

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA *PLUTELLA XYLOSTELLA* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)
SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE COLZA**

por

**Julián TORRES FRIPP
Federico URRUTIA PERDOMO**

**Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**PAYSANDÚ
URUGUAY
2026**

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia
“Creative Commons **Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada**”.



PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

Ing. Agr. (Dra.) Silvana Abbate

Tribunal:

Ing. Agr. (Dra.) Silvana Abbate

Ing. Agr. (Dr.) Sebastián Mazzilli

Ing. Agr. (Dra.) Gabriela Murúa

Fecha:

13 de octubre de 2026

Estudiante:

Julián Torres Fripp

Federico Urrutia Perdomo

AGRADECIMIENTOS

Queremos manifestar nuestro agradecimiento a todas las personas que fueron parte de nuestro proceso de formación académica a lo largo de nuestros años de carrera.

Primero que nada, a nuestras familias y amigos, por su apoyo incondicional y el constante estímulo a lo largo de todo nuestro proceso de aprendizaje. Su confianza en nosotros ha sido un pilar fundamental para la concreción de este logro.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, por permitirnos formarnos académicamente. Al personal de la EEMAC: Carmen Estelda, Federico Domínguez, Magdalena Dotti, Federico Hermoso, Paula Jauregui, Alfonso Thome, que fue fundamental en la etapa práctica del trabajo, tanto en el campo como en laboratorio. Así como también al personal de biblioteca quienes nos ayudaron en la correcta redacción del manuscrito.

También a nuestra tutora Ing. Agr. Dra. Silvana Abbate por brindarnos la oportunidad de realizar el TFG, y compartir con nosotros su conocimiento y experiencia con dedicación y compromiso. Al tribunal, la Ing. Agr. Dra. Gabriela Murúa y al Ing. Agr. Sebastián Mazzilli, por su tiempo, la evaluación del trabajo y sus aportes.

Finalmente, expresar un especial agradecimiento al proyecto: *Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de colza para satisfacer exigencias de mercados de alto valor* (ART_X_2022_1_174569) financiado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII).

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS E HIPÓTESIS.....	12
1.1.1. Objetivos específicos.....	12
1.1.2. Hipótesis.....	12
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. <i>Brassica napus</i> (L.) EN URUGUAY: MORFOLOGÍA, FISIOLOGÍA Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO.....	13
2.2. PRODUCCIÓN Y DINÁMICA DEL MERCADO DE COLZA A NIVEL MUNDIAL Y NACIONAL.....	16
2.3. PLAGAS EN CULTIVO DE COLZA.....	18
2.3.1. <i>Plutella xylostella</i> en colza.....	19
2.3.2. Control de <i>Plutella xylostella</i>	21
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. CRÍA DE LARVAS EN CONDICIONES DE LABORATORIO.....	24
3.1.1. Consumo foliar de larvas en condiciones controladas de laboratorio ...	24
3.2. INSTALACIÓN DEL ENSAYO A CAMPO.....	26
3.2.1. Efecto de la defoliación a campo sobre diferentes componentes de rendimiento.....	26
3.2.2. Efecto del consumo larval sobre la dehiscencia de silicuas a campo...	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. CONSUMO DE LARVAS EN LABORATORIO.....	32
4.2. EFECTO DE LA DEFOLIACIÓN A CAMPO.....	34
4.3. EFECTO DE LAS LARVAS SOBRE LA DEHISCENCIA.....	37
5. CONCLUSIONES.....	40
5.1. CONSIDERACIONES FINALES.....	40
6. BIBLIOGRAFÍA.....	42

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 Estados fenológicos del cultivo de colza (<i>Brassica napus</i> L.) según la clasificación INRA-CETIOM	14
Tabla 2 Tratamientos realizados con su descripción correspondiente y número de muestras por tratamiento	28
Tabla 3 Índice de área foliar y porcentaje de defoliación en función de los días de muestreo	33
Tabla 4 Porcentaje de defoliación para cada tratamiento en los diferentes momentos fisiológicos de la planta	35
Tabla 5 Rendimiento y sus respectivos componentes según los tratamientos evaluados.....	36
Tabla 6 Media y error estándar de silicuas cerradas a los 90 segundos según presencia de larvas.....	37
Figura 1 Estadios fenológicos del cultivo de colza según la escala CETIOM.....	15
Figura 2 Huevo (a), larva (b), pupa (c), y adulto (d) de <i>Plutella xylostella</i>	20
Figura 3 Daño producido por larva de <i>P. xylostella</i> sobre el mesófilo en hoja de colza	21
Figura 4 Cría masal de larvas y hoja de colza dentro de placa de Petri	25
Figura 5 Inoculación de larvas de <i>Plutella xylostella</i> en ensayos de campo	27
Figura 6 Jaula de malla para inoculación de larvas de <i>P. xylostella</i> sobre una silicua de colza.....	29
Figura 7 Procedimiento para estudio de dehiscencia mediante el uso del Geno/Grinder	30
Figura 8 Índice de área foliar total (IAF,cm ²) en función del tiempo (días)	32
Figura 9 Frecuencia de silicuas en cada categoría de cierre según presencia de larvas de <i>P. xylostella</i>	38
Figura 10 Daño en silicuas causado por larvas de <i>P. xylostella</i> durante el ensayo a campo	38

RESUMEN

En Uruguay, el cultivo de colza (*Brassica napus*, Linnaeus, 1753; Brassicales: Brassicaceae) ha adquirido gran relevancia dentro del sistema agrícola, posicionándose como uno de los principales cultivos invernales. Su incorporación contribuye a diversificar las rotaciones, reduciendo el predominio de gramíneas y favoreciendo la sustentabilidad del sistema productivo. Además, presenta un destacado valor para la industria aceitera debido a la alta calidad y contenido de aceite de su grano. Entre las plagas que afectan dicho cultivo, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758; Lepidoptera: Plutellidae) es una larva defoliadora que se ha registrado frecuentemente, pudiendo afectar los parámetros de rendimiento y/o calidad del grano. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto generado por larvas de *Plutella xylostella* sobre el cultivo de colza. Se realizaron tres ensayos experimentales, dos de ellos en condiciones de campo y uno en laboratorio. El primer ensayo de campo tuvo como objetivo evaluar el daño ocasionado por larvas de *P. xylostella* sobre las hojas de colza mediante la infestación controlada de diferentes densidades larvales. En paralelo, se realizó defoliación mecánica de las hojas para lograr porcentajes mayores de defoliación. El segundo ensayo de campo tuvo por objetivo evaluar el posible impacto de esta plaga sobre la dehiscencia de las silicuas de colza a partir de la inoculación individual de larvas en cada silicua. Por último, el ensayo de laboratorio consistió en la evaluación del consumo foliar causado por larvas de *P. xylostella* en los estadios larvales L2/L3. Los experimentos se realizaron en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Paysandú) durante la zafra 2025. El ensayo de campo incluyó plantas testigo, dos densidades de larvas inoculadas (1 y 4 larvas por planta) en el estado fenológico C1 de la colza y tres niveles de defoliación mecánica (10, 50 y 80 %) aplicados en el estado E. Se realizó el seguimiento de la defoliación, la estimación de los componentes del rendimiento y la determinación del rendimiento mediante cosecha manual a madurez fisiológica. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas en el rendimiento entre los tratamientos evaluados, excepto en el tratamiento con 80 % de defoliación mecánica, que presentó una reducción significativa del rendimiento (p valor $<0,0001$). Para evaluar el efecto sobre la dehiscencia de las silicuas, se inocularon dos larvas de segundo o tercer estadio en una silicua por planta, confinadas en una jaula, y utilizando de testigo silicuas con jaula, pero sin larva. Tras la madurez fisiológica, las silicuas fueron cosechadas, secadas y sometidas a agitación mecánica para determinar su grado de dehiscencia mediante una escala visual de pérdida de granos. En las condiciones evaluadas no se constató un efecto de las larvas sobre la dehiscencia de las silicuas (p valor 0,3614). En condiciones controladas, se evaluó el consumo foliar

colocando un individuo larval sobre una hoja de colza. Cada 24 horas se cuantificó la defoliación mediante el software BioLeaf, estimándose un consumo promedio de 0,08 cm² por larva por día. En conjunto, este trabajo aporta información sobre el daño ocasionado por *P. xylostella* en colza bajo condiciones de Uruguay, constituyendo una base para la toma de decisiones en el manejo de la plaga.

Palabras clave: *Brassica napus*, *Plutella xylostella*, defoliación, daño económico, dehiscencia

ABSTRACT

In Uruguay, rapeseed (*Brassica napus*, Linnaeus, 1753; Brassicales: Brassicaceae) cultivation has become highly important within the agricultural system, establishing itself as one of the main winter crops. Its inclusion contributes to diversifying crop rotations, reducing the dominance of grasses and promoting the sustainability of the production system. Furthermore, it has significant value for the oilseed industry due to the high quality and oil content of its grain. Among the pests that affect this crop, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758; Lepidoptera Plutellidae) is a defoliating larva that has been frequently observed, potentially affecting yield and grain quality parameters. The objective of this study was to evaluate the effect of *Plutella xylostella* larvae on rapeseed cultivation. Three experimental trials were conducted, two under field conditions and one in the laboratory. The first field trial aimed to evaluate the damage caused by *P. xylostella* larvae on rapeseed leaves through controlled infestation at different larval densities. Simultaneously, mechanical defoliation of the leaves was carried out to achieve higher percentages of defoliation. The second field trial aimed to evaluate the potential impact of this pest on rapeseed pod dehiscence by individually inoculating each pod with larvae. Finally, the laboratory trial consisted of evaluating foliar consumption caused by *P. xylostella* larvae in the L2/L3 larval stages. The experiments were conducted at the Experimental Station EEMAC (Paysandú, Uruguay) during the 2025 growing season. The field trial included control plants, two densities of inoculated larvae (1 and 4 larvae per plant) at the C1 phenological stage of rapeseed, and three levels of mechanical defoliation (10, 50, and 80%) applied at stage E. Defoliation was monitored, yield components were estimated, and yield was determined by manual harvesting at physiological maturity. The results indicated no significant differences in yield among the treatments evaluated, except for the 80% mechanical defoliation treatment, which showed a significant yield reduction (p-value <0,0001). To evaluate the effect on silique dehiscence, two second or third instar larvae were inoculated into one silique per plant, confined in a cage, and siliques with cages but without larvae were used as a control. After physiological maturity, the siliques were harvested, dried, and subjected to mechanical agitation to determine their degree of dehiscence using a visual grain loss scale. Under the evaluated conditions, no effect of the larvae on silique dehiscence was observed (p-value 0,3614). Under controlled conditions, foliar consumption was assessed by placing a larval individual on a rapeseed leaf. Defoliation was quantified every 24 hours using BioLeaf software, with an estimated average consumption of 0.08 cm² per larva per day. Overall, this work provides

information on the damage caused by *P. xylostella* in rapeseed under Uruguayan conditions, constituting a basis for decision-making in pest management.

Keywords: *Brassica napus*, *Plutella xylostella*, defoliation, economic damage, dehiscence

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de colza en Uruguay se ubica dentro de los principales cultivos de invierno sembrados en el país. Su adopción permite a los productores generar diversidad de cultivos durante la fase invernal, mediante la inclusión de una crucífera (familia Brassicaceae). De esta manera se minimiza el riesgo de generación de resistencia de malezas y se detiene el ciclo de las enfermedades desarrolladas en los cereales de invierno. Su expansión en Uruguay se basa en sus ventajas agronómicas y en la fuerte demanda externa, principalmente de la Unión Europea, para la producción de biocombustibles (Rava, 2022).

Plutella xylostella (Linneo) es un lepidóptero que pertenece a la familia Plutellidae, y es una de las principales plagas de los cultivos pertenecientes a la familia de las brasicáceas, ocasionando daño cuando se encuentra en estadio larval (Bentancourt & Scatoni, 2006). En Uruguay, la presencia de esta plaga representa una limitante para el cultivo. Es importante generar información nacional para definir estrategias de manejo y minimizar el uso de aplicaciones de insecticidas, atendiendo los problemas de efecto residual en el grano y daño a organismos no blanco, como pueden ser las abejas. Demostrar y cuantificar la capacidad de tolerancia del cultivo de colza a la defoliación causada por *Plutella xylostella* resulta un aspecto clave para optimizar las medidas de su manejo. Entender la respuesta del cultivo frente a distintos niveles de daño foliar permitiría revisar los umbrales de intervención actualmente utilizados y reducir las posibles aplicaciones innecesarias de insecticidas. En este sentido, el conocimiento sobre la tolerancia del cultivo contribuiría a promover decisiones de manejo más racionales, fomentando que los productores y/o técnicos del área acepten mayores niveles de daño ante los cuales no se compromete el rendimiento. Por tanto, el objetivo general de este trabajo fue evaluar el efecto generado por larvas de *Plutella xylostella* sobre el cultivo de colza.

1.1.OBJETIVOS ESPECÍFICOS E HIPÓTESIS

1.1.1. Objetivos específicos

- 1) Determinar en condiciones controladas de laboratorio la defoliación generada por larvas de *Plutella xylostella* en colza.
- 2) Determinar en condiciones de campo el efecto de la defoliación generada por larvas de *Plutella xylostella* (a) o corte mecánico (b) sobre los componentes del rendimiento del cultivo de colza.
- 3) Determinar a campo, el efecto generado por larvas de *Plutella xylostella* sobre la dehiscencia de las silicuas del cultivo de colza.

1.1.2. Hipótesis

A continuación, se detallan las diferentes hipótesis que se asocian a cada objetivo específico respectivamente:

1. Una larva de *Plutella xylostella* es capaz de consumir 5 cm² de área foliar de colza en condiciones controladas.

2a: La defoliación generada por una larva de *Plutella xylostella*, durante el estado de roseta (C1), no determina mermas en el rendimiento, mientras que cuatro larvas reducen significativamente el rendimiento respecto del testigo con insecticida, debido a una reducción en el número de silicuas.

2b: La defoliación mecánica durante el estado de elongación (E) de 10% no determina mermas en el rendimiento, mientras que las defoliaciones de 50% y 80% reducen significativamente el número de silicuas, determinando mermas de rendimiento respecto del testigo con insecticida.

3. El daño generado en silicuas de colza debido a la presencia de dos larvas de *Plutella xylostella* presenta significativamente mayor porcentaje de dehiscencia que aquellos individuos que no son afectados por larvas de dicha especie.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Brassica napus* (L.) EN URUGUAY: MORFOLOGÍA, FISIOLOGÍA Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

La colza (*Brassica napus* L.) se originó hace aproximadamente 7.500 años como resultado de un proceso de hibridación natural entre *Brassica rapa* y *Brassica oleracea*. Posteriormente, se produjo una duplicación cromosómica que dio lugar a un organismo alopoliploide. Este evento evolutivo permitió la combinación estable de los genomas de ambas especies progenitoras, constituyendo la base genética de la colza moderna (Nagaharu, 1935).

Desde el punto de vista morfológico, *Brassica napus* se caracteriza por ser un cultivo anual de porte erecto y glabro, cuya altura puede variar entre 1,0 y 1,70 m. Presenta capacidad de ramificación, la cual depende del cultivar, la densidad de siembra y las condiciones ambientales durante el crecimiento. Además, desarrolla una raíz pivotante capaz de explorar el suelo hasta profundidades cercanas a 1,10 m en suelos sin restricciones físicas, lo que le permite mantener un adecuado desarrollo incluso durante períodos de déficit hídrico moderado. Estas características agronómicas contribuyen a su adaptabilidad y potencial productivo en distintas regiones (Chamorro & Bezus, 2023).

El desarrollo fenológico del cultivo de colza puede describirse mediante diferentes escalas, entre ellas la escala CETIOM del Centre Technique Inter Professionnel Des Oleagineux Metropolitains (Baillet, 2026) utilizada ampliamente en Europa, así como la escala BBCH (Bleiholder et al., 1991), que constituye actualmente un estándar internacional para la descripción de los estadios de crecimiento del cultivo. En el presente trabajo se utilizará la escala CETIOM, debido a que es una de las más empleadas en estudios agronómicos del cultivo en la región. Según la clasificación europea INRA-CETIOM descrita por Valetti (1996), el ciclo del cultivo se divide en diferentes estados vegetativos y reproductivos identificados mediante letras y subestadios numéricos. Dichos estados abarcan desde la etapa cotiledonar (A), el desarrollo de plántula (B), la formación de roseta (C), la aparición de inflorescencias (D), la elongación del tallo (E), la floración (F) y el desarrollo y maduración de las silicuas (G) (Tabla 1 y Figura 1). La correcta identificación de los estadios fenológicos permite identificar las diferentes fases de desarrollo del cultivo y resulta fundamental para la evaluación de prácticas agronómicas y el seguimiento del crecimiento del cultivo en campo.

Tabla 1

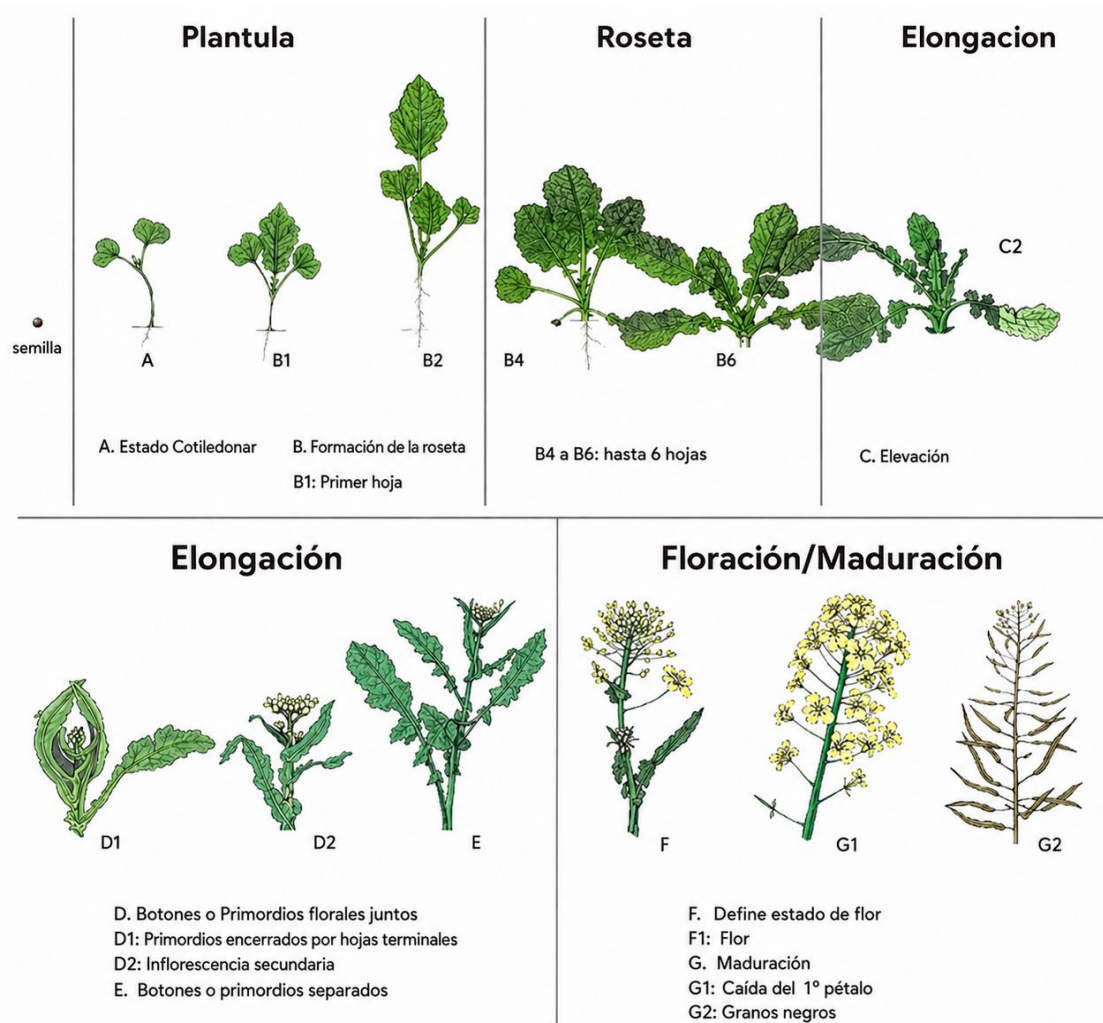
Estados fenológicos del cultivo de colza (Brassica napus L.) según la clasificación INRA-CETIOM

Clasificación	Denominación	Descripción
A	Cotiledonar	Cotiledones visibles
B1	Plántula	1 hoja verdadera desarrollada
B2	Plántula	2 hojas verdaderas desarrolladas
B3-Bn	Roseta	Hasta 6 hojas verdaderas desarrolladas
C1	Roseta	Aparición de hojas jóvenes
C2	Elongación	Entrenudos visibles. Vestigios de ramificación principal
D1	Elongación	Inflorescencia visible
D2	Elongación	Botón cubierto. Inflorescencias secundarias visibles
E	Elongación	Botón separado
F1	Floración	Primeras flores abiertas
F2	Floración	Alargamiento floral. Numerosas flores abiertas
G1	Floración	Caída de pétalos. 10 primeras silicuas de 2 cm de largo
G2	Maduración	Silicuas de 4 cm
G3	Maduración	Silicuas de más de 4 cm
G4	Maduración	Coloreado de granos
G5	Maduración	Coloreado de granos

Nota. Adaptado de Valetti (1996).

Figura 1

Estadios fenológicos del cultivo de colza según la escala CETIOM



Nota. Adaptado de Planchon Guigou y Figares Espósito (2004).

El rendimiento del cultivo de colza está determinado por distintos componentes del rendimiento que se establecen a lo largo del desarrollo del cultivo. En este sentido, el rendimiento por unidad de superficie resulta del producto entre la densidad de plantas, el número de silicuas por planta, el número de semillas por silicua y el peso individual de cada semilla (Ponce de León et al., 1999). Entre estos componentes, el número de silicuas por planta o por unidad de superficie suele ser uno de los factores que presenta mayor variabilidad y uno de los que más contribuyen a la determinación del rendimiento final. Este componente depende principalmente de la capacidad de ramificación de las plantas y del número de flores que logran desarrollarse y formar silicuas viables. A su vez, el número de semillas por silicua está determinado por el éxito de la polinización y el posterior desarrollo de los óvulos fecundados, siendo influenciado por las condiciones ambientales durante el período de floración (Diepenbrock, 2000).

En Uruguay, la colza presenta un importante margen para incrementar su productividad, ya que el rendimiento obtenido en condiciones comerciales se encuentra considerablemente por debajo del potencial del cultivo. Mientras que el rendimiento potencial se estima en torno a los 4.000 kg ha⁻¹ (Mazzilli et al., 2021), el rendimiento promedio nacional oscila entre 1.500 y 1.600 kg ha⁻¹ (Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2025). Esta brecha de rendimiento pone de manifiesto la importancia de optimizar las prácticas de manejo agronómico, particularmente aquellas relacionadas con la fecha de siembra, la fertilización, la correcta implantación del cultivo y el manejo de plagas, malezas y enfermedades.

En este contexto, la evaluación de los componentes del rendimiento resulta fundamental para comprender cómo distintos factores bióticos, como el daño causado por insectos defoliadores, pueden afectar la productividad del cultivo de colza.

2.2. PRODUCCIÓN Y DINÁMICA DEL MERCADO DE COLZA A NIVEL MUNDIAL Y NACIONAL

A nivel mundial, en la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2026), si se selecciona visualizar datos, en producto colza, en el área mundo, desde el año 1994 hasta 2024, la producción de grano de colza ha registrado un crecimiento sostenido en las últimas décadas. En este mismo sitio, se puede observar que, actualmente, los principales productores mundiales de colza son Canadá, China, India y la Unión Europea. Este incremento productivo se refleja también en la expansión de la industria de aceites vegetales derivados de este cultivo. En particular, según el Foreign Agricultural Service (FAS, 2026), la producción de aceite de colza ha mostrado un crecimiento anual durante varios años del período 2016-2025.

El comportamiento reciente del mercado de este commodity también ha estado influido por factores coyunturales del comercio internacional. Según Rava (2022) durante el año 2022, las cadenas productivas globales experimentaron importantes disrupciones, vinculadas tanto a la reducción de la actividad económica derivada de la política interna de China de “cero Covid-19” como al conflicto bélico en la región del Mar Negro. Estos acontecimientos generaron un contexto de elevada incertidumbre y volatilidad en los mercados de *commodities*. La significativa participación de Ucrania y Rusia en el comercio mundial de alimentos, fertilizantes y energía tuvo un impacto directo en los precios internacionales, los cuales alcanzaron niveles históricamente elevados. Asimismo, la escasez de determinados productos agrícolas provocó

modificaciones en los flujos comerciales, dado que los países importadores comenzaron a buscar proveedores alternativos a los ubicados en la región del Mar Negro.

En este escenario internacional, Uruguay ha experimentado un aumento en la producción de colza acompañado por la apertura y diversificación de mercados de destino. Según Florentín (2023), entre los principales mercados emergentes se encuentra E.E.U.U., donde el grano se destina tanto al consumo humano como a la producción de diésel renovable. Asimismo, Chile ha comenzado a importar colza uruguaya para la elaboración de aceites y para su utilización en la alimentación de salmones. No obstante, Florentín (2023) sostiene que el mercado europeo continúa siendo el principal destino de exportación, aunque presenta estrictas regulaciones vinculadas al uso de agroquímicos en la producción.

En Uruguay, DIEA (2025) indica que la producción de colza ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. Entre 2017 y 2024, la producción alcanzó un promedio aproximado de 212.750 toneladas anuales, con una tasa de crecimiento anual de un 16%. Acorde a la Asociación Civil Uruguaya para la Protección de los Obtentores Vegetales (URUPOV, 2024) la mayor parte de la producción nacional se ha concentrado en los departamentos de Soriano, Río Negro, Paysandú, Colonia y San José, regiones que presentan condiciones agroecológicas favorables para el desarrollo del cultivo.

En este contexto, la expansión del cultivo también se refleja en el aumento de la superficie agrícola destinada a su producción en Uruguay. DIEA (2026b) indica que para la zafra del 2025 se sembraron un total de 211.717 hectáreas de colza y carinata (*Brassica carinata*; Brassicales, Brassicaceae), representando el 31% del total de cultivos invernales sembrados. En el año 2026 se alcanza una superficie récord de siembra de 343.153 ha de colza y carinata, ubicándose en el primer lugar de cultivo invernal sembrado en Uruguay, con un 41% del área total destinada para dicho rubro (DIEA, 2026a).

2.3. PLAGAS EN CULTIVO DE COLZA

En el cultivo de colza en Uruguay, se han registrado a lo largo de los años diferentes tipos de plagas que pueden afectar significativamente el rendimiento del cultivo en ciertos casos, y en otros, pueden estar presentes, pero sin generar mermas económicas. Entre las plagas de implantación que atacan al cultivo durante la emergencia se han registrado casos de ataques por gusanos alambre, hormigas cortadoras, pulguilla, bicho bolita, y crisomélidos (principalmente, *Diabrotica speciosa*) (Bentancourt & Scatoni, 1999; Douglas et al., 2017). Este último ha adquirido relevancia debido al incremento de la abundancia de sus poblaciones en las últimas zafas. En este sentido, Bentancourt y Scatoni (2010) indican que *D. speciosa* es un crisomélido altamente polífago, cuyos adultos dañan el follaje generando perforaciones irregulares pudiendo afectar cotiledones, flores y frutos en plantas de bajo porte. Las larvas, en el suelo, dañan raíces y otros órganos subterráneos, lo que durante la implantación puede provocar debilitamiento o marchitez de las plantas, sin embargo, hasta la fecha no se han registrado daños por esta plaga de importancia económica en colza en nuestro país.

Luego del período de implantación, el cultivo es afectado por diversas especies de insectos fitófagos, entre los cuales los pulgones y *P. xylostella* pueden alcanzar el estatus de plaga (Bentancourt & Scatoni, 1999). Entre los pulgones, las principales especies encontradas en colza son el pulgón verde del duraznero *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) y el pulgón ceniciento *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) (Dedryver et al., 2010). Los mismos generan daños como la succión de savia del floema, lo que provoca debilitamiento general de la planta, enrollamiento y deformación de hojas, así como reducción del crecimiento (Manentzos et al., 2024). En el caso de *B. brassicae*, la colonización de inflorescencias puede ocasionar aborto de flores y silicuas, afectando directamente el rendimiento. Ambas especies generan un daño indirecto y actúan como vectores de virus fitopatógenos (Blackman & Eastop, 2000; Javed et al., 2025). Recientemente, Cibilis et al. (2023) consideró como plaga importante a *Phytomyza rufipes* (Diptera: Agromyzidae), una mosca barrenadora del tallo de la colza, que en estado larval tiene la capacidad de minar los pecíolos de las hojas y también los tallos principales. Otra de las principales plagas de la colza y la cual es la base de este trabajo, es la *Plutella xylostella*, también conocida como palomita de las coles o polilla dorso de diamante, este lepidóptero pertenece a la familia de las Plutellidae y ocasiona daños durante el estadio larval, teniendo éste una duración de once días. La *Plutella* tiene una amplia distribución y adaptación a condiciones climáticas y buena capacidad migratoria (Chu, 1986), es un insecto que tiene preferencia por las brasicáceas y cuenta con la ventaja de tener hospederos durante

todo el año. Sin embargo, cuenta con una gran cantidad de enemigos naturales, tanto microorganismos como predadores y parasitoides (Mason, 2022).

2.3.1. *Plutella xylostella* en colza

Plutella xylostella es una especie cosmopolita y se ubica dentro de los lepidópteros con mayor distribución a nivel mundial. Así como también, es la plaga que más afecta a los cultivos brasicáceos globalmente, incluyendo a la colza, donde puede generar importantes pérdidas de rendimiento y calidad de grano. Este insecto es oligófago, lo cual indica que sus larvas se alimentan de pocas especies de plantas, siendo en este caso, específico para las especies de la familia Brassicaceae, afectando el área foliar y reduciendo la capacidad fotosintética de las plantas (Golizadeh et al., 2009).

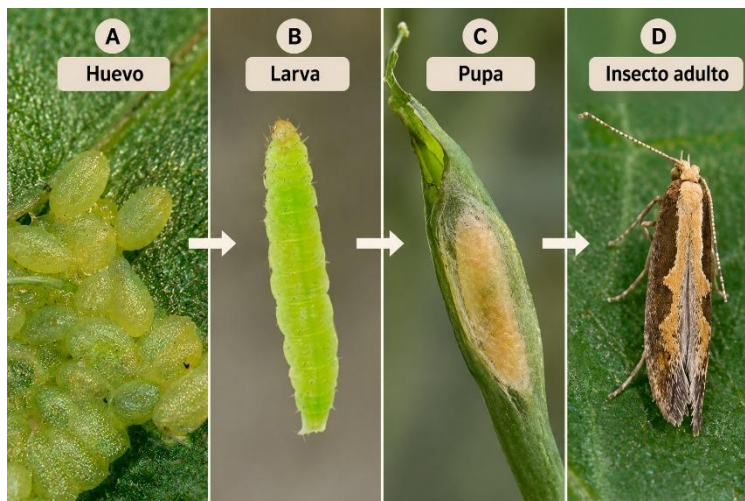
Según Bentancourt y Scatoni (2010) la *P. xylostella* tiene metamorfosis completa, en donde pasa por los estadios de huevo, larva, pupa, y adulto, caracterizando a este último como una polilla pequeña (microlepidóptero) presentando la cabeza con coloración dorsal blanquecina amarillenta y antenas largas, claras y con anillos oscuros. Alcanza una expansión alar de 13 a 16 mm, con alas anteriores estrechas y con un fleco corto. El macho tiene coloración pardo grisácea con puntos negros a lo largo anterior, el margen posterior es blanco amarillento en forma de franja ondulada que, al plegar las alas durante el reposo, forma una serie de manchas claras con aspecto de diamantes características de la especie que dio origen a su nombre vulgar “polilla dorso de diamante” (Figura 2d). La hembra tiene aspecto similar sólo que es más uniforme con los tonos amarillentos, para ambos sexos, las alas posteriores son más angostas, grisáceas, y con un fleco largo en el margen extremo (Bentancourt & Scatoni, 2010).

Las hembras depositan los huevos principalmente en el envés de las hojas en forma aislada o en grupos de 3 a 5. Son pequeños, ovalados y ligeramente aplanados (0,5 mm de largo por 0,26 mm de ancho), de color amarillo pálido finamente punteado, oscureciéndose progresivamente a medida que avanza el desarrollo embrionario (Bentancourt & Scatoni, 1992). La larva recién emergida mide 1,5 mm de longitud y presenta una coloración clara, levemente grisácea, con cápsula cefálica de color castaño oscuro, durante el segundo estadio mantiene una coloración similar, en el tercer estadio el cuerpo adquiere una tonalidad amarillo verdosa y la cabeza se vuelve castaño claro con pequeñas manchas (Figura 2b), en el cuarto estadio la larva presenta color verde claro y, al completar su desarrollo, alcanza entre 9 y 11 mm de longitud

(Bentancourt & Scatoni, 2006). Por último, la pupa tiene una coloración verde claro cuando está recién formada, y va tornándose castaño oscuro cuando se aproxima la emergencia del adulto, miden entre 7 y 9 mm de longitud y requieren de 5 a 15 días para completar su desarrollo (Capinera, 2000).

Figura 2

Huevo (a), larva (b), pupa (c), y adulto (d) de *Plutella xylostella*



Nota. Foto huevo tomada de Russell (2011), foto larva y adulto tomada de *Kohlmotte* (2019) y foto pupa autoría propia.

En cuanto a los daños que genera este insecto a las brassicáceas, la larva se alimenta generalmente de las hojas, durante sus primeros estadios tiene carácter endófito ya que penetra por el envés y se ubica en el mesófilo. Ahí, la larva comienza a minar y forma galerías, a medida que se desarrolla, se empieza a alimentar externamente desde la superficie inferior, consumiendo tejido foliar y dejando la epidermis superior sin comer (Figura 3). Esto produce un efecto de ventana o membrana transparente (Talekar & Shelton, 1993). Si las larvas continúan su desarrollo en el hospedero, las lesiones terminan rompiendo dichas membranas, dando lugar a orificios de forma irregular. Las larvas comen en toda la lámina respetando las nervaduras, que quedan intactas. De este modo, los daños concluyen en una planta con hojas repletas de pequeños orificios. Las larvas de último estadio se muestran muy voraces y ocasionan los perjuicios mayores (Bentancourt & Scatoni, 2006). Según Capinera (2001) este tipo de daño resulta especialmente perjudicial en estadios tempranos de los cultivos, ya que puede comprometer el desarrollo de plántulas y afectar procesos fisiológicos clave, como es en el caso de la colza, donde las larvas atacan primero las hojas, para posteriormente dañar los brotes florales y las inflorescencias, provocando finalmente una disminución importante del rendimiento.

Figura 3

*Daño producido por larva de *P. xylostella* sobre el mesófilo en hoja de colza*



2.3.2. Control de *Plutella xylostella*

La *P. xylostella* es capaz de desarrollarse y afectar tanto las plantas cultivadas como las silvestres, siempre y cuando pertenezcan a la familia Brassicaceae. Esta cualidad de la plaga resulta en un control muy dificultoso sobre la misma, ya que en los momentos en que el cultivo aún no está sembrado, o bien, está próximo a emerger o directamente es muy pequeño, la especie es capaz de sobrevivir en ciertas malezas de los alrededores para luego colonizar el cultivo (Marchioro & Foerster, 2014). Sin embargo, según Armand Pilón Dubroca (2022) bajo las condiciones productivas de Uruguay, el comportamiento de *P. xylostella* sobre especies silvestres es aún poco conocido, particularmente en malezas como *Raphanus raphanistrum* L. (Brassicales: Brassicaceae) y *Rapistrum rugosum* (Brassicales: Brassicaceae). Para el caso del *R. raphanistrum*, según Ríos et al. (2005) se cuenta con registros que confirman su amplia distribución geográfica, y se prevé que su presencia continúe en aumento en las chacras agrícolas, siendo su presencia una problemática relevante para los sistemas agrícolas del Uruguay, debido a sus elevadas tasas de crecimiento, su marcada capacidad de interferencia con cultivos y la presencia de biotipos resistentes.

Cuando se habla del control químico de la *P. xylostella*, Sarfraz et al. (2007) indicaron que su amplitud de hospederos y elevada elasticidad genética han permitido que diferentes poblaciones de la plaga desarrollen resistencia frente a la mayoría de los insecticidas utilizados en el campo. La relevancia económica de esta especie se atribuye principalmente a la limitada eficacia del control ejercido por los parasitoides, así como a la reducción de sus enemigos naturales como consecuencia del uso de insecticidas de

amplio espectro que, durante varias décadas, fue el principal método de control (Talekar & Shelton, 1993). Antes de la introducción de los insecticidas en la década de 1940, este insecto no presentaba la incidencia que alcanzó más tarde. Sin embargo, el uso intensivo de estos compuestos a mediados de la década de 1950 provocó la eliminación del control biológico ejercido por diversos enemigos naturales. Asimismo, esta especie se caracteriza por haber sido una de las primeras en las que se documentó el desarrollo de resistencia a insecticidas. Dicho fenómeno ocurrió con el uso indiscriminado del DDT a comienzos de la década del cincuenta (Bentancourt & Scatoni, 2006). Actualmente, se han registrado a nivel mundial, un total de 104 ingredientes activos a los que *P. xylostella* tiene resistencia, entre los cuales hay grupos químicos como los organofosforados, piretroides, carbamatos, diamidas y reguladores de crecimiento (Michigan State University, s.f.). Estos grupos difieren en su estructura química y sitio de acción fisiológico, actuando sobre distintos procesos del sistema nervioso o el propio desarrollo del insecto. La presencia de resistencia simultánea a múltiples modos de acción representa un problema grave para la producción agrícola, ya que limita significativamente la eficacia de las herramientas químicas disponibles para su control (Furlong et al., 2013).

Pese al alto rango de compuestos a los que la *P. xylostella* es resistente, según Mena Guerrero y Hernández Fernández (2017) el principal método de control para la plaga en la región es el químico, el cual es de mucha utilidad si se determina un umbral de daño económico (UDE) adecuado, es decir, la densidad poblacional de la plaga, que justifica económicamente tomar medidas de control para evitar pérdidas mayores. Por lo tanto, cuando el cultivo se encuentra en la etapa de implantación, el UDE está establecido cuando en el rango del 25 al 33% de los cotiledones u hojas verdaderas de las plántulas están defoliadas (Dosedall et al., 2011). Ya cuando la planta sigue desarrollándose, Otani (2025) considera un UDE de 10 a 15 larvas/0,1 m² en etapas vegetativas y de temprana floración, lo cual corresponde aproximadamente a 1-2 larvas por planta, en cambio, para etapas avanzadas de floración y/o formación y desarrollo de silicuas, el umbral económico es de 20 a 40 larvas/0,1 m², que se equipara con 2-3 larvas por planta. En la actualidad, para el control químico de *P. xylostella* en colza, los ingredientes activos recomendados en el país son Clorantropilprole (diamida), Lufenuron y Novaluron (Benzoilureas), Emamectin Benzonato (abamectina), Azadirachtin (biológico), Acefato (organofosforado), Bifentrin + Novaluron (Piretroide + Neonicotinoide), Metomil (carbamato) (Castro, 2016).

Según Mazzilli et al. (2016), la presencia de abejas influye en la reducción de la dehiscencia en los cultivos, ya que incrementa el porcentaje de fecundación cruzada. Este proceso otorga una mayor uniformidad en la maduración, lo que facilita la cosecha y mejora el rendimiento esperado. Por esta razón, es fundamental tomar precauciones respecto a la determinación del UDE adecuado, los productos utilizados en el cultivo, asegurando la aplicación de dosis correcta y, en la medida de lo posible, optando por agroquímicos menos nocivos para las abejas. Es así que se han desarrollado diferentes medidas como manejo integrado para *P. xylostella*, que incluyen el control cultural, biológico y etológico (Armand Pilón Dubroca, 2022).

Las medidas de control cultural desempeñan un papel fundamental en los programas de manejo de *P. xylostella*, siendo entre los más importantes, las rotaciones de cultivos con especies no hospedantes, la destrucción de residuos de cosecha, el control de malezas de la familia Brassicaceae, y el uso de los cultivos trampa. Combinados con otros métodos de manejo integrado, estas medidas pueden reducir significativamente las poblaciones de la plaga (Philips et al., 2014). Como control biológico, Bentancourt y Scatoni (2006) reconocen en Uruguay como enemigos naturales a *Polistes spp* (Hymenoptera: Vespidae) y *Polybia scutellaris* (Hymenoptera: Vespidae), que son Himenópteros depredadores que atacan las larvas de *P. xylostella*. Además, se han reconocido parasitoides como *Apanteles sp.* (Hymenoptera: Braconidae), *Diadegma leontinae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) y *Spilochalcis chapadae* (Hymenoptera: Chalcididae). La existencia de estos insectos pone especial atención sobre el uso de insecticidas de amplio espectro, que podrían estar atentando contra dicha fauna, fomentando un futuro desarrollo de la especie plaga. Pasando al control etológico, es decir, control a través del uso de semioquímicos, mundialmente se usa la feromona sexual en programas de MIP, para monitorear la actividad de los adultos antes y durante la implantación de los cultivos, también tiene uso en métodos de trapeo masivo, atracticida, y disrupción de la cópula, es decir, mediante la confusión sexual (Lietti et al., 2020).

En síntesis, dada la escasa información disponible en el país, acerca de defoliaciones y disminuciones en el rendimiento del cultivo de *B. napus* ocasionadas por *P. xylostella*, los resultados obtenidos en este estudio aportarán evidencia a nivel nacional que permitirá actualizar los criterios técnicos y optimizar la toma de decisiones en relación con su manejo. De este modo, se busca contribuir a la reducción del uso de insecticidas y a la promoción de la sostenibilidad de los agroecosistemas nacionales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC), perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, ubicada en el km 363 de la ruta 3, en el departamento de Paysandú.

3.1. CRÍA DE LARVAS EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Se estableció una cría de *P. xylostella* en condiciones de laboratorio, con el objetivo de obtener individuos para los diferentes ensayos. La misma se realizó en el Laboratorio de Entomología de la EEMAC. Para iniciar la colonia, se recolectaron adultos provenientes de cultivos de *B. napus* instalados en la estación experimental, así como de malezas pertenecientes a la familia Brassicaceae. Los individuos capturados fueron trasladados al laboratorio en donde fueron colocados en jaulas para insectos con plantas de colza para estimular la oviposición. Allí fueron mantenidos bajo condiciones controladas de temperatura (20 ± 2 °C), humedad relativa (60 %) y un fotoperíodo de 14:10 (luz:oscuridad). La alimentación de estos adultos se realizó mediante una solución de agua y miel suministrada en algodón contenido en una tapa plástica en varios lugares de la jaula.

Una vez que las hembras ovipusieron, se esperó a que eclosionaran las larvas y hasta que alcanzaran un estadio aproximado de L2 a L3. Siempre se procuró que las larvas tuvieran alimento disponible, es decir, plantas de colza presentes en la jaula. Finalmente, para el uso de las larvas en los diferentes ensayos de defoliación e inoculación, se recolectaron las larvas presentes en las plantas con la ayuda de pinceles (Figura 4a).

3.1.1. Consumo foliar de larvas en condiciones controladas de laboratorio

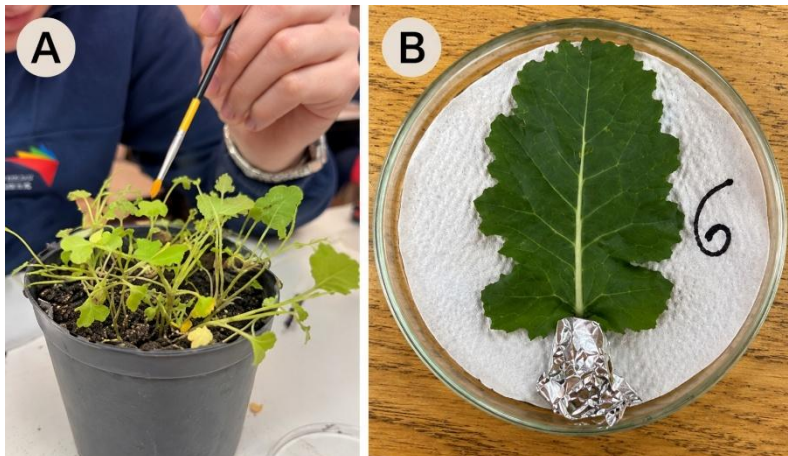
En el Laboratorio de Entomología de la EEMAC, se evaluó el consumo foliar de larvas de *Plutella xylostella*. Se realizaron 4 ensayos idénticos desfasados en el tiempo para incrementar el número de larvas evaluadas. En cada uno de los ensayos, se evaluó el consumo de 20 larvas en estadio L2-L3, durante un máximo de 12 días, momento en el cual la totalidad de las larvas puparon. Los mismos fueron realizados en condiciones controladas de fotoperíodo (14/10), temperatura (23 ± 2 °C) y humedad relativa (55-70%).

Cada larva fue expuesta a ayunos de 24 horas, luego de los cuales se colocó de manera individual en placas de Petri de 10 o 14 cm de diámetro. Cada placa contenía en su base papel de filtro y un folíolo de colza (Figura 4b). Para disminuir la desecación

del tejido vegetal, se colocó un trozo de algodón empapado en agua y envuelto en papel de aluminio en la base de cada pecíolo.

Figura 4

Cría masal de larvas y hoja de colza dentro de placa de Petri



Nota. 4a. Cría masal de larvas de *P. xylostella* en plantines de colza. 4b. Hoja de colza dentro de placa de Petri para evaluación de defoliación en condiciones controladas.

Los folíolos fueron colectados de parcelas sembradas a campo en la EEMAC (los datos de dicho cultivo se especifican en la sección de evaluación de defoliación a campo) cuando el cultivo se encontraba en estado fenológico entre C1 y D1. Se recolectaron siempre las hojas más jóvenes, seleccionando únicamente aquellas que se encontraban en buen estado y sin daños aparentes.

Diariamente, se registraba el IAF, IAF defoliado y porcentaje de defoliación de cada una de las hojas utilizando el programa BioLeaf-Foliar Analysis™, una aplicación que permite obtener estas variables a partir de imágenes captadas con un dispositivo móvil. Dado que las hojas no fueron reemplazadas a lo largo de los días de medición, los valores registrados cada día son acumulativos (por ejemplo, la defoliación correspondiente al día 3 incluye el daño ocasionado en los días previos).

Para el análisis estadístico, se calcularon estadísticos descriptivos para la variable de consumo de área foliar, obteniéndose el promedio de los cuatro ensayos para cada uno de los tiempos de evaluación. El análisis se realizó mediante el procedimiento MEANS del paquete estadístico SAS OnDemand for Academics, versión 9.4.

3.2. INSTALACIÓN DEL ENSAYO A CAMPO

El ensayo a campo fue realizado en el campo experimental de la EEMAC, desde mayo hasta noviembre de 2025. En dicho predio, se trabajó en un potrero de 2800 m², utilizando un híbrido de colza Nuola 300, sembrado el 2 de mayo de 2025 a una densidad de 5,6 kg/ha y distanciamiento entre filas de 0,19 m. El 26 de junio fue fertilizado con nitrógeno en una dosis de 50 kg/ha.

3.2.1. Efecto de la defoliación a campo sobre diferentes componentes de rendimiento

El 22 de mayo, cuando el cultivo se encontraba en estado fenológico C1 (CETIOM, 2008), se instalaron 4 tratamientos. El tratamiento uno consistió en la colocación de una larva de *P. xylostella* por planta ubicada en la parte superior de las láminas foliares (T1), (Figura 5); el dos consistió en la inoculación de cuatro larvas de *P. xylostella* por planta (T2); el tercero correspondió a un testigo sin inoculación (T3); y el cuarto a un testigo sin inoculación con aplicación de una mezcla de dos insecticidas, Belt (flubendiamida 480 g/L) a una dosis de 100 cc/ha + Bifentrin (bifentrin 200g/L) (T4). La aplicación de insecticidas se realizó cada quince días durante el período vegetativo y durante el estado reproductivo se evaluó el daño y la presencia natural de plagas, no siendo necesarias aplicaciones de insecticidas en dicha etapa.

Cada tratamiento fue establecido en un área de 8 plantas (2 hileras de 4 plantas), seleccionadas por su homogeneidad de tamaño y uniformidad de establecimiento. Los tratamientos fueron asignados de manera aleatoria. Cada tratamiento se repitió tres veces (96 plantas totales en evaluación). Se realizaron estimaciones visuales de defoliación en cada una de las plantas evaluadas durante el desarrollo del cultivo. Estos muestreos se efectuaron en tres fechas: 29 de julio, 8 de agosto y 27 de agosto. En dichas evaluaciones, el cultivo se encontraba en los estados fenológicos C1, entre D1 y E, y F2 respectivamente.

Figura 5

*Inoculación de larvas de *Plutella xylostella* en ensayos de campo*



Para evaluar el efecto de porcentajes mayores de defoliación sobre los parámetros del rendimiento del cultivo de colza, se instalaron tres tratamientos de defoliación mecánica mediante el uso de tijeras, con el objetivo de generar niveles de defoliación pre-establecidos. Las defoliaciones mecánicas fueron realizadas el 6 de agosto, cuando el cultivo se encontraba en estado fenológico E (botón floral visible). Los tratamientos fueron localizados en zonas seleccionadas al azar dentro del área experimental, procurando que las plantas seleccionadas no presentaran daños ni diferencias marcadas en su desarrollo. Cada tratamiento fue establecido en un área de 12 plantas y se realizaron cinco repeticiones para cada nivel de defoliación, totalizando 15 plantas evaluadas por tratamiento, en cada repetición se estimaron los porcentajes de defoliación promedio para cada tratamiento y se cosecharon 3 de las 12 plantas para evaluar los parámetros de rendimiento. La defoliación se realizó cortando con tijera cada hoja de cada planta hasta alcanzar los niveles establecidos de 10 (T5), 50 (T6) y 80 % (T7) de defoliación (Tabla 2). El nuevo nivel de defoliación fue estimado visualmente en una instancia, el 27 de agosto, con la planta en estadio F2. Se evaluaron 7 tratamientos que se detallan en la tabla a continuación.

Tabla 2

Tratamientos realizados con su descripción correspondiente y número de muestras por tratamiento

Tratamiento	Descripción	n
1	1 larva en roseta (C1)	24
2	4 larvas en roseta (C1)	24
3	sin larva	24
4	sin larva + insecticida	24
5	10% defoliación mecánica en botón floral visible (E)	15
6	50% defoliación mecánica en botón floral visible (E)	15
7	80% defoliación mecánica en botón floral visible (E)	15

Nota. n equivale al número de plantas usadas para estimar los componentes de rendimiento.

Para la cosecha y estimación de rendimiento, cuando el cultivo alcanzó el estadio de madurez fisiológica (G5), el 15 de octubre de 2025, se realizó la cosecha manual de las plantas evaluadas. Las plantas fueron cortadas a la altura del tallo principal e identificadas según el tratamiento correspondiente con el fin de estimar el número de silicuas totales por planta, peso de 100 granos y el número de granos por planta.

En el laboratorio, se contabilizaron las silicuas de cada planta. Posteriormente, las plantas fueron colocadas de manera individual en estufa durante 24 horas a 60 °C. Posteriormente, se procedió al desgranado manual de silicuas utilizando una bolsa de arpillera y realizando la trilla mediante torsión y fricción de la bolsa, lo que permitió romper las silicuas y liberar las semillas. Luego, el material se pasó por una zaranda con el fin de separar las semillas de las impurezas y se estimó el peso total de todos los granos de cada planta. Posteriormente se realizaron tres conteos de 100 granos, registrándose el peso de los mismos. A partir de estos datos, y considerando el peso total de granos por planta y el peso promedio de 100 granos, se estimó el número total de granos producidos por planta.

Los datos fueron analizados mediante modelos lineales generalizados (GLM), utilizando el procedimiento GLIMMIX de SAS OnDemand for Academics. El tratamiento se consideró como efecto fijo y la distribución de probabilidad y función de enlace se seleccionaron de acuerdo con la naturaleza de cada variable respuesta. Para el número de silicuas se utilizó una distribución binomial negativa con función de enlace logarítmica; para el número de granos y el rendimiento se utilizó una distribución lognormal con función de enlace identidad; y para el peso de 100 granos se utilizó una distribución Gamma con función de enlace logarítmica. La significancia del efecto del

tratamiento se evaluó mediante pruebas de tipo III de efectos fijos. Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey-Kramer, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Las medias y errores estándar se presentaron en la escala original de las variables.

3.2.2. Efecto del consumo larval sobre la dehiscencia de silicuas a campo

Para el estudio del nivel de dehiscencia en silicuas de colza, fue necesario hacer otra inoculación en el cultivo a campo, esta vez, por motivos cronológicos, se realizó sobre otro potrero, el cual se sembró el 29 de junio de 2025, en una superficie de media hectárea, con 4 kg/ha como densidad de siembra, utilizándose la misma variedad de colza que en el primer ensayo de campo: Nuola 300. En el momento de la inoculación la colza se encontraba en estado G3.

Las larvas fueron colocadas directamente en una silicua de la planta, la cual fue cubierta por la jaula (Figura 6). Se inocularon 2 larvas de *P. xylostella* de segundo o tercer estadio en una silicua de cada planta. Para que las larvas se mantuvieran ubicadas en las silicuas, se fabricaron una serie de jaulas de malla con velcro en el extremo. Para aislar el efecto jaula, y garantizar silicuas sin daño, se dispusieron silicuas con jaula, pero sin larvas. Se utilizaron 28 plantas, con una silicua inoculada con dos larvas, y 27 plantas con una silicua con jaula, pero sin larva (testigo). Las jaulas se mantuvieron durante 15 días (del 14 al 29 de octubre), garantizando que todas las larvas utilizadas finalicen su ciclo biológico y alcancen el estado de pupa. Posteriormente se cosecharon de manera manual las silicuas en estudio, habiendo alcanzado la madurez fisiológica.

Figura 6

*Jaula de malla para inoculación de larvas de *P. xylostella* sobre una silicua de colza*



Para analizar el nivel de dehiscencia de las silicuas, primero se llevaron las mismas a la estufa por 24 hs a 60 °C. Luego se utilizó un homogeneizador llamado Geno/Grinder (Figura 7), diseñado para agitar vigorosamente las muestras. Allí se colocaron las silicuas en tubos falcon, y se sometieron al proceso del homogeneizador a una velocidad de 1000 rpm. Se realizaron tres tandas de 30 segundos de trabajo (90s totales), logrando identificar así el nivel de desgrane que tuvieron las muestras. Para ello, se formuló una escala de dehiscencia, que consiste en rangos del 0 al 4, siendo el 0 ningún grano perdido, el 1 un cuarto de granos perdidos, el 2 la mitad de los granos perdidos, el 3, tres cuartos de los granos perdidos, y la escala 4 todos los granos perdidos. Con la escala establecida, se clasificaron cada una de las silicuas luego de haber sido agitadas durante: 30 segundos, 60 segundos y 90 segundos.

Figura 7

Procedimiento para estudio de dehiscencia mediante el uso del Geno/Grinder



Para el análisis estadístico, la variable escala de dehiscencia registrada para cada silicua fue transformada en una variable binaria, agrupando las silicuas en dos categorías: totalmente cerradas (escala 0) y abiertas (escalas 1, 2, 3 y 4). De esta forma, la variable respuesta correspondió a la condición de la silicua (cerrada o abierta). El efecto de la presencia o ausencia de larvas de *P. xylostella* y del ensayo (ensayo 1 y ensayo 2) sobre la probabilidad de que las silicuas permanecieran totalmente cerradas fue analizado mediante un modelo lineal generalizado con distribución binomial y función de enlace logit. Inicialmente se consideró la interacción entre la presencia de larvas y el ensayo (larva $\times$ ensayo); al no resultar significativa, esta interacción fue removida del modelo.

El análisis se realizó mediante el procedimiento LOGISTIC del paquete estadístico SAS OnDemand for Academics, versión 9.4. Se estimaron las probabilidades ajustadas de silicuas totalmente cerradas para los distintos niveles de los efectos incluidos en el modelo. Los resultados se expresaron como la proporción de silicuas totalmente cerradas a los 30 segundos y al finalizar la evaluación a los 90 segundos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CONSUMO DE LARVAS EN LABORATORIO

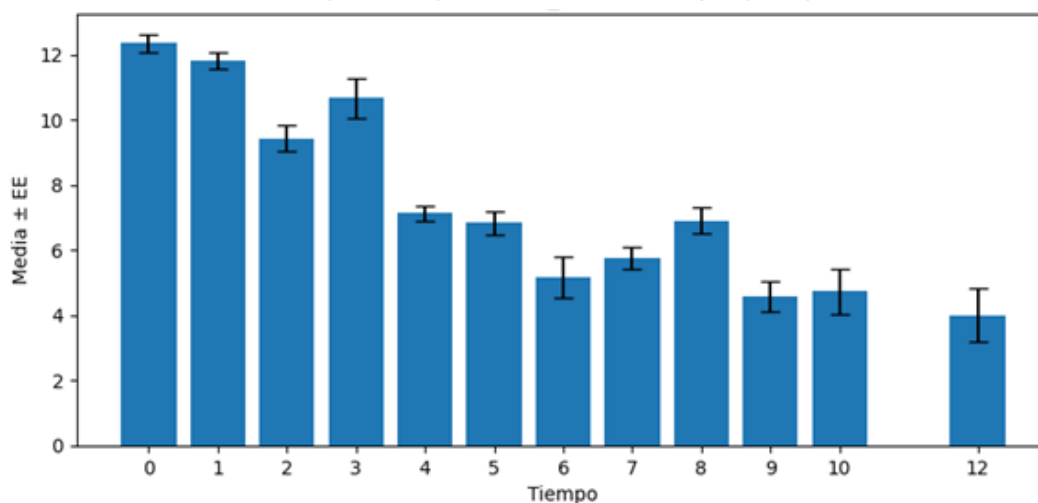
Se muestran a continuación los datos obtenidos en promedio de las 4 repeticiones de los ensayos de larvas (L2-3), totalizando 420 medidas evaluadas durante 12 días (100% de larvas convertidas en pupas).

Las hojas utilizadas presentaron en promedio $9,52 \pm 0,1853 \text{ cm}^2$ (IAF total; media $\pm$ error estándar). El porcentaje de defoliación promedio diario fue de $0,87 \pm 0,10 \%$ (PORC_DEF; media $\pm$ error estándar), aproximadamente $0,08 \text{ cm}^2$ consumidos diariamente en promedio de los 12 días evaluados.

En la figura 8, se observa que, al inicio de los ensayos, los 80 folíolos de colza utilizados presentaron en promedio un IAF total de $12,35 \pm 0,26 \text{ cm}^2$. La caída apreciada en el IAF total a lo largo del tiempo se asoció a que, a medida que los días transcurrían, el tejido vegetal se secaba. Esto, por un lado, provocaba una leve reducción efectiva del área foliar debido a la pérdida de agua del tejido, lo que causó el arrollado de las hojas. Este arrugamiento determinó que el área efectiva censada por el programa BioLeaf-Foliar Analysis™ no sea efectivamente la total.

Figura 8

Índice de área foliar total (IAF, cm^2) en función del tiempo (días)



En la tabla 3 se observa la evolución del porcentaje de defoliación generado por las larvas. Se evidencia que el porcentaje máximo de defoliación alcanzado a los 12 días a partir del establecimiento de las larvas, fue de $5,23 \pm 3,03\%$. Esto equivale a $0,21 \text{ cm}^2$ de área foliar total consumida por larva (L2-3) en un período de 12 días.

Tabla 3*Índice de área foliar y porcentaje de defoliación en función de los días de muestreo*

Día	n	IAF Total (cm ²)		Defoliación (%)		IAF Defoliado (cm ²)
		media	Error estándar	media	Error estándar	Media
0	80	12,4	0,26	0,02	0,08	0,00
1	60	11,8	0,25	0,07	0,16	0,01
2	60	9,4	0,40	0,30	0,52	0,03
3	20	10,7	0,60	0,23	0,45	0,02
4	40	7,1	0,24	1,03	1,14	0,07
5	20	6,9	0,36	1,32	1,29	0,09
7	20	5,8	0,33	2,33	1,81	0,13
8	60	6,9	0,41	2,01	1,18	0,14
9	20	4,6	0,46	3,98	2,65	0,18
10	20	4,7	0,71	4,79	2,25	0,23
12	20	4,0	0,83	5,23	3,03	0,21

Nota. n equivale al número de plantas usadas para estimar los componentes de rendimiento.

Es importante resaltar que estos resultados fueron obtenidos en condiciones de laboratorio, donde, por un lado, se espera que la larva manifieste su máximo potencial de consumo debido a la estabilidad de temperatura y a la exclusión de competencia inter o intraespecífica, dado que cada larva era colocada de manera individual. Sin embargo, pueden existir factores del confinamiento o relacionados con la pérdida de calidad de la hoja al haber sido cortada de la planta que pueden determinar una reducción del consumo potencial.

Por otro lado, en estas evaluaciones se utilizaron de manera indistinta larvas de estadio 2 y 3, pero todas llegaron a pupar durante el período evaluado. Es posible que, si hubiéramos evaluado todas las larvas de tercer estadio, el porcentaje promedio de defoliación hubiese sido más alto, aunque el tiempo de evolución más corto, ya que las mismas hubieran alcanzado antes el estado de pupa. Estudios realizados por Ulmer et al. (2002) encontraron que el promedio de consumo de larvas de *P. xylostella* de cuarto estadio durante 20 horas fue de 0,0219 cm².

Ensayos desarrollados por Folcia y Bado (1996) también determinaron el consumo foliar de colza realizado por larvas de *P. xylostella* en laboratorio, determinando un consumo de 1,52 cm² a 25 °C durante toda la fase de desarrollo larval. Dichos valores se encuentran considerablemente por encima de los registrados en este estudio y podrían, entre otras cosas, asociarse a diferencias nutricionales en la calidad de la hoja. En el presente trabajo se usaron hojas jóvenes con una longitud máxima de

14 cm. Lambdon et al. (2003) encontraron que las hojas jóvenes de colza poseen mayor concentración de nitrógeno total y tejidos más tiernos y fisiológicamente más valiosos, en comparación con folíolos de mayor edad que presentaron menor concentración de nitrógeno utilizable y menor calidad alimenticia relativa (mayor lignificación, menor digestibilidad, etc.). Dichos autores indican que esto podría explicar un desarrollo más rápido y por ende un menor consumo, siempre y cuando las larvas tengan la capacidad de detoxificar los glucosinolatos (metabolitos de defensa) que generan las brassicas y que están más concentrados en hojas jóvenes, pero simultáneamente suelen estar más defendidas químicamente con glucosinolatos. Sin embargo, resulta importante recalcar que la colza moderna ha sido intensamente seleccionada por bajo contenido de glucosinolatos, presentando concentraciones sustancialmente menores que otras *Brassica* spp. de uso hortícola o silvestre (Jhingan et al., 2023). Además, el método evaluado implicó el corte de las hojas de la planta, por lo cual en condiciones de campo probablemente el consumo pueda ser aún menor debido a la expresión de diferentes metabolitos de defensa.

En estudios recientes realizados por Souza et al. (2025) en condiciones controladas se registraron consumos de larvas de *P. xylostella* de entre 0,36 y 0,44 cm² en hojas de repollo (*Brassica oleracea*; Brassicales, Brassicaceae) en un período de 24 horas. Si estos valores se extrapolan al período larval de aproximadamente 12 días, el consumo total estimado se ubicaría entre 3 y 5 cm² por individuo, considerablemente superior al registrado en este estudio en colza. Sin embargo, Armand Pilón Dubroca (2022) observó que el período de desarrollo entre Larva 1 y pupa fue significativamente menor cuando las larvas fueron alimentadas con colza en comparación con repollo, demostrando una mejor calidad nutricional en el primer alimento. En dicho estudio, el desarrollo completo en repollo duró 3,5 días más que en colza. Estos resultados indicarían que la calidad nutricional de la colza es superior a la del repollo, lo cual explicaría los menores valores de consumo registrados en el presente ensayo en comparación con los obtenidos en repollo por Souza et al. (2025).

4.2. EFECTO DE LA DEFOLIACIÓN A CAMPO

Los niveles de defoliación alcanzados en promedio en los tratamientos con inoculación de larvas fueron muy bajos aun cuando se colocaron 4 larvas por planta, no llegando al 0,5% de defoliación. Si bien es probable que no todas las larvas inoculadas efectivamente se hayan establecido en el cultivo, estos datos refuerzan los resultados obtenidos en laboratorio, que señalan que las larvas de *P. xylostella* tienen una reducida capacidad de consumo de tejido foliar.

En floración, la defoliación alcanzada en las plantas sin larva inoculada (y sin control químico) fue baja ($0,2\% \pm 0,1$), e igual a la registrada en el tratamiento con una larva, incrementando levemente en el tratamiento con 4 larvas por planta ($0,4\% \pm 0,1$). Estos datos evidencian que, para las condiciones de cultivo evaluado, la falta de insecticida no tuvo un efecto de relevancia. En las parcelas sin larva inoculada y sin insecticida, la defoliación registrada se asoció a un período de presencia de larvas de *P. xylostella* (muy acotado) y la presencia de *Diabrotica speciosa*.

El corte mecánico realizado con tijera permitió la evaluación del efecto de valores de defoliación mayores a los logrados con la inoculación de larvas (Tabla 4). Sin embargo, dadas las condiciones ambientales, no limitantes para el desarrollo del cultivo, los porcentajes de defoliación a los que fueron sometidos en elongación, se vieron diluidos al llegar a la floración, debido a un mayor crecimiento de las hojas defoliadas y a la aparición de hojas nuevas.

Tabla 4

Porcentaje de defoliación para cada tratamiento en los diferentes momentos fisiológicos de la planta

Tratamiento	n	Defoliación (%)			
		Elongación (E)		Floración (F2)	
		media	Error estándar	media	Error estándar
1. 1 larva en C1	24	0,2	0,09	0,2	0,08
2. 4 larvas en C1	24	0,4	0,07	0,4	0,10
3. sin larva	24	0,7	0,40	0,2	0,10
4. sin larva + insecticida	24	0,1	0,05	0,0	0,02
5. 10% def. mecánica en E	15	10,0	0,00	6,6	0,36
6. 50% def. mecánica en E	15	50,0	0,00	44,3	0,90
7. 80% def. mecánica en E	15	80,0	0,00	72,0	1,07

Nota. n equivale al número de plantas usadas para estimar los componentes de rendimiento.

Los resultados demuestran que solo el tratamiento con 80% de defoliación (lograda mecánicamente) y reducida a un 72% durante la floración, afecta negativamente el rendimiento (p -valor $< 0,0001$). Al analizar por separado los componentes del rendimiento (tabla 5), se puede concluir que esa reducción de rendimiento es determinada por un menor número de silicuas por planta (p -valor $< 0,0001$), ya que el peso de semillas no fue afectado (p valor: 0,1649).

Tabla 5*Rendimiento y sus respectivos componentes según los tratamientos evaluados*

Tratamiento	N.º silicuas	N.º semillas	Peso 100 semillas (g)	Rendimiento (g/planta)
1. 1 larva en C1	47,75 ± 6,13 AB	792,17 ± 92,86 A	0,3813 ± 0,0100 A	3,040 ± 0,369 A
2. 4 larvas en C1	47,67 ± 3,55 B	759,39 ± 89,01 A	0,3750 ± 0,0099 A	2,859 ± 0,347 A
3. sin larva	43,25 ± 4,47 B	663,88 ± 77,82 A	0,3717 ± 0,0098 A	2,466 ± 0,300 A
4. sin larva + insecticida	50,13 ± 7,25 AB	742,57 ± 87,04 A	0,3954 ± 0,0104 A	2,949 ± 0,358 A
5. 10% def. mecánica en E	77,67 ± 11,02 A	973,01 ± 161,29 A	0,3850 ± 0,0143 A	3,745 ± 0,643 A
6. 50% def. mecánica en E	49,33 ± 7,00 AB	909,44 ± 150,76 A	0,3950 ± 0,0147 A	3,613 ± 0,621 A
7. 80% def. mecánica en E	19,33 ± 2,20 C	282,83 ± 43,41 B	0,3521 ± 0,0121 A	1,004 ± 0,160 B

Nota. Valores expresados como media ± error estándar de la media. Medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente según Tukey-Kramer ($\alpha = 0,05$).

Recientemente, Eskandarlee et al. (2025) ha realizado ensayos de defoliación simulada en colza en parcelas a campo en Irán, evaluando el efecto en el rendimiento según el momento y la proporción de la defoliación, logrando determinar también que la colza tolera defoliaciones altas. En ese caso, se estableció incluso que, en etapas de mediados floración, defoliaciones del 25% aumentaron el rendimiento final en un 5%, además, cuando las defoliaciones fueron al final de la floración, el aumento del rendimiento fue 12%. Mientras que defoliaciones del 50% al final de la floración también causó aumentos del 5% del rendimiento. Finalmente, el ensayo concluyó que la planta tolera defoliaciones de 43% y 65% en las etapas de floración intermedia y tardía respectivamente, sin perder rendimiento. Pero estos niveles se ven muy reducidos cuando la defoliación es en etapas tempranas del cultivo, por ejemplo, se determinó que sólo se toleran defoliaciones del 6% en etapas previas a la floración (desde estadio C hasta E) e incluso este valor puede disminuir en etapas vegetativas.

Por su lado, Susko y Superfisky (2009) en E.E.U.U., también evaluaron el efecto de la defoliación en hojas de colza, logrando estimar una reducción del rendimiento a partir de valores de defoliación mecánica del 50% en adelante. Además, demostraron que si la defoliación se realiza en pequeños agujeros distribuidos aleatoriamente en la hoja (como el mecanismo de consumo de *P. xylostella*) la tolerancia a la defoliación es mayor que si se cortan las láminas con tijera desde un punto determinado. Esto se debe

a que, en el método de perforaciones múltiples, aún quedan áreas fotosintéticas entre los orificios, lo que permite que algunos conductos vasculares permanezcan intactos y que sea posible la compensación de los daños. Por otro lado, cuando las plantas se defoliaron mediante tijeras (similar a nuestro ensayo), se provocó la eliminación completa de una sección continua de conductos vasculares, restringiendo así el transporte de nutrientes, agua y fotoasimilados de forma más severa que en las hojas perforadas con sacabocados. El resultado fue una reducción en la producción de órganos reproductivos.

En el cultivo de colza, el índice de área foliar (IAF) sigue una curva sigmoidea, con un máximo en el período reproductivo temprano (elongación–floración) que puede alcanzar de 5 a 7 en condiciones de crecimiento normal. Considerando que el IAF crítico del cultivo es de 4-5, valores en los cuales intercepta el 95% de la radiación (Hertel, 2012), conocer el potencial de consumo foliar de larvas de colza permitiría ajustar la densidad de individuos a partir de las cuales se justifica su control.

4.3. EFECTO DE LAS LARVAS SOBRE LA DEHISCENCIA

Se pudieron registrar visualmente daños en las silicuas inoculadas (Figura 10). Por otro lado, los niveles de dehiscencia en las silicuas inoculadas no tuvieron diferencias significativas en comparación con las silicuas testigo luego de realizado el procedimiento (P valor: 0,3614, Tabla 6). Sí hubo una leve tendencia de que las silicuas inoculadas con larva tuvieron una mayor proporción de dehiscencia en la escala tratada, pero dichos datos no fueron concluyentes (Figura 9).

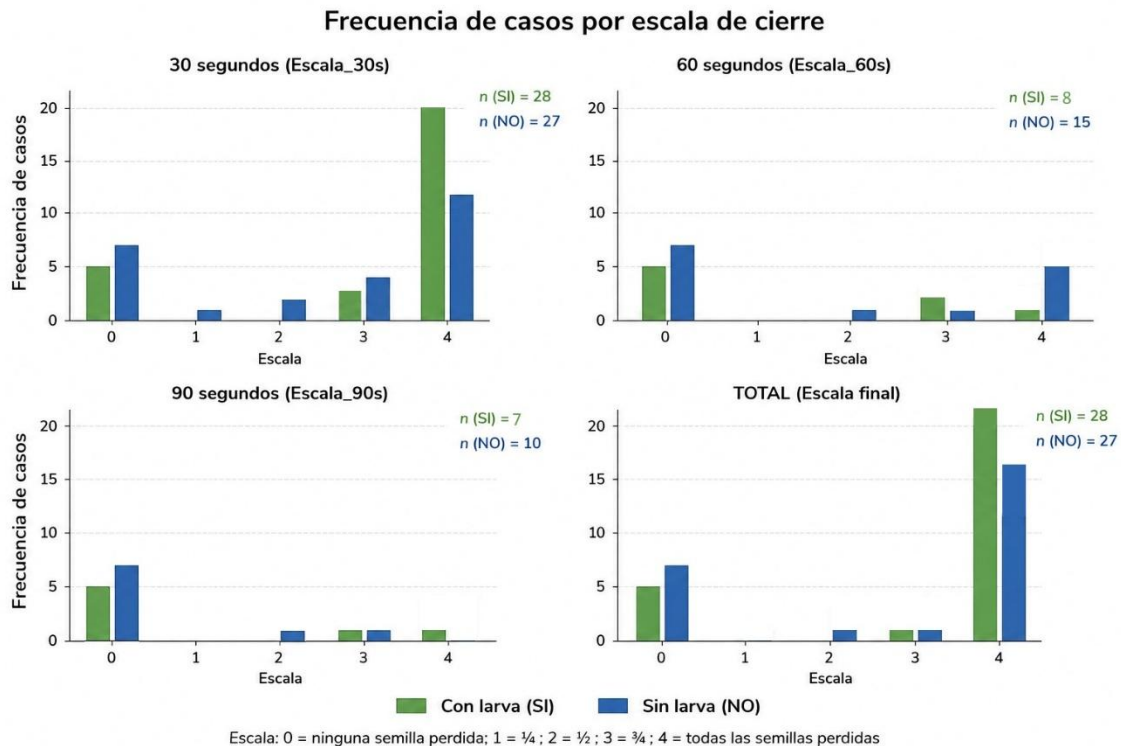
Tabla 6

Media y error estándar de silicuas cerradas a los 90 segundos según presencia de larvas

	Proporción de silicuas cerradas a 90 s		
	n	Media	Error estándar
Con larva	28	16,2	7,1
Sin larva	27	26,0	9,0

Figura 9

*Frecuencia de silicuas en cada categoría de cierre según presencia de larvas de *P. xylostella**



A los 30 segundos, la categoría 4 fue la más frecuente tanto con larva (71 %) como sin larva (44 %). En la escala final (TOTAL), esta tendencia se mantuvo, con 79 % de las silicuas con larva en categoría 4, frente a 63 % sin larva. En contraste, la categoría 0 fue más frecuente en ausencia de larvas (30 % vs. 18 %). En conjunto, los datos sugieren una tendencia hacia una mayor pérdida total de semillas en presencia de larvas, aunque estas diferencias deben interpretarse como tendencias descriptivas, ya que no fueron evaluadas estadísticamente en este análisis.

Figura 10

*Daño en silicuas causado por larvas de *P. xylostella* durante el ensayo a campo*



Estos resultados podrían explicarse porque la apertura de las silicuas constituye un proceso fisiológico, que ocurre exclusivamente en el área de apertura de la silicua como consecuencia de la degradación de la lámina media y de la disolución de la pared celular de este tejido (Meakin & Roberts, 1990). Dichos autores afirman que la separación celular está asociada a un incremento localizado de la actividad de enzimas degradadoras de la pared celular, y al proceso natural de maduración del fruto. En consecuencia, el daño de raspado y/o consumo localizado ocasionado por la alimentación de las larvas de *P. xylostella*, probablemente no determinó que se desencadenaran los mecanismos anatómicos y fisiológicos responsables de la apertura del fruto.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que, en el presente estudio, las larvas fueron inoculadas a campo para garantizar un nivel de daño. Para ello se confinaron en jaulas colocadas sobre la silicua, condición que probablemente incrementó el daño causado en comparación con una situación real de campo, pudiendo inferir que larvas en estado natural provocarían menos daño superficial en las silicuas que el registrado en este ensayo.

Si bien Chirumamilla y Hanson (2023) indican que las larvas de *P. xylostella* se alimentan de las silicuas raspándolas y masticándolas, provocando su debilitamiento, y la consiguiente dehiscencia prematura, estos autores no presentan resultados de ensayos donde se confirme este supuesto.

Por otro lado, Suma y Nagesh Babu (2018) afirman que, en las plantas de colza, las larvas de *P. xylostella* se alimentan de los botones florales, las flores y las silicuas jóvenes. Estos mismos autores señalan que el insecto luego de dañar las silicuas es capaz de consumir las semillas en desarrollo. Esto se debe a que, en estados avanzados del desarrollo de la colza, la senescencia progresiva de las hojas reduce la disponibilidad de tejido foliar para la alimentación de las larvas de *P. xylostella*. En situaciones de elevada infestación, las larvas pueden desplazarse hacia los estratos superiores de la planta y alimentarse de tallos y silicuas en desarrollo, consumiendo principalmente el tejido verde del pericarpio. Cabe señalar que este tipo de daño no se observa habitualmente en condiciones de campo en Uruguay. En este sentido, es importante considerar que al no ser las silicuas un recurso preferido por *P. xylostella* es probable que los adultos migren hacia cultivos menos desarrollados tanto de colza como de otras crucíferas cultivadas o silvestres.

5. CONCLUSIONES

Las evaluaciones de consumo foliar en condiciones controladas de laboratorio permitieron tener una referencia sobre el potencial de daño foliar de esta especie, estableciendo una defoliación promedio de 0,21 cm² durante el desarrollo larval estudiado. Estos resultados permiten rechazar la hipótesis planteada, ya que las larvas de *P. xylostella* no lograron consumir más de 5 cm² de área foliar de colza en condiciones controladas de laboratorio, indicando una baja capacidad de consumo de esta especie.

Los ensayos realizados de inoculación de larvas a campo, en una densidad de uno y cuatro larvas por planta, no evidenciaron reducciones significativas en el rendimiento. En el caso de las defoliaciones mecánicas, únicamente los niveles de 80% ocasionaron pérdidas significativas en el rendimiento. Estos resultados resaltan que el cultivo, presenta elevada tolerancia a altos niveles de defoliación bajo las condiciones evaluadas, aceptando parcialmente una de las hipótesis propuestas.

El daño causado por la inoculación de larvas sobre silicuas a campo no determinó un incremento significativo en la dehiscencia respecto a las silicuas sin larvas en las condiciones experimentales evaluadas. Los resultados no aportaron evidencia suficiente para respaldar la hipótesis de que la presencia de *P. xylostella* incrementa la dehiscencia de las silicuas. Es importante limitar estos resultados a las densidades larvales estudiadas en el estado fenológico de formación de silicuas.

5.1. CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos en este trabajo permitieron ampliar el conocimiento sobre el efecto de *P. xylostella* en el cultivo de colza, especialmente bajo condiciones de campo en Uruguay. Esta información representa un aporte importante, considerando que existe escasa evidencia nacional sobre los daños ocasionados por esta plaga y sus posibles efectos sobre el rendimiento del cultivo.

El estudio adquiere especial importancia considerando que la colza ha incrementado su participación en el sistema agrícola nacional, tanto por su valor estratégico en las rotaciones como por su creciente demanda en el mercado.

La elevada capacidad de tolerancia del cultivo frente a niveles moderados de defoliación sugiere que la presencia de larvas y su daño sobre las hojas, no implica necesariamente una merma económica, por lo que las decisiones de control deberían basarse en la observación del daño y la constatación de las larvas, basados en un

correcto monitoreo de las poblaciones de la plaga, evitando aplicaciones innecesarias de insecticidas.

La información generada constituye un aporte para el desarrollo de estrategias de manejo integrado de *P. xylostella* en colza. En particular, la posibilidad de ajustar las intervenciones en función del daño y del riesgo real para el cultivo podría contribuir a reducir el uso innecesario de insecticidas, favoreciendo la conservación de los visitantes florales y los servicios ecosistémicos que estos brindan.

Finalmente, este trabajo constituye una base para futuras investigaciones orientadas a evaluar el efecto de mayores densidades larvales y su posible daño sobre los brotes, con el propósito de continuar ajustando los criterios de manejo integrado de *P. xylostella* y contribuir a una producción de colza sostenible en Uruguay.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Armand Pilón Dubroca, A. (2022). *Desarrollo de atracticidas para el manejo integrado de Plutella xylostella en Brassica napus* [Tesis de maestría, Universidad de la República]. Colibri. <http://hdl.handle.net/20.500.12008/32918>
- Asociación Civil Uruguay para la Protección de los Obtentores Vegetales. (2024). *Teledetección del cultivo de colza: Zafra 2024*. <https://www.urupov.org.uy/wp-content/uploads/2024/12/INFORME-COLZA-2024-URUPOV-final.pdf>
- Baillet, A. (2026, 8 de abril). *Les stades repères du colza*. Terres Inovia. <https://www.terresinovia.fr/fr/informations-techniques/colza/les-stades-reperes-du-colza>
- Bentancourt, C. M., & Scatoni, I. B. (1992). *Catálogo de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay*. Universidad de la República. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/32920>
- Bentancourt, C. M., & Scatoni, I. B. (1999). *Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay*. Universidad de la República.
- Bentancourt, C. M., & Scatoni, I. B. (2006). *Lepidópteros de importancia económica en Uruguay: Reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales* (2ª ed.). Hemisferio Sur; Universidad de la República.
- Bentancourt, C. M., & Scatoni, I. B. (2010). *Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay* (3ª ed. rev. y ampl.). Universidad de la República.
- Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2000). *Aphids on the world's crops: An identification and information guide* (2nd ed.). Wiley.
- Bleiholder, H., Kirfel, H., Langeluddeke, P., & Stauss, R. (1991). Codificação unificada dos estádios fenológicos de culturas e ervas daninhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26(9), 1423-1429. <https://apct.sede.embrapa.br/pab/en/article/view/3483/816>
- Capinera, J. L. (2000). Diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Insecta: Lepidoptera: Plutellidae). *Edis*, 2002(8). <https://doi.org/10.32473/edis-in276-2000>
- Capinera, J. L. (2001). *Handbook of vegetable pests*. Academic Press.

- Castro, M. (2016, 28 de abril). *Aspectos agronómicos a tener en cuenta en el cultivo de colza* [Contribución]. Jornada cultivos de invierno 2016: Precisión y estrategia: Las claves para elegir alternativas viables, Mercedes, Soriano. https://fucreea.org/system/comfy/cms/files/files/000/000/423/original/Aspectos_a_tener_en_cuenta_en_el_cultivo_de_colza_Marina_Castro.pdf
- Chamorro, A. M., & Bezus, R. (2023). Morfología y ecofisiología del cultivo de colza. En G. E. Sánchez Valduví & A. M. Chamorro (Eds.), *Lino, colza y cártamo: Oleaginosas que aportan a la diversificación productiva* (pp. 85-103). Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/158442>
- Chirumamilla, A., & Hanson, B. (2023, 31 de octubre). *Canola pod shattering: To swath or not to swath?* USCA. <https://www.uscanola.com/news-views/usca-blog/canola-pod-shattering/>
- Chu, Y. (1986). The migration of diamondback moth. En T. Griggs & N. Talekar (Eds.), *Diamondback moth management: Proceedings of the first international workshop on diamondback moth management* (pp. 77-81). AVRDC.
- Cibilis, X., Baraibar, N., Gambiasi, M., & Stewart, S. (2023, 29 de septiembre). *Presencia de mosca barrenadora del tallo de colza en Uruguay: Situación actual y consideraciones*. INIA. <https://inia.uy/noticias/presencia-de-mosca-barrenadora-del-tallo-de-colza-en-uruguay-situacion-actual-y>
- Dedryver, C. A., Le Ralec, A., & Fabre, F. (2010). The conflicting relationships between aphids and men: A review of aphid damage and control strategies. *Comptes Rendus Biologies*, 333(6-7), 539-553. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2010.03.009>
- Diepenbrock, W. (2000). Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Field Crops Research*, 67(1), 35-49. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(00\)00082-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00082-4)
- Dosdall, L. M., Soroka, J. J., & Olfert, O. (2011). The diamondback moth in canola and mustard: Current pest status and future prospects. *Prairie Soils Crops Journal*, 4, 66-76.
- Douglas, J., Macfadyen, S., Hoffmann, A., & Umina, P. (2017). Crop seedling susceptibility to *Armadillidium vulgare* (Isopoda: Armadillidiidae) and *Ommatoiulus moreletii* (Diplopoda: Iulidae). *Journal of Economic Entomology*, 110(6), 2679-2685. <https://doi.org/10.1093/jee/tox275>

- Eskandarlee, K., Iranipour, S., Peyghamzadeh, K., Saber, M., & Michaud, J. P. (2025). Yield reductions in rapeseed, *Brassica napus*, in response to various regimes of simulated defoliation. *Journal of Pest Science*, 98(4), 1893-1903.
<https://doi.org/10.1007/s10340-025-01910-5>
- Florentín, M. (2023). La colza en Uruguay brilla por su presencia; el volumen de producción superó las 500.000 toneladas. *Verde News*, (105).
<https://verdenews.com.uy/noticias/la-colza-en-uruguay-brilla-por-su-presencia/>
- Folcia, A. M., & Bado, S. G. (1996). Aspectos morfológicos, biológicos e ingesta de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 16(3), 173-178. <https://ri.agro.uba.ar/files/download/revista/facultad-agronomia/1996folciaam2.pdf>
- Foreign Agricultural Service. (2026). *Production - Rapeseed Oil*. USDA.
<https://www.fas.usda.gov/data/production/4239100>
- Furlong, M. J., Wright, D. J., & Dosdall, L. M. (2013). Diamondback moth ecology and management: Problems, progress, and prospects. *Annual Review of Entomology*, 58, 517-541.
- Golizadeh, A., Kamali, K., Faithpour, Y., & Abbasipour, H. (2009). Life table of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on five cultivated brassicaceous host plants. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 11(2), 115-124. https://www.researchgate.net/publication/268341562_Life_Table_of_the_Diamondback_Moth_Plutella_xylostella_L_Lepidoptera_Plutellidae_on_Five_Cultivated_Brassicaceous_Host_Plants
- Hertel, K. A. (2012). Canola growth and development. En I. Yusa (Ed.), *Capturing opportunities and overcoming obstacles in australian agronomy* (pp. 1-4). ASA.
https://www.agronomyaustraliaproceedings.org/images/sampled/2012/81767_hertel.pdf
- Javed, M. W., Mansoor-ul-Hasan, Sagheer, M., & Sahi, S. T. (2025). Type-dependent biostimulant-mediated induction of nutrients and phenolic compounds improved plant tolerance against canola aphids (*Brevicoryne brassicae* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 224, Artículo e109930.
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2025.109930>

- Jhingan, S., Harloff, H. J., Abbadi, A., Welsch, C., Blümel, M., Tasdemir, D., & Jung, C. (2023). Reduced glucosinolate content in oilseed rape (*Brassica napus* L.) by random mutagenesis of BnMYB28 and BnCYP79F1 genes. *Scientific Reports*, 13(1), Artículo e2344. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-28661-6>
- Kohlmotte: Auch Kohlschabe, *Plutella xylostella* (L.), Familie: Schleier- und Halbmotten (2019). Ökolandbau.de. <https://www.oekolandbau.de/bio-in-der-praxis/oekologische-landwirtschaft/oekologischer-pflanzenbau/oekologischer-pflanzenschutz/pflanzendoktor/schaderreger/schaderreger-im-gemuesebau/kohlmotte-kohlschabe-plutella-xylostella/>
- Lambdon, P. W., Hassall, M., Boar, R. R., & Mithen, R. (2003). Asynchrony in the nitrogen and glucosinolate leaf-age profiles of Brassica: Is this a defensive strategy against generalist herbivores? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 97(1-3), 205-214. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00036-7](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00036-7)
- Lietti, M., Grilli, M. P., Fernández, C., & Espinoza Gavilánez, R. (2020). *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae): Bioecología y control biológico. En L. Polack, R. Lecuona, & S. López (Comps.). *Control biológico de plagas en horticultura: Experiencias argentinas de las últimas tres décadas* (pp. 444-483). INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/8925>
- Manentzos, A. N., Pahl, A. M. C., Melloh, P., Martin, E. A., & Leybourne, D. J. (2024). Low prevalence of secondary endosymbionts in aphids sampled from rapeseed crops in Germany. *Bulletin of Entomological Research*, 114(2), 254-259. <https://doi.org/10.1017/S0007485324000063>
- Marchioro, C. A., & Foerster, L. A. (2014). Preference–performance linkage in the diamondback moth, *Plutella xylostella*, and implications for its management. *Journal of Insect Science*, 14(1), Artículo e85. <https://doi.org/10.1093/jis/14.1.85>
- Mason, P. (2022). *Plutella xylostella* (diamondback moth). *CABI Compendium*, Artículo e42318. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.42318>
- Mazzilli, S., Abbate, S., Mendoza, Y., Dobreff, N., Rosas, M., Silchenko, S., Andrea, F. de, & Fros, D. (2016). El rol de *Apis mellifera* en el cultivo de canola (*Brassica napus* L.). *Cangüé*, (37), 14-18. https://cangu.eemac.edu.uy/app/uploads/2024/12/Cangu37_rol_apis_mellifera_cultivo_canola.pdf

- Mazzilli, S., Ernst, O., Locatelli, A., & Fros, D. (2021). *Ajustes en el manejo de colza-canola para mejorar y estabilizar el rendimiento: Un estudio basado en la ecofisiología del cultivo*. INIA. <https://www.inia.uy/sites/default/files/publications/2024-10/Inia-Fpta-93-proyecto-287-Junio-2021.pdf>
- Meakin, P. J., & Roberts, J. A. (1990). Dehiscence of fruit in oilseed rape (*Brassica napus* L.): I. Anatomy of pod dehiscence. *Journal of Experimental Botany*, 41(8), 995-1002. <https://doi.org/10.1093/jxb/41.8.995>
- Mena Guerrero, J., & Hernández Fernández, J. (2017). Brasicáceas y perspectivas de control biológico del insecto plaga *Plutella xylostella* (Lepidóptera: Plutellidae) utilizando *Bacillus thuringiensis*. *Revista Mutis*, 7(2), 7-22. <https://doi.org/10.21789/22561498.1245>
- Michigan State University. (s.f.). *Plutella xylostella*. Arthropod Pesticide Resistance Database. <https://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arld=571>
- Nagaharu, U. (1935). Genome analysis in Brassica with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. *Japanese Journal of Botany*, 7, 389-452.
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2025). *Anuario Estadístico Agropecuario 2025*. MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-agropecuario-2025>
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2026a). *Resultados de la Encuesta Agrícola "Invierno 2026"*. MGAP. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/noticias/Resultados%20Encuesta%20Agr%C3%ADcola%20de%20Invierno%202026.pdf?utm_source
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2026b). *Resultados de la Encuesta Agrícola "Primavera-verano 2025/26"*. MGAP. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/noticias/Comunicado_%20Agr_Prim_%202025_26.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2026). *FAOSTAT: Cultivos y productos de ganadería*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

- Otani, M. (2025). *Released August 22, 2025*. Prairie Pest Monitoring Network.
<https://prairiepest.ca/2025/week-16/>
- 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), D1-D11. <http://dx.doi.org/10.1603/IPM14012>
- Planchon Guigou, M. E., & Figares Espósito, H. J. (2004). *Fertilización en colza-canola (Brassica napus L.). fenología y época de siembra en cultivares de B. Napus, B Rapa, y B. Juncea* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/32904>
- Ponce de León, F., Martino, D. L., & Díaz Lago, J. E. (1999). Agronomía de la canola. En D. L. Martino & F. Ponce de León (Eds.), *Canola: Una alternativa promisorio* (pp. 9-18). INIA. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2848/1/111219240807140032.pdf>
- Rava, C. (2022). Colza: Situación y perspectivas. En *Anuario OPYPA 2022* (pp. 217-235). MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/book/16089/download>
- Ríos, A., Fernández, G., & Collares, L. (2005). Estudio de las comunidades de malezas asociadas a los sistemas de siembra directa en Uruguay. En A. Ríos (Coord.), *Seminario-Taller Iberoamericano de Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos: Ponencias* (pp. 129-141). Centro Politécnico del Cono Sur; INIA. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/15980/1/Estudio-de-las-comunidades-de-malezas-asociadas-a-los-sistemas-de-siembra-directa-en-Uruguay.Rios-et-al-2005.pdf>
- Russell, D. (2011). *Plutella xylostella eggs*. Wikimedia Commons.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a4/Plutella_xylostella_eggs.jpg?utm_source=commons.wikimedia.org&utm_campaign=index&utm_content=original
- Sarfraz, M., Dosdall, L. M., & Keddie, B. A. (2007). Resistance of some cultivated brassicaceae to infestations by *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Economic Entomology*, 100(1), 215-224.
<https://doi.org/10.1093/jee/100.1.215>

- Souza, S. A. de, Padial, I. M. P. M., Souza, T. S. de, Domingues, A., Ferreira, E. A., Mauad, M., Cardoso, C. A. L., Malaquias, J. B., Oliveira, L. V. Q., Formagio, A. S. N., Mauad, J. R. C., & Mussury, R. M. (2025). Evaluation of bioinsecticide in the control of *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758): A laboratory study for large-scale implementation. *Sustainability*, 17(4), Artículo e1626.
<https://doi.org/10.3390/su17041626>
- Suma, K. & Nagesh Babu, R. (2018). Isolation, characterization of Lepidoptera esterases, glutathione-s-transferase & its molecular docking studies. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 5(10), 169-182. <https://ijarbs.com/pdfcopy/oct2018/ijarbs19.pdf>
- Susko, D. J., & Superfisky, B. (2009). A comparison of artificial defoliation techniques using canola (*Brassica napus*). *Plant Ecology*, 202(1), 169-175.
<https://doi.org/10.1007/s11258-008-9462-6>
- Talekar, N. S., & Shelton, A. M. (1993). Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual Review of Entomology*, 38(1), 275-301.
https://www.researchgate.net/profile/Anthony-Shelton-3/publication/234150156_Biology_Ecology_and_Management_of_the_Diamondback_Moth/links/542ca7c40cf277d58e8c83f5/Biology-Ecology-and-Management-of-the-Diamondback-Moth.pdf
- Ulmer, B., Gillott, C., Woods, D., & Erlandson, M. (2002). Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. *Crop Protection*, 21(4), 327-331.
[https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00014-5](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00014-5)
- Valetti, O. E. (1996). *El cultivo de colza-canola*. INTA.