

## EFFECTO DE LA INFECCIÓN DEL BACULOVIRUS SfNPV EN LA BIOLOGÍA DEL GUSANO COGOLLERO DEL MAÍZ *Spodoptera frugiperda*

### EFFECT OF SFNPV BACULOVIRUS INFECTION ON THE BIOLOGY OF THE FALL ARMYWORM (*Spodoptera frugiperda*) IN CORN

Rodríguez-Castillo, N.P.; Rangel-Nuñez, J.C; Del Rincón-Castro, M.C.\*

*Departamento de Alimentos, Posgrado en Biociencias, División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca.*

\* E-mail: [cdelrincon@ugto.mx](mailto:cdelrincon@ugto.mx)

Fecha de envío: 19, mayo, 2025

Fecha de publicación: 20, septiembre, 2025

**Resumen:** Se evaluó el impacto de la infección de baculovirus SfNPV en el desarrollo de *Spodoptera frugiperda*, la cual es una de las principales plagas que afectan la producción del maíz en el mundo, se realizó el siguiente estudio, utilizando dos cepas exóticas de baculovirus, SfNPV-Ar y SfNPV-Fx para evaluar su potencial como alternativa de control biológico contra *S. frugiperda*. Se infectaron larvas de tercer estadio de este insecto con las cepas SfNPV-Ar y SfNPV-Fx y un grupo control sin infección, las cuales se monitorearon durante 5 días y se registró el efecto de la infección viral en parámetros biológicos como su peso y talla. Se observaron diferencias significativas entre las cepas, debido a que las larvas infectadas con la cepa SfNPV-Fx alcanzaron una talla de 2.4 cm y un peso de 180 mg a diferencia de las larvas infectadas con SfNPV-Ar, que obtuvieron un desarrollo menos con una talla de 1.8 cm y un peso de 120 mg, algo similar al grupo control con una talla de 2 cm y un peso de 130 mg. Estos resultados nos muestran que las cepas de baculovirus SfNPV pueden influir en el crecimiento de *S. frugiperda* lo cual afecta su desarrollo y supervivencia, esto nos ayuda a dilucidar el potencial de las diferentes cepas de baculovirus como métodos de control biológico contra el gusano cogollero del maíz.

**Palabras clave:** gusano cogollero, control biológico, desarrollo larval, Maíz, baculovirus

## Summary:

The impact of SfNPV baculovirus infection on the development of *Spodoptera frugiperda*, one of the main pests affecting corn production worldwide, was evaluated. This study was conducted using two exotic strains of baculovirus, SfNPV-Ar and SfNPV-Fx, to assess their potential as a biological control alternative against *S. frugiperda*. Third-instar larvae of this insect were infected with the SfNPV-Ar and SfNPV-Fx strains, along with a control group without infection. These larvae were monitored for five days, and the effects of viral infection on biological parameters such as weight and size were recorded. Significant differences were observed between the strains, as larvae infected with the SfNPV-Fx strain reached a size of 2.4 cm and a weight of 180 mg, while those infected with SfNPV-Ar showed less development, with a size of 1.8 cm and a weight of 120 mg similar to the control group, which had a size of 2 cm and a weight of 130 mg. These results indicate that SfNPV baculovirus strains can influence the growth of *S. frugiperda*, affecting its development and survival. This helps to clarify the potential of different baculovirus strains as biological control methods against the fall armyworm in corn crops.

**Keywords:** fall armyworm, biological control, larval development, corn, baculovirus

## INTRODUCCIÓN

México es el séptimo productor más importante de maíz con una producción anual de 26 millones de toneladas (INEGI, 2023), sin embargo, esta producción se ve afectada por insectos plaga como *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Este es un lepidóptero de regiones tropicales y subtropicales de América que puede alimentarse de 353 especies de plantas (Montezano et al., 2018; Rukundo et al., 2020; Yu, 2021, Arifin y Abdullah, 2023).

En cultivos de maíz *S. frugiperda* provoca pérdidas a nivel mundial superiores a los 6 mil millones de dólares (De Groote et al., 2020; Fan et al., 2020). Su ciclo de vida consta de huevos que son colocados por hembras adulto y que eclosionan a los 2 días dando lugar a larvas de primer estadio las cuales se alimentan de las hojas jóvenes del cultivo de maíz creando un efecto ventana, posterior a ello crecen hasta alcanzar 1.2 cm y ya se consideran larvas de tercer estadio, y así consecutivamente hasta alcanzar el sexto estadio y se consideran más destructivas; posterior a ello se esconden en el suelo para convertirse en pupa y después de ello en adultos (Pannutti et al., 2016; Wan et al., 2021; Nyabanga et al., 2021).

El control químico a base de carbamatos, organofosforados y piretroides ha generado resistencia en *S. frugiperda*, lo que puede representar un riesgo para la salud humana y el medio ambiente (Yan et al., 2021). Una alternativa es el uso de

control biológico, entre ellos los baculovirus, los cuales son virus de ADN bicatenario, de 80 a 180 kb, que están clasificados en cuatro géneros: *Alfabaculovirus*, *Btabaculovirus*, *Gammabaculovirus* y *Deltabaculovirus*, que son específicos de insectos y que han demostrado ser efectivos en la reducción del daño causado por el gusano cogollero del maíz (Jones et al., 2018; Huang, 2020).

Se ha demostrado que los baculovirus pueden influir y afectar la biología de sus insectos hospederos, reflejados en parámetros como el peso y talla de las larvas de *S. frugiperda* y se puede reducir el peso corporal hasta un 82 %, así como disminuir la longitud de las larvas hasta un 40 %. Adicionalmente, los baculovirus pueden acelerar la muerte de sus insectos hospederos. (Shanshan et al., 2023). Este estudio se basa en la evaluación del efecto de las cepas de baculovirus SfNPV-Ar y SfNPV-Fx en la biología de las larvas de *S. frugiperda*, con la finalidad de seleccionar aquellas cepas más virulentas y que demuestren una mayor efectividad en el control de *S. frugiperda*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las larvas de *S. frugiperda* se mantuvieron bajo condiciones controladas de 28 °C  $\pm$  2 °C y una humedad relativa de 60 %  $\pm$  10 %. con un fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad.

### Amplificación y purificación de cepas de baculovirus SfNPV

Las cepas de baculovirus SfNPV-Ar y SfNPV-Fx se amplificaron en larvas de *Spodoptera frugiperda* de segundo a tercer estadio. Estas larvas fueron separadas individualmente utilizando una caja de cultivo con pozos, donde se colocó una larva por pozo con el propósito de mantenerlas en ayuno durante 24 horas. Se centrifugaron 100  $\mu$ L de CO's a una concentración de  $1 \times 10^6$  CO's/mL a 13,000 rpm durante 5 minutos. Los CO's se resuspendieron en 100  $\mu$ L de calcofluor al 10%, 50  $\mu$ L de solución de miel al 10% y 0.5 g de colorante artificial. La solución resultante se homogenizó y se aplicaron 2  $\mu$ L de esta mezcla por gota a cada larva. Las larvas infectadas fueron colocadas en cajas de Petri que contenían dieta artificial y se mantuvieron separadas utilizando gradillas para evitar el canibalismo.

Después de un período de 5 días, las larvas infectadas fueron procesadas en un mortero estéril con una solución de SDS al 1 %. Se observaron 10  $\mu$ L de extracto crudo bajo un microscopio óptico a 40x. Para cuantificar los CO's, se realizaron diluciones 1:10 y 1:100 de las cepas SfNPV-Ar y SfNPV-Fx, las cuales fueron colocadas en una cámara de Neubauer, como se describe en Rangel et al. (2014).

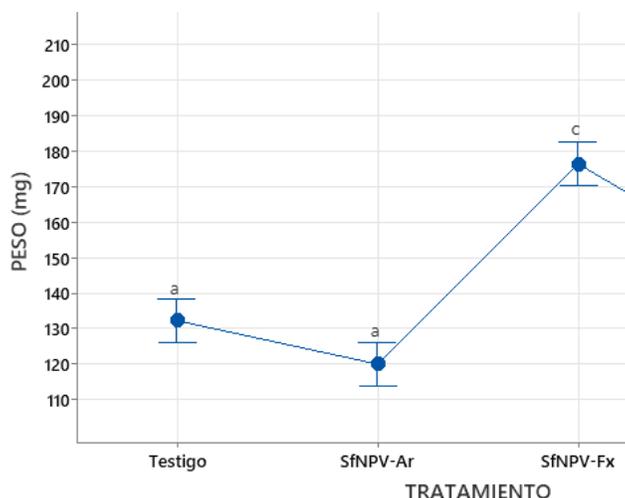
Los CO's fueron purificados utilizando gradientes continuos de sacarosa con concentraciones del 40 y 66 %. Se centrifugaron a 24,000 rpm a una temperatura de 4 °C durante un periodo de 45 minutos en la ultracentrífuga Beckman Coulter Optima XPN-100. Después, se eliminaron los restos de sacarosa mediante centrifugación a 15,000 rpm a 4 °C durante 15 minutos. Este proceso se repitió en tres ocasiones para garantizar la eliminación completa del residuo de sacarosa. La pastilla resultante se resuspendió en 4 mL de agua destilada estéril, y el conteo de CO's se llevó a cabo utilizando la técnica previamente mencionada. Los CO's fueron almacenados a una temperatura de 4 °C.

### **Estimación del crecimiento de larvas infectadas y sin infectar con SfNPV**

Se utilizaron 20 larvas de tercer estadio por tratamiento con las cepas SfNPV-Ar y SfNPV-Fx y 20 larvas de tercer estadio para el grupo control. Las larvas fueron individualizadas sin alimento durante 12 horas previas a la infección. Posterior a ello se infectaron con una concentración viral de  $1 \times 10^6$  CO's/mL de las cepas SfNPV-Ar y SfNPV-Fx, . se monitorearon cada 24 horas durante 5 días, y se registró el peso y talla. Para el pesaje se utilizó una balanza digital y para la medición de la talla se utilizó una regla milimetrada. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza simple (ANOVA) utilizando el programa estadístico Minitab 2022 con un 95 % de confianza y una comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

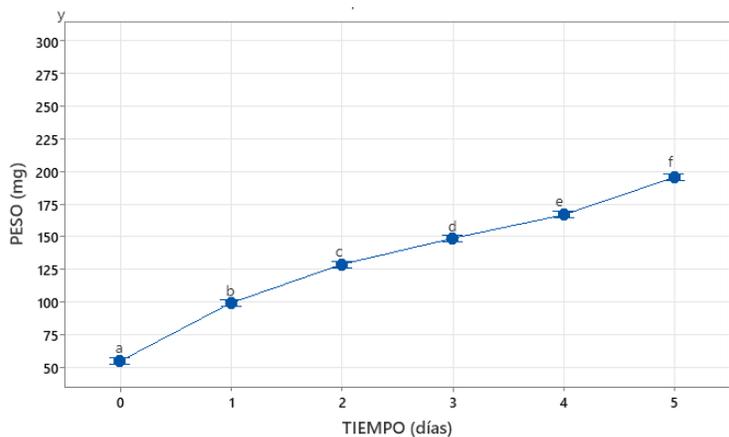
En la estimación de crecimiento de larvas infectadas y sin infectar con las cepas de virus SfNPV-Ar y SfNPV-Fx, se observó que las larvas infectadas con la cepa SfNPV-Fx fueron las más pesadas ( En Figura , se observa que la cepa SfNPV-Fx provoca un peso mayor en las larvas infectadas), alcanzando un peso de 180 mg previo a la muerte al quinto día. Las larvas infectadas con la cepa SfNPV-Ar registraron un peso de 120 mg, similar al peso de las larvas testigo (130 mg).



**Figura 1.** Gráfica de intervalos de Peso vs Tratamiento (Testigo, SfNPV-Ar, SfNPV-Fx ) con un 95% de intervalo de confianza para la media.

**Figure 1.** Interval plot of Weight vs Treatment (Control, SfNPV-Ar, SfNPV-Fx) with a 95% confidence interval for the mean.

El peso de las larvas sin infectar se mantuvo en un aumento progresivo de aproximadamente 25 mg por día durante 5 días, sin disminuciones, lo que indicó diferencias significativas entre cada día, en la Figura 2 se observa como larvas sanas sin infectar aumentan de peso en tiempo 0 hasta el día 5.

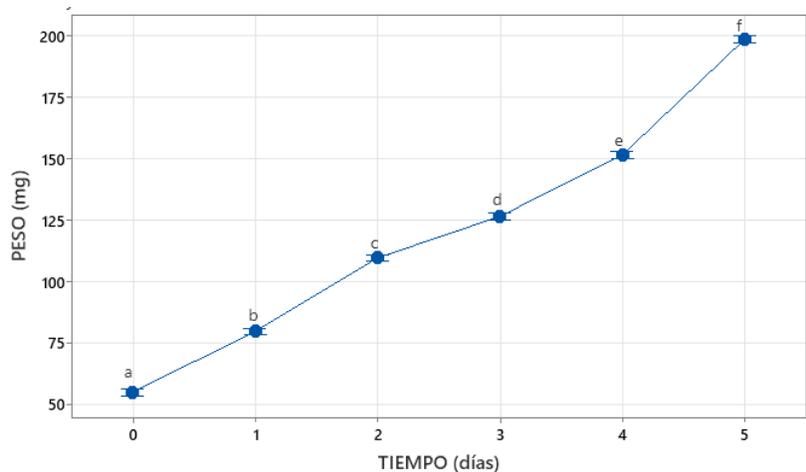


*La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.*

**Figura 2.** Gráfica de intervalos de Peso vs Tiempo (Testigo) con un 95% de intervalo de confianza para la media.

**Figure 2.** Interval plot of Weight vs Time (Control) with a 95% confidence interval for the mean.

Con respecto al peso comparado con el tiempo en días, las larvas infectadas con la cepa SfNPV-Ar mostraron un incremento de aproximadamente 25 mg por día desde el primero hasta el cuarto día, y un aumento más pronunciado hasta 100 mg en el quinto día (Figura 3).



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

**Figura 3.** Intervalos de Peso vs Tiempo (SfNPV-Ar) con un 95% de intervalo de confianza para la media. En la gráfica se observa como larvas infectadas con la cepa SfNPV-Ar aumentan de peso del día 0 al día 5 post- infección.

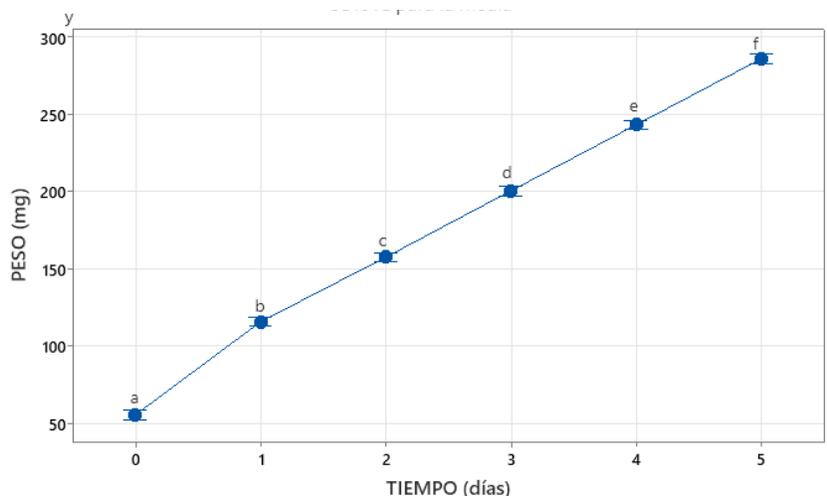
**Figure 3.** Interval of Weight vs Time (SfNPV-Ar) with a 95% confidence interval for the mean. The graph shows how larvae infected with the SfNPV-Ar strain gain weight from day 0 to day 5 post-infection.

En el caso de las larvas infectadas con la cepa SfNPV-Fx, la figura 4 muestra que el peso aumentó 50 mg por día, excepto el primer día, en el que el incremento fue de 60 mg. Todas las mediciones presentaron diferencias significativas con el día anterior, con los días 3, 4 y 5 mostrando el peso medio.

Estos datos concuerdan con la talla larval, como se observa en la Figura 5, donde cada tratamiento fue significativamente diferente al testigo. Las larvas infectadas con la cepa SfNPV-Fx alcanzaron la mayor talla, con una media de 2.4 cm, a los 5 días seguidas por las larvas infectadas con la cepa SfNPV-Ar, que se mantuvieron por debajo de las larvas testigo, con una media de 1.8 cm.

Mello et al. (2016) evaluaron la biología y nutrición de larvas sanas de *S. frugiperda* con diferentes dietas, entre ellas dieta artificial y maíz, obteniendo pesos de 180 mg en larvas alimentadas con dieta artificial durante 10 días. En el presente estudio, las

larvas testigo alcanzaron un peso de 130 mg en 5 días. Sin embargo, la evaluación se limitó a 5 días, ya que la dosis de  $6 \times 10^6$  CO's/mL provocaría una mortalidad del 90 % en larvas infectadas, por lo que no fue necesario continuar evaluando al testigo.



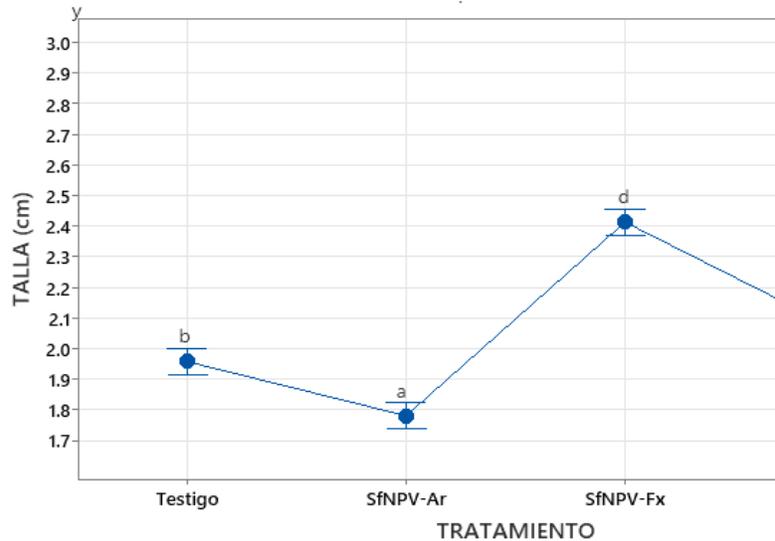
*La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.*

**Figura 4.** Gráfica de intervalos de Peso vs Tiempo (SfNPV-Fx) con un 95% de intervalo de confianza para la media. En la gráfica se observa como larvas infectadas con la cepa SfNPV-Fx aumentan de peso del día 0 al día 5 post-infección.

**Figure 4.** Interval plot of Weight vs Time (SfNPV-Fx) with a 95% confidence interval for the mean. The graph shows how larvae infected with the SfNPV-Fx strain gain weight from day 0 to day 5 post-infection.

En el caso de la talla de las larvas infectadas, la cepa SfNPV-Ar impidió que las larvas aumentaran de talla, manteniéndose en una talla menor a la del testigo. Sin embargo, las larvas sanas alcanzaron el cuarto estadio, mientras que las larvas infectadas con SfNPV-Ar se mantuvieron en la talla de una larva de tercer estadio.

Las larvas infectadas con SfNPV-Fx obtuvieron tallas de 2.4 cm, similar a la talla de larvas entre cuarto y quinto estadio larval del testigo (En la Figura 5 se observa el aumento de talla de larvas sin infectar e infectadas con SfNPV-Ar, SfNPV-Fx y SfNPV-Sin con respecto a los días, donde el peso de las larvas es diferente cada día a excepción del día 4 y 5 post infección).

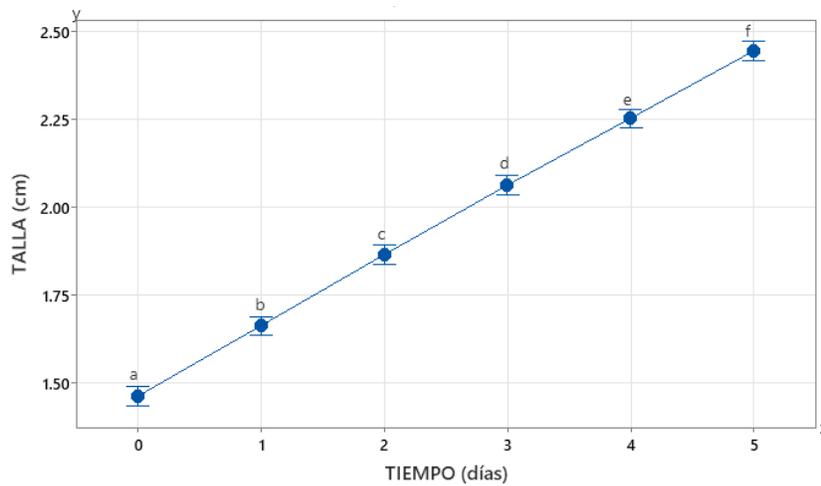


**Figura 5.** Gráfica de intervalos de Talla vs. Tratamiento con 95% de intervalo de confianza para la media.

**Figure 5.** Interval plot of Size vs Treatment with a 95% confidence interval for the mean.

Tanto larvas infectadas como sin infectar continuaron aumentando de talla con relación al tiempo y al peso, aunque con un aumento de talla similar. Todas las larvas infectadas con las cepas SfNPV-Ar y SfNPV-Fx presentaron diferencias significativas entre ellas y con el testigo, y resultando que las larvas infectadas con la cepa SfNPV-Fx fueron c las que crecieron más, un aproximado de 0.3 a 0.4 cm por día (Figura 6; se observa como larvas sanas aumentan de peso del día 0 al día 5 post- infección.) a diferencia del testigo, con un aumento en tamaño aproximado de 0.1 al 0.2 cm (Figura 7; se observa como larvas infectadas con la cepa SfNPV-Ar aumentan de talla del día 0 al día 5 post- infección).

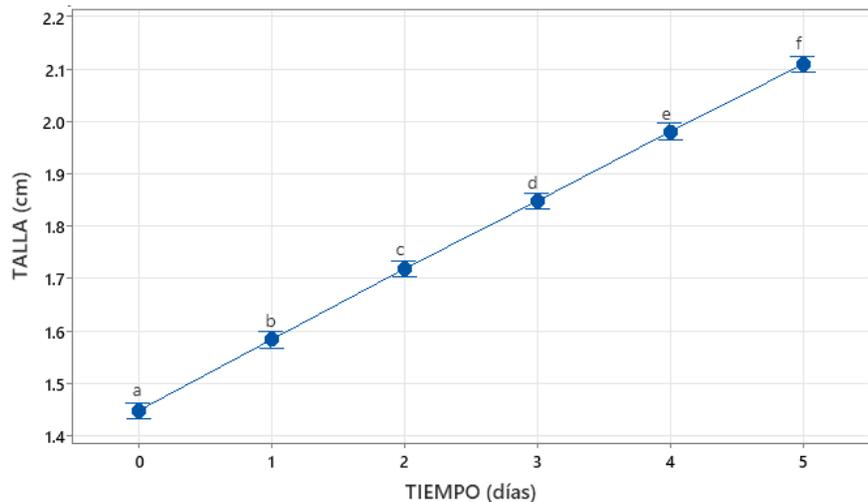
Las larvas infectadas con la cepa SfNPV-Ar no superaron el tamaño de las larvas sin infectar, manteniéndose en un crecimiento aproximado de 0.1 cm por día (Figura 8). La mayoría de las larvas infectadas con las cepas SfNPV- Ar y SfNPV-Fx incrementaron de talla de tercer estadio a cuarto estadio entre el día 0 y el día 3 post-infección, acercándose al quinto estadio en el día 4, con excepción de las larvas infectadas con SfNPV-Ar.



*La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.*

**Figura 6.** Intervalos de Talla vs Tiempo (Testigo) con un 95% de intervalo de confianza para la media.

**Figure 6.** Size vs. Time Intervals (Control) with a 95% confidence interval for the mean.



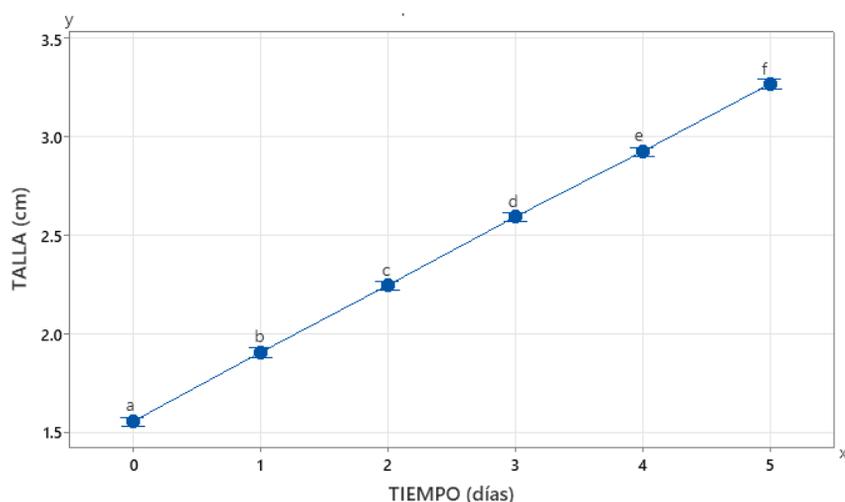
*La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.*

**Figura 7.** Intervalos de Talla vs Tiempo (SfNPV-Ar) con un 95% de intervalo de confianza para la media.

**Figure 7.** Size vs. Time Intervals (SfNPV-Ar) with a 95% confidence interval for the mean.

Castoñera et al. (2004) determinaron estadios larvales en *S. frugiperda*, evaluando su crecimiento y muda cada 24 horas hasta que puparon. Concluyeron que las larvas de tercer estadio midieron de 1.00 a 1.20 cm, las de cuarto estadio entre 1.75 y 2.00 cm, y las de quinto estadio de 2.30 a 2.77 cm. El sexto estadio se omitió

debido a que las larvas puparon tras alcanzar el quinto estadio. En este estudio se realizó una comparación sobre las larvas infectadas con la cepa SfNPV-Ar, resultando que éstas se mantuvieron con una talla similar al tercer estadio, a pesar del paso de los días durante los 5 días que duro la evaluación, ya que SfNPV-Ar es la cepa que mata en menor tiempo con respecto a SfNPV-Fx.



**Figura 8.** Gráfica de intervalos de Talla vs Tiempo (SfNPV-Fx) con un 95% de intervalo de confianza para la media.

**Figure 8.** Graph of Size vs. Time Intervals (SfNPV-Fx) with a 95% confidence interval for the mean.

## CONCLUSIÓN

Al término de este trabajo se pudo establecer una correlación entre la biología larval de *S. frugiperda*, con la virulencia del baculovirus SfNPV que las infecta, mediante la estimación de los parámetros de peso y talla. La diferencia en la capacidad de infección entre las cepas SfNPV evaluadas, indica que el tiempo de muerte influye directamente en el crecimiento larval. La cepa SfNPV-Ar, al presentar un periodo de infección más corto, con respecto a la cepa SfNPV-Fx, provocó un menor desarrollo larval, esto posiblemente indica un alto nivel de virulencia, y permite entender la interacción entre las cepas SfNPV y el insecto hospedador, lo cual abre camino a nuevas investigaciones y estrategias de control biológico para seleccionar las mejores cepas para controlar al gusano cogollero del maíz.

## Agradecimientos

Esta investigación fue apoyada por la Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (SECIHTI) a través de la beca nacional para estudios de posgrado 2023-2027, y por el proyecto DAIP No. 074/2024.

## LITERATURA CITADA

- Arifin, S. H. A., & Abdullah, T. (2023, September). Morphology and life cycle of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) with soybean leaf (*Glycine max* [L.] Merr.) in the laboratory. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1230, No. 1, p. 012108). IOP Publishing.
- Castoñera, P., Sánchez, A. J., & Vargas, M. R. (2004). Determinación de estadios larvales en *Spodoptera frugiperda* evaluando su crecimiento y muda cada 24 h. *Revista de Entomología Aplicada*, 18(2), 123-130.
- De Groote, H., Kimenju, S. C., Munyua, B., Palmas, S., Kassie, M., y Bruce, A. (2020). Spread and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) in maize production areas of Kenya. *Agriculture, ecosystems & environment*. 292: 106804.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2023. Senso Agropecuario 2022. Consultado el día 09 de Febrero de 2024 en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/CA\\_Def/CA\\_Def2022.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/CA_Def/CA_Def2022.pdf)
- Jones, C. M, Parry, H., Tay W. T., Reynolds, D. R., Chapman, J. W. (2018). Movement ecology of pest *Helicoverpa*: Implications for ongoing spread. *Annual Review of Entomology*. 64: 16.1–16.19.
- Mello, F. G., Zanuncio, T. V., Wilcken, C. F., Oliveira, R. J., & Serrão, J. E. (2016). Biología y nutrición de larvas de *Spodoptera frugiperda* con diferentes dietas. *Scientia Agricola*, 73(1), 40-47.
- Montezano, D. G., Sosa, G. D. R., Specht, A., Roque, S. V. F., Sousa, S. J. C., Moraes, S. D., y Hunt, T. E. (2018). Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African entomology*. 26(2): 286-300.
- Rangel, N. J. C., Vásquez, R. M. F. y Del Rincón, C. M. C. 2014. Caracterización biológica y molecular de cepas exóticas de baculovirus SfNPV, con actividad bioinsecticida hacia una población mexicana del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Interciencia*. 320-326
- Yan, Z., Wu, Q. L., Zhang, H. W., y Wu, K. M. 2021. Spread of invasive migratory pest *Spodoptera frugiperda* and management practices throughout China. *Journal of Integrative Agriculture*. 20(3): 637-645.