



EFFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN EN EL DESARROLLO DE LA LANGOSTA CENTROAMERICANA (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE)

EFFECT OF POPULATION DENSITY ON THE DEVELOPMENT OF THE CENTRAL AMERICAN LOCUST (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE)

Méndez-Gómez B. R., Niño-Tirado Y. G., Barrientos-Lozano L., Rocha-Sánchez A. Y., Sánchez-Reyes U. J.

No. 12:34-43.

México, agosto 2025.

Artículo de Divulgación.

Sección: Entomología Agrícola.

DOI: <https://doi.org/10.53749/RevEM.2025.12.06>

Recibido: 11 de abril de 2025.

Aceptado: 14 de julio de 2025.

Publicado en línea: 28 de agosto de 2025.



Este artículo de acceso abierto bajo la licencia de Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional).



EFEITO DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN EN EL DESARROLLO DE LA LANGOSTA CENTROAMERICANA (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE)

EFFECT OF POPULATION DENSITY ON THE DEVELOPMENT OF THE CENTRAL AMERICAN LOCUST (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE)

ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

Sección: Entomología Agrícola.

Méndez-Gómez B. R., Niño-Tirado Y. G., Barrientos-Lozano L., Rocha-Sánchez A. Y., Sánchez-Reyes U. J.

EFEITO DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN EN EL DESARROLLO DE LA LANGOSTA CENTROAMERICANA (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE)

EFFECT OF POPULATION DENSITY ON THE DEVELOPMENT OF THE CENTRAL AMERICAN LOCUST (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE)



Sección: Entomología Agrícola
12:34-43(2025).

DOI:

<https://doi.org/10.53749/RevEM.2025.12.06>



Autor de correspondencia:
Ludivina Barrientos-Lozano.
ludivinab@yahoo.com

Méndez-Gómez B. R., Niño-Tirado Y. G., Barrientos-Lozano L., Rocha-Sánchez A. Y., Sánchez-Reyes U. J.
EFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN EN EL DESARROLLO DE LA LANGOSTA CENTROAMERICANA (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE). 12:34-43(2025) DOI: <https://doi.org/10.53749/RevEM.2025.12.06>

Blanca R. Méndez-Gómez

ID <https://orcid.org/0009-0003-2755-3297>

✉ blanca_atq@hotmail.com

Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Tecnológico No. 1301. C.P. 87010. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Yahir Gael Niño-Tirado

ID <https://orcid.org/0009-0002-9273-6877>

✉ yahir12302@outlook.com

Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Tecnológico No. 1301. C.P. 87010. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Ludivina Barrientos-Lozano

ID <https://orcid.org/0000-0001-5370-4667>

✉ ludivinab@yahoo.com

Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Tecnológico No. 1301. C.P. 87010. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Aurora Y. Rocha-Sánchez

ID <https://orcid.org/0000-0003-3195-3253>

✉ auro_3110@hotmail.com

Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Tecnológico No. 1301. C.P. 87010. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Uriel Jeshua Sánchez-Reyes

ID <https://orcid.org/0000-0003-3528-2610>

✉ uriel.sr@cdvictoria.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Tecnológico No. 1301. C.P. 87010. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

RESUMEN. La langosta Centroamericana (LCA), *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker, 1870), es de importancia económica en México y Centro América. Se caracteriza por presentar polifenismo de fase dependiente de la densidad de población (DP). Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la DP en el tiempo de desarrollo de la LCA bajo condiciones semi-controladas. Se criaron ninfas de primer estadio individualmente ($n= 1$, con 50 réplicas; Generación-2-G2-2023) y en grupos de $n= 5, 10, 20, 40$ y 80 ninfas por jaula, con tres réplicas cada una (G1 y G2-2023). De 50 ninfas (G2-2023) criadas individualmente, 18 alcanzaron el estado adulto en $130.3 \pm (\text{DE}) 21.7$ días en promedio. La duración de los estadios 1 a 6 fue de 6.28 ± 2.97 , 9.65 ± 5.12 , 15.49 ± 7.26 , 28.14 ± 12.98 , 30.59 ± 9.21 y 39.90 ± 12.86 , respectivamente. A medida que las ninfas pasaron de un estadio al siguiente, se incrementó la duración de cada estadio ($F=33.85$, $gl=5, 107$, $p< 0.05$). La G1-2023, con

DP de $5, 10, 20, 40$ y 80 individuos por jaula, llegó a adulto en 35.33 ± 1.53 , 31.0 ± 3.6 , 33.0 ± 2.6 , 28.0 ± 1.0 y 20.33 ± 2.08 días, respectivamente; a medida que se incrementó la densidad de población, el estado ninfal fue más corto, el análisis de varianza (ANOVA) y Tukey del tiempo de desarrollo entre las cinco DP, estadísticamente significativos ($F=18.27$, $gl=4, 14$, $p< 0.05$). Para G2-2023, DP $5, 10, 20$ y 40 individuos por jaula, el tiempo de desarrollo de primer instar a adulto fue de 63.33 ± 6.5 , 62 ± 1.73 , 59 ± 3.4 y 57 ± 6.0 , ANOVA y Tukey ($F=1.06$, $gl=3, 11$, $p> 0.05$).

PALABRAS CLAVE: Plagas agrícolas, biología, ecología, polifenismo.



ABSTRACT. The Central American locust (CAL), *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker, 1870), is of economic importance in México and Central America. It is characterized by presenting phase polyphenism dependent on population density (PD). This study aimed to evaluate the effect of PD on the development time of the CAL under semi-controlled conditions. First-stage nymphs were reared individually ($n=1$, with 50 replicates; Generation-2-G2-2023) and in groups of $n = 5, 10, 20, 40$ and 80 nymphs per cage, with three replicates each (G1 and G2-2023). Out of 50 nymphs (G2-2023) reared individually, 18 reached the adult stage in $130.3 \pm (\text{SD}) 21.7$ days on average. The durations of instars 1 to 6 were as follows: 6.28 ± 2.97 , 9.65 ± 5.12 , 15.49 ± 7.26 , 28.14 ± 12.98 , 30.59 ± 9.21 , and 39.90 ± 12.86 , respectively. As nymphs progressed from one instar to the next, the duration of each instar increased ($F= 33.85$, $df= 5,107$, $p<0.05$). G1-2023, with PD of 5, 10, 20, 40 and 80 individuals per cage, reached adulthood in 35.33 ± 1.53 , 31.0 ± 3.6 , 33.0 ± 2.6 , 28.0 ± 1.0 and 20.33 ± 2.08 days, respectively; as population density increased, the nymphs' stage development was shorter, the Analysis of variance (ANOVA) and Tukey of the developmental time among the five PD, was statistically significant ($F= 18.27$, $gl= 4,14$, $p<0.05$). For G2-2023, PD 5, 10, 20 and 40 individuals per cage, the development time from first instar nymphs to adults was 63.33 ± 6.5 , 62 ± 1.73 , 59 ± 3.4 and 57 ± 6.0 , ANOVA and Tukey ($F=1.06$, $gl=3,11$, $p>0.05$).

Keywords: Agricultural pests, biology, ecology, polyphenism.

INTRODUCCIÓN.

La langosta Centroamericana (LCA), *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker, 1870), es la única especie de langosta de importancia económica en México (Galindo et al., 2013; Cullen et al., 2017; Poot-Pech, et al., 2018; Puga-Patlán et al., 2024). Ésta, tiene una amplia distribución geográfica, de Costa Rica a México. En el sur de Tamaulipas existen reportes de LCA desde 1964 a la fecha. No obstante, en 2020-2022 se reportaron por primera vez numerosos bandos y mangas de esta plaga en la región centro-occidental de Tamaulipas y centro-este de Nuevo León (Trujillo, 1975 citado por Ávila-Valdez et al., 2007; Díaz-Sánchez et al., 2015; Puga-Patlán et al., 2024).

La LCA presenta polifenismo de fase dependiente de la densidad de población (DP). A baja densidad de población los individuos viven aisladamente, se evitan entre sí, son inofensivos y crípticos, este fenotipo se denomina "fase solitaria". Cuando las condiciones ambientales son favorables, se incrementa la densidad de población, ninfas y adultos cambian de comportamiento, color y forma, transformándose en langostas gregarias, es decir, pueden formar grandes grupos migratorios de ninñas (bandos) o adultos (enjambres), este fenotipo se denomina "fase gregaria" (Galindo et al., 2013; Hernández-Zul et al., 2013; Barrientos-Lozano et al., 2021; Foquet y Song, 2021; Del Val et al., 2022; Puga-Patlán et al., 2024).

La densidad de población tiene un fuerte efecto en el desarrollo de otras especies de langosta, ej., *Schistocerca cancellata* (Serville, 1838), *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) y *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) (Wilson et al., 2002; Despland, 2003; Tanaka et al., 2016; Pocco et al., 2019; Shen et al., 2024). En el presente trabajo se planteó que, si la densidad de población es el factor que desencadena el polifenismo fásico en la LCA, entonces debe influir directamente en el tiempo de desarrollo de la langosta. Para poner a prueba la hipótesis se estableció como objetivo evaluar el efecto de la densidad de población en el tiempo de desarrollo de la LCA bajo condiciones semi-controladas, lo que nos permitirá tener información básica para continuar con estudios posteriores sobre polifenismo, en esta plaga.

METODOLOGÍA.

Trabajo de campo. Ninfas y ootecas de LCA se recolectaron en el Ejido Plan de Guadalupe, municipio de González, en mayo/2023 y en el Ejido Jacinto Canek, municipio de Casas, Tamaulipas, en septiembre del 2023. Las ninfas se recolectaron con red entomológica y en forma manual. Los ejemplares se transportaron vivos al laboratorio de Entomología Aplicada del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria (TecNM-ITCV). Para su traslado se usaron jaulas de $50 \times 50 \times 50$ cm de estructura de madera con malla metálica.

Trabajo de laboratorio. Para estimar el efecto de la densidad de cría en el desarrollo de la LCA se



criaron ninfas en diferente densidad de población (individualmente y en grupos) durante dos generaciones. Ninfas de primer instar de la segunda generación 2023 (G2-2023) se criaron individualmente ($n=1$, con 50 réplicas), en recipientes de plástico transparentes de un litro (Figura 1). Para el tratamiento en grupos, se criaron 5, 10, 20 y 40 ninfas de primer y segundo instar de la Generación 1-2023 (G1-2023) en jaulas de 20 x 20 x 35 cm (Figura 2) y 80 ninfas en cajas plásticas de 56 x 46 x 38 cm, a las que se les colocó malla metálica en la parte superior. Este experimento se repitió con la G2-2023, esta vez sólo se criaron 5, 10, 20 y 40 ninfas de primer instar en las condiciones mencionadas (Pocco et al., 2019; Kilpatrick et al., 2019; Foquet et al., 2021; Foquet et al., 2022).



Figura 1. Ninfas de *Schistocerca piceifrons piceifrons* criadas individualmente (Crédito fotografía: Méndez-Gómez, B.R. 2023).



Figura 2. Ninfas de *Schistocerca piceifrons piceifrons* criadas en grupos de 5, 10, 20 y 40 individuos por jaula (Crédito fotografía: Méndez-Gómez, B.R. 2023).

Los experimentos se realizaron en invernadero, excepto la cría de ninfas individuales. En el invernadero la temperatura promedio fue de $34.8 \pm 5^\circ\text{C}$ y la humedad relativa (HR) de $38.4 \pm 16\%$. Las ninfas que se criaron individualmente se mantuvieron en el Laboratorio de Entomología Aplicada, a temperatura promedio de $23.8 \pm 2^\circ\text{C}$ y HR de $47.8 \pm 9\%$; esto fue porque en el invernadero las ninfas morían debido a la alta temperatura. Para controlar el fotoperiodo, 14:10 (h luz: h obscuridad) en primavera-verano y 12:12 (h luz: h obscuridad) en otoño-invierno, se instalaron lámparas incandescentes tipo reflector de 75 W en la parte superior de la jaula (Santiago-Álvarez y Quesada-Moraga 1999; Foquet et al., 2022). Además, se instaló un temporizador que controló el encendido y apagado de las lámparas a la misma hora todos los días. Las langostas se alimentaron *ad libitum* con gramíneas (*Sorghum halepense* (L.) Pers y *Pennisetum purpureum* (Schumacher), avena, croquetas para perro y lechuga; esta dieta les proporciona suficiente aporte de fibra, agua, carbohidratos y proteína (Azizi et al., 2010; Yakti et al., 2023).

Análisis estadísticos. Se realizó Análisis de Varianza (ANOVA), para determinar si había o no diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Posteriormente se efectuaron pruebas



de Tukey para determinar en cuál de los tratamientos existen diferencias significativas. La prueba de normalidad y los análisis estadísticos mencionados se realizaron en el programa PAST versión 5 (Hammer et al., 2001).

RESULTADOS.

De 50 ninfas (G2-2023) que se criaron individualmente, 18 alcanzaron el estado adulto en un tiempo promedio de $130.3 \pm$ (DE) 21.7 días. La duración de los estadios uno a seis se muestra en la Tabla 1 y Figura 3. Estos resultados difieren de los de Barrientos-Lozano et al., (1992, 2001, 2005, 2021), quienes indican que las ninfas de la G2 de la LCA tardan 55-60 días en promedio en alcanzar el estado adulto, bajo condiciones de campo. Este trabajo se realizó bajo condiciones semi-controladas, la duración del estado ninfal de la G2 prácticamente se duplicó, lo cual puede atribuirse a la densidad de población (criadas individualmente), la temperatura ($23.8 \pm 2^\circ\text{C}$) y la HR ($47.8 \pm 9\%$), que varían considerablemente respecto a las condiciones de campo. El incremento en la duración de cada instar ninfal coincide con lo que se reporta para otras especies de langosta, por ejemplo, para *S. cancellata* la duración media de cada estadio es significativamente mayor en los individuos criados individualmente (Pocco et al., 2019).

Tabla 1. *Schistocerca piceifrons piceifrons*, promedio de la duración (días) de cada instar ninfal, bajo condiciones semi-controladas.

	Instar 1	Instar 2	Instar 3	Instar 4	Instar 5	Instar 6
X̄	6.27868852	9.65306122	15.4864865	28.137931	30.5909091	39.8888889
DE	2.96721613	5.12164939	7.2595593	12.979996	9.21003123	12.8607423

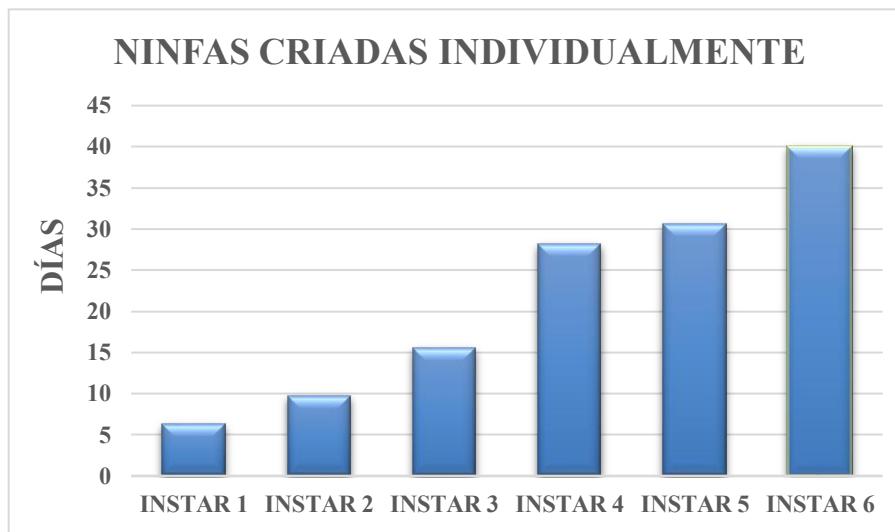


Figura 3. Duración de cada uno de los estadios ninfales de *Schistocerca piceifrons piceifrons*, ninfas criadas individualmente (Créditos figura: Méndez-Gómez, B.R. 2023-2024).

Con respecto a la ANOVA sobre la duración de cada estadio ninfal, se encontraron diferencias significativas ($F=33$ gl=5,107, $p<0.05$). Mediante la prueba de Tukey, se pudo observar que, según las diferencias entre las medias de los grupos, los estadios uno, dos y tres presentan diferencias significativas con respecto a los estadios 4, 5 y 6. A medida que las ninfas pasaron de un estadio al



siguiente, se incrementó la duración de cada estadio. Respecto al color, todas las ninfas presentaron color verde durante el primero y segundo instar, al iniciar el experimento. No obstante, al pasar al tercer instar la mayoría cambiaron a color rosa (en diferentes tonalidades) con maculaturas color negro en cabeza, pronoto, rudimentos alares y dorso del abdomen; sólo dos ninfas permanecieron de color verde.

Diversos autores mencionan que las ninfas solitarias se caracterizan por presentar un patrón de color verde y cambian a color rosa conforme se incrementa la densidad de población (Garza-Urbina, 2005; Ávila-Valdez et al., 2007; Ramírez-Sagahón & Romero-Bautista, 2008; SENASICA-DGSV, 2016; Poot-Pech, 2020; Barrientos-Lozano et al., 2021). En el presente trabajo sólo se observó el color verde en los primeros estadios, aun cuando se criaron individualmente cambiaron a color rosa. Esto se debe probablemente a que las ninfas estaban aisladas físicamente, pero no visual ni químicamente, como en otros trabajos (Foquet et al., 2022) que caracterizaron el curso temporal del cambio de fase de comportamiento en la LCA; para inducir la fase solitaria las ninfas se aislaron en jaulas de plástico individuales (10.16 x 10.16 x 25.4 cm) con tres lados no transparentes y se conectaron a un flujo de aire filtrado positivo.

Los autores reportan que el proceso de solitarización del comportamiento en la LCA, es un proceso relativamente rápido, mientras que la gregarización es un proceso mucho más lento. Para la G1-2023, con densidad de población de 5, 10, 20, 40 y 80 individuos por jaula, el tiempo promedio en que alcanzaron el estado adulto se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Langosta centroamericana, *Schistocerca piceifrons piceifrons*, tiempo promedio en que las ninfas alcanzaron el estado adulto (G1-2023), criadas a diferente densidad de población.

REPETICIÓN	n=5	n=10	n=20	n=40	n=80
R1	35	27	34	29	22
R2	37	32	30	27	18
R3	34	34	35	28	21
\bar{X}	35.3333333	31	33	28	20.3333333
DE	1.52752523	3.60555128	2.64575131	1	2.081666

Con respecto al ANOVA sobre el tiempo de desarrollo entre las 5 densidades de cría ($n= 5, 10, 20, 40$ y 80), mostró diferencias significativas ($F=18$, $gl=4,14$, $p<0.05$). La prueba de Tukey, de acuerdo con las diferencias entre las medias de los grupos, $n = 5$ presenta diferencias significativas respecto a $n= 40$ y $n=80$, así como $n= 10, 20$, y 40 presentan diferencias significativas con respecto a $n= 80$. Los resultados muestran que a medida que se incrementó la densidad de población, el estado ninfal es más corto en ambas generaciones y en ninfas recolectadas en los dos sitios (González y Casas, Tamaulipas). La G1 de la LCA tiene un ciclo más corto, una vez que los huevos eclosionan, las ninfas tardan 30 días en promedio para alcanzar el estado adulto (Barrientos-Lozano et al., 2001, 2005, 2021). Para la G2-2023 con densidad de población de $n= 5, 10, 20$ y 40 individuos por jaula, el tiempo promedio en que alcanzaron el estado adulto se muestra en Tabla 3.

Ahora bien, la ANOVA sobre la duración del tiempo de desarrollo entre las cuatro densidades de cría ($n= 5, 10, 20$ y 40), no mostró diferencias significativas ($F=1.06$, $gl=3,11$, $p>0.05$).



Tabla 3. Tiempo promedio en que las ninfas de LCA, *Schistocerca piceifrons piceifrons*, alcanzaron el estado adulto (G2-2023), criadas a diferente densidad de población.

REPETICIÓN	<i>n=5</i>	<i>n=10</i>	<i>n=20</i>	<i>n=40</i>
R1	63	63	57	51
R2	70	60	63	63
R3	57	63	57	57
̄X	63.3333333	62.0	59.0	57.0
DE	6.5064071	1.73205081	3.46410162	6.0

DISCUSIÓN.

La literatura (Barrientos-Lozano, 2001; Poot-Pech y Marín-Correa, 2007; Ávila-Valdez et al., 2007; Hernández-Zul et al., 2013; Le Gall et al., 2019; Barrientos-Lozano et al., 2021) indica que, en campo, las ninfas de la segunda generación (G2) tardan 55-60 días, en promedio, en alcanzar el estado adulto; lo cual coincide con los resultados en este trabajo, no obstante que se realizó bajo condiciones semi-controladas. La mayor duración del estado ninfal e incluso del estado adulto en la G2 de la LCA, se debe a que en otoño-invierno, periodo en el que se presenta, las condiciones climáticas en campo varían, disminuyendo la temperatura y HR promedio, así como el fotoperiodo; las ninfas responden con un estado de desarrollo más largo y el adulto entra en diapausa pre-reproductiva (Barrientos-Lozano, 2001; Ávila-Valdez et al., 2007; Le Gall et al., 2019, Barrientos-Lozano et al., 2021). En los experimentos realizados se observa (Tablas 2 y 3) que en condiciones semi-controladas, el tiempo de desarrollo de las ninfas G2-2023 es notablemente mayor con respecto a la G1-2023, lo que coincide con lo que ocurre en campo.

El color de las ninfas criadas en grupo (*n*= 5, 10, 20, 40 y 80) cambió de verde a color rosa a partir del tercer instar, con patrones negro en cabeza, pronoto, rudimentos alares y dorso del abdomen. En la mayor densidad (*n*= 80) se observaron colores más intensos. Además, a mayor densidad las ninfas son más activas y consumen mayor cantidad de alimento, particularmente en *n*= 80. Lo que evidencia la importancia en la densidad de población como estímulo ambiental principal para disparar el polifenismo de fase (Foquet et al., 2021, 2022).

CONCLUSIONES.

Se cumplió el objetivo e hipótesis planteada, pues se encontró que la densidad de población, además de otros factores como temperatura, HR y fotoperiodo, influye en la duración de los estados de desarrollo de la langosta centroamericana. En individuos criados individualmente, la duración de cada estadio se incrementó conforme las ninfas pasaban de un estadio al siguiente. Por el contrario, en ninfas criadas en grupo (G1 y G2-2023) el desarrollo de las ninfas es más corto conforme se incrementa la densidad de población. La densidad de población influye también en el cambio y en el patrón de color, así como en la actividad de ninfas y adultos de la LCA, a mayor densidad de población el patrón es de color es más intenso y ninfas y adultos son más activos.



AGRADECIMIENTOS.

A la Secretaría de Ciencia Humanidades Tecnología e Innovación (SECIHTI), por el apoyo económico proporcionado a BRMG para realizar estudios de Maestría en Ciencias (Beca No. 806919). Al Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (TecNM-ITCV), por las facilidades en el uso de infraestructura, equipo y servicios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Ávila-Valdez, J., Barrientos-Lozano, L. y García-Salazar, P. (2007). Aspectos Bio-Ecológicos de la Langosta Centroamericana en el Sur de Tamaulipas. En Simposio Control Biológico y Manejo de la Langosta Centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker); Instituto Tecnológico de Cuidad Victoria: Ciudad Victoria, Tamaulipas, México; 1–21 pp.
- Azizi, N., El Ghadraoui, L., Petit, D., Fadil, F. & Mohim, A. (2010). A simple diet for the rearing success of the Desert Locust, *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae). Bulletin de la Société entomologique de France, 115 (4): 445–450. Disponible en línea: https://www.persee.fr/doc/bsef_0037-928x_2010_num_115_4_2850 Consultado: 26 de marzo de 2025.
- Barrientos-Lozano, L., Astacio-Cabrera, O., Poot-Martínez, O., y Álvarez-Bonilla, F. 1992. Manual Técnico Sobre la Langosta Voladora, *Schistocerca piceifrons* (Walker 1870), y otros Acridoideos de Centro América y Sureste de México. FAO-OIRSA.
- Barrientos-Lozano, L. (2001). Dinámica poblacional, biología, ecología y comportamiento de la langosta voladora (*Schistocerca piceifrons piceifrons*). En Memorias Primer Curso Internacional: Ecología, Manejo y Control de la Langosta Voladora, (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker), Altamira, Tamaulipas, México, 5–7 noviembre 2001; Barrientos-Lozano, L., Ed.; Dinámica Impresa S.A. Cuidad Victoria, Tamaulipas, México; 43–54.
- Barrientos-Lozano, L. (2005). Segundo Curso Internacional; Manejo Integrado de la Langosta centroamericana, *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker) y Acridoideos Plaga en América Latina. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Junio 27-29. Pp. 302.
- Barrientos-Lozano, L., Song, H., Rocha-Sánchez, A.Y. y Torres-Castillo, J.A. (2021). State of the Art Management of the Central American Locust *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker, 1870). *Agronomy*, 11: 1024. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11061024>
- Cullen, D.A., Cease, A., Latchininsky, A.V., Ayali, A., Berry, K., Buhl, J., De Keyser, R., Foquet, B., Hadrich J.C., Matheson, T., Ott S., Poot-Pech M. A. , Robinson B. E., Smith J. , Song H. , Sword G., Broeck J. V., Verdonck R., Verlinden H., Rogers S.M. (2017). From molecules to management: mechanisms and consequences of locust phase polyphenism. *Advances in Insect Physiology*, 53: 167–28. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/bs.aiip.2017.06.002>
- Del Val, E., Flores-Gutiérrez, A.M., Obregón-Ochoa, A. & Paz, H. (2022). Población de langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons*) en la isla Socorro y su impacto sobre la vegetación. Revista mexicana de biodiversidad, 93. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.4917>
- Despland, E. (2003), Fractal index captures the role of vegetation clumping in locust swarming. *Functional Ecology*, 17: 315-322. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2003.00728.x>
- Díaz-Sánchez, A. A., Barrientos-Lozano, L., Almaguer-Sierra, P. & Blanco-Macías, F. (2015). Cromatismo y morfometría de ninfas de la Langosta Centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker, 1870) en el sur de Tamaulipas, México. *Acta zoológica mexicana* (N.S.), 31(2): 298-305. DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2015.312986>



- Forskål, P. (1775). Descriptiones animalium, avium, amphibiorum, piscium, insectorum, vermium; quae in itinere orientali observavit Petrus Forskål. Prof. Haun. Post mortem auctoris edidit Carsten Niebuhr. Hauniae. 164 pp. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.2154>
- Foquet, B. y Song, H. (2021). The role of the neuropeptide [His7]-corazonin on phase-related characteristics in the Central American locust. *Journal of Insect Physiology*, 131: 104244. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2021.10424>
- Foquet, B., Little, D.W., Medina-Durán, J.H. & Song, H. (2022). The time course of behavioural phase change in the Central American locust *Schistocerca piceifrons*. *Journal of Experimental Biology*, 225: jeb244621. DOI: <https://doi.org/10.1242/jeb.244621>
- Galindo, M. M., Contreras, S. C., & Ibarra, Z. E. (2013). La plaga de Langosta Centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker): una visión multidisciplinaria desde la perspectiva del riesgo fitosanitario en México. San Luis Potosí, México. Editorial de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Disponible en línea: <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/8957?show=full&locale-attribute=es>
- Garza-Urbina, E. (2005). La langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* y su manejo en la planicie huasteca. Folleto Técnico No. 12. SAGARPA, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. San Luis Potosí, México. 23 pp. Disponible en línea: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/149.pdf> Consultado: 17 de marzo de 2025.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. y Ryan P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontología Electrónica, 4 (1): 1-9. Disponible en línea: https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf Consultado: 24 de febrero de 2025.
- Hernández-Zul, M.I., Quijano-Carranza, J.A., Yáñez-López, R., Ocampo-Velázquez, R.V., Torres-Pacheco, I., Guevara-González, R.G. y Castro-Ramírez, A.E. (2013). Dynamic Simulation Model of Central American Locust *Schistocerca piceifrons* (Orthoptera: Acrididae). Florida Entomologist, 96(4): 1274–1283. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.096.040>
- Kilpatrick, S., Foquet, B., Castellanos, A., Gotham, S., Little, D. & Song, H. (2019). Revealing hidden density-dependent phenotypic plasticity in sedentary grasshoppers in the genus *Schistocerca* Stål (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae). *Journal of Insect Physiology*, 118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.103937>
- Le Gall, M., Overson, R. y Cease, A. (2019). A Global Review on Locusts (Orthoptera: Acrididae) and Their Interactions with Livestock Grazing Practices. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7(263). DOI: <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00263>
- Linnaeus, C.N. (1758). *Systema Naturae per Regna tria naturae*. (10th ed.). Holmiae. 824 pp. Disponible en: <http://www.biodiversitylibrary.org/item/10277#page/3/mode/1up> [824 pp]
- Pocco, M.A., Cicigliano, M.M., Foquet, B., Lange, C.E., Nieves, E.L. y Song, H. (2019). Density-Dependent Phenotypic Plasticity in the South American Locust, *Schistocerca cancellata* (Orthoptera: Acrididae). Annals of the Entomological Society of America, 112(5): 458–472. DOI: <https://doi.org/10.1093/aesa/saz032>
- Poot-Pech, M.A. y Marín-Correa, M.G. (2007). Biología, Ecología y comportamiento de la langosta Centroamericana. en Taller Control Biológico y Manejo de la Langosta Centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker); Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Instituto Tecnológico de Cuidad Victoria: Cuidad Victoria, Tamaulipas, México; 40–52 pp.
- Poot-Pech, M.A., Ruiz-Sánchez, E., Gamboa-Angulo, M., Ballina-Gómez, H.S. & Reyes-Ramírez, A. (2018). Fluctuación poblacional de *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Orthoptera: Acrididae) en la península de Yucatán y su relación con las condiciones climáticas. Revista de Biología Tropical, 66 (1): 403–414. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i1.29502>.



- Poot-Pech, M.A. (2020). Ficha técnica Langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker, 1870). Disponible en línea: [http://apps.iica.int/GICSV/programas/SanidadVegetal/archivos/Langosta/Ficha%20T%C3%A9cnica%20Langosta%20centroamericana%20\(GICSV\).pdf](http://apps.iica.int/GICSV/programas/SanidadVegetal/archivos/Langosta/Ficha%20T%C3%A9cnica%20Langosta%20centroamericana%20(GICSV).pdf) Consultado: 26 de marzo de 2025.
- Puga-Patlán, P., Barrientos-Lozano, L., Sánchez-Reyes, U. J., Rocha-Sánchez, A.Y. & Almaguer-Sierra, P. (2024). Impacto del cambio climático en la generación de nuevas áreas de reproducción de *Schistocerca piceifrons piceifrons*. Southwestern Entomologist 49(1), 364-389. DOI: <https://doi.org/10.3958/059.049.0130>
- Ramírez-Sagahón, J.C. & Romero-Bautista, S. (2008). Manual operativo de la campaña contra langosta. Biología y hábitos de la langosta. Dirección general de sanidad vegetal. Noviembre. 19 pp. Disponible en línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/108112/Biolog_a.pdf Consultado: 3 de marzo de 2025.
- Santiago-Álvarez, C. & Quesada-Moraga, E. (1999): Manipulación del desarrollo embrionario y cría en laboratorio de la langosta mediterránea *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 25 (4): 460–474.
- SENASICA-DGSV. (2016). Langosta Centroamericana [*Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker, 1870)] (Orthoptera: Acrididae), Ficha Técnica; Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentarias-Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria-Grupo Especialista Fitosanitario. Ciudad de México, México. 18 pp. Disponible en línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157817/Ficha_tecnica_langosta.pdf Consultado: 3 de marzo de 2025.
- Shen, S.; Zhang, L.; Zhang, L. (2024). Population Density-Dependent Developmental Regulation in Migratory Locust. Insects 2024, 15, 443. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects15060443>
- Tanaka, S., Saeki, S., Nishide, Y. & Sugahara, R. (2016b) Body-color and behavioral responses by the mid-instar nymphs of the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Orthoptera: Acrididae) to crowding and visual stimuli. Entomological Science, 19: 391–400. DOI: <https://doi.org/10.1111/ens.12193>
- Walker, F. (1870). Catalogue of the Specimens of Dermaptera Saltatoria in the Collection of the British Museum 3:578, 604 pp. Disponible en: <http://orthoptera.speciesfile.org/Common/basic/Taxa.aspx?TaxonNameID=1112365> Consultado: 16 de febrero de 2025.
- Wilson, K.; Thomas, M.B.; Blanford, S.; Doggett, M.; Simpson, S.; Moore, S. (2002). Coping with crowds: Density-dependent disease resistance in desert locusts. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 99, 5471–5475
- Yakiti, W., Widjaja, E., Förster, N., Mewis, I., & Ulrichs, C. (2023). Evaluating the ability of desert locusts (*Schistocerca gregaria*) to grow when feeding on tomato leaves (*Solanum lycopersicum*) versus wheatgrass (*Triticum aestivum*). Journal of Insects as Food and Feed, 10(5), 885–894. DOI: <https://doi.org/10.1163/23524588-00001027>