. Hern, A., G. Edwards & Mckinlay. (1996). A re-view of the pre-oviposition behavior of the small cabbage white butterfly, *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae). *Ann. Appl. Biol.* 128.
32. Bui, T. N. T., Himanen, S. J., & Holopainen, J. K. (2021). Environmentally acquired chemical camouflage affects *Pieris brassicae* L. host plant selection and orientation behaviour of a larval parasitoid. *Arthropod-Plant Interactions*, 15(3), 299-312.
33. Anento, J., & Selfa, J. (1997). Plagas agrícolas y forestales. In *Los artrópodos y el hombre*. Bol. S.E.A. (Vol. 20, Issues 75-91).