



# Fluctuación poblacional de insectos fitófagos en kale *Brassica oleracea* var. *sabellica* L. (Brassicaceae) en Guanajuato, México

## Population fluctuation of phytophagous insects in kale, *Brassica oleracea* var. *sabellica* L. (Brassicaceae) in Guanajuato, Mexico

CINTHIA MARTÍNEZ-SÁNCHEZ<sup>1</sup> CESAR L. AGUIRRE-MANCILLA<sup>1</sup>  
 CARLOS A. FLORES-GÓMEZ<sup>1</sup> BLANCA E. GONZÁLEZ-PACHECO<sup>2</sup>  
 TEOLINCACIHUATL ROMERO-ROSALES<sup>3</sup>  
 J. GABRIEL RAMÍREZ-PIMENTEL<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México, Celaya, México. [cn.martinez@outlook.com](mailto:cn.martinez@outlook.com), [cesar.am@roque.tecnm.mx](mailto:cesar.am@roque.tecnm.mx), [carlos.fg@roque.tecnm.mx](mailto:carlos.fg@roque.tecnm.mx), [juan.rpl@roque.tecnm.mx](mailto:juan.rpl@roque.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Laboratorio AG S.A. de C.V. Diagnóstico, Investigación, Servicio y Desarrollo, Celaya, México. [laboratoriocelaya@gmail.com](mailto:laboratoriocelaya@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Guerrero, Guerrero, México. 8481, [18029@uagro.mx](mailto:18029@uagro.mx)

### \* Autor de correspondencia

J. Gabriel Ramírez-Pimentel. Tecnológico Nacional de México/I.T. de Roque, km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C.P. 38110, Celaya, Gto. México. [juan.rpl@roque.tecnm.mx](mailto:juan.rpl@roque.tecnm.mx)

### Citación sugerida

Martínez-Sánchez, C., Aguirre-Mancilla, C. L., Flores-Gómez, C. A., González-Pacheco, B. E., Romero-Rosales, T., & Ramírez Pimentel, J. G. (2026). Fluctuación poblacional de insectos fitófagos en kale *Brassica oleracea* var. *sabellica* L. (Brassicaceae) en Guanajuato, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 52(1), e14259. <https://doi.org/10.25100/socolen.v52i1.14259>

Recibido: 04-Jul-2024

Aceptado: 04-Nov-2025

Publicado: 05-Jun-2026

Editor temático: Alex Bustillo, CENIPALMA, Bogotá, Colombia.

Revista Colombiana de Entomología

ISSN (Print): 0120-0488

ISSN (On Line): 2665-4385

<https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co>

Open access



BY-NC-SA 4.0  
[creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Publishers: Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN (Bogotá, D. C., Colombia)

<https://www.socolen.org.co>

Universidad del Valle (Cali, Colombia)

<https://www.univalle.edu.co>

**Resumen:** el kale o col rizada, considerado como superalimento, es un cultivo en expansión y su producción requiere el análisis agronómico completo e interacciones en los agroecosistemas; en el presente estudio se analizó la dinámica poblacional de insectos fitófagos asociados al cultivo de kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*), con el propósito de determinar su fluctuación, identificar las especies más relevantes y su relación con el rendimiento. La investigación se desarrolló en la comunidad de Soria, Comonfort, Guanajuato, México, bajo un sistema de producción agroecológica. Se muestrearon 36 plantas de la variedad “chino” en 14 fechas de evaluación, entre los 15 y 120 días después del trasplante. Se identificaron nueve especies fitófagas de los órdenes Hemiptera, Lepidoptera y Coleoptera, entre las que destacaron *Myzus persicae*, *Lipaphis erysimi*, *Murgantia histrionica*, *Leptophobia aripa*, *Trichoplusia ni*, *Plutella xylostella*, *Evergestis rimosalis*, *Diabrotica undecimpunctata* y *D. balteata*. Las mayores poblaciones se observaron en las larvas de Lepidoptera entre los 88 y 120 días después del trasplante. Los análisis de regresión revelaron una correlación negativa significativa entre la presencia de *L. aripa* y *E. rimosalis* con el rendimiento ( $r > 0,83$ ;  $p < 0,05$ ), con impacto directo sobre la producción y calidad comercial del kale. Las especies *P. xylostella* y *T. ni* presentaron fluctuaciones irregulares. Los resultados enfatizan la necesidad de ajustar la frecuencia y el momento del corte de hojas como parte de un manejo integrado de plagas, clave para reducir la presión de insectos fitófagos y promover la sostenibilidad en la producción de hortalizas de hoja.

**Palabras clave:** Coleóptera, crucíferas, identificación, Lepidóptera, pulgones, registro, rendimiento.

**Abstract:** Kale is considered as a superfood, and it is a crop in expansion, so its production requires to analyze all the agronomic considerations and interactions within agroecosystems; in the present study, the population dynamics of phytophagous insects associated with kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*) cultivation was analyzed, aiming to determine their fluctuation, identify the most relevant species, and relationship with yield. The research was conducted in the Soria community, municipality of Comonfort, Guanajuato, Mexico, under an agroecological production system. A total of 36 plants of the “chino” variety were sampled on 14 evaluation dates, between 15 and 120 days after planting. Nine phytophagous species belonging to the orders Hemiptera, Lepidoptera, and Coleoptera were identified, among which *Myzus persicae*, *Lipaphis erysimi*, *Murgantia histrionica*, *Leptophobia aripa*, *Trichoplusia ni*, *Plutella xylostella*, *Evergestis rimosalis*, *Diabrotica undecimpunctata*, and *D. balteata* stood out. The highest population densities were observed in Lepidoptera larvae, particularly during the evaluations between 88 and 120 days after transplanting. Regression analyses revealed a negative correlation between the presence of *L. aripa* and *E. rimosalis* and yield ( $r > 0.83$ ;  $p < 0.05$ ), with direct impact on the production and commercial quality of kale. Conversely, *P. xylostella* and *T. ni* showed irregular fluctuations. The results emphasize the necessity of adjusting the frequency and timing of leaf harvesting as part of an integrated pest management strategy, key to reduce the pressure from phytophagous insects and promoting sustainability in leafy vegetable production.

**Keywords:** Aphids, Coleoptera, crucifers, identification, Lepidoptera, records, yield.

## Introducción

El kale o col rizada, forma parte del grupo *Brassica oleracea* L. (Brassicaceae), aunque no forma una cabeza o florete como el brócoli o la coliflor, su follaje varía en color de verde oscuro a morado, es considerada un super alimento debido a sus componentes fitoquímicos, debido a que aporta vitamina A, vitamina C, vitamina K, hierro, calcio, magnesio y compuestos fitoquímicos como glucosinolatos y carotenoides esenciales para la salud humana (Samec et al., 2019). En México, se registra una superficie sembrada en 2022 de 19 ha solo en la región de El Bajío (Martínez-Castillo, et al., 2022).

El cultivo de la col rizada se ha popularizado recientemente en EE. UU., por lo que la demanda para consumo supera los rendimientos productivos y tienen que importarla de países como China y México, país que se encuentra en séptimo lugar como exportador de col rizada a EE. UU. (Tridge, 2022). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), los insectos fitófagos y las enfermedades reducen de un 20 % a 40 % la producción de los cultivos lo que causa serias repercusiones para los agricultores en todo el mundo, sobre todo a los pequeños productores del mundo en desarrollo (FAO, 2022).

Algunos de los insectos fitófagos de importancia que se registran en el cultivo del brócoli que pueden ser consideradas como plagas para cultivo del kale son: *Brevicoryne brassicae* L., 1758 (Hemiptera: Aphididae), que con un número elevado de insectos reduce el rendimiento del cultivo entre un 34 % y un 62 % (Pal & Singh, 2013); *Tricoplusia ni* Hübner, 1803 (Lepidoptera: Noctuidae), oruga defoliadora que causa severos daños y puede formar un complejo de defoliadores debido a que aparece al mismo tiempo que otras larvas defoliadoras de las crucíferas como *Pieris rapae* L., 1758 (Lepidoptera: Pieridae) y *Helicoverpa armigera* Hübner, 1808 (Lepidoptera: Noctuidae) (Capinera, 2005), por nombrar algunas.

En razón a lo anterior, la producción de kale se ve limitada a la falta de asistencia técnica personalizada con respecto al conocimiento de los insectos fitófagos que pueden afectar el cultivo. Hasta cierto punto, se desconoce la presencia y daño no cuantificado que los insectos fitófagos y su comportamiento en condiciones específicas del estado de Guanajuato. Por lo antes mencionado, el objetivo de esta investigación fue identificar los insectos fitófagos más importantes en el cultivo del kale, así mismo, evaluar la fluctuación de los insectos fitófagos en el cultivo, y evaluar la relación entre las poblaciones de insectos fitófagos y el rendimiento del kale en una parcela de producción agroecológica en Comonfort, Guanajuato.

## Materiales y métodos

**Ubicación de la zona de muestreo.** La parcela de producción de kale está ubicada dentro del Huerto Agroecológico Soria Viva (20°40'05"N y 100°45'08"E, 1850 m s.n.m.), en la comunidad de Soria, Comonfort, Guanajuato. La variedad de kale empleada fue "verde o chino". La semilla se sembró el 27 de abril de 2022, y la plántula se trasplantó el 30 de mayo en dos parcelas. Cada parcela estaba conformada por cuatro surcos distanciados a 60 cm, cada surco contó con 36 plantas

en un arreglo en *zig-zag*. La aplicación de abonos orgánicos no excedió los 170 kg/ha de nitrógeno total en promedio durante el ciclo de cultivo.

**Recolección de insectos.** Quince días después del trasplante (15 ddt) se inició la recolección de insectos que se presentaron durante el desarrollo del cultivo mediante muestreo combinado de cinco de oros y *zig-zag* (Jiménez, 2009). Las plantas que se seleccionaron se revisaron minuciosamente desde el cuello de la raíz hasta el ápice. Los insectos recolectados se conservaron en viales de plástico con alcohol al 70 %, separados por morfotipo. En el caso de las larvas de lepidópteros, estas se colectaron en recipientes de plástico ventilados con tela de gasa ("manto cielo") para asegurar su respiración; en su interior incluyeron hojas de kale como sustrato alimenticio (Ross, 1973). Finalmente, se determinó el estado de desarrollo de todos los insectos fitófagos registrados.

Los insectos recolectados en el cultivo de kale fueron analizados con un microscopio estereoscopio Carl Zeiss. Para la documentación fotográfica, se utilizó una cámara con un sensor de 40 MP (Super Spectrum f/1,8) un sensor ultra angular de 16 MP (f/2,2) y un sensor teleobjetivo de 8 MP (zoom 3X, OIS, f/2,4). La mitad de las larvas de lepidóptera se preservaron para su identificación inmediata. La otra mitad se mantuvo vivas en recipientes de plástico ventilados con tela de gasa ("manto cielo"); a estas se les proporcionó follaje de kale como alimento para completar su ciclo de vida hasta la etapa adulta y facilitar así una identificación taxonómica más precisa.

**Identificación de insectos.** La identificación de insectos se realizó con claves taxonómicas y comparación con literatura (Bustillo & De Gutiérrez, 1975; Capinera, 2002; Harcourt, 1963; Hidayat et al., 2019; Lecrome et al., 2004; Talekar & Shelton, 1993; Vail et al., 1991).

**Análisis de datos.** Se evaluó el daño foliar en a las hojas cosechadas y se cuantificó el rendimiento del cultivo en presencia de larvas de lepidópteros. La relación entre el número de larvas y el número de hojas por planta se analizó mediante los siguientes procedimientos estadísticos: primero, la normalidad de la distribución de los datos se verificó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Moráquez et al., 2015); posteriormente, dada la probable falta de normalidad, se determinó la asociación entre estas variables utilizando el coeficiente de correlación de Spearman. Finalmente se realizó un análisis de regresión lineal para modelar dicha relación. Todos los cálculos se ejecutaron utilizando los paquetes estadísticos R-tools y Statistical Analysis System (SAS®) versión 9.0.

## Resultados y discusión

**Prevalencia de insectos fitófagos en *Brassica oleracea* var. *sabellica* L.** Por pertenecer a la familia Brassicaceae, el cultivo de kale comparte algunas especies de lepidópteros plaga con otros miembros de la misma familia, como el brócoli y la col. En la Tabla 1 se puede observar el porcentaje de incidencia de insectos plaga registrados en el cultivo de kale en Comonfort, Gto., durante el ciclo de cultivo abril-septiembre de 2022. La mayor parte de la población de hemípteros se registró a partir de los 49 días después del trasplante (ddt). Por

su parte, la población de coleópteros mostró una gran variabilidad durante el ciclo y no alcanzó niveles representativos como para ocasionar daños considerables. Por el contrario, la población de lepidópteros experimentó un incremento considerablemente a partir de los 73 ddt, lo que resultó en daños severos al cultivo.

**Tabla 1.** Ordenes de insectos fitófagos registrados en el cultivo de kale durante los meses de abril a septiembre de 2022.

Días (ddt)	Promedio de insectos por orden taxonómico		
	Hemiptera	Coleoptera	Lepidoptera
15	26	2,3	5,0
22	13,5	1,5	0,3
29	8	3,3	2,7
42	12	2,5	17,0
49	15,5	4,0	21,0
56	15,5	6,0	17,0
66	42,5	1,3	23,7
73	72,5	2,3	33,7
80	70	2,0	93,7
88	97	1,0	230,0
97	72	1,5	344,3
105	141	1,5	316,7
111	204,5	1,3	397,3
120	311	4,5	526,7
Total	1.101	34,75	2.029
Pico máximo	311,0	6,0	526,7
Promedio (± DE)	≈83,5	≈2,5	≈144,9

Nota: ddt= días después del trasplante. DE = Desviación Estándar

El daño ocasionado por insectos del orden Lepidoptera fue significativamente más severo en comparación con el de los órdenes Coleoptera y Hemiptera. De hecho, la presión de la plaga fue tan alta que obligó a concluir el ciclo del cultivo de kale dos meses antes de lo previsto.

Los lepidópteros se caracterizan por presentar metamorfosis completa (huevo, larva, pupa y adulto), siendo la fase larval la que causa el mayor daño a los cultivos, ya que las larvas se alimentan de manera voraz de hojas, tallos y otros tejidos (Capinera, 2002; Reyes, 2019).

Las condiciones ambientales de la región pueden favorecer la prevalencia de estas plagas. El estado de Guanajuato presenta una diversidad de climas, donde el clima templado subhúmedo (como el presente en la zona de estudio), junto con temperaturas promedio altas (alrededor de 30 °C en mayo y junio) (INEGI, 2024), crean un ambiente propicio para el desarrollo de insectos fitófagos.

Este escenario se ve agravado por los efectos del cambio climático. El aumento de las temperaturas y la alteración de los patrones de lluvia pueden convertir insectos que antes se consideraban plagas secundarias en problemas de importancia económica, al favorecer su crecimiento poblacional, dispersión y daño a los cultivos (Adunola et al., 2021). Adicionalmente,

el aumento del dióxido de carbono en la atmósfera altera la fisiología de las plantas. Al absorber más CO<sub>2</sub>, la relación carbono-nitrógeno en sus tejidos se desbalancea, lo que puede incrementar la tasa de alimentación de los insectos herbívoros y ampliar su rango de hospederos.

**Identificación de insectos fitófagos en *Brassica oleracea* var. *sabellica* L.** Se identificaron insectos fitófagos asociados al cultivo de *Brassica oleracea* var. *sabellica* L. (kale) durante el ciclo abril-octubre de 2022 en Soria, Comonfort, Guanajuato. La comunidad de insectos registrada estuvo representada por tres géneros del orden Hemiptera, cuatro géneros del orden Lepidoptera y dos géneros del orden Coleóptera.

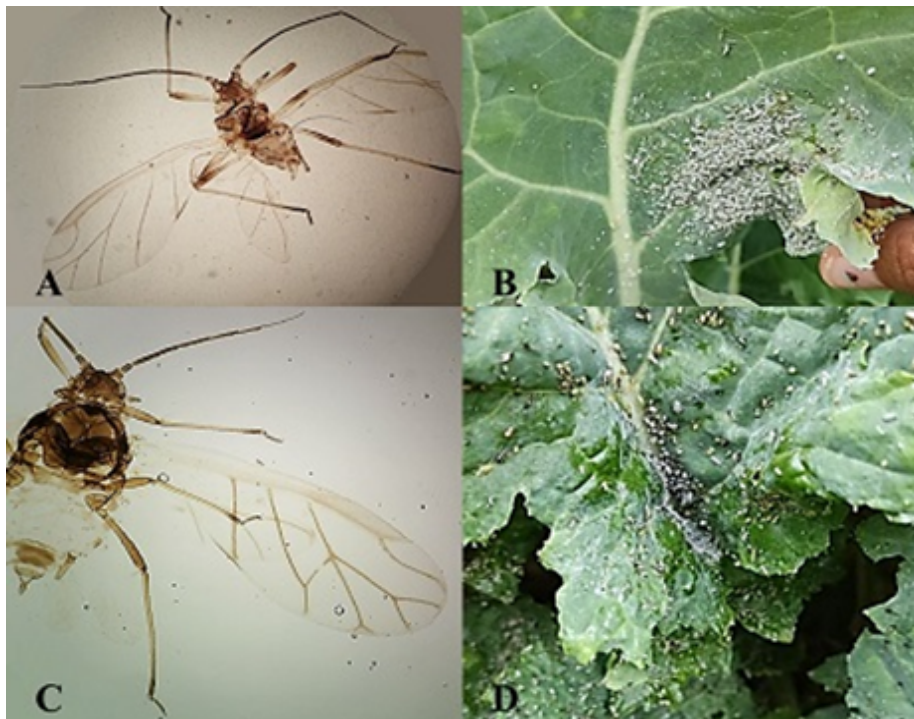
Se identificaron las siguientes especies de insectos fitófagos asociados al cultivo kale:

- Hemiptera: Aphididae
  - *Myzus persicae* Sulzer, 1776 (Figura 1 A-B)
  - *Lipaphis erysimi* Kalténbach, 1843 (Figura 1 C-D)
- Hemiptera: Pentatomidae
  - *Murgantia histrionica* Hahn, 1834 (Figura 2 N-Ñ)
- Lepidoptera: Noctuidae
  - *Trichoplusia ni* Hübner, 1803 (Figura 2A-C)
- Lepidoptera: Plutellidae
  - *Plutella xylostella* Linnaeus, 1758 (Figura 2D-F)
- Lepidoptera: Pieridae
  - *Leptophobia aripa* Boisduval, 1836 (Figura 2G-I)
- Lepidoptera: Crambidae:
  - *Evergestis rimosalis* Guenée, 1854 (Figura 2J-L)
- Coleoptera: Chrysomelidae
  - *Diabrotica undecimpunctata* Mannerheim, 1843 (Figura 2O-P)
  - *Diabrotica balteata* LeConte, 1865 (Figura 2Q)

Estas especies han sido reportadas previamente como plagas del cultivo de col (*Brassica oleraceae*) y brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), causando daños considerables en la región de El Bajío, México (Barrios et al. 2004; Marín & Bújanos, 2001).

Los insectos fitófagos de mayor importancia en el cultivo de kale, debido al daño severo causado al follaje fueron palomilla blanca de la col (*L. aripa*), gusano rayado de la col (*E. rimosalis*), falso medidor (*T. ni*) y palomilla dorso de diamante (*P. xylostella*). La presencia de estas plagas se registró desde el trasplante hasta el final del ciclo. El nivel de daño se incrementó progresivamente en el desarrollo del cultivo hasta que la infestación obligó a su terminación anticipada. Las densidades poblacionales máximas registradas que motivaron a esta decisión fueron: 90 larvas/planta de *L. aripa*, 35 larvas/planta de *E. rimosalis*, 2,28 larvas/planta *T. ni* y 4,3 larvas/planta de *P. xylostella*. Por otra parte, los pulgones presentaron densidades variables: el pulgón verde (*M. persicae*) alcanzó 10,93 individuos/planta, mientras que el pulgón de la mostaza (*L. erysimi*) registró 96,35 individuos/planta. Sus poblaciones no fueron constantes, mostrando fluctuaciones atribuidas a las lluvias ocurridas durante el periodo.

Finalmente, los insectos *D. balteata*, *D. undecimpunctata* y *M. histrionica* se presentaron de manera ocasional y esporádica durante el ciclo del cultivo, sin alcanzar niveles de daño significativos.



**Figura 1.** A-B. *Myzus persicae* (pulgón verde). A. Montaje del adulto alado. B. Colonia del pulgón verde en campo.; C-D. *Lipaphis erysimi* (pulgón de la mostaza). C. Montaje del adulto alado. D. Colonia del pulgón de la mostaza en campo.

#### Fluctuación poblacional de insectos fitófagos: Hemípteros.

A los 15 días después del trasplante (ddt), la densidad poblacional de *M. persicae* fue de 2,5 adultos alados y 0,7 adultos ápteros por planta (Figura 3A). En contraste, *L. erysimi* registró 1,1 adulto alado y 0,9 adulto áptero por planta en la misma fecha (Figura 3B). La rápida colonización de *M. persicae* pudo deberse a la ubicación de la parcela, circundada por otros cultivos de brasicáceas, hervas aromáticas y solanáceas que también poseen un manejo agroecológico y que pueden actuar como reservorios (Davis et al., 2000).

La población del pulgón verde mostró una disminución a los 22, 29, 42, y 49 ddt, con densidades de 0,4 y 0,7 adultos ápteros y alados por planta en promedio. Sin embargo, a los 66 ddt se registró un incremento de 2,2 adultos ápteros y 2,6 adultos alados por planta (Figura 3A). Este patrón de fluctuación observado durante todo el ciclo del cultivo pudo deberse a la influencia de la temporada de lluvias y los cambios de temperatura característicos de la región de Comonfort.

La población del pulgón de la mostaza se observa en la Figura 3B se mantuvo en niveles bajos y constantes entre los 22 y 56 ddt. No obstante, a partir de los 66 ddt inició un incremento sostenido, alcanzando su pico máximo a los 120 ddt con 49,5 adultos ápteros y 10,2 adultos alados por planta (Figura 3B). A pesar de estas altas densidades, la infestación no se tradujo en daño económico significativo al cultivo, lo cual concuerda con lo reportado en otros estudios sobre fluctuación poblacional de esta especie (Barrios et al., 2004; Mujica et al., 2009).

Por otra parte, solo se observaron tres adultos de *M. histrionica* durante todo el ciclo del cultivo. Su baja incidencia pudo deberse a la configuración del huerto agroecológico, el cual alberga diversas parcelas de crucíferas (col, brócoli, mostaza).

Esta diversidad pudo actuar como un sistema de cultivos trampa alrededor de la parcela de kale, atrayendo y capturando la población de este insecto, como se ha documentado previamente (Hokkanen, 1991).

**Lepidópteros.** La población de *L. aripa* se mantuvo baja durante las primeras semanas después del trasplante registrando un promedio de 0,70 larvas por planta en el primer muestreo (15 ddt). Entre los 42 y 73 ddt la densidad larval fluctuó entre 1,2 y 3,7 larvas por planta. Posteriormente, a partir de los 80 ddt la población experimentó un incremento sostenido hasta el final del ciclo (120 ddt), donde alcanzó su pico máximo con un promedio de 93,5 larvas por planta (Figura 4A).

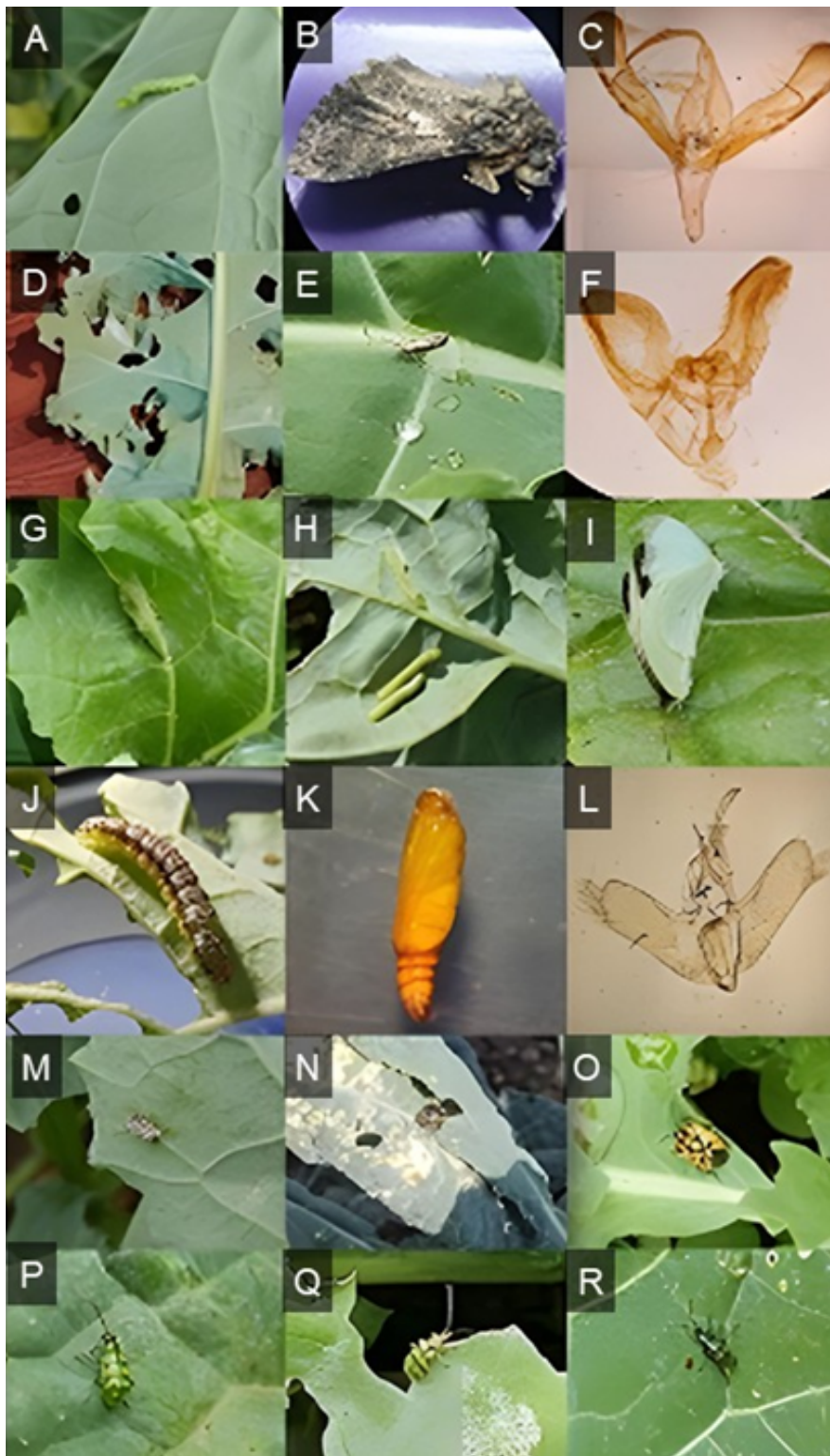
El daño más severo fue ocasionado por las larvas. Desde su emergencia, estas iniciaron una alimentación voraz que causó daños progresivos en el tejido foliar los cuales se intensificaron a medida que avanzaron en sus estadios larvales. Incluso una sola larva puede causar un daño significativo en la planta (Murillo & Giraldo, 2023).

La población de *T. ni*, presentó una densidad promedio inferior a una larva por planta durante todo el ciclo de cultivo, con registros altamente variables a lo largo de los 120 días (Figura 4B). Esta especie está catalogada como un defoliador de brasicáceas. El daño es causado por las larvas que en sus estadios tempranos roen el parénquima foliar, dejando intacta la epidermis del haz, lo que confiere una apariencia de mancha blanca. En estadios avanzados, las larvas consumen la hoja por completo, afectando severamente la calidad comercial del producto (Shrestha et al., 2019; Vail et al., 1991).

Por otra parte, *P. xylostella*, otra plaga representativa de las brasicáceas, también se encontró en el cultivo de kale. La

primera aparición de sus larvas se registró a los 49 ddt, con un promedio de una larva por planta. Hacia el final del ciclo (120 ddt), la densidad promedio fue de tres larvas por planta (Figura 4C). La baja incidencia de esta plaga pudo deberse

a las estrategias de control implementadas en la región para cultivos como brócoli y la col. No obstante, la terminación anticipada del cultivo de kale impidió un potencial incremento poblacional de esta especie.

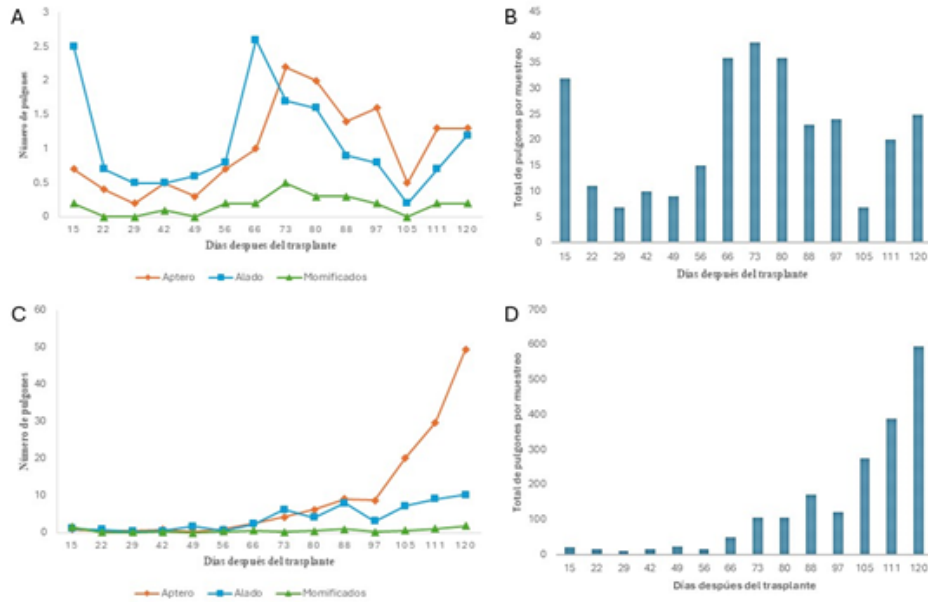


**Figura 2.** Insectos fitófagos registrados en el cultivo de kale en Comonfort, Guanajuato. **2A-C.** *Trichoplusia ni* (falso medidor). **A.** Larva. **B.** Adulto. **C.** Genitalia macho. **2D-F.** *Plutella xylostella* (dorso de diamante). **D.** Pupa. **E.** Adulto. **F.** Genitalia macho. **2G-I.** *Lophophobia aripa* (palomilla blanca de la col). **G.** Larva. **H.** Pupa. **I.** Adulto. **2J-L.** *Evergestis rimosalis* (gusano rayado de la col). **J.** Larva. **K.** Pupa. **L.** Genitalia macho. **2M-O.** *Murgantia histrionica* (chinche arlequín). **M.** Huevecillo. **N.** Ninfa. **O.** Adulto. **2P-Q.** *Diabrotica balteata*. **2R.** *Diabrotica undecimpunctata*.

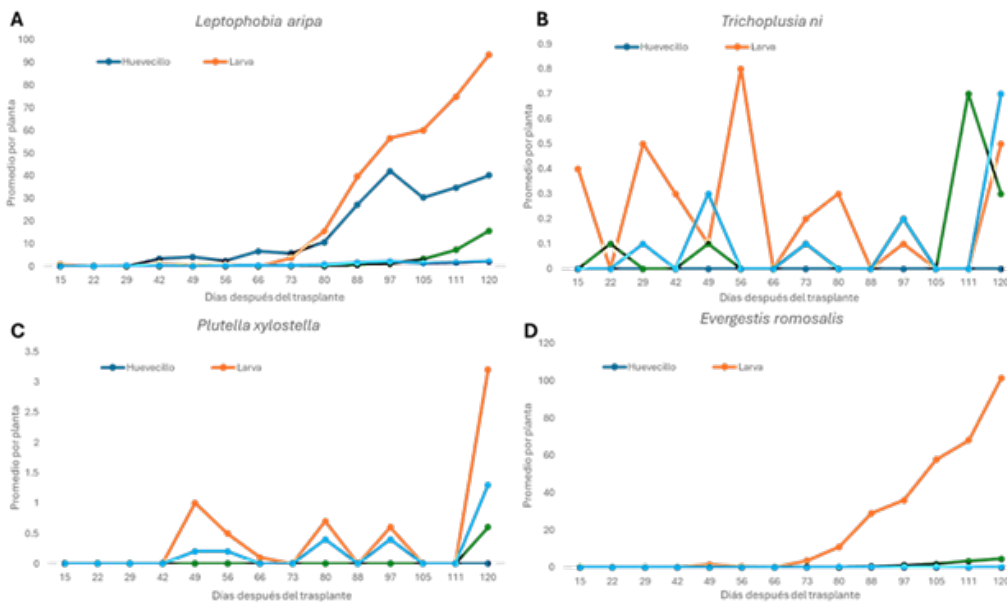
En plantas de kale rezagadas se encontró el daño característico de las palomillas dorso de diamante, que consiste en perforaciones foliares que dejan el tejido epidérmico intacto, semejando ventanas transparentes (Philips et al., 2014; Rodríguez et al., 1997; Shrestha et al., 2019).

Por otra parte, la plaga conocida como el gusano rayado de la col (*E. rimosalis*) se detectó a los 73 ddt con una densidad promedio de 3,5 larvas por planta. Su población aumentó pro-

gresivamente hasta alcanzar un promedio de 101,2 larvas por planta al final del ciclo de cultivo (Figura 4D). Este insecto, también es conocido como gusano de franjas cruzadas, está reportado como plaga de col, brócoli, coliflor y col de Bruselas. El daño causado por las larvas reduce considerablemente la calidad de las crucíferas, ya que perforan las hojas y, en el caso del brócoli y la coliflor, llegan a incrustarse en las flores o cabezas en desarrollo. Su población suele incrementarse en condiciones de clima fresco (Shrestha et al., 2019).



**Figura 3.** Fluctuación de pulgones de ápteros, alados y momificados en el cultivo de kale. 3A-B. *Myzus persicae*. A. Promedio de pulgones por planta. B. Total de pulgones por fecha de muestreo. 3C-D. *Lipaphis erysimi*. C. Promedio de pulgones por planta. D. Total de pulgones por fecha de muestreo.



**Figura 4.** Promedio de larvas por planta. 4A. *Leptophobia aripa* (Boisduval). 4B. *Trichoplusia ni* (Hübner). 4C. *Plutella xylostella* (Linnaeus). 4D. *Evergestis rimosalis* (Guenée).

**Coleópteros.** La fluctuación poblacional de los coleópteros *D. balteata* y *D. undecimpunctata* no se considera importante para el cultivo de kale, debido a que no superó los cinco individuos por planta (Figura 5A-B). Además, los daños re-

portados por *Diabrotica* spp. en el cultivo de col (Dirección Nacional de Sanidad Vegetal [DGSV], 2020) no se observaron o pasaron desapercibidos debido a la alta población de larvas de lepidópteros.

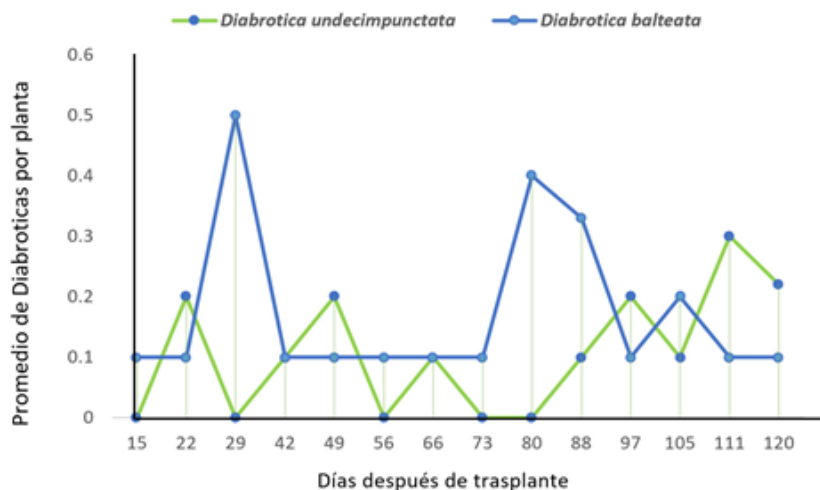


Figura 5. Promedio de *Diabrotica* spp. por planta en el cultivo de kale.

**Relación entre los principales insectos fitófagos y el rendimiento del kale.**

La fase inicial del cultivo de kale en nuestro sistema agroecológico mostró una sólida productividad, promediando 263.87 hojas cosechables por planta durante los primeros tres meses. Este prometedor rendimiento, sin embargo, se vio drásticamente comprometido a partir del cuarto mes, coincidiendo con la proliferación explosiva de larvas de lepidópteros.

Nuestros análisis estadísticos revelaron una conexión directa y alarmante entre el aumento de estas plagas y el colapso en la cantidad de hojas aptas para la comercialización. Específicamente, las orugas de *Leptophobia aripa* y *Evergestis rimosalis* emergieron como los principales responsables de esta disminución productiva.

El modelo de regresión lineal simple evidenció que ambas especies ejercen una fuerte influencia predictiva sobre la cosecha foliar, con coeficientes de determinación (Tabla 2) excepcionalmente altos: 0,8950 para *L. aripa* y 0,8316 para *E. rimosalis*. Esto significa que casi el 90 % de la variabilidad en el rendimiento de hojas puede atribuirse a la densidad de estas poblaciones de orugas.

Esta poderosa relación se consolidó con un coeficiente de correlación de Pearson altamente significativo (Tabla 3), confirmando que la presencia de *L. aripa* y *E. rimosalis* está íntimamente, y negativamente, ligada al volumen de producción. La evidencia es irrefutable: la calidad de la cosecha se ve severamente mermada por el daño foliar de estos insectos, marcando una clara necesidad de intervenir con estrategias de manejo en las etapas finales del cultivo.

Tabla 2. Análisis de regresión lineal entre la producción de hojas (Y) en la parcela agroecológica y el número de larvas de lepidópteros (x) que afectaron al cultivo de kale.

Variable	Formula $y=a+bx$	r2	r2 (adj)	CME
<i>Leptophobia aripa</i>	$Y= 260,13-6,67466x$	0,8950	0,8862	23,037
<i>Trichoplusia ni</i>	$Y=202,91+1,2621x$	0,0251	0,0562	70,195
<i>Plutella xylostella</i>	$Y=227,79-2,2201x$	0,2120	0,1464	63,107
<i>Evergestis rimosalis</i>	$Y=254,4-5,9345x$	0,8316	0,8176	29,171

$y = a + bx$ : fórmula de la recta;  $r^2$ : coeficiente de determinación;  $r^2(adj)$ : coeficiente de determinación ajustado, CME: cuadrado medio del error.

Tabla 3. Correlación de Pearson de las larvas de lepidópteros sobre la producción de hojas en la parcela agroecológica de kale.

	<i>Leptophobia aripa</i>	<i>Trichoplusia ni</i>	<i>Plutella xylostella</i>	<i>Evergestis rimosalis</i>	Producción
<i>Leptophobia aripa</i>	1,00				
<i>Trichoplusia ni</i>	-0,14	1,00			
<i>Plutella xylostella</i>	0,52	0,37	1,00		
<i>Evergestis rimosalis</i>	0,98*	-0,07	0,60	1,00	
Producción	-0,95	0,16	-0,46	-0,91	1,00

(\* Significancia al 5 %,  $p < 0,0001$ )

La drástica caída en la producción de hojas de kale registrada a partir del cuarto mes de cultivo se vincula de manera concluyente con una alta presión poblacional ejercida por las larvas de dos especies de lepidópteros. Nuestros resultados, validados por sólidos análisis de regresión y correlación, establecen a *Leptophobia aripa* y *Evergestis rimosalis* como las principales variables responsables de la merma en el rendimiento. Esta conclusión se alinea con la literatura especializada, la cual frecuentemente reporta que el daño por defoliación o las imperfecciones estéticas inducidas por estas orugas representan un factor limitante crítico que compromete severamente la calidad comercial y la biomasa total en hortalizas del género *Brassica* (Farias et al., 2021). De hecho, se ha documentado que *L. aripa* es una plaga clave en la reducción de la productividad foliar en zonas neotropicales, un patrón de daño similar al observado con el gusano rayado cruzado (*E. rimosalis*) (Murillo, et al., 2023). Por lo tanto, ante el impacto directo y significativo de estas dos especies, y considerando las fluctuaciones impredecibles de otras plagas como *Plutella xylostella* y *Trichoplusia ni*, resulta imperativo integrar un manejo de plagas que priorice la modificación de la técnica de cosecha, optimizando tanto la frecuencia como el momento oportuno de corte de hojas para asegurar la viabilidad económica y la sostenibilidad del sistema agroecológico.

### Conclusiones

En el sistema de producción orgánica del rancho agroecológico, siete fueron insectos fitófagos, potenciales plagas identificados atacando el cultivo de kale en Comonfort, Guanajuato durante el ciclo de cultivo abril-octubre 2022, estas fueron: *Evergestis rimosalis*, *Leptophobia aripa*, *Lipaphis erysimi*, *Myzus persicae*, *Murgantia histrionica*, *Plutella xylostella* y *Trichoplusia ni*. La mayor fluctuación de insectos fitófagos la obtuvieron las larvas de los lepidópteros de *E. rimosalis* y *L. aripa*, mientras que las larvas de *P. xylostella* y *T. ni* estuvieron presentes dentro del ciclo del cultivo, pero el daño no fue significativo. Por lo tanto, el rendimiento de hojas cosechadas se vio afectado por las poblaciones de las larvas de lepidópteros, y esto las convierte en las principales plagas potenciales que pueden afectar considerablemente al cultivo de kale.

Se agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación de México (SECIHTI), por el apoyo recibido a CMS.

### Referencias

- Adunola, M. P., Fayeun, L. S., & Fadara, A. B. (2021). Impact of climate change on armyworm infestation on maize in Nigeria: A review. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 13(1), 158-167. <https://doi.org/10.5897/JPBCS2020.0895>. [https://www.researchgate.net/publication/355140422\\_Impact\\_of\\_climate\\_change\\_on\\_armyworm\\_infestation\\_on\\_maize\\_in\\_Nigeria\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/355140422_Impact_of_climate_change_on_armyworm_infestation_on_maize_in_Nigeria_A_review).
- Barrios, D. B., Alatorre, R. R., Bautista, M. N., & Calyecac, C. H. (2004). Identificación y fluctuación poblacional de plagas de la col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y sus enemigos naturales en Acatzingo, Puebla. *Agrociencia*, 38(2), 239-248. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/317>
- Bustillo, A. E., & De Gutiérrez, B. (1975). Ciclo de vida de *Leptophobia aripa* (Boisduval) (Lepidoptera: Pieridae) plaga del repollo y la col. *Revista Colombiana de Entomología*, 1(4), 1-5. <https://doi.org/10.25100/socolen.v1i4.10438>
- Capinera, J. L. (2002). North American vegetable pests: The pattern of invasion. *American Entomologist*, 48(1), 20-39. <https://doi.org/10.1093/ae/48.1.20>
- Capinera, J. L. (2005). *Featured creatures 'fact sheet: Trichoplusia ni (Hübner)*. [Publication EENY-116.] University of Florida. [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/cabbage\\_looper.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/cabbage_looper.htm)
- Davis, H., Goolsby, J., Thomas, D., Badillo, I., Kariyat, R., Vitek, C., & Sekula, D. (2020). Review of major crop and animal arthropod pests of South Texas. *Subtropical Agriculture and Environments*, 71, 36-48. [https://scholarworks.utrgv.edu/bio\\_fac/56](https://scholarworks.utrgv.edu/bio_fac/56)
- DGSV. (2020). *Diabrotica balteata* (Coleoptera: Chrysomelidae). [Ficha técnica] Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. México. Recuperado el 18 de noviembre, 2022 de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/604500/Ficha\\_tcnica\\_Diabrotica\\_balteata\\_2020.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/604500/Ficha_tcnica_Diabrotica_balteata_2020.pdf)
- FAO. (2022). Plagas mundiales que afectan a los cultivos, la silvicultura y los ecosistemas Recuperado el 18 de noviembre, 2022. de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ed4a6dda-de70-4fd6-8801-c23c7c985d75/content/src/html/global-pests-affecting-crops-forestry-and-ecosystems.html>, <https://www.fao.org/plant-production-protection/about/en>
- Farias, E. S., Santana, L. C. D. S., Melo, J. B., Santana, P. A. Jr., Picanço, M. C. (2021) Impact of Diamondback Moth Density and Infestation Timing on Broccoli Yield. *Neotropical Entomology*. 50(2), 298-302. <https://doi.org/10.1007/s13744-021-00849-3>
- Harcourt, D. G. (1963). Major mortality factors in the population dynamics of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 95(S32), 55-66. <https://doi.org/10.4039/entm9532055-1>
- Hidayat, P., Rahmah, S. F., & Maharani, Y. (2019). Host plants and pictorial key of aphids (Hemiptera: Aphididae) on food crops in Bogor and Cianjur Districts, West Java Province. *Advances in Biological Sciences Research*, 8, 6-17. <https://doi.org/10.2991/absr.k.200513.002>
- Hokkanen, H. M. T. (1991). Trap cropping in pest management. *Annual Review of Entomology*, 36, 119-138. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.36.1.119>
- INEGI. (2024). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. <https://www.inegi.org.mx/temas/agricultura/>
- Jiménez, M. E. (2009). *Manual integrado de plagas*. Asdi. <https://repositorio.una.edu.ni/2456/1/nh10j61p.pdf>
- Lecrom, J. F., Constantino, L. M., & Salazar, J. A. (2004). *Mariposas de Colombia. Pieridae*. Carlec Ltda.
- Marín, J. A., & Bújanos, M. R. (2001). *Insectos plaga de brócoli y coliflor y sus enemigos naturales en la región del Bajío, México*. INIAP.
- Martínez-Castillo, J., Rodríguez-Mendoza, M. N., Sandoval-Villa, M., & García-Cué, J. L. (2022). Rendimiento y estado nutricional de kale (*Brassica oleracea*) cv. Dwarf Blue Curled Scotch en función de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva. *Revista fitotecnia mexicana*, 45(2), 193-202. Epub 12 de diciembre de 2023. <https://doi.org/10.35196/rfm.2022.2.193>
- Moráquez, I. A., Espinosa, T. M., & Garpar, H. A. (2015). La prueba de hipótesis de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras pequeñas con una cola. *Revista Luz*, 14(1), 78-90. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=589165809008>
- Mujica, Y., Martínez, M. D., Alemán, J., & Ravelo, J. (2009). Fluctuación poblacional de plagas de la col (*Brassica oleracea*) y otros enemigos naturales en dos agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 30(4), 10-15. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362009000400010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000400010)
- Murillo, G. J. J., & Giraldo, S. C. E. (2023). Preferencia de oviposición de *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae) sobre plantas de *Brassica oleracea* var. *Italica* en diferentes estados fenológicos. *Revista Bionatura*, 8(3), 25. <https://revistabionatura.com/files/NNV.pdf>

- Pal, M., & Singh, R. (2013). Biology and ecology of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Linn) (Homoptera: Aphididae): A review. *Journal of Aphidology*, 27, 59-79p.
- Philips, C. R., Fu, Z., Kuhar, T. P., Shelton, A. M., & Cordero, R. J. (2014). Natural history, ecology, and management of Diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae), with emphasis on the United States. *Journal of Integrated Pest Management*, 5(3), 1-11. <http://dx.doi.org/10.1603/IPM14012>
- Reyes, S. (2019). Caracterización de larvas de lepidópteras presentes en el cultivo del frijol en el estado Falcón. *Agroecología Global. Revista Electrónica de Ciencias Agro y Mar*, 1(1), 53-65. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/257/2571239005/html/>
- Rodríguez, S. M., Trouchet, C., & Carrizo, P. I. (1997). Observaciones biológicas sobre *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) en canola (*Brassica napus oleifera*) y en mostacilla (*Raphistrum rugosum* L. ALL.) *Revista Chilena de Entomología*, 24, 5-8. [https://www.insectachile.cl/rchen/pdfs/1997v24/Rodriguez\\_et\\_al\\_1997.pdf](https://www.insectachile.cl/rchen/pdfs/1997v24/Rodriguez_et_al_1997.pdf)
- Ross, H. H. (1973). *Introducción a la entomología: General y aplicada*. (3ra ed.), Omega.
- Šamec, D., Urlic, B., & Salopek, S. B. (2019). Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) as a superfood: review of the scientific evidence behind the statement. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(15), 2411-2422. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1454400>
- Shrestha, B., Finke, D. L., & Piñero, J. C. (2019). The “Botanical Triad”: The presence of insectary plants enhances natural enemy abundance on trap crop plants in an organic cabbage agro-ecosystem. *Insects*, 10(6), 181. <http://doi.org/10.3390/insects10060181>
- Talekar, N. S., & Shelton, A. M. (1993). Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual Review of Entomology*, 38(1), 275-301. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>
- Tridge. (2022). Data & Analysis of Kale. Recuperado el 20 de diciembre, 2022 de <https://www.tridge.com/intelligences/kale/export>
- Vail, K. M., Kok, L. T., & McAvoy, T. J. (1991). Cultivar preferences of lepidopterous pests of broccoli. *Crop Protection*, 10(3), 199-204. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(91\)90043-q](https://doi.org/10.1016/0261-2194(91)90043-q)

## Origen y financiamiento

*El presente trabajo derivó de la línea de investigación gestión de recursos ambientales que se desarrolla en el programa de posgrado del Tecnológico Nacional de México, Campus Roque. No cuenta con financiación de ninguna parte, pero sí con el apoyo de materiales y laboratorios del área de posgrado del Instituto Tecnológico de Roque.*

## Contribución de los autores

*Cinthia Martínez-Sánchez planteó los objetivos de la investigación, desarrolló la fase de experimentación, contribuyó en el análisis de los datos y en la escritura del artículo. Cesar L. Aguirre-Mancilla contribuyó con el análisis de los datos, contribuyó con materiales de laboratorio, contribuyó en la escritura y revisión del artículo. Carlos A. Flores-Gómez contribuyó en el curado y análisis de los datos. Blanca E. González-Pacheco contribuyó en el análisis de los datos y en la revisión del artículo. Teolincacihuatl Romero-Rosales contribuyó en el análisis de los datos y en la revisión del artículo. J. Gabriel Ramírez-Pimentel contribuyó con materiales y reactivos de laboratorio, área de trabajo en laboratorio, en el análisis de los datos y en la revisión y escritura del artículo.*

## Conflicto de intereses

*Los autores declaramos no tener conflicto de interés.*