
Efectos de la temperatura, fotoperiodo y cultivares de repollo durante la alimentación larval, en parámetros morfológicos del adulto de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae)



Effects of temperature, photoperiod and cabbage cultivars, during larval food, on morphological parameters of adults of Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae)

 **María Cecilia Curis**

Universidad Nacional del Litoral, Argentina
mcuris@fca.unl.edu.ar

 **Norma Micheloud**

Universidad Nacional del Litoral, Argentina Consejo
Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,
Argentina
nmicheloud@fca.unl.edu.ar

 **Alejandra Lutz**

Universidad Nacional del Litoral, Argentina
alutz@fca.unl.edu.ar

 **María Amalia Trod**

Universidad Nacional del Litoral, Argentina
matrod@fca.unl.edu.ar

Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias

núm. 24, e0033, 2025

Universidad Nacional del Litoral, Argentina

ISSN: 2346-9129

ISSN-E: 2346-9129

Periodicidad: Semestral

revistafave@fca.unl.edu.ar

Recepción: 21 marzo 2024

Aprobación: 05 noviembre 2024

DOI: <https://doi.org/10.14409/fa.2025.24.e0033>

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/586/5865251001/>

Resumen: *Plutella xylostella* es la plaga más importante de los cultivos de Brassicaceae en todo el mundo. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de dos cultivares de *Brassica oleracea* subsp. *capitata* (Ruby Perfection y Globe Master), diferentes temperaturas (17, 20, 25 y 30 °C) y fotoperiodos (14:10, 12:12 y 9:15, horas de luz:oscuridad), durante el desarrollo larval, sobre los parámetros morfológicos del adulto, y conocer las relaciones entre estos en respuesta a los factores aplicados. El estudio se realizó en condiciones controladas. Cuando los adultos emergieron fue medido: longitud del fémur de las patas medias y posteriores, palpo labial y primer par de alas, bajo lupa estereoscópica (40x). El efecto de los factores sobre los caracteres morfológicos fue analizado mediante ANVA, adicionalmente fueron realizados modelos de regresión lineal para describir la relación entre los parámetros morfológicos. Cuando las larvas de *P. xylostella* fueron alimentadas con Globe Master, combinados con 20 °C y 12 horas de luz, el largo del ala anterior y fémur de segundo y tercer par de patas, fue mayor. Por el contrario, cuando se expusieron a temperaturas iguales o superiores a 25°C y fotoperiodos cortos, de 9 horas de luz, el tamaño de los parámetros morfológicos fue afectado negativamente. El palpo labial fue el más estable ante los cambios de alimento, temperatura y fotoperiodo. Las relaciones entre los parámetros morfológicos de *P. xylostella*, en función de los factores evaluados, no evidenciaron alometría.

Palabras clave: Palomilla de la col, adulto, alimentación, condiciones ambientales..

Abstract: *Plutella xylostella* is one of the most important pests of Brassicaceae crops throughout the world. The aim of the work was to evaluate the effect of two cultivars of *Brassica oleracea* subsp. *capitata* (Ruby Perfection and Globe Master), four

Notas de autor

mcuris@fca.unl.edu.ar

*different temperatures (17, 20, 25 y 30 °C) and three photoperiods (14:10, 12:12 and 9:15 hours of light: dark), during larval development, on to morphological parameters of diamondback moth adults and to know the relationships between these parameters and the applied factors. The study was conducted under controlled conditions, and when the adults emerged, measured length of femur of the middle and hind legs, labial palp, and front wing, using a stereomicroscope (40x). The effect of the factors studied on adult's morphological parameters was analyzed using ANOVA; linear regression models were performed to describe the relationship between parameters. In *P. xylostella* larvae fed with Globe Master, combined with 20°C and 12 hours of light, the lengths of: anterior wing, femur of second and third pair of legs, were higher. The size of the morphological parameters was negatively affected. When they were exposed to temperatures at 25 °C or higher, and photoperiods of 9 hours of light. The labial palp was the most stable in the face of changes in food, temperature and photoperiod. The relationships between morphological parameters of *P. xylostella*, and the factors evaluated, did not show allometry.*

Keywords: *diamondback moth, adult size, food, environmental conditions.*

Introducción

Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera, Plutellidae), conocida vulgarmente como la “polilla de las coles”, es considerada una plaga clave de cultivos de la familia Brassicaceae, incluyendo especies silvestres y cultivadas (Girard et al., 2012; Whu et al., 2021). Es una especie cosmopolita con capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas que se destaca principalmente por los daños que causa a los cultivos de crucíferas (Curis et al., 2019).

Esta familia de plantas se caracteriza por la presencia de metabolitos secundarios como son los glucosinolatos (GLS), que pueden influir en el comportamiento de los insectos (Sarfaz, 2006; Whu et al., 2021). En *Brassica oleracea*, hay una variación considerable en la estructura y en la cantidad total de GLS (Cartea y Velasco, 2008) y las concentraciones varían con los factores ambientales (nutrientes, agua e intensidad de luz), los diferentes órganos y las etapas de desarrollo de las plantas (Chowdhury et al., 2022). Además, el contenido de GLS en las plantas de Brassicaceae varía entre las especies, los cultivares de una especie y entre los tejidos de una planta, además se modifican como resultado de las condiciones de procesamiento y almacenamiento (Bellostas et al., 2007). El comportamiento de *P. xylostella* criada en diferentes cultivos, varía la viabilidad y la duración de la fase del huevo, del período larval, pupal, así como la proporción sexual, la fertilidad y longevidad del adulto (Hamilton et al., 2005; Thuler et al., 2007).

Las condiciones ambientales durante el desarrollo temprano y el estrés nutricional pueden tener efectos sobre el fenotipo del adulto y, por lo tanto, en la aptitud física (Dmitriew y Rowe, 2011). Cuando las condiciones nutricionales en estados inmaduros son apropiadas, los lepidópteros tienden a tener un tamaño corporal mayor a una edad más temprana (Day y Rowe, 2002).

El fotoperiodo es un factor abiótico que influye en la biología y en el comportamiento, por lo cual las diferentes poblaciones de la plaga de distintas regiones ecológicas varían según los requisitos térmicos (Chen et al., 2015). Dichas variaciones exigen estudiar la biología y aptitud de esa plaga específica para su mejor manejo (Saeed et al., 2018).

El tamaño del cuerpo está significativamente correlacionado con la aptitud física (Parker y Johnston, 2006) y se ve afectado por factores genéticos y ambientales que operan a través de complejos mecanismos moleculares y fisiológicos que controlan el desarrollo (Nijhout et al., 2006). Es por ello, que un insecto puede reducir la duración del crecimiento a temperaturas altas, progresar a un ritmo más rápido, alcanzando un tamaño más pequeño (Ghosh et al., 2013). Un factor ambiental que tiene un efecto particularmente importante en el tamaño del cuerpo de los insectos es la temperatura, ya que el aumento de los niveles térmicos durante el periodo de desarrollo conduce a una disminución en el tamaño final del adulto (Ghosh et al., 2013).

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar el efecto de dos híbridos de repollo y diferentes temperaturas y fotoperíodos, durante el desarrollo larval, sobre algunos parámetros morfológicos (longitud del ala anterior, del fémur del segundo y tercer par de patas, y del palpo labial) del adulto de la palomita de las coles, además de conocer el comportamiento de las relaciones entre los parámetros morfológicos ante la variación de los factores aplicados.

Materiales y Métodos

Cría de insectos

Se recolectaron pupas y las larvas de *P. xylostella* en campos comerciales de Brassica de la zona hortícola, en la provincia de Santa Fe (31° 25' S; 60° 50' W). La cría de *P. xylostella* se inició sobre plantas *B. oleracea* subsp. *capitata* en macetas y se mantuvo en una cámara de crecimiento a temperaturas entre 20 y 25 °C, fotoperiodo de 14:10 h (luz: oscuridad) y humedad relativa (HR) de $65 \pm 10\%$. Para obtener huevos en forma sincronizada, se liberaron polillas adultas machos y hembras en las jaulas de oviposición (30x30x45 cm) con plantas de repollo del híbrido Globe Master. Los adultos fueron alimentados a través de algodón embebido con una solución de miel al 10% (Curis et al., 2017). Los huevos colocados sobre las hojas fueron retirados diariamente. El ensayo se inició con los huevos obtenidos en la F3, los cuales fueron colocados en placas de Petri (9 cm de diámetro), hasta la emergencia de las larvas.

Tratamientos

El estudio del efecto de la planta huésped sobre los parámetros morfológicos se realizó en condiciones de laboratorio, en el Departamento de Producción Vegetal (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral). Se estudiaron dos híbridos de *B. oleracea* var *capitata*: morado (Ruby Perfection) y blanco (Globe Master), que son los más comerciales en la zona hortícola de la región. Las larvas recientemente eclosionadas se introdujeron individualmente mediante un pincel fino, en caja de Petri de 5 cm de diámetro, para evitar la deshidratación, se colocaron entre dos porciones de hojas del híbrido correspondiente, de aproximadamente 3x3 cm, que fueron diariamente reemplazadas. Para cada híbrido, se establecieron cuatro temperaturas (17, 20, 25 y 30 °C) y tres fotoperiodos (14:10, 12:12 y 9:15 h de luz: oscuridad). La HR se mantuvo a $65 \pm 10\%$. El experimento fue replicado (20 repeticiones por tratamiento), pero solo se consideró a aquellos individuos que llegaron al estado adulto.

Cuando los adultos emergieron, se les dio muerte colocándolos en un congelador (-10 °C) por una hora y de cada cada adulto se disectaron las patas medias y posteriores, y se midió el largo del fémur, así como el palpo labial y la longitud del ala delantera (Figura 1). Estos artejos fueron elegidos debido a que algunos rasgos morfológicos del adulto, como el ala y las patas se generan a partir de discos imaginales que crecen internamente durante el desarrollo larvario (McDonald et al., 2018), además son rígidos, proporcionales al tamaño del cuerpo y son sensibles a cambios en la alimentación, por lo tanto, resultan útiles como indicadores del tamaño del adulto (Casasa y Moczek, 2018). Los artejos extraídos de cada adulto, fueron montados en portaobjetos y debidamente identificados (Figura 2), a fin de realizar las mediciones bajo lupa estereoscópica 40x (Olympus SZ40, Olympus Corporation, Tokio, Japón). Los restos de cada adulto fueron guardados individualmente en tubos plásticos de 1,5 mL Eppendorf® para reemplazo, en caso de rotura.



Figura 1 / Figure 1

Esquema de la medición del largo de: a) del fémur del segundo y tercer par de patas; b) primer par de alas y, c) del palpo labial de adultos de *Plutella xylostella*. / Scheme of measuring the length of a) the femur of the second and third pair of legs; b) the first pair of wings and, c) the labial palp of *Plutella xylostella*.



Figura 2 / Figure 2

Artejos extraídos de adultos de *Plutella xylostella* (ala delantera, palpo labial, patas media y posterior), debidamente identificados y pegados sobre portaobjetos, para su posterior medición. / Artifacts extracted from *Plutella xylostella* adults (front wing, labial palp, middle and posterior legs), were duly identified and glued on slides, for later measurement.

Análisis estadístico

Para el experimento se utilizó un diseño completamente aleatorizado y los tratamientos aplicados conformaron una estructura factorial. Para el análisis estadístico se aplicó un modelo lineal general, donde los diferentes factores evaluados se definieron como efectos fijos: híbrido (H), fotoperíodo (F) y temperatura (T), con sus interacciones (HxF, HxT, FxT y HxFxT). El efecto de los mismos sobre los parámetros morfológicos se analizó mediante ANVA y, cuando los resultados fueron significativos, la comparación entre las medias se realizó utilizando el test LSD de Fisher, con un nivel de significancia 5%. Adicionalmente, fueron realizados modelos para describir las relaciones entre las diferentes estructuras morfológicas, en función de los factores aplicados, mediante análisis de regresión lineal (Balzarini et al., 2017). El procesador estadístico utilizado fue InfoStat (Di Rienzo et al., 2017).

Resultados

El largo del palpo labial no presentó diferencias estadísticas significativas debido al tipo de híbrido utilizado en la alimentación y, tampoco se encontraron cambios en su longitud cuando se modificó el fotoperíodo. Sin embargo, este parámetro varió en función de la temperatura (Tabla 1).

La longitud de las alas anteriores fue significativamente afectada por el fotoperíodo. También, varió en función del híbrido utilizado en la alimentación y de la temperatura a la cual fueron expuestas las larvas, sin embargo, sus efectos no fueron independientes ya que se encontró interacción significativa entre estos factores (Tabla 1).

Con respecto a los fémures medios y posteriores, ambos parámetros morfológicos fueron afectados significativamente por el tipo de híbrido de la alimentación y las condiciones de fotoperíodo y temperatura, aunque, tanto el efecto del híbrido como del fotoperíodo no fueron independientes de la temperatura, debido a que sus interacciones resultaron significativas (Tabla 1).

Tabla 1 / Table 1

Resultados del ANVA de los efectos de híbridos de repollo (H), fotoperíodo (F), temperatura (T) y sus interacciones (HxF, HxT, FxT y HxFxT), sobre los parámetros morfológicos de los adultos de *Plutella xylostella*. / *ANVA result of the effect of the cabbage hybrid (H), photoperiod (F), temperature (T) and their interactions (HxF, HxT, FxT, and HxFxT), on the morphological parameters of Plutella xylostella.*

Factor	Palpo labial		Ala anterior		Fémur medio		Fémur posterior	
	g.l.	C.M	g.l.	C.M.	g.l.	C.M.	g.l.	C.M.
H	1	0,00013 ^{ns}	1	3,18***	1	0,00013**	1	0,06**
F	2	0,02 ^{ns}	2	10,14***	2	0,02***	2	0,24***
T	2	0,23***	2	15,2***	2	0,23***	2	0,22***
HxF	2	0,01 ^{ns}	2	0,2 ^{ns}	2	0,01 ^{ns}	2	0,00096 ^{ns}
HxT	2	0,02 ^{ns}	2	1,7***	2	0,02*	2	0,03**
FxT	2	0,02 ^{ns}	2	0,26 ^{ns}	2	0,02*	2	0,02*
HxFxT	1	0,04 ^{ns}	1	0,00017 ^{ns}	1	0,04 ^{ns}	1	0,00065 ^{ns}
Error	268	0,01	314	0,19	268	0,01	288	0,0042
CV	13,45		7,53		6,97		5,97	

C.M.: cuadrado medio; g.l.: grados de libertad.

Los palpos labiales no se diferenciaron entre temperaturas de 17 y 20 °C, siendo ambos superiores en un 15% en comparación con 25 °C (Tabla 2). Aunque la prueba también se realizó a 30 °C, no se logró la supervivencia larval.

Con fotoperíodos cortos (9:15) fueron observados los menores tamaños en este parámetro. Los fotoperíodos de 12:12 y 14:10 no se diferenciaron entre sí presentando un tamaño de ala 10% superior en relación a 9:15 (Tabla 2).

El mayor valor del ala anterior se obtuvo cuando se combinó la utilización del híbrido Globe Master y 20 °C de temperatura. Por otro lado, las menores longitudes del ala resultaron a 25 °C sin diferencias entre híbridos (Figura 3A). Cuando *P. xylostella* se expuso a 20 °C y se alimentó con el híbrido Globe Master presentó tamaños más grandes de fémur medio y fémur posterior en comparación con Ruby Perfection, mientras que con las temperaturas restantes no hubo diferencias de tamaño debido al alimento, observándose las menores longitudes de ambos fémures a 25 °C (Figura 3B y C).

Además, hubo una interacción significativa entre la duración del fotoperiodo y la temperatura en el tamaño del fémur del segundo y tercer par de patas. Este resultado se explica porque cuando las larvas de *P. xylostella* se expusieron a 20 °C el fémur medio fue superior y no se modificó en los diferentes fotoperiodos. Sin embargo, cuando la temperatura fue de 25 °C, se observó una mayor longitud de este parámetro morfológico con fotoperiodos de 12:12 y 14:10 luz: oscuridad, en relación con 9:15 luz: oscuridad (Figura 3D). El fémur posterior fue más grande a 20 °C y cuando se combinaron 12:12 luz: oscuridad, mientras que el valor menor fue a 25 °C y con un fotoperiodo de 9:15 luz: oscuridad (Figura 3E).

Tabla 2 / Table 2

Medias de los efectos de la temperatura (T) sobre la longitud del palpo labial y del fotoperiodo (F) sobre longitud del ala anterior de *Plutella xylostella*. / *Mean of the effects of temperature (T) on the length of the labial palp and of photoperiod (F) on the forewing of Plutella xylostella.*

Factor	Parámetro morfológico
Temperatura (°C)	Palpo labial (mm)*
17	0,67 ± 0,08 a
20	0,67 ± 0,09 a
25	0,58 ± 0,09 b
Fotoperiodo (L:O)	Ala anterior (mm)*
09:15	5,24 ± 0,66 b
12:12	5,80 ± 0,66 a
14:10	5,75 ± 0,66 a

*Medias seguidas por igual letra en una columna, no son estadísticamente diferentes (Prueba de LSD al 5%). L:O= luz: oscuridad.

Los parámetros morfológicos medidos en adultos de *P. xylostella*, en función de las diferentes condiciones de alimento, fotoperiodo y temperatura aplicadas en la fase larval, presentaron relaciones positivas y altamente significativas (Tabla 3). Los modelos de regresión lineal simple tuvieron un ajuste R^2 cercano al 100 % (>0,98) en todos los casos y no resultaron en diferencias importantes en función de las variaciones de los niveles de los diferentes factores (tipo de híbrido, fotoperiodo y temperatura) (Tabla 3). Los modelos que representaron la relación entre la longitud (mm) del ala anterior ('y') y el fémur medio ('x') presentaron valores de pendientes entre 5,70 y 5,23. Las funciones que relacionaron la longitud (mm) del ala anterior ('y') y el fémur posterior ('x') variaron sus coeficientes entre 5,37 y 4,99. Por último, los modelos de regresión lineal que describieron la relación entre la longitud (mm) del fémur medio ('y') y el fémur posterior ('x') mantuvieron valores de pendientes muy estables (0,95 a 0,93) ante los cambios de los factores analizados (Tabla 3).

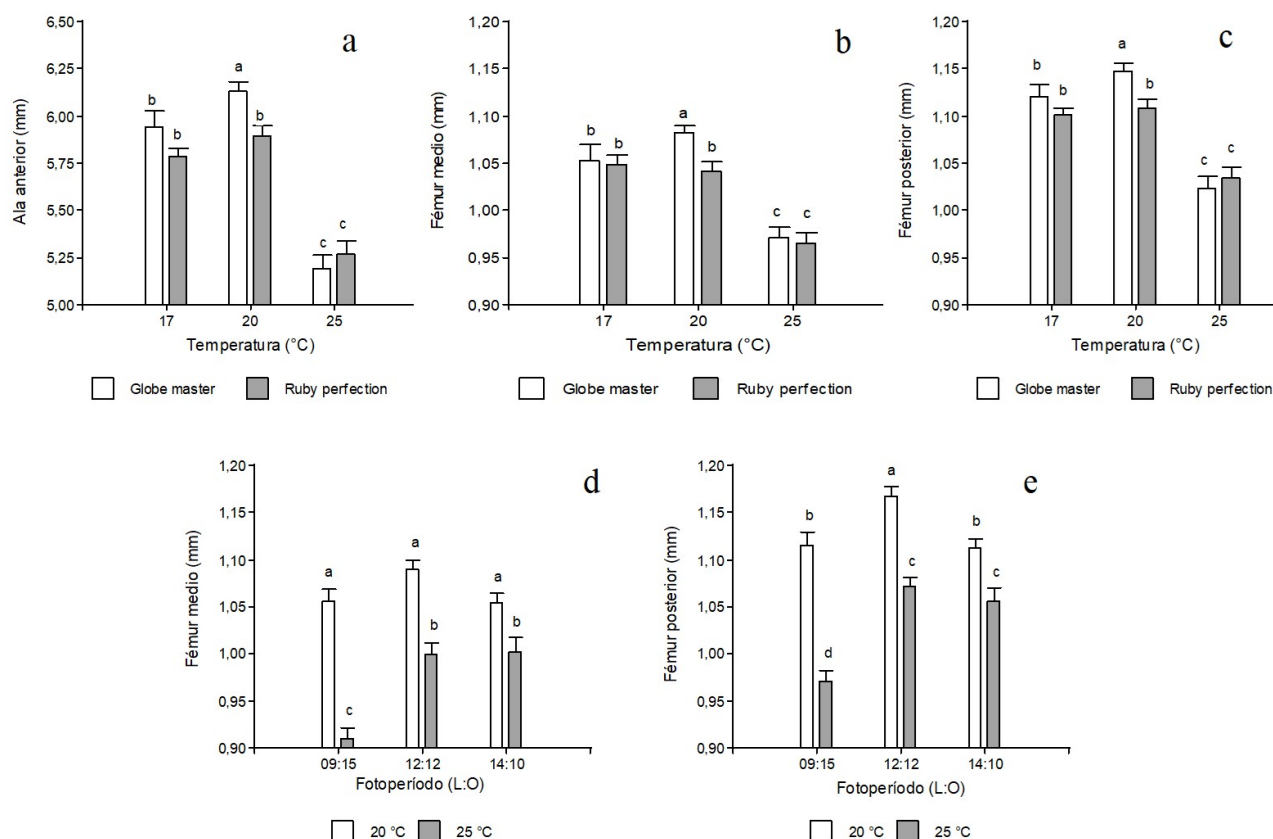


Figura 3 / Figure 3

Efecto de interacción entre híbrido y temperatura sobre el tamaño del ala anterior (a); fémur medio (b); fémur posterior (c), y el efecto de interacción entre la temperatura y el fotoperíodo en fémur medio (d) y fémur posterior (e), de *Plutella xylostella*. Diferentes letras en la parte superior de columnas indican diferencias significativas (LSD, $p = 0,05$). / Interaction effect between hybrid and temperature on forewing size (a); middle femur (b); posterior femur (c), and the interaction effect between temperature and photoperiod in the middle femur (d) and posterior femur (e), of *P. xylostella*. Different letters at the top of columns indicate significant differences, according to the LSD test ($p = 0,05$).

Tabla 3 / Table 3

Modelos de regresión lineal que describen la relación entre los parámetros morfológicos, medidos en adultos de *Plutella xylostella*: la longitud del ala anterior y el fémur medio, la longitud del ala anterior y el fémur trasero, y entre la longitud del fémur de las patas medias y posteriores, en función al híbrido utilizado en la alimentación y de las condiciones de fotoperíodo y temperatura aplicadas en el presente estudio. / Linear regression models that describe the relationship between morphological parameters, measured in *Plutella xylostella* adults: the length of the forewing and the middle femur; the length of the forewing and the hind femur, and between the length of the femur of the middle and hind legs, in depending on the hybrid used in the feeding and the photoperiod and temperature conditions applied in the present study.

Variable 'y'	Variable 'x'	Híbrido	Fotoperiodo (L:O)	Temperatura (°C)	model	R ²	Valor 'p'	AIC	BIC
Ala Anterior (mm)	Fémur medio (mm)	Globe Master	9:15	25	y = 5,51x	0,995	<0,0001	17,91	19,69
			12:12	25	y = 5,37x	0,999	<0,0001	-2,71	-1,30
			14:10	25	y = 5,23x	0,989	<0,0001	31,87	33,53
		Ruby Perfection	9:15	25	y = 5,33x	0,992	<0,0001	27,20	29,19
			12:12	20	y = 5,67x	0,998	<0,0001	9,30	11,19
			14:10	25	y = 5,59x	0,997	<0,0001	9,25	10,38
Ala anterior (mm)	Fémur posterior (mm)	Globe Master	9:15	17	y = 5,23x	0,996	<0,0001	11,76	14,38
			12:12	25	y = 5,01x	0,998	<0,0001	0,81	2,36
			14:10	25	y = 5,13x	0,997	<0,0001	11,80	13,28
		Ruby Perfection	9:15	25	y = 4,99x	0,993	<0,0001	26,41	28,41
			12:12	17	y = 5,20x	0,998	<0,0001	5,97	7,01
			14:10	17	y = 5,24x	0,998	<0,0001	5,05	8,37
Fémur medio (mm)	Fémur posterior (mm)	Globe Master	9:15	17	y = 0,93x	0,997	<0,0001	-46,97	-44,27
			12:12	25	y = 0,94x	0,998	<0,0001	-45,75	-44,47
			14:10	25	y = 0,95x	0,996	<0,0001	-33,83	-32,56
		Ruby Perfection	9:15	25	y = 0,93x	0,998	<0,0001	-62,16	-60,38
			12:12	25	y = 0,93x	0,995	<0,0001	-46,09	-44,10
			14:10	25	y = 0,93x	0,998	<0,0001	-42,84	-41,71

R²: coeficiente de determinación, valor 'p': significancia del ANVA, AIC: criterio de información de Akaike y BIC: criterio de información Bayesian.

Discusión

En los insectos adultos, el tamaño de los órganos y el cuerpo están determinados por el crecimiento durante las etapas larval y pupal, siendo función de su tamaño inicial, al comienzo del crecimiento, de la tasa y de la duración del crecimiento (Mirth et al., 2016). Los parámetros longitud del ala, fémures y palpo, sirven como indicadores del tamaño del cuerpo. Los mecanismos de desarrollo y fisiológicos por los cuales la variación ambiental afecta el crecimiento, y que resultan en la plasticidad del tamaño del cuerpo, son poco conocidos. Las asignaciones de alimentos durante los estados inmaduros afectan la morfología y el estado físico de los adultos, en los insectos holometábolos (Boggs y Niitepöld, 2016). A través de este trabajo, tratamos de dilucidar como el tipo de alimento y los factores abióticos aplicados en el estado larval afectan el tamaño adulto de *P. xylostella*.

La palomita de las coles una plaga cosmopolita y estudios realizados con poblaciones de diferentes áreas geográficas han mostrado variación en el tiempo de desarrollo, que pueden atribuirse a factores como la calidad de la planta huésped o a las adaptaciones climáticas en las poblaciones de distintas localidades geográficas (Golizadeh et al., 2007; Marchioro y Foerster, 2011).

La calidad nutricional de la planta puede mejorar, exacerbar o no tener ningún efecto en la aptitud de los insectos herbívoros (Sarfraz et al., 2009). Los resultados obtenidos revelaron que los efectos de los híbridos de repollo en los parámetros morfológicos de *P. xylostella* podrían deberse a diferencias en la calidad de la planta, ya sea reflejada en diferencias en los nutrientes requeridos como en los niveles de compuestos fagostimulantes. Estos hallazgos están de acuerdo con estudios previos, que demostraron que la calidad de la planta huésped afecta significativamente la tasa de desarrollo de esta plaga (Ebrahimi et al., 2008).

Los alimentos larvarios pueden afectar el tiempo de crecimiento y la supervivencia de la palomita de las coles (Thuler et al., 2007). Los componentes de la calidad de la planta huésped, como los metabolitos defensivos y su cantidad, afectan directamente a los insectos herbívoros. Ciertos GLS, ceras y la calidad nutricional de la planta huésped o una combinación de estos factores influyen en las actividades reproductivas y de alimentación, en consecuencia, sobre la tasa de desarrollo de *P. xylostella* (Sarfraz et al., 2006; 2007). Couture et al. (2016) concluyeron que las respuestas compensatorias de comportamiento y morfológicas, se ven alteradas por las defensas de las plantas. Las concentraciones totales de GLS varían significativamente y dependen de las especies de crucíferas y de los híbridos (Cieslik et al., 2007). Thuler et al. (2007) clasificaron la sinigrina y otros GLS en diferentes cultivares de repollo, que afectan la resistencia del cultivo a la plaga: los híbridos Georgia, Roxo y HS20 se clasificaron como altamente susceptibles: Roxo precoce, híbrido Midori, como susceptible, y Chato-de-quintal como moderadamente resistente a la plaga. El repollo blanco tiene más GLS diferentes que el repollo morado (Cartea y Velasco, 2008).

La resistencia de la planta huésped es otro medio importante por el cual una planta puede limitar la cantidad de daño que recibe el cultivo, y es un componente importante del manejo integrado de plagas (Hamilton et al., 2005). Manipular el contenido de GLS en híbridos Brassica debería ser una posibilidad en el control de plagas, y tales estrategias también podrían ayudar a aliviar los impactos ambientales originados por las formas tradicionales de aplicación de insecticidas (Dmitriew y Rowe, 2011). Dmitriew y Rowe (2007) han encontrado que la restricción temprana del crecimiento de esta plaga tiene una variedad de efectos sobre el comportamiento, los parámetros fisiológicos, morfológicos y en la vida, en el corto y largo plazo.

El tamaño reducido del adulto se ha asociado con una disminución de la supervivencia, la fecundidad y el éxito de apareamiento en una variedad de taxones. Nuestras medidas indican que las respuestas de desarrollo a diferentes alimentos larvarios dan como resultado diferencias en el fenotipo adulto. El híbrido de repollo blanco Globe Master produjo adultos significativamente más grandes que el morado Ruby Perfection. A semejantes resultados llegaron Golizadeh et al. (2009) quienes concluyeron que el híbrido Globe Master resultó más adecuado para el desarrollo de *P. xylostella* que el híbrido Scarlet Ohara, porque el período de reproducción y la longevidad del adulto fueron mayores, factores que indican que una planta hospedera es más adecuada (van Lenteren y Noldus, 1990). Begum et al. (1996) estudiaron que larvas de *P. xylostella* criadas sobre *B. oleracea* var. *capitata* y dos especies de crucíferas silvestres: *Rorippa indica* L. y *Lepidium virginicum* L., los adultos emergidos fueron significativamente mayores en las especies silvestres (largo del fémur, del ala y ancho de la cabeza) y que la fecundidad se incrementó a medida que el tamaño del cuerpo aumentó, encontrando, en ambos sexos, una correlación positiva entre el peso corporal y la longitud del ala o la actividad de vuelo.

El híbrido blanco junto con una temperatura promedio de 20 °C fueron los parámetros que permitieron alcanzar adultos de mayor tamaño. Para Saeed et al. (2018) la temperatura más favorable para *P. xylostella* es de 20 °C, momento en que se deben aplicar tácticas de manejo efectivas para evitar daños significativos al repollo y otros cultivos. Jugovic et al. (2018) encontraron que, en diferentes ecotipos de *Coenonympha oedippus* (Lepidoptera: Nymphalidae), el dimorfismo en el tamaño del ala se explica mejor por la temperatura media anual del aire y la abundancia de plantas huésped que operan en direcciones opuestas, es decir, los individuos con alas grandes se originan en hábitats con una temperatura más baja y una mayor abundancia de plantas hospederas (hábitats húmedos).

La temperatura es reconocida como el factor ambiental más importante que influye en el desarrollo y la supervivencia de los insectos. La supervivencia de *P. xylostella* se vio afectada por las temperaturas extremas evaluadas en el estudio, por ello se excluyeron los resultados a 30 °C debido a una mortalidad del 100% más allá del primer estadio expuesto a esta temperatura. Marchioro y Foerster (2011) no obtuvieron resultados debido a la mortandad larval a temperaturas constantes de 35 °C, quienes concluyeron que el rango de temperaturas de desarrollo está entre los 10 °C y 32,5 °C, aunque los individuos de algunas poblaciones tropicales pudieron completar el desarrollo a 35 °C, aunque con una alta tasa de mortalidad.

Estudios realizados con *Drosophila melanogaster* revelaron que la temperatura afecta el tamaño del cuerpo cuando las larvas inician la cascada hormonal que detiene el crecimiento y comienza la metamorfosis. Sin embargo, si bien puede explicar el efecto en el tamaño general del cuerpo, la temperatura no puede explicar por completo el efecto en el tamaño de rasgos individuales, que varían en su sensibilidad térmica (McDonald et al., 2018). Según estos autores la elevada plasticidad térmica de las alas se debe a la canalización en la tasa de proliferación celular debido a la temperatura, mientras que lo contrario ocurre para las patas, porque a diferencia de las alas, otros rasgos de *Drosophila*, en particular las patas delanteras y los genitales masculinos, no son térmicamente plásticos (Azevedo et al., 2002; Shingleton et al., 2009).

Hubo una interacción significativa entre la duración del fotoperiodo y la temperatura sobre el tamaño del adulto, los mayores valores de los parámetros del tamaño adulto se obtuvieron con la combinación de 12 hs de luz y 20 °C. Por otro lado, a la temperatura más alta (25 °C) y una mayor duración del día, la longitud del fémur del segundo par de patas fue mayor, mientras que, con una duración más corta del día, siempre a la misma temperatura, el tamaño fue menor. Esto nos demuestra que el efecto de la temperatura no fue independiente del fotoperiodo. En *Drosophila sukuzii* Matsumura, los fenotipos de invierno están asociados con una mayor supervivencia en relación con las formas de verano (Shearer et al., 2016). Para Leach et al. (2019), la inducción a diferentes formas estacionales en esta especie depende de la temperatura, tanto en situaciones de días cortos o largos. Sin embargo en *P. xylostella*, Campos (2008) concluyó que no tuvo efecto en la capacidad de vuelo y otros rasgos asociados con la migración, en regiones templadas de Japón y, este autor, no encontró diferencias en el largo de las alas, en machos y hembras, cuando se modificó experimentalmente el fotoperíodo. Las larvas del coccinélido *Harmonia axyridis* (Pall) criadas en condiciones de días cortos tendieron a desarrollarse más rápido e invertir recursos en el crecimiento estructural en lugar de aumentar el peso: la tasa diaria de aumento de tamaño en un fotoperiodo de 12 h de luz fue mayor que en un fotoperiodo de 18 h, mientras que la tasa de ganancia de peso mostró la tendencia opuesta, resultando en una disminución significativa en la relación peso/tamaño de los adultos (Reznik et al., 2015).

La plasticidad fenotípica es específica del entorno, ya que los diferentes estímulos ambientales producen diferentes grados de respuesta plástica en un determinado rasgo. Según nuestros resultados, la temperatura óptima para el desarrollo de la etapa inmadura, de la cepa templada de *P. xylostella* es de 20 °C, porque obtuvimos los mayores adultos. Nijhout et al. (2006) concluyeron que con temperaturas bajas y buen alimento los adultos de *Manduca sexta* (L.) son más grandes, ya que estas variables están relacionadas con el peso, la tasa de crecimiento (que dependen del alimento) y el intervalo de desarrollo (relacionado con la secreción de ecdisoma, que depende de la temperatura). Para estos autores en la plasticidad fenotípica del tamaño corporal son importantes tanto las variaciones genéticas (diferentes cepas) como las ambientales.

En nuestro estudio sobre *P. xylostella* los diferentes parámetros morfológicos estuvieron positivamente relacionados, destacándose la relación entre el tamaño del ala y del fémur trasero.

La alometría o crecimiento heterogónico es el fenómeno por el cual diferentes estructuras corporales crecen en diferentes proporciones a medida que va creciendo una especie (Iannacone y Alvariño, 2007). No se observó alometría al variar las condiciones de temperatura, fotoperíodo y alimento, durante la etapa larval, manteniendo los adultos las proporciones de los artejos medidos. A igual resultado llegaron Begum et al. (1996) quienes encontraron que los caracteres morfológicos de los adultos de *P. xylostella* se correlacionaron positivamente con el peso de las pupas, según las larvas fueran alimentadas diferentes especies silvestres de *Brassicaceae*. Shenal et al. (1996) mencionan que el desarrollo larval de muchos insectos holometábolos se asocia con pocos cambios en las proporciones relativas de diferentes partes del cuerpo.

Las condiciones térmicas y alimenticias durante el desarrollo de *P. xylostella* pueden variar entre las poblaciones, debido a diferencias en las respuestas fisiológicas. En nuestros resultados, los factores estudiados (temperatura, fotoperíodo y alimento), afectan a esta plaga y la comprensión de sus efectos aplicados a campo, como la elección del híbrido a trasplantar y de la época en que se realiza el trasplante, puede desempeñar un papel importante en las estrategias de su manejo, debido a que el tamaño está relacionado a la aptitud física y reproductiva de la plaga (van Lenteren y Noldus, 1990; Begum et al. 1996; Parker y Johnston, 2006; Golizadeh et al. 2009).

Conclusiones

El tamaño del cuerpo es un parámetro de suma importancia ya que determina, en gran medida, la morfología, fisiología y biología de los organismos. Cuando las larvas de *P. xylostella* fueron alimentadas con el híbrido Globe Master, los parámetros morfológicos evaluados (largo del ala anterior, fémur de segundo y tercer par de patas) fueron cuantitativamente mayores, combinados con temperatura de 20°C y 12 horas de luz. Por el contrario, cuando se expusieron a condiciones de temperaturas iguales o superiores a 25°C y de fotoperíodos cortos, de 9 horas de luz, el tamaño de los parámetros morfológicos de adultos de esta especie fue afectado negativamente. El palpo labial fue el parámetro más estable ante los cambios de condiciones en el alimento y el ambiente. Las relaciones entre los diferentes parámetros morfológicos de los adultos de *P. xylostella* se mantuvieron estables ante los cambios en los factores evaluados, por lo que no se evidenció alometría.

AGRADECIMIENTOS

El soporte financiero de este estudio fue provisto por la Universidad Nacional del Litoral, Argentina, a través de los Proyectos “Curso de Acción para la Investigación y Desarrollo” (CAI+D).

Referencias

- Azevedo, R., French, V. & Partridge, L. (2002). Temperature modulates epidermal cell size in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Insects Physiology*. 48: 231-237.
- Balzarini, M., Di Rienzo, J., Tablada, M., Gonzales, L., Bruno, C., Córdoba, M., Robledo W. & Casanoves, F. (2017). *Estadística y Biometría*. 2a ed. Córdoba. Ed. Brujas. Universidad Nacional de Córdoba. 426 p.
- Begum, S., Tsukuda, R., Fujisaki, K. & Nakasuji, F. (1996). The effects of wild cruciferous host plants on morphology, reproductive performance and flight activity in the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Researches on Population Ecology*. 38(2): 257-263.
- Bellostas, N., Sørensen, A.D., Sørensen, J.C. & Sørensen, H. (2007). Genetic variation and metabolism of glucosinolates. *Advances in Botanical Research*. 45: 369-415.
- Boggs, C.L. & Niitepöld, K. (2016). Effects of larval dietary restriction on adult morphology, with implications for flight and life history. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 159: 189-196.
- Campos, W.G. (2008). Photoperiodism and seasonality in neotropical population of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Neotropical Entomology*. 37(4): 365-9.
- Cartea, M.E. & Velasco, P. (2008). Glucosinolates in Brassica foods: bioavailability in food and significance for human health. *Phytochemistry Reviews*. 7: 213-229.
- Casasa, S. & Moczek, A.P. (2018). Insulin signalling's role in mediating tissue-specific nutritional plasticity and robustness in the horn-polyphenic beetle *Onthophagus taurus*. *Proceedings of the Royal Society*. B. 285: 20181631.
- Chen, S., Fleischer, S.J., Saunders, M.C. & Thomas, M.B. (2015). The influence of diurnal temperature variation on degree-day accumulation and insect life history. *PLoS ONE*. 10(3): e0120772.
- Chowdhury, P., Hasanuzzaman, M., & Nahar, K. (2022). Glucosinolates and its role in mitigating abiotic and biotic stress in Brassicaceae. *Plant stress physiology—perspectives in agriculture*, 10.
- Cieslik, E., Leszczynska, T., Filipiak-Florkiewicz, A., Sikora, E. & Pisulewski, P.M. (2007). Effects of some technological processes on glucosinolate contents in cruciferous vegetables. *Food Chemistry*. 105: 976-981.
- Couture, J.J., Mason, C.J., Habeck, C.W. & Lindroth, R.L. (2016). Behavioral and morphological responses of an insect herbivore to low nutrient quality are inhibited by plant chemical defenses. *Arthropod Plant Interactions*. 10: 341.
- Curis, M.C., Bertolaccini, I. & Lutz, A. (2017). Efecto de dietas en adultos de *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) sobre la fertilidad, fecundidad y longevidad del adulto. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias*. 16 (2): 17-24.
- Curis, M.C., Bertolaccini, I., Lutz, A. & Favaro, J.C. (2019). Estado del MIP de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) en Argentina. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias*. 18 (2): 7-18.
- Day, T. & Rowe, L. (2002). Developmental thresholds and the evolution of reaction norms for age and size at life-history transitions. *American Naturalist*. 159: 338-350.

- Di Rienzo, J.A., Casanoves F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M. & Robledo, W.C. (2017). InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Dmitriew, C. & Rowe, L. (2007). Effects of early resource limitation and compensatory growth on lifetime fitness in the ladybird beetle (*Harmonia axyridis*). *European Society for Evolutionary Biology*. 20: 1298-1310.
- Dmitriew, C. & Rowe, L. (2011). The effects of larval nutrition on reproductive performance in a food-limited adult environment. *PLoS ONE*. 6(3).
- Ebrahimi, N., Talebi, A.A., Fathipour, Y. & Zamani, A. A. (2008). Host plants effect on preference, development and reproduction of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory conditions. *Advances in Environmental Biology*. 2(3): 108-114.
- Ghosh, S.M., Testa, N.D. & Shingleton, A.W. (2013). Temperature-size rule is mediated by thermal plasticity of critical size in *Drosophila melanogaster*. *Proceeding of the Royal Society B*. 280: 20130174.
- Girard, F. P., Bertolaccini, I., Arregui, C., Favaro, J. C., Curis, M. C., & Sánchez, D. (2012). Efecto de la temperatura y de la dieta sobre parámetros biológicos de la polilla de las coles (Lepidoptera, Plutellidae). *Entomotropica*. 27(3): 103-109.
- Golizadeh, A., Kamali, K., Fathipour, Y. & Abbasipour, H. (2007). Temperature-dependent development of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on two brassicaceous host plants. *Insect Science*. 14: 309-316.
- Golizadeh, A., Kamali, K., Fathipour, 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: 115-124.
- Hamilton, A.J., Endersby, N.M., Ridland, P.M., Zhang, J. & Neal, M. (2005). Effects of cultivar on oviposition preference, larval feeding and development time of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), on some *Brassica oleracea* vegetables in Victoria. *Australian Journal of Entomology*. 44: 284-287.
- Iannacone, J. & Alvaríño, L. (2007). Crecimiento alométrico de larvas de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae). *Biologist*. 5(2): 52-59.
- Jugovic, J., Zupan, S., Bužan, E. & Čelik, T. (2018). Variation in the morphology of the wings of the endangered grass-feeding butterfly *Coenonympha oedippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) in response to contrasting habitats. *European Journal of Entomology*. 115: 339-353.
- Leach, H., Jaclyn Stone, J., Steven Van Timmeren, S. & Isaacs, R. (2019). Stage-specific and seasonal induction of the overwintering morph of spotted wing *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Insect Science*. 19(4), 5: 1-7.
- Marchioro, C.A. & Foerster, L.A. (2011). Development and survival of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a function of temperature: effect on the number of generations in tropical and subtropical regions. *Neotropical Entomology*. 40(5): 533-541.
- Mc Donald, J.M.C., Ghosh, S.M., Gascoigne S.J.L. & Shingleton, A.W. (2018). Plasticity through canalization: The contrasting effect of temperature on trait size and growth in *Drosophila*. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 6: 156.
- Mirth, C.K., Frankino, W.A. & Shingleton, A.W. (2016). Allometry and size control: what can studies of body size regulation teach us about the evolution of morphological scaling relationships? *Current Opinion in Insect Science*. 13:93-98.

- Nijhout, H.F., Davidowitz, G. & Roff, D.A. (2006). A quantitative analysis of the mechanism that controls body size in *Manduca sexta*. *Journal of Biology*. 5:16.
- Parker, J. & Johnston, L.A. (2006). The proximate determinants of insect size. *Journal of Biology*. 5(5): 15.
- Reznik, S., Dolgovskaya, M. & Ovchinnikov, A. (2015). Effect of photoperiod on adult size and weight in *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology*. 112(4): 642-647.
- Saeed, S., Jaleel, W., Naqqash, M.N., Saeedd, Q., Syed, M.Z., Zakad, M., Sarward, Z.M., Ishtiaqa, M., Qayyuma, M.A., Siale, M.U., Qurat-Ul-Ained, Batoold, M., Khanf, K.A., Ghramhf, H.A., Hafeezi, M., Ansarij, M.J. & Sharmak, G.K. (2018). Fitness parameters of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) at four constant temperatures by using age-stage, two-sex life tables. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 1-7.
- Sarfraz, M., Dosdall, L.M. & Keddie, B.A. (2006). Diamondback moth-host plant interactions: Implications for pest management. *Crop Protection*. 25: 625-639.
- 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: 215-224.
- Sarfraz, R.M., Dosdall, L.M. & Keddie, B.A. (2009). Bottom-up effects of host plant nutritional quality on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and top-down effects of herbivore attack on plant compensatory ability. *European Journal of Entomology*. 106: 583-594.
- Shearer, P.W., West, J.D., Walton, V.M., Brown, P.H., Svetec, N. & Chiu, J.C. (2016). Seasonal cues induce phenotypic plasticity of *Drosophila suzukii* to enhance winter survival. *BMC Ecology*. 16 (11): 1-18.
- Sehnal, F., Svacha, P. & Zrzavy, J. (1996). Evolution of insects metamorphosis. 3-58. In: Gilbert, L.I., Tata, J.R., Atkinson, B.G. (Eds.) *Metamorphosis*. Academic Press Inc. London. 687 pp.
- Shingleton, A.W., Estep, C.M., Driscoll, M.V. & Dworkin, I. (2009). Many ways to be small: different environmental regulators of size generate distinct scaling relationships in *Drosophila melanogaster*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 276: 2625-2633.
- Thuler, R.T., De Bortoli, S.A. & Hoffman-Campo, C.B. (2007). Classificação de cultivares de brássicas com relação à resistência à traça-das-crucíferas e à presença de glucosinolatos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 42: 467-474.
- van Lenteren, J.C. & Noldus, L.P.J.J. (1990). Whitefly plant relationships, behavioral and ecological aspects. Gerling, D., Ed. *Whitefly: their bionomics, pest status and management, intercept*, Andover, 47-89. In: Golizadeh, A., Kamali, K., Fathipour, 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: 115-124.
- Wu, X., Huang, H., Childs, H., Wu, Y., Yu, L., & Pehrsson, P. R. (2021). Glucosinolates in Brassica vegetables: Characterization and factors that influence distribution, content, and intake. *Annual Review of Food Science and Technology*. 12(1): 485-511.

AmeliCA

Disponible en:

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/586/5865251001/5865251001.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA

Ciencia Abierta para el Bien Común

María Cecilia Curis, Norma Micheloud, Alejandra Lutz,
María Amalia Trod

Efectos de la temperatura, fotoperiodo y cultivares de repollo
durante la alimentación larval, en parámetros morfológicos del
adulto de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae)

***Effects of temperature, photoperiod and cabbage cultivars,
during larval food, on morphological parameters of adults
of Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae)***

Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias

núm. 24, e0033, 2025

Universidad Nacional del Litoral, Argentina

revistafave@fca.unl.edu.ar

ISSN: 2346-9129

ISSN-E: 2346-9129

DOI: <https://doi.org/10.14409/fa.2025.24.e0033>