

Artículo

## Evaluación del trigo y maíz criollo como sustrato alimenticio de *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae)

## Evaluation of wheat and creole corn as food substrate for *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae)

urn:lsid:zoobank.org:pub:A0418301-9D40-4E8C-B713-F81DF7A35318

Henry Alexander Gandica Omaña \* , María de la Concepción Salazar Ramoni , Juan Pablo Bermúdez Pernia 

Universidad Nacional Experimental del Táchira, Táchira, Venezuela.

E-mails: hgandica@unet.edu.ve, henrygandica@gmail.com\*, msalazar@unet.edu.ve, ramonimaria31@gmail.com, jpbermudez@unet.edu.ve

### Resumen

Se investigó el efecto de los cereales Trigo (T) y Maíz Criollo (MC) sobre el ciclo biológico y el desarrollo de la polilla de granos *S. cerealella*, en condiciones de laboratorio. Se encontró que el tipo de grano utilizado produjo un efecto significativo en la duración de la etapa larval, pupal y longevidad de adultos ( $p < 0,001$ ). El período larval fue de 27,98 días en T y de 31,47 días en MC. El periodo pupal duró  $5,77 \pm 1,11$  días en T y  $7,2 \pm 1,58$  días en MC. La longevidad de las hembras fue de  $4,67 \pm 2,54$  y  $8,79 \pm 0,79$  días; mientras que en los machos fue de  $3,57 \pm 2,06$  y  $4,21 \pm 1,23$  días en T y MC, respectivamente. El peso de los adultos varió significativamente ( $p < 0,001$ ) y fue de  $78,92 \pm 14,6$  y  $223,7 \pm 24,6$  mg/ 25 parejas en T y MC, respectivamente. El periodo de oviposición varió en ambos cereales y fue mayor en MC con respecto a T ( $p = 0,007$ ). La fecundidad de las polillas sobre T y MC ( $52 \pm 48$  y  $74 \pm 57$  huevos/hembra, respectivamente) no difirió en ambos cereales ( $p = 0,135$ ). Sin embargo la fertilidad de los huevos sobre MC:  $84 \pm 8,02$  % fue mayor a la de T:  $61 \pm 6,50$  % ( $p = 0,002$ ). Por lo que el sustrato alimenticio MC demostró ser adecuado y se recomienda para la cría masiva de *S. cerealella*.

**Palabras clave:** Polilla de grano Angoumois, *Sitotroga cerealella*, ciclo de vida.

### Abstract

The effect of wheat (T) and creole maize (MC) cereals on the biological cycle and development of the grain moth *S. cerealella* was investigated under laboratory conditions. It was found that the type of grain used had a significant effect on the duration of the larval and pupal stages, and longevity of adults ( $p < 0,001$ ). The larval period in T was 27,98 days and 31,47 days in MC. The pupal period lasted  $5,77 \pm 1,11$  days in T and  $7,2 \pm 1,58$  days in MC. The longevity of the females was  $4,67 \pm 2,54$  and  $8,79 \pm 0,79$  days; while in males it was  $3,57 \pm 2,06$  and  $4,21 \pm 1,23$  days in T and MC, respectively. The weight of the adults varied significantly ( $p < 0,001$ ) and was  $78,92 \pm 14,6$  and  $223,7 \pm 24,6$  mg/25 pairs in T and MC, respectively. The oviposition period varied in both cereals and was higher in MC compared to T ( $p = 0,007$ ). Fecundity of moths on T and MC ( $52 \pm 48$  and  $74 \pm 57$  eggs/female respectively) did not vary in both cereals ( $p = 0,135$ ). However, the fertility of eggs on MC  $84 \pm 8,02$ % was higher than those on T  $61 \pm 6,50$ % ( $p = 0,002$ ). Therefore, the MC food substrate proved to be suitable and is recommended for mass rearing of *S. cerealella*.

**Additional keywords:** Angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella*, life cycle.

Recibido: 15-II-2022, Aceptado: 9-V-2022, Revisado: 11-VI-2022

GANDICA OHA, SALAZAR RMC, BERMÚDEZ PJP. 2022. Evaluación del trigo y maíz criollo como sustrato alimenticio de *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae). ENTOMOTROPICA, 37 : 25-32.

on line Agosto-2022

## Introducción

La polilla del grano de Angoumois, *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789), es una de las plagas de lepidópteros más importantes perteneciente a la familia Gelechiidae. Esta especie afecta una variedad de hierbas silvestres y otras plantas como maíz, trigo, arroz, sorgo, entre otros (Subramanyam 1995, Jiménez *et al.* 2011). En su ciclo de vida, los huevos blanquecinos adquieren una coloración rosada luego de un tiempo de incubación de 3 a 4 días; seguidamente, la larva eclosionada horada el grano e hila un capullo de seda en el orificio de entrada; la cámara cilíndrica generada por la excavación es agrandada a medida que la larva completa sus mudas. Antes de alcanzar la fase pupal, el último instar larval excava el interior del grano hasta llegar a la cutícula, la cual corta parcialmente; dicho corte se visualiza como un círculo transparente “a modo de ventana” y este patrón en el grano resulta útil para diagnosticar la presencia de la plaga. Finalmente, el adulto emerge a través de la cutícula previamente cortada por el último instar larval (Moreira y Maldonado 1985, Subramanyam 1995).

*S. cerealella* sigue siendo fundamental en los programas de cría de control biológico, debido a que es necesaria la cría tanto de la plaga como de su enemigo natural (Parra y Coelho 2022). Ferrer (2001) destaca que los programas de control biológico en Venezuela, solo se han utilizado en algunos cultivos y se debe, entre otras razones, a la ausencia de transferencia de tecnología y a la tendencia en el uso de insecticidas por parte de los productores agrícolas. Es importante la investigación en el área de control biológico para adaptar y mejorar la tecnología disponible, e ir evolucionando para lograr alternativas diferentes a los plaguicidas que causan un daño al ecosistema y al ser humano (Del Puerto Rodríguez *et al.* 2014, Ferrer 2021). Los laboratorios de control biológico ubicados en el estado Táchira, enfrentan la dificultad de adquirir sustratos a bajo costo que les permita garantizar la supervivencia y desarrollo de *S. cerealella* a base de trigo (T), sorgo y arroz. Por otro lado, los nuevos cultivares de maíz obtenido de las zonas con potencial para la producción de cereales en el centro y oriente del país, muestran resistencia al desarrollo de *S. cerealella*. En este sentido, Hamed y Nademm (2012) señalan que los adultos criados en maíz, tienen mayor peso con respecto a los criados en trigo, debido a que los granos de gran

tamaño aumentan el tamaño corporal y el peso de los adultos, mientras que los granos de tamaño pequeño como el trigo, arroz y sorgo mantienen el tamaño del insecto y su peso dentro de los límites de la semilla.

El factor biótico más importante que afecta la cría de polillas de granos almacenados es el cultivar del cereal huésped (Mahmoud *et al.* 2020). El maíz criollo (MC) cultivado ancestralmente en el estado Táchira, es un cultivar que posee mayor tamaño en sus granos y muestra menor resistencia a la emergencia de *S. cerealella*. Dado que los animales obtienen energía y nutrientes de los alimentos, la calidad y la cantidad de la dieta se pueden considerar como factores clave que potencialmente afectan los rasgos de su ciclo de vida (Karasov *et al.* 2011). Por lo que el objetivo de la presente investigación fue, estudiar el efecto de los cereales T y MC en el ciclo de vida de *S. cerealella*; además de evaluar algunos parámetros fundamentales en el desarrollo tales como, la fecundidad de las polillas y la fertilidad de sus huevos.

## Materiales y métodos

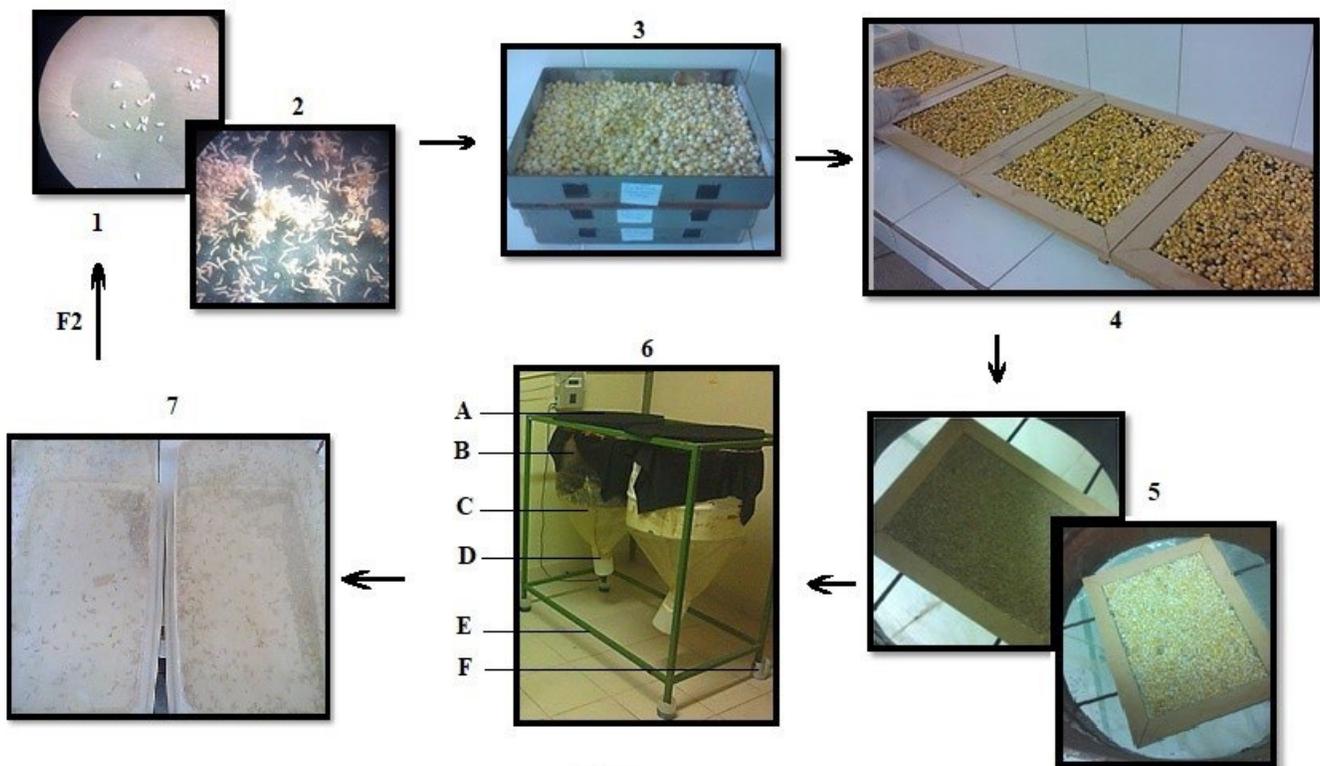
El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación en Parasitoides, adscrito al Decanato de Investigación de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), ubicado en la Villa Olímpica, sector Santa Teresa, San Cristóbal, estado Táchira (lat 7°48'10,5"N, long 72°13'24,5"W). En el estudio, los cuartos de cría estuvieron bajo condiciones controladas de temperatura  $25 \pm 0,40$  °C y humedad relativa 65-75%.

**Acondicionamiento de los granos de Trigo y de Maíz Criollo:** Para lograr la humedad adecuada de los granos se desarrolló el siguiente método de esterilización y ablandamiento, con el objetivo de aumentar la emergencia de *S. cerealella*: con el MC los granos fueron sometidos a cocción durante noventa (90) minutos, seguidamente se les midió la humedad con un analizador de humedad marca Sartorius, el valor registrado fue de  $22 \pm 0,82\%$ . En el caso de T solo se esterilizó con vapor durante sesenta (60) min y la humedad registrada fue de  $9 \pm 0,21\%$ .

Con respecto al tamaño del grano, se determinó el número de granos secos por gramo de muestra en ambos cereales. El MC fue de tamaño grande con  $3 \pm 0$  granos por gramo de muestra, mientras que el T era de tamaño pequeño con  $30 \pm 1$  granos por gramo de muestra (Hamed y Nademm 2012).

Se utilizó un 1 g de huevos de *S. cerealella* sin parasitar donados por el Laboratorio para la Reproducción de Organismos Benéficos (LARO) de la Asociación Nacional de Cultivadores Agrícolas (ANCA). Con ellos se inició la cría de *S. cerealella*, al utilizar T y MC como sustrato alimenticio de la polilla (tratamientos). Para lograr un suministro continuo de huevos, se empleó y modificó el método de cría "peruano" reemplazando los gabinetes de tela por tambores metálicos cortados a la mitad (Figura 1), y en cuyo interior se dispuso de zarandas de madera y malla que contenía el sustrato (Bertorelli y Rengifo, 2008).

**Determinación del ciclo biológico de *S. cerealella* utilizando trigo y maíz criollo como sustrato alimenticio:** Se realizaron dos tratamientos en condiciones de laboratorio, para ello se colectaron huevos frescos obtenidos de una segunda generación filial (F2) criados en los cereales por separado (T o MC según el tratamiento). Los huevos se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 5% durante dos minutos, se lavaron dos veces en agua destilada, un minuto cada lavado y se dejó secar. En 900 tubos de eppendorf desinfectados se colocó un grano de los cereales (T o MC según el tratamiento)



**Figura 1.** Método adaptado "peruano" para la cría de *S. cerealella*. 1. Huevos blanquecinos (0-24 h). 2. Larvas eclosionadas del instar I. 3. Bandejas metálicas con 1 g huevos/Kg de sustrato (T o MC según el tratamiento), durante 15 días. 4. Zarandas de madera y malla con un (1) Kg de sustrato en cada zaranda (T o MC según el tratamiento). 5. Seis (6) zarandas en el interior del tambor metálico. 6. Estructura del tambor metálico: **A.** Cubierta con tela negra. **B.** Tambor metálico cortado por la mitad. **C.** Embudo elaborado con polietileno. **D.** Envase para la recolección de adultos **E.** Marco de tubo cuadrado. **F.** Envase plástico con aceite para evitar la invasión de otros insectos. 7. Bandejas plásticas con malla de tull, junto a cartulina para la oviposición de la polilla y posterior recolección de huevos de una segunda generación filial (F2).

mas dos larvas recién eclosionadas (0-12 horas) del instar I (Figura 1. 1 y 2). Se observaron los parámetros de desarrollo como el período larval mediante la disección de 50 granos/día en cada tratamiento y durante tres días consecutivos, en los instares II, III y IV (150 granos en cada instar larval por tratamiento). Para ello, los granos se disectaron con la ayuda de una pinza entomológica, un bisturí y un microscopio con micrómetro adaptado, el cual permitió, en paralelo, tomar medidas del ancho de la cápsula cefálica. Estas últimas se utilizaron como indicador de la finalización de la primera muda y de las mudas posteriores, de acuerdo con la regla de Dyar (Gaines y Campell 1935) según la cual “las partes esclerotizadas de un insecto no aumentan de tamaño durante un instar y su incremento en tamaño durante el desarrollo larval, ocurre solo durante la ecdisis”.

En el instar V el periodo de disección fue de 6 días, utilizando 50 granos diarios y 300 por tratamiento. De igual manera se registró el periodo de formación del capullo, siendo el indicativo de la formación de la pupa durante seis días (50 tubos/diarios; 300 tubos/tratamiento). La emergencia o aparición del adulto se determinó con la observación de 100 tubos/tratamiento.

**Determinación de la morfometría de *S. cerealella* sobre trigo y maíz criollo:** Se midió utilizando un microscopio con micrómetro adaptado, el ancho y largo de 30 unidades de huevos con la segunda generación filial de cada tratamiento. Se midió en el periodo larval el largo de la larva, además se determinó en la fase pupal el largo y ancho de la pupa de ambos tratamientos. Por último durante la emergencia de los adultos se registró el largo desde el ápice superior de la cabeza hasta el final del abdomen de ambos tratamientos.

**Determinación del periodo de oviposición:** Para ello fue necesario la clasificación de los sexos en adultos recién emergidos (0-24 h) con el microscopio simple, mediante la observación de sus esternitos abdominales. En los machos el abdomen es más delgado, puntiagudo y negruzco cuando se observa del lado ventral, mientras que en las hembras el abdomen es voluminoso y largo sin ninguna coloración negruzca. Se colectaron la cantidad de treinta (30) parejas en cada tratamiento y estas se colocaron en sesenta (60) recipientes de vidrio (5 cm de diámetro y 6,5 cm de alto) sellados con malla tull. Los 60 recipientes se colocaron boca abajo y encima de una

cartulina con el propósito de determinar el periodo de oviposición cada 24 h.

**Determinación del periodo de incubación:** De los huevos obtenidos en los recipientes de cría, se dispuso de 6 muestras con 100 huevos cada una y en cada tratamiento. Los huevos se adhirieron a 12 cartulinas que previamente habían sido impregnadas con goma arábiga diluida al 30% en agua (metodología de Gerding y Torres 2001). El periodo de incubación se basó en el tiempo transcurrido desde la puesta del huevo (0-12 horas) hasta la eclosión.

**Determinación de la longevidad de adultos:** Los adultos desde la emergencia se mantuvieron en los recipientes de vidrio hasta su muerte para determinar su longevidad.

**Comparación de algunos aspectos de la biología de *S. cerealella* utilizando trigo y maíz criollo como sustrato alimenticio:** De la sección anterior con las treinta parejas de *S. cerealella*, se determinó la fecundidad o número de huevos puestos por cada hembra, provenientes de los sustratos T y MC. Con la observación de las 6 cartulinas contentivas con los huevos (0-12 horas de cada tratamiento), se determinó el porcentaje de emergencia o fertilidad diariamente y por una semana. Para ello y con la ayuda del microscopio simple, se contabilizó el número de huevos eclosionados con relación al número de huevos disponibles.

Adicionalmente al ciclo biológico, se determinó el porcentaje de infestación del grano en el instar larval II, con la disección de 100 granos por cada tratamiento. Para ello se utilizaron 100 tubos de eppendorf y en cada uno se colocó 1 grano de los cereales con 2 larvas recién eclosionadas (0-12 horas) provenientes de la F2 de cada cereal. El periodo de desarrollo desde la infestación del grano hasta la emergencia del adulto, se determinó de igual manera con el montaje adicional de 100 tubos por tratamiento. Con ellos también se pudo evaluar el número de adultos emergidos (% de emergencia). Por último del proceso de cría de ambos sustratos se recolectaron adultos de 0-24 horas los cuales se introdujeron al congelador de alimentos por debajo de los -10°C durante 10 minutos para inmovilizar. La cantidad fue de 25 parejas de adultos en cada repetición (6 repeticiones/tratamiento), y se pesaron en balanza analítica marca Kern. Con ellas se determinó el peso en miligramos de los adultos emergidos en MC con respecto al T.

Se realizó un análisis estadístico en el ciclo de vida y

desarrollo de *S. cerealella* en los tratamientos T y MC. A los datos se le realizó la prueba de normalidad y se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan con una prueba de hipótesis de diferencias de medias. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico infostat versión 2013 I.

## Resultados y Discusión

### Ciclo biológico de *S. cerealella* utilizando trigo y maíz criollo como sustrato alimenticio.

Los resultados sobre la biología de *S. cerealella* en T y MC se presentan en la Tabla 1. El periodo de oviposición varió significativamente en ambos cereales siendo mayor en MC con respecto a T ( $p = 0,007$ ). Se encontraron cinco instares larvales al igual que Jahan y Bhuiyan (2013), con un efecto significativo en la duración de la etapa larval según el tipo de grano; difiriendo solo en los instares II, III y V ( $p < 0,001$ ). El periodo pupal varió en ambos sustratos ( $p < 0,001$ ). La longevidad de las hembras fue mayor que la de los machos y varió en ambos cereales ( $p < 0,001$ ). El ciclo de vida total en las hembras fue de 46,29 días en T y 55,35 días en MC; mientras que en los machos fue de 45,19 días en T y 50,77 días en el

MC. Saikia *et al.* (2014) observaron de 44,3 y 43,3 días en hembras y machos, respectivamente, para el ciclo de vida total en maíz a  $31 \pm 1$  ° C y  $90 \pm 5$  % HR.

Aunque se han reportado los efectos que tienen el tipo de cereal o incluso de diferentes cultivares dentro del mismo cereal sobre la fecundidad, el tamaño del huevo y el tiempo de desarrollo de *S. cerealella* (Hamed y Nadeem, 2012), dichos efectos generalmente se atribuyen a la variación entre los cereales en la calidad nutricional y las características físicas y químicas, incluida la morfología, la dureza y el contenido de humedad del cereal (Khan *et al.* 2010, Saikia *et al.* 2014, Borzoui *et al.* 2017). Sin embargo, Mahmoud *et al.* (2020) sugieren que las diferencias en la fecundidad, el desarrollo larval y el peso corporal de los insectos criados en diferentes cereales, no deben atribuirse únicamente a la concentración de los nutrientes que estos poseen.

En la Tabla 2, se presentan los resultados sobre la morfometría en las diferentes etapas de vida de *S. cerealella* criado en T y MC. En tal sentido, no se encontró diferencia en el tamaño de los huevos entre ambos cereales, siendo de 0,3 y 0,5 mm de ancho y largo, respectivamente; estos resultados son similares

**Tabla 1.** Periodo de desarrollo de *S. cerealella* criado sobre trigo y maíz criollo en condiciones de laboratorio.

Estado de Desarrollo	Trigo	Maíz Criollo
	Duración (Días)	Duración (Días)
Oviposición	2,85 ± 0,98** a	3,12 ± 1,07* b
Incubación	7,87 ± 0,34** a	7,89 ± 0,31** a
Periodo larval		
Instar I	5,88 ± 0,82* a	5,86 ± 0,80* a
Instar II	2,88 ± 0,86** a	5,81 ± 0,78* b
Instar III	5,93 ± 0,81** a	6,46 ± 0,81* b
Instar IV	8,73 ± 1,35** a	6,31 ± 1,63** a
Instar V	4,56 ± 2,43** a	7,03 ± 2,68* b
Periodo pupal	5,77 ± 1,11* a	7,2 ± 1,58* b
Longevidad de adultos		
Macho	3,57 ± 2,06** a	4,21 ± 1,23** b
Hembra	4,67 ± 2,54** a	8,79 ± 0,79** b

Media con la misma letra en una fila no es estadísticamente significativa entre sí ( $P < 0,05$ ).  
\* Significativo ( $P < 0,05$ ), \*\* altamente significativo ( $P < 0,001$ ).

a los reportados por Jahan y Bhuiyan (2013), mas no respaldan a los obtenidos por Mahmoud *et al.* (2020) quienes obtuvieron huevos en la cría con maíz significativamente más grandes en términos de ancho y largo, con respecto a la cría con trigo. Por otro lado, la longitud de la larva fue similar en ambos sustratos, difiriendo significativamente solo en el instar II ( $p = 0,03$ ) e instar IV ( $p = 0,02$ ). Mientras que, el tamaño de la pupa fue mayor en T con respecto a MC, difiriendo significativamente para tanto para el ancho ( $p = 0,004$ ) como para el largo ( $p = 0,02$ ). Por último, el tamaño de los adultos criados en MC fue significativamente mayor en hembras ( $p = 0,011$ ) y machos ( $p = 0,002$ ) que las polillas criadas en T.

**Aspectos de la biología de *S. cerealella* utilizando trigo y maíz criollo como sustrato alimenticio.**

Los resultados sobre los parámetros evaluados en el desarrollo de *S. cerealella* criadas en T y MC, se presentan en la Tabla 3. La fertilidad de los huevos sobre MC es mayor a los de T ( $p = 0,002$ ), lo que indica que en función de la eclosión, los huevos de la segunda generación filial colocados por hembras sobre sustrato MC fueron mas efectivos en eclosionar que los huevos colocados sobre T. Al determinar la supervivencia de la larva en el instar

II en ambos sustratos, se encontró que no hay diferencias significativas en la infestación del grano al utilizar T y MC como sustrato alimenticio. Sin embargo, la emergencia de los adultos difiere en ambos cereales, siendo mayor el número de adultos emergidos de T con respecto a MC ( $p = 0,032$ ). Esto se debe probablemente, a que el maíz tiende a mostrar mayor resistencia al desarrollo de las larvas y por lo tanto a la emergencia o aparición de adultos (Hamed y Nademm 2012), debido a que existe una relación significativa e inversa, es decir, a mayor dureza del grano menor emergencia de adultos (Foad *et al.* 2013, Borzoui *et al.* 2017). De igual modo el desarrollo de *S. cerealella* desde la eclosión hasta la emergencia, se prolongó MC con respecto al T ( $p < 0,001$ ). Lo anterior es similar a lo encontrado por Boldt (1974), quien registró un periodo de desarrollo en hembras criadas en trigo de  $34,8 \pm 1,8$  días y Foad *et al.* (2013) quienes al evaluar varios genotipos de maíz, encontró un periodo de desarrollo de  $39,33 \pm 0,82$  días y una emergencia del adulto de  $28 \pm 4,29$  %. Por otro lado, el peso de los adultos varió significativamente ( $p < 0,001$ ) en ambos tratamientos, siendo mayor en los criados en MC con respecto a T. En relación a esto, Borzoui *et al.* (2017) al estudiar la actividad enzimática del intestino medio, en

**Tabla 2.** Morfometría de *S. cerealella* criado sobre trigo y maíz criollo en condiciones de laboratorio.

Etapas de vida	Trigo		Maíz Criollo	
	Ancho (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)
Huevo	0,3 ± 0,03 a	0,5 ± 0,06 a	0,3 ± 0,04 a	0,5 ± 0,05 a
Periodo larval*				
Instar I	0,14 ± 0,02 a	1,09 ± 0,19 a	0,14 ± 0,02 a	1,08 ± 0,15 a
Instar II	0,26 ± 0,01 a	1,28 ± 0,25 a	0,27 ± 0,02 b	1,53 ± 0,40 b
Instar III	0,50 ± 0,03 a	2,49 ± 0,57 a	0,49 ± 0,03 a	2,83 ± 0,49 a
Instar IV	0,61 ± 0,07 a	4,07 ± 0,93 a	0,55 ± 0,04 b	3,67 ± 0,83 b
Instar V	0,74 ± 0,08 a	4,65 ± 0,68 a	0,70 ± 0,04 b	4,51 ± 0,74 a
Pupa	1,42 ± 0,16 a	4,74 ± 0,41 a	1,30 ± 0,22 b	4,55 ± 0,66 b
Adultos				
Macho		3,70 ± 0,42 a		4,23 ± 0,32 b
Hembra		4,63 ± 0,48 a		5,43 ± 0,53 b

\*Periodo larval (ancho de la cápsula cefálica y largo de la larva).

Media con la misma letra en una fila no es estadísticamente significativa entre sí (P < 0,05).

**Tabla 3.** Parámetros evaluados durante el desarrollo de *S. cerealella* criado sobre trigo y maíz criollo en condiciones de laboratorio.

	Trigo	Maíz Criollo
Fertilidad (%)	61 ± 6,50 a	84 ± 8,02 b
Infestación del grano por el Instar II (%)	62 ± 2,52 a	68 ± 1,63 a
Emergencia (%)	59,67 ± 9,61 a	31,50 ± 0,71 b
Periodo de desarrollo (desde la eclosión hasta la emergencia)	34,91 ± 2,46 a	38,52 ± 3,01 b
Peso del adulto (mg/25parejas)	78,92 ± 14,6 a	223,7 ± 24,6 b
Fecundidad (huevos por hembra)	52 ± 48 a	74 ± 57 a

Media con la misma letra en una fila no es estadísticamente significativa entre sí (P <0,05).

larvas criadas con diferentes cereales, encontraron que aunque el grano de maíz presenta mayor dureza para la alimentación de las larvas, el inhibidor extraído mostró los efectos negativos más bajos contra la  $\alpha$ -amilasa de las larvas, lo que provocó un aumento del consumo de alimentos por parte de las larvas y el peso corporal de las hembras adultas criadas con maíz. Con respecto a la fecundidad, diferentes estudios señalan que las hembras grandes desarrolladas en granos de mayor tamaño como el maíz, colocan menor número de huevos con respecto a las provenientes del trigo (Mahmoud *et al.* 2020, Ahmad *et al.* 2021). Lo mencionado no concuerda con el presente trabajo, debido que a pesar de no haber encontrado diferencias significativas en la fecundidad de las hembras producidas en T y MC ( $p = 0,135$ ), los resultados evidencian mayor cantidad y fertilidad en los huevos por hembra con MC, y guarda relación con lo encontrado por Mahmoud *et al.* (2020) que al pesar cantidades iguales de huevos (500) de *S. cerealella*, en tres cereales; obtuvieron que los huevos provenientes de una dieta con maíz, fueron significativamente más pesados que los de los otros cereales.

### Conclusiones y Recomendaciones

El periodo de desarrollo de *S. cerealella* fue mayor en MC con respecto a T y los adultos emergidos en MC obtuvieron mayor tamaño y peso corporal con respecto a las polillas provenientes de T. La fertilidad de los huevos resultó mayor en el tratamiento de MC.

Sin embargo la emergencia de adultos al utilizar trigo como sustrato alimenticio fue mayor que en MC. El proceso de cocción y ablandamiento del grano en MC logró el 31,50 ± 0,71% de emergencia. Los resultados obtenidos sugieren que la utilización del cereal maíz criollo como sustrato alimenticio alterno para la cría de *S. cerealella*, podría suministrar la producción de adultos y consecuentemente de huevos necesarios en los programas de cría de control biológico. La investigación en la utilización de cultivares ancestrales (MC) que poseen mayor tamaño en sus granos es importante, debido a que los nuevos cultivares (variedades e híbridos) presentan resistencia al desarrollo de *S. cerealella*, siendo un huésped que es necesario mantener con fines científicos para el desarrollo de programas de control biológico (parasitoides y depredadores).

### Literatura citada

- AHMAD A, ULLAH F, BADSHAH H, KHAN M, AHMAD B. 2021. Effect of bio-chemical properties of various grains on the quality rearing of factious host, *Sitotroga cerealella* (Olivier) and its subsequent effect on *Trichogramma chilonis* in vitro. *Sarbad Journal of Agriculture*, 37(4): 1442-1449.
- BERTORELLI M, RENGIFO R. 2008. Producción masiva de *Trichogramma* spp., en Anzoátegui, Venezuela y su importancia como alternativa ecológica en el control de plagas. *Agronomía Tropical*, 58(1): 21-26.
- BOLDT PE. 1974. Effects of temperature and humidity on development and oviposition of *Sitotroga cerealella*

- (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*. p 30-36.
- BORZOU E, NASERI B, NOURI-GANBALANI G. 2017. Effects of food quality on biology and physiological traits of *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology*, 110(1): 266-273.
- DEL PUERTO RODRÍGUEZ A, SUÁREZ S, PALACIO D. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3): 372-387.
- FERRER F. 2001. Biological Control of Agricultural Insect Pests in Venezuela: Advances, Achievements, and Future Perspectives. *Biocontrol*, 22(3): 67-74.
- FERRER F. 2021. Control biológico de plagas agrícolas en Venezuela: los logros históricos de la empresa Servicio Biológico (SERVBIO). *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(1): 327-344.
- FOAUD H, FARONI L, R DE LIMA E, VILELA E. 2013. Relationship between physical-chemical characteristics of corn kernels and susceptibility to *Sitotroga cerealella*. *Maydica*, 58(2): 169-172.
- GAINES J, CAMPBELL, F. 1935. Dyar's rule as related to the number of instars of the corn ear worm *Heliothis obsoleta* (Fab) collected in the field. *Annals of the Entomological Society of America*, 28: 445-461.
- GERDING M, TORRES C. 2001. Producción masiva de *Trichogramma*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Chillán, Chile: *Boletín INLA*, 61.
- HAMED M, NADEEM S. 2012. Effect of cereals on the development of *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae) and subsequent quality of the egg parasitoid, *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pakistan Journal of Zoology*, 44(4): 923-929.
- JAHAN T, BHUIYAN M. 2013. Biology of the angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* (Olivier) on stored rice grain in laboratory condition. *Journal of the Asiatic Society of Bangladesh, Science*, 39(1): 61-67.
- JIMÉNEZ M, ROJAS F, WATSON A, VELÁSQUEZ V. 2011. Desarrollo de una metodología de crianza en laboratorio de la polilla de los cereales *Sitotroga cerealella* (Olivier) como posible hospedante de insectos biocontroladores de interés agrícola. *Tecnología en marcha*, 24(1): 64-73.
- KARASOV W, MARTÍNEZ DEL RIO C, CAVIEDES-VIDAL E. 2011. Ecological physiology of diet and digestive systems. *Annual Review of Physiology*, 73: 69-93.
- KHAN I, AFSHEEN S, DIN N, ULLAH S, KHATTAK J, KHALIL S, HAYAT Y, LOU Y. 2010. Appraisal of different wheat genotypes against angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* (Oliv). *Pakistan Journal of Zoology*, 42(2): 161-168.
- MAHMOUD H, SATER A, MOHAMMED D, SADEK M. 2020. Egg production and life cycle of *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) reared on three cereals. *Egyptian Journal of Plant Protection Research Institute*, 3(1): 58-72.
- MOREIRA M, MALDONADO J. 1985. Biología de *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae) polilla de los cereales almacenados en Venezuela. *Agronomía Tropical* 35 (1-3): 117-124.
- PARRA J, COELHO A. 2022. Insect Rearing Techniques for Biological Control Programs, a Component of Sustainable Agriculture in Brazil. *Insects*, 13(1): 105.
- SAIKIA J, GOSWAMI M, BHATTACHARYYA B. 2014. Biology and detection technique of Angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae) on stored rice and maize grains. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(6): 09-11.
- SUBRAMANYAM B. 1995. In Integrated Management of Insects in Stored Products. Prensa CRP. New York.