

# Influencia de la alimentación con hoja de arroz (*Oryza sativa* L.) en la biología de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)

## Influence of feeding with rice leaf (*Oryza sativa* L.) on the biology of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)

Roxana L. Flores-Quinches<sup>1,\*</sup>; Pedro S. Castillo-Carrillo<sup>2</sup>; Jean C. Silva-Alvarez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Servicio Nacional de Sanidad Agraria, Tumbes, Perú.

<sup>2</sup> Museo entomológico, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Tumbes, Perú.

<sup>3</sup> Inca'biotec, Tumbes, Perú.

\*Autor correspondiente: [lisfqm@gmail.com](mailto:lisfqm@gmail.com) (R.L. Flores Quinches)

ID ORCID de los autores

R.L. Flores-Quinches:  <https://orcid.org/0000-0002-2312-6533>

P.S. Castillo-Carrillo:  <https://orcid.org/0000-0002-0255-1047>

J.C. Silva-Alvarez:  <https://orcid.org/0000-0002-7026-4955>

### RESUMEN

*Spodoptera frugiperda* incide en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz, por tal razón se realizó durante tres generaciones un estudio para demostrar la influencia de la alimentación con hojas de tres variedades de arroz en su biología, bajo condiciones de laboratorio. Se criaron individualmente 25 larvas en placas Petri por variedad, alimentándolas diariamente con hojas de la variedad correspondiente. La temperatura promedio fue de 26,33 °C y humedad relativa de 84,33%. Los resultados indican que el periodo de incubación fue de 4,0 días para las tres variedades, el larval tuvo una duración promedio en las tres generaciones de 14,27 ± 0,16 días en Tinajones, 13,77 ± 0,13 en Feron y 13,50 ± 0,17 en Mallares, el estado de pre-pupa 2,1 ± 0,10 días en Ferón, 2,0 en Mallares y 2,60 ± 0,17 en Tinajones. En el caso de la pupa 8,80 ± 0,20 días en Feron, 7,73 ± 0,5 en Mallares y 9,53 ± 0,20 en Tinajones. El ciclo de desarrollo tuvo una duración de 28,67 ± 0,27 días en Ferón, 27,23 ± 0,27 en Mallares y 30,40 ± 0,30 en la variedad Tinajones. Se concluye que las variedades de arroz tienen una ligera influencia en la biología de la especie en estudio.

**Palabras clave:** ciclo de desarrollo; ciclo biológico; *Spodoptera frugiperda*; arroz.

### ABSTRACT

*Spodoptera frugiperda* affects the development and yield of rice cultivation, for this reason a study was carried out for three generations to demonstrate the influence of feeding with leaves of three varieties of rice on their biology, under laboratory conditions. 25 larvae were reared individually in Petri dishes per variety, feeding them daily with leaves of the corresponding variety. The average temperature was 26.33 °C and relative humidity 84.33%. The results indicate that the incubation period was 4.0 days for the three varieties, the larval had an average duration in the three generations of 14.27 ± 0.16 days in Tinajones, 13.77 ± 0.13 in Feron and 13.50 ± 0.17 in Mallares, the pre-pupal stage 2.1 ± 0.10 days in Ferón, 2.0 in Mallares and 2.60 ± 0.17 in Tinajones. In the case of the pupa, 8.80 ± 0.20 days in Feron, 7.73 ± 0.5 in Mallares and 9.53 ± 0.20 in Tinajones. The development cycle lasted 28.67 ± 0.27 days in Ferón, 27.23 ± 0.27 in Mallares and 30.40 ± 0.30 in the Tinajones variety. It is concluded that the rice varieties have a slight influence on the biology of the species under study.

**Keywords:** Development cycle; Biological cycle; *Spodoptera frugiperda*; rice.

Recibido: 05-01-2021.

Aceptado: 21-04-2021.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

## INTRODUCCIÓN

*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) desde el punto de vista económico constituye una de las plagas polífagas más importantes en Sudamérica (Brévault et al., 2018), las larvas exhiben una marcada preferencia alimenticia por gramíneas cultivadas y silvestres (Casmuz et al., 2010). Se le considera una plaga clave en el cultivo de maíz (Cruz et al., 1999; Pereira et al., 2002), produce daños en arroz, mijo, sorgo (Busato et al., 2004), y cultivos de otras familias de plantas como soya (Boiça Junior et al., 2015), algodón (Campos et al., 2012; Jesus et al., 2014) y otros cultivos.

Fue reportado en África por primera vez en 2016 donde está originando fuertes daños en cultivos de maíz llegando a causar pérdidas económicas, así mismo se le encontró en 28 países africanos (Fotso et al., 2019; Cock et al., 2017; Georgen et al., 2016). En el continente asiático, Maruthadurai & Ramesh (2020), Ali et al., (2018) para la India, durante septiembre- octubre de 2018 reportan a *S. frugiperda* infestando campos de cultivo de arroz. Wu et al. (2019) indica que desde enero de 2019, la especie citada ha invadido rápidamente el Sur de China infestando cultivos de arroz y maíz en el valle del río Yangtze y es probable que continúe invadiendo otras regiones del país con áreas de estos cultivos. Igualmente para Vietnam Hang et al. (2020) reportan la invasión de esta especie en campos de maíz con niveles de incidencia del 30 al 35%.

En el cultivo de arroz, los daños más importantes de *S. frugiperda* se presentan al iniciar la etapa vegetativa en almácigo, los cuales a medida que desarrollan las larvas devoran el área foliar y los tallos (Meneses et al., 2001). Los adultos son de actividad nocturna y con una gran capacidad de vuelo y dispersión. La hembra durante las primeras horas de la noche coloca sus posturas en masas de

hasta 150 huevos cubiertos con escamas de su cuerpo que sirven como protección contra algunos enemigos naturales o factores ambientales adversos, tanto en el haz como en el envés de las hojas (Capinera, 2001).

Chacón et al. (2008) desarrolló en Costa Rica una metodología de crianza del gusano *S. frugiperda* con dos tipos de dietas a una temperatura promedio de 19,5 °C. Con la dieta natural a base de hojas tiernas de maíz, los huevos de esta especie tardaron entre cinco y seis días en promedio para eclosionar, el desarrollo larval fue de 21,6 días en promedio, el periodo pupal ocupó alrededor de 20,3 días y la fase de adulto 18,4 días, por lo que el ciclo de vida promedio fue de 47,40 días. Con la dieta artificial los huevos de esta especie tardaron tres días en promedio para eclosionar, el desarrollo larval fue de 26,80 días en promedio, el periodo pupal ocupó alrededor de 15,3 días, el ciclo de vida promedio fue de 45,10 días con esta dieta se observó un crecimiento adecuado de las larvas, ya que les permitió completar su ciclo de vida.

Actualmente en la región de Tumbes no se encuentran registros sobre los aspectos biológicos del insecto indicado sobre el cultivo de arroz, ni tampoco en otros cultivos propios de la región, ni se reporta si las variedades que son cultivables y las que se pretenden desarrollar tienen alguna tolerancia a sus infestaciones. Por lo tanto, es imprescindible estudiar los efectos de la alimentación del insecto en las variedades de arroz más cultivadas en la región, con la finalidad de que el productor pueda elegir la variedad de menor preferencia por este insecto.

El objetivo fue determinar la influencia de la alimentación con tres variedades de arroz en la biología de *S. frugiperda* bajo condiciones de laboratorio en Tumbes - 2019.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Cría masiva a pequeña escala

Se realizó con la finalidad de asegurar un adecuado suministro de individuos como material experimental, se inició con 50 larvas del último estadio reduciéndose a 17 por el canibalismo. Las larvas de *S. frugiperda* del último estadio fueron llevadas al laboratorio para ser trasladadas a un repostero plástico donde se les suministró hojas de arroz de cada variedad (Feron, Mallares y Tinajones) como alimento, se hizo seguimiento hasta que se convirtieran en pupas y emergieran los adultos, posteriormente se depositaron en reposteros plásticos acondicionadas como jaulas de crianza para que copularan y se pudiera obtener posturas de una misma fecha, con las cuales se inició el presente trabajo de investigación.

### Cría individual para los estudios de biología

Con los huevos que se obtuvieron de la cría masiva a pequeña escala, se iniciaron los estudios de biología durante tres generaciones, procediéndose a la observación diaria y poder determinar la fecha de eclosión. Eclosionados los huevos y emergidas

las larvas, con un pincel fino se tomó una larva y se depositó individualmente en una placa Petri de 10 cm de diámetro por 1,5 cm de altura, en la base de éstas se colocó papel bond y encima de éstas 2 plantas de arroz de 10 a 40 días de edad de la variedad correspondiente con un algodón húmedo para conservar la turgencia de las hojas rotulándolas con un número y el nombre de la variedad correspondiente. Se utilizaron 25 larvas por variedad, el alimento se renovaba dejando un día. Las observaciones eran diarias para poder determinar los respectivos cambios de estadio, estos se evidenciaban por la presencia de las exuvias y cápsulas cefálicas que eran eliminadas por cada una de las larvas durante el proceso de muda, hasta que se transformaran al estado de pupa. Alcanzado el estado de pupa se procedió hacer un sexado de las mismas, para lo cual se tuvo en cuenta el distanciamiento entre el poro genital y el poro anal, que es muy corto para el caso de las pupas de los machos y mucho más largo para el caso de las pupas hembras. A los tres días de formadas las pupas se realizó el pesado de cada una

de ellas y a la emergencia de los adultos de las pupas se formaron 10 parejas, individualizándolas en reposteros plásticos de 12 cm de ancho por 16 cm de largo. Se realizaron 3 generaciones.

### Análisis estadístico

Para calcular los índices de confiabilidad con los datos recogidos se calculó la media aritmética ( $\bar{x}$ ), que es la suma de todos los datos obtenidos

dividida entre el número de datos; la desviación típica o estándar (SD), que representa la dispersión de los datos respecto a la media aritmética y los valores máximos y mínimos del consumo diario, el ciclo de desarrollo, capacidad reproductiva, longevidad de adultos y mortalidad natural. Estos cálculos fueron realizados con tablas diseñadas a partir de la hoja de Excel.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Periodo de incubación.** El periodo de incubación de los huevos en condiciones de laboratorio para las tres variedades y durante las tres generaciones en estudio, tuvo una duración promedio de cuatro días con una temperatura de 26,3 °C y humedad relativa de 84,3% (Tabla 1). Los resultados obtenidos para este estado de desarrollo se encuentran dentro de los rangos reportados por (Montes et al., 2009), quien indica que en sus estudios realizados el periodo de incubación tuvo una duración entre 3 a 5 días con una temperatura de 24-26 °C y una humedad relativa de 60%.

### Periodo larval

Las larvas criadas bajo condiciones de laboratorio alimentadas con hojas de las tres variedades de arroz en estudio en las tres generaciones registraron una duración promedio de 14,3 días para Tinajones, 13,8 para Feron y 13,50 para Mallares con una temperatura promedio de 26,6°C y HR% 86,7 (Tabla 1). Los resultados obtenidos difieren de los reportados por Carbonell (2008), quien indica que el periodo larval tiene una duración de 16,87 y 15,43 a una temperatura de 26,1 °C. Aunque es necesario precisar que este autor incluye el periodo de pre-pupa dentro del periodo larval, si nosotros adicionamos los valores de pre-pupa obtenidos al del periodo larval tendríamos valores de 16,9 días para la variedad Tinajones, 15,9 para Feron y 15,5 para Mallares, con esos registros los resultados obtenidos en nuestro estudio se encuentran dentro de los rangos reportados por el autor citado. Maruthadurai & Ramesh (2020) reportan para la India la duración de  $13,8 \pm 0,26$  días, pero criados en hojas de maíz. La duración en días de los estadios larvales varía según la variedad. Así tenemos que para Tinajones se registró en promedio 1,5 días para el I estadio; 2,0 días para el II, III y IV; 2,5 para el V y 4,7 días para el VI. En Feron se registró en promedio 1,5 días para el I estadio; 2,0 para el II, III y IV, 2,5 días

para el V y 4,3 días para el VI. En la variedad Mallares se registró en promedio 1,5 días para el I estadio; 2,0 para el II, III y IV; 2,5 para el V y 4,2 días para el VI estadio.

### Periodo de pre pupa

El periodo de pre pupa varía en relación a las variedades con un promedio de 2,6 días para Tinajones, 2,1 para Feron y 2,0 para Mallares (Tabla 1).

### Periodo de pupa

Este periodo es influenciado por la variedad, generación y sexo; en el caso del efecto de la variedad se ha obtenido una duración promedio durante las tres generaciones de 9,50 días para Tinajones, 8,8 para Feron y 7,7 días en Mallares (Tabla 1). Analizando la influencia del sexo en la duración del estado de pupa se observan diferencias más notorias en las variedades Feron y Mallares (Tabla 2). La duración para el estado de pupa en la variedad Tinajones es mayor a lo que reporta Carbonell (2008) en sus estudios ya que el indica una duración de 8,0 días, sin embargo, son similares a los obtenidos en las variedades Feron y Mallares. Pero difieren las tres con lo reportado por Chacón et al. (2008) quienes manifiestan que el periodo pupal ocupó alrededor de 20,3 días en promedio, pero alimentadas con hojas tiernas de maíz y con una temperatura promedio de 19,5 °C. Maruthadurai & Ramesh (2020) para la India reportan la duración de  $8 \pm 0,37$  días en larvas que fueron alimentadas con hojas de maíz, datos similares a los obtenidos en el presente estudio para las variedades Feron y Mallares.

El peso de las pupas está influenciado por la calidad del alimento y por el sexo. Durante las tres generaciones en la variedad Mallares las pupas alcanzaron un mayor peso siendo 170 mg en hembras y 140 mg en machos, el menor peso fue para la variedad Tinajones (Tabla 3).

**Tabla 1**

Ciclo de desarrollo de *S. frugiperda* de individuos alimentados durante la fase larval con hojas de tres variedades de arroz bajo condiciones de laboratorio

Variedad (N = 25)	Estados de desarrollo															Ciclo de desarrollo						Prom	SE					
	Huevo					Larva					Pre pupa					Pupa					Generación							
	I	II	III	Prom	SE	I	II	III	Prom	SE	I	II	III	Prom	SE	I	II	III	Prom	SE	Total			SE	Total	SE	Total	SE
Feron	4,0	4,0	4,0	4,0	0,0	13,8	13,8	13,7	13,77	0,13	2,1	2,2	2,0	2,10	0,10	9,0	8,9	8,5	8,80	0,20	28,9	0,30	28,9	0,30	28,2	0,20	28,67	0,27
Mallares	4,0	4,0	4,0	4,0	0,0	13,8	13,5	13,2	13,50	0,17	2,0	2,0	2,0	2,00	0,00	7,5	7,9	7,8	7,73	0,50	27,3	0,30	27,4	0,30	27,0	0,20	27,23	0,27
Tinajones	4,0	4,0	4,0	4,0	0,0	14,4	14,4	14,0	14,27	0,16	2,4	2,7	2,7	2,60	0,17	9,8	9,4	9,4	9,53	0,20	30,6	0,40	30,5	0,30	30,1	0,20	30,40	0,30
T °C	26,3	26,6	27,0	26,6	0,35	26,3	26,6	27,0	26,6	0,35	26,3	26,6	27,0	26,6	0,35	26,3	26,6	27,0	26,6	0,35	26,3	0,35	26,6	0,35	27,0	0,35	26,63	0,35
H.R%	84,3	85,0	89,0	86,7	3,32	84,3	85,0	89,0	86,7	3,32	84,3	85,0	89,0	86,7	3,32	84,3	85,0	89,0	86,7	3,32	84,3	3,32	85,0	3,32	89,0	3,32	86,10	3,32

Tabla 2

Duración en días del estado de pupa por sexo de *S. frugiperda* y relación de sexos de individuos alimentados durante la fase larval con hojas de tres variedades de arroz bajo condiciones de laboratorio

Variedad (N = 25)	Generación																				
	I						II						III								
	Hembras			Machos			Relación de sexos	Hembras			Machos			Relación de sexos	Hembras			Machos			Relación de sexos
	N	Prom. días	SE	N	Prom. días	SE		N	Prom. días	SE	N	Prom. días	SE		N	Prom. Días	SE	N	Prom. Días	SE	
Feron	9	9,3	0,05	16	8,8	1,03	4/7	19	6,0	1,84	6	10,0	0,57	3/1	15	8,4	0,93	10	8,6	0,20	3/2
Mallares	16	7,5	1,20	9	7,5	0,21	5/3 (*)	15	7,6	1,05	10	7,5	0,35	3/2	12	6,9	0,72	13	8,0	0,71	1/1 (*)
Tinajones	14	9,8	0,59	11	9,7	0,18	7/5 (*)	18	9,4	1,22	7	9,3	0,33	3/1(*)	14	9,6	0,62	11	9,2	0,25	7/5(*)
T °C	26,0						26,0						27,0								
H.R%	79,0						85,0						89,0								

(\*): aproximadamente.

Tabla 3

Peso de pupas promedio en miligramos por sexo de *S. frugiperda* obtenidas de individuos alimentados durante la fase larval con hojas de tres variedades de arroz bajo condiciones de laboratorio

Variedad (N = 25)	Generación																							
	I						II						III											
	Hembras			Machos			Prom. Peso de pupas (mg)	SE	Hembras			Machos			Prom. Peso de pupas (mg)	SE	Hembras			Machos			Prom. Peso de pupas (mg)	SE
	N	Prom. (mg)	SE	N	Prom. (mg)	SE			N	Prom. (mg)	SE	N	Prom. (mg)	SE			N	Prom. (mg)	SE	N	Prom. (mg)	SE		
Feron	9	150,00		16	130,00	140,00	2,83	19	150,00	6	120,00	135,00	4,24	15	150,00	10	130	140,00	2,83					
Mallares	16	170,00		9	130,00	150,00	5,66	15	160,00	10	130,00	145,00	4,24	12	170,00	13	150	160,00	2,83					
Tinajones	14	140,00		11	130,00	135,00	1,41	18	120,00	7	120,00	120,00	0,00	14	120,00	11	120	120,00	0,00					
T °C	26,0						26,0						27,0											
H.R%	79,0						85,0						89,0											

Tabla 4

Longevidad de adultos en días promedio por sexo de *S. frugiperda* de individuos alimentados durante la fase larval con hojas de tres en tres variedades de arroz bajo condiciones de laboratorio

Variedad (N = 25)	Generación																							
	I						II						III											
	Hembras			Machos			Prom. días	SE	Hembras			Machos			Prom. días	SE	Hembras			Machos			Prom. días	SE
	N	Prom. días	SE	N	Prom. días	SE			N	Prom. días	SE	N	Prom. días	SE			N	Prom. días	SE	N	Prom. días	SE		
Feron	9	9,4	0,06	16	11,8	0,59	19	9,0	1,41	6	13,2	1,02	15	9,3	0,81	10	13,4	0,48						
Mallares	16	7,3	1,23	9	11,7	0,38	15	8,5	0,92	10	12,7	0,38	12	9,3	0,38	13	12,7	0,04						
Tinajones	14	10,4	0,51	11	14,3	0,47	18	9,6	1,19	7	14,0	0,99	14	9,8	0,59	11	13,0	0,28						
T °C	26,0						26,0						27,0											
H.R%	79,0						85,0						89,0											

Los pesos de las pupas varían con la variedad (120 mg en Tinajones, 140 en Feron y 150 en Mallares, Tabla 2). Pinto et al. (2019) en estudios sobre calidad de dietas para *S. frugiperda* encontró pesos en mg de  $289,5 \pm 3,87$  para la dieta 3;  $253,3 \pm 2,94$  para la dieta 1 y  $156,7 \pm 4,41$  para la dieta 2, los valores de esta última se encuentran dentro de los rangos obtenidos en nuestro estudio para la variedad Mallares, coincidiendo con Carbonell (2008) (150 mg). Maruthadurai & Ramesh (2020) para la India reportan un peso de 174 mg de pupas provenientes de larvas que fueron alimentadas con hojas de maíz.

### Relación de sexos

La relación de sexos fue muy variable en las III generaciones y en los adultos que emergieron de las pupas cuyas larvas fueron alimentadas con hojas de arroz de las tres variedades (Tabla 2), solamente se presentó una relación aproximada de 1/1 en la III generación en la variedad Mallares.

### Longevidad de adultos

La longevidad varía con el sexo (Tabla 4), los promedios de longevidad de los adultos machos fueron de 14,3, 14,0 y 13,0 días para la I, II y III generación en la variedad Tinajones; 11,8, 13,2 y 13,4 días en Feron y de 11,7, 12,7 y 12,7 días en Mallares. En hembras se tuvo una longevidad de

10,4, 9,6 y 9,8 días para la I, II y III generación; en Feron fue de 9,4, 9,0 y 9,3 días, respectivamente; en cambio en la variedad Mallares fue de 7,3, 8,5 y 9,3 días. Estos resultados difieren de Chacón et al. (2008), quienes reportan una longevidad en adultos de 18,4 días, a 19,5 °C y alimentada con hojas tiernas de maíz. Al parecer los machos viven mayor tiempo, lo que les permite tener la oportunidad de copular un mayor número de hembras y es posible que las hembras vivan un menor tiempo debido a que realizan un mayor gasto de energía en mantener sus huevos en los ovarios.

### Periodo de Pre ovoposición

Este periodo tuvo una duración de un día, durante las tres generaciones estudiadas en las tres variedades de arroz empleadas durante el estudio (Tabla 7).

### Periodo de ovoposición

Durante las tres generaciones se obtuvo un promedio de 5,2 días para la variedad Tinajones, 5,4 para Feron y 7,1 para Mallares (Tabla 4), llegando las hembras a ovopositar hasta 9 días consecutivos. Los resultados obtenidos para las variedades Tinajones y Feron son similares a los logrados por Villanueva (2003) quien refiere una duración de 5,0 días, en larvas alimentadas con diferentes sustratos alimenticios (Tabla 4).

**Tabla 5**

Periodo promedio de oviposición en días, número promedio de posturas por hembra y número promedio de huevos por hembra de *S. frugiperda* de individuos alimentados durante la fase larval con hojas de tres variedades de arroz bajo condiciones de laboratorio

Variedad	Periodo promedio de oviposición (días)					Nº promedio de posturas/hembra					Nº promedio de huevos por hembra				
	Generación										Prom.	SE			
	I	II	III	Prom.	SE	I	II	III	Prom.	SE			I	II	III
Feron	5,3	5,5	5,3	5,40	0,12	8,7	8,9	8,4	8,7	0,25	1216,7	1193,2	1048,9	1152,93	90,86
Mallares	6,8	7,1	7,3	7,10	0,25	10,4	10,8	10,9	10,7	0,26	1376,9	1267,2	1265,5	1303,20	63,83
Tinajones	5,3	5,0	5,3	5,2	0,17	8,5	7,7	8,2	8,1	0,40	1073,1	892,5	1004,5	990,03	91,16
T °C	26,3	26,6	27,0	26,6	0,35	26,3	26,6	27,0	26,6	0,35	26,3	26,6	27,0	26,63	0,35
H.R%	84,3	85,0	89,0	86,7	3,32	84,3	85,0	89,0	86,7	3,32	84,3	85,0	89,0	86,65	3,32

**Tabla 6**

Fertilidad de huevos ovipositados por hembras de *S. frugiperda* de individuos alimentados durante la fase larval con hojas de larvas alimentadas en tres variedades de arroz bajo condiciones de laboratorio

Variedad (N = 100)	Generación						Promedio	SE
	Fertilidad de huevos							
	I		II		III			
Huevos eclosionados	%	Huevos eclosionados	%	Huevos eclosionados	%			
Feron	90 de 100	90,0	77 de 100	77,0	89 de 100	89,0	85,3	1,45
Mallares	92 de 100	92,0	95 de 100	95,0	97 de 100	97,0	94,7	1,45
Tinajones	88 de 100	88,0	91 de 100	91,0	95 de 100	95,0	91,3	1,45

**Tabla 7**

Ciclo biológico de *S. frugiperda* de individuos alimentados durante la fase larval con hojas de tres variedades de arroz bajo condiciones de laboratorio

Variedad (N = 25)	Ciclo biológico									Prom.	SE
	Generación										
	I			II			III				
CD	PPO	Total	CD	PPO	Total	CD	PPO	Total			
Feron	28,9	1	29,9	28,9	1,0	29,9	28,2	1,0	29,2	29,7	0,41
Mallares	27,3	1	28,3	27,4	1,0	28,4	27,0	1,0	28,0	28,2	0,41
Tinajones	30,6	1	31,6	30,5	1,0	31,5	30,1	1,0	31,1	31,4	0,38
T °C	26,0			26,0			27,0			26,3	0,35
H.R%	79,0			85,0			89,0			84,3	3,32

CD: Ciclo de desarrollo; PPO: Periodo de pre-oviposición.

### Número de posturas y huevos promedio por hembra y ritmo de ovoposición

Durante las tres generaciones en estudio el mayor promedio de posturas (masas de huevos) por generación lo obtuvo la variedad Mallares (Tabla 5) y los menores promedios la variedad Feron. En lo concerniente al número promedio de huevos por hembra se presentó igualmente en la variedad Mallares (Tabla 5) con un valor de  $1303,20 \pm 63,83$  huevos. Al respecto Maruthadurai & Ramesh (2020) para la India reportan un promedio de  $1125,40 \pm 76,08$  huevos, pero de hembras cuyas larvas habían sido alimentadas con hojas de maíz. El ritmo de ovoposición es variable observándose que la mayor cantidad de huevos durante las tres generaciones y en las tres variedades es ovipositado durante el primer día, así tenemos que en la variedad Feron en la primera generación la hembra ovipositó  $456,6 \pm 25,4$  huevos, en la segunda  $444,6 \pm 26,8$  y en la tercera generación  $381,8 \pm 47,4$ . En la variedad Mallares  $395,2 \pm 23,3$  huevos en la primera,  $371,9 \pm 18,20$  en la segunda y  $373,2 \pm 11,90$  en la tercera generación. En la variedad Tinajones  $347,8 \pm 51,9$  huevos para la primera generación,  $243,1 \pm 63,4$  en la segunda y  $336,6 \pm 47,4$  en la tercera generación. A partir del segundo día en las tres generaciones y en las tres variedades el número de huevos por día de ovoposición empieza a descender. En relación a este parámetro (Carbonell, 2008) reporta un promedio de 385 huevos por hembra por día, valor similar para los obtenidos en las larvas que fueron alimentadas con hojas de arroz de la variedad Feron en la tercera generación y con los obtenidos

en el caso de las larvas que fueron alimentadas con la variedad Mallares en las tres generaciones.

### Porcentaje de fertilidad de huevos

En el caso de este parámetro los valores registrados durante las tres generaciones y en las tres variedades, han fluctuado entre 77 y 97%. Presentándose el mayor promedio de huevos fértiles ovipositados por las hembras cuyas larvas fueron alimentadas con hojas de arroz de la variedad Mallares (Tabla 6).

### Ciclo de desarrollo

El ciclo de desarrollo durante las tres generaciones varía de una variedad a otra, la mayor duración se presentó en los individuos cuyas larvas fueron alimentadas con arroz de la variedad Tinajones (30,6; 30,5; y 30,1 días), en segundo lugar, estuvo la variedad Feron (28,9; 28,9 y 28,2 días) y en tercer lugar la variedad Mallares (27,3; 27,4 y 27,0 días) (Tabla 1) realizado bajo condiciones de laboratorio a temperatura que fluctuó entre 26,3 y 27 °C y la humedad relativa entre 84,3 y 89,0%. (Tabla 1). Al comparar nuestros resultados con los de otros autores se tiene que Maruthadurai & Ramesh (2020) para la India reportan la duración de  $24,60 \pm 0,42$  días en larvas que fueron alimentadas con hojas de maíz. Chacón et al. (2008) reportan una duración del ciclo de desarrollo de 47,40 días cuando son alimentadas con hojas de maíz y 45,10 días con una dieta artificial, así mismo Montes et al. (2009) indica un promedio del ciclo desarrollo de 30 a 53 días cuando son alimentadas con maíz y dieta sintética,

estos resultados son semejantes al primer valor con los obtenidos en este estudio, sin embargo, los resultados obtenidos para las larvas que fueron alimentadas con hojas de arroz de la variedad Mallares son semejantes a los resultados de (Carbonell, 2008) quien reporta que el ciclo de desarrollo tuvo una duración de 27,28 y 25,71 días. Durante el ciclo las larvas recién emergidas hacían raspados sobre la epidermis de las hojas debido a que en esa etapa sus mandíbulas solo están adaptadas para alimentarse de esa manera debido a la fragilidad que presentan, lo que les impide alimentarse con hojas más coriáceas y de mayor edad. El alimento llega al estomodeum donde realiza una predigestión con la saliva y las enzimas luego absorben los nutrientes que son vitales para el desarrollo del insecto.

### Ciclo biológico

El ciclo de biológico durante las tres generaciones en promedio para las larvas que fueron

alimentadas con hojas de arroz de la variedad Tinajones fue de  $31,4 \pm 0,38$  días,  $29,7 \pm 0,41$  días para Feron y  $28,2 \pm 0,41$  días para Mallares. La temperatura promedio fue de  $26,3$  °C y  $84,3\%$  de humedad relativa (Tabla 7).

### Mortalidad de larvas y pupas

En larvas que fueron alimentadas con hojas de arroz de la variedad Feron fluctuó entre 3 y 9%, en Mallares entre 5 y 9% y en Tinajones entre 5 y 7%, siendo estos valores menores a los reportados por Montes et al. (2009) para larvas alimentadas con sustancias sintéticas (15%), pero similares cuando el alimento fue dieta natural (10%). En el primer caso para los citados autores fue mayor debido a la influencia del sustrato alimenticio, la temperatura y el ambiente. En lo que corresponde a pupas la mortalidad fluctuó entre 7 y 9% de aquellas procedentes de las larvas que fueron alimentadas con hojas de arroz de la variedad Feron, entre 7 y 9%, para Mallares y entre 5 y 10% para Tinajones.

## CONCLUSIONES

Se comprobó que, existe una ligera influencia de la alimentación de las tres variedades de arroz empleadas en el estudio en la biología de *S. frugiperda*, permitiendo que en la variedad Mallares la especie complete su ciclo de desarrollo y biológico en un menor tiempo en relación a las variedades Feron y Tinajones por lo cual tendrá un mayor número de generaciones en un año. De acuerdo a esto la variedad Tinajones es la que muestra un grado de tolerancia contra la especie en estudio ya que la textura de sus hojas se vuelven coriáceas en un menor tiempo, eludiendo el ataque del insecto esto porque es una variedad de menor periodo vegetativo (140 días), en comparación con

la variedad Mallares que es de 148 días y la textura de las hojas son más suaves, haciendo que las larvas puedan aprovechar por un mayor tiempo un sustrato alimenticio ideal para completar su ciclo de desarrollo, lo indicado guarda relación con la mayor duración promedio del estado larval en la variedad Tinajones ( $14,27 \pm 0,16$  días) en contraposición a las otras dos variedades que tuvieron una menor duración,  $13,77 \pm 0,13$  días en Feron y  $13,50 \pm 0,17$  días en Mallares.

El peso promedio de pupa cuyas larvas fueron alimentadas con la variedad Mallares en las tres generaciones presentaron un mayor peso promedio (150, 130 y 160 mg).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, S., Masroor, Z., & Maroor, M. (2018). First record of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), an evil attack on paddy in Magadah, Bihar (India). *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 5(2), 546-549.
- Boiça Junior, A. L., Souza, B. H. S., Neves, E. C., Ribeiro, Z. A., & Stout, M. J. (2015). Factors influencing expression of antixenosis in soybean to *Anticarsia gemmatilis* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 108(1), 317-325.
- Brévault, T., Ndiaye, A., Badiane, D., Bal, A. B., Sembene, M., Silvie, P., & Haran, J. (2018). First records of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae), in Senegal. *Entomologia generalis*, 37(2), 129-142.
- Busato, G. R., Grutzmacher, A. D., Garcia, M. S., Giolo, F. P., Stefanello Junior, G. J., & Zotti, M. J. (2004). Preferência para alimentação de biótipos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por milho, sorgo, arroz e capim arroz. *Revista Brasileira de Agrociências*, 10(2), 215-218.
- Campos, Z. R., Boiça-Júnior, A. L., Valério Filho, W. V., Campos, O. R., & Campos, A. R. (2012). The feeding preferences of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton plant varieties. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 34(2), 125-130.
- Capinera, J. I. (2001). *Handbook of Vegetable Pests*. Academic Press, San Diego. 729 pp.
- Carbonell, R. M. (2008). Manejo integrado de los principales insectos y ácaros plagas en el arroz. Instituto de Investigación del arroz, Cuba.
- Casmuz, A., Juárez, M., Socías, M., Murúa, M., Prieto, S., Medina, S., Willink, E., & Gastaminza, G. (2010). Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(3-4), 209-231.
- Chacón, Y., Garita, C., Vaglio, C., & Villalba, V. (2009). Desarrollo de una metodología de crianza en laboratorio del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) como posible hospedante de insectos biocontroladores de interés agrícola. *Tecnología en Marcha*, 22, 28-37.
- Cock, M. J. W., Beseh, P. K., Buddie, A. G., Cafá, G., & Crozier, J. (2017). Molecular methods to detect *Spodoptera frugiperda* in Ghana, and implications for monitoring the spread of invasive species in developing countries. *Sci. Rep.* 7, 4103.
- Cruz, I., Figueiredo, M. L. C., Oliveira, A. C., & Vasconcelos, C. A. (1999). Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminum saturation. *International Journal of Pest Management*, 45(4), 293-296.
- Fotso, A., Hanna, R., Doumtsop, A.R.P., Abang, A.F., Nanga, S.N., et al. (2019) Correction: *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Cameroon: Case study on its distribution, damage, pesticide use, genetic differentiation and host plants. *PLOS ONE*, 14(6), e0217653
- Jesus, F. G., Boiça Junior, A. L., Alves, G. C. S., & Zanoncio, J. C. (2014). Behavior, development, and predation of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed transgenic and conventional cotton Cultivars. *Annals of the Entomological Society of America*, 107, 601-606.
- Georgen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., & Tamò, M. (2016) First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PLoS ONE*, 11, e0165632.

- Hang, D. T., Van Liem, N., Lam, P. V., & Wyckhuys, K. A. G. (2020). First record of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae)) on maize in Viet Nam. *Zootaxa*, 4772(2), 396–400.
- Maruthadurai, R., & Ramesh, R. (2020). Occurrence, damage pattern and biology of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on fodder crops and green amaranth in Goa, India. *Phytoparasitica*, 48(1), 15-23.
- Meneses, R., Gutiérrez, A., García, A., Antigua, G., Gómez, J., Correa, F., & Calvert, L. (2001). Guía para el Trabajo de Campo en el manejo Integrado de plagas del Arroz. Cuarta edición. Cuba.
- Montes, J. A., Espinoza, N., Garrido, E., & Gutiérrez, F. (2009). Reproducción del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Fab.) del maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de laboratorio. Instituto Tecnológico de Tuxla, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. P.1
- Pinto, J., Torres, A., Truzzi, C., Vieira, N., Vacari, A., & De Bortoli, S. (2019) Artificial Corn-Based Diet for Rearing *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Insect Science*, 19, iez052.
- Wu, Q., He, L., Shen, X., Jiang, Y., Liu, J., Hu, G., & Ming, K. (2019) Estimation of the Potential Infestation Area Newly-invaded Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* In the Yangtze River Valley of China. *Insects*, 10, 298, 15.
- Villanueva, R. E. (2003). Estudio de la biología de *Spodoptera frugiperda* (j. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) "gusano cogollero del maíz" usando cuatro sustratos alimenticios, en tingo maría (Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú.