

THE JOURNAL OF AGRICULTURE OF THE UNIVERSITY OF PUERTO RICO

Issued biannually by the Agricultural Experiment Station of the University of Puerto Rico, Mayagüez Campus, for the publication of articles and research notes by staff members or others, dealing with scientific agriculture in Puerto Rico and elsewhere in the Caribbean Basin and Latin America.

VOL. 104

2020

No. 1

Fluctuación poblacional de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo del sorgo del sur de Anzoátegui, Venezuela^{1,2}

María Virginia Bertorelli³ y Barlin Orlando Olivares^{4*}

J. Agric. Univ. P.R. 104(1):1-16 (2020)

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la fluctuación poblacional de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en etapa larval, en las diferentes etapas fenológicas del sorgo y su relación con el tipo de labranza, las condiciones climáticas, y distintos sistemas de uso del sorgo en el Fundo Las Tunas, municipio Simón Rodríguez, estado Anzoátegui, Venezuela. Para la evaluación se utilizaron cuatro sistemas de uso: S1 (Sorgo-*Stylosanthes brasilianum-Brachiaria dictyoneura*); S2 (Sorgo-*Centrosema brasilianum-B. dictioneura*); S3 (Sorgo-*B. dictioneura*); y S4 (Sorgo monocultivo) bajo dos tipos de labranza (liviana y profunda). La determinación de la fecha de ocurrencia de las etapas fenológicas del cultivo se realizó dos veces por semana durante todo el ciclo del cultivo. Los resultados del estudio revelaron que la fluctuación poblacional de *S. frugiperda* no se vio influenciada por el sistema de uso,

¹Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 6 de junio de 2019.

²Proyecto de transferencia e innovación de tecnologías agrometeorológicas para contribuir al desarrollo rural integral de la producción agrícola nacional con influencia en los polos agrarios socialistas. Sub-proyecto: desarrollar y transferir tecnologías e información con base en investigación agrometeorológica, apoyada en el fortalecimiento y ampliación de la red agrometeorológica del estado Anzoátegui. Institución responsable: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (Venezuela)/Gerencia de Investigación e Innovación Tecnológica.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro de Investigaciones del Estado Anzoátegui. Km 5 de la carretera nacional El Tigre-Soledad. Municipio Simón Rodríguez, Anzoátegui, Venezuela. E-mail: mbertorelli@inia.gob.ve

⁴Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario. Programa de Doctorado en ingeniería agraria, alimentaria, forestal y del desarrollo rural sostenible, Universidad de Córdoba (UCO), España. *Autor de correspondencia E-mail: barlinolivares@gmail.com

pero sí por el tipo de labranza, se presentaron mayores valores de fluctuación poblacional del insecto (>0.80 larvas por planta) con la labranza profunda. Se evidencia una estrecha relación entre estos factores de fluctuación poblacional del insecto, condiciones climáticas y los días después de la siembra; un mayor ataque de la plaga ocurrió en el periodo vegetativo cuando se presentaron bajos montos de precipitación diaria y altas temperaturas.

Palabras clave: agricultura, sorgo, plaga, fitófago, precipitación

ABSTRACT

Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in sorghum cultivation in Southern Anzoátegui, Venezuela

The objective of this study was to evaluate the population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) at the larval stage of the different phenological stages of sorghum and its relationship with the type of tillage, climatic conditions and different systems of sorghum use in the Las Tunas, Simón Rodríguez municipality, Anzoátegui state, Venezuela. For this, four systems of use were used: S1 (Sorghum -*Stylosanthes brasilianum*- *Brachiaria dityoneura*); S2 (Sorghum -*Centrosema brasilianum* - *B. dityoneura*); S3 (Sorghum-*B. dityoneura*); and S4 (monoculture sorghum) under two types of tillage (light and deep). The determination of the date of occurrence of the phenological stages of the crop was carried out twice a week during the entire crop cycle. The results of the study revealed that population fluctuation of *S. frugiperda* was not influenced by the system of use, but by the type of tillage, with deep tillage having the highest fluctuation values of the insect population (> 0.80 larvae per plant). There is a clear relationship between these factors of population fluctuation of insect, climatic conditions and the days after sowing; a greater attack of pests occurred in the vegetative period when there were low amounts of daily precipitation and high temperatures.

Key words: agriculture, sorghum, pest, phytophagous, precipitation

INTRODUCCIÓN

Una de las principales plagas de la producción de sorgo en los llanos venezolanos lo representa el insecto denominado cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Esta es una especie polífaga nativa del trópico con una amplia distribución geográfica en Suramérica; causa daños severos en brotes tiernos, especialmente en los cogollos de los cereales maíz (*Zea mays* L) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) (Willink et al., 1993; Flores et al., 2009; Goergen et al., 2016; Sarmiento et al., 2002; Olivares et al., 2018a).

Los sistemas de producción de sorgo y maíz en los llanos orientales venezolanos son los más afectados, requiriendo hasta tres o más aplicaciones de insecticidas para controlar este insecto. El alto número de aplicaciones de insecticidas se debe fundamentalmente al recorrido de las larvas sobre la superficie del suelo por sí mismas o ayudadas por el viento, y condiciones meteorológicas favorables, lo que ocasiona una in-

festación generalizada en lotes cuando eclosionan los huevos (Murillo, 1991; Olivares et al., 2018a).

Partiendo de este último aspecto, estudios relevan que el sistema de labranza en terrenos cultivados de sorgo se relaciona directamente con la incidencia del cogollero, es decir, la siembra directa pareciera generar una menor incidencia que el sistema de labranza convencional. Se atribuye este hecho a una mayor presencia de enemigos naturales en el suelo protegido de la siembra directa y a que las hembras adultas no pueden distinguir tan claramente las plantas como lo podrían hacer en suelo desnudo (Willink et al., 1994; Willink y Osoreo, 1994).

Así mismo, se establece el rol determinante de las condiciones climáticas en la aparición de plagas y enfermedades (Contreras, 2009; Olivares et al., 2016a; Paredes-Trejo y Olivares, 2018), especialmente en la influencia de la temperatura del aire y la precipitación como factores claves para el óptimo desarrollo de los insectos plaga y enfermedades en plantas (Olivares et al., 2016b; Chirinos y Olivares, 2011). En este sentido el uso de información climática disponible en zonas de interés agrícola del sorgo puede asegurar el éxito en la realización de las labores del cultivo tales como la preparación del suelo, aplicación de fertilizantes, insecticidas o herbicidas (OMM, 1990; Marco, 2001; Martínez, 2007).

Para el caso del cultivo de sorgo en el estado Anzoátegui, este se adapta a una amplia gama de condiciones agroecológicas, produciendo granos incluso en condiciones desfavorables como las sequías meteorológicas (Olivares y Zingaretti, 2018; Cortez et al., 2018; Parra et al., 2018). Comúnmente se observan asociaciones entre el sorgo y especies forrajeras multipropósito como *Stylosanthes brasilianum*, *Brachiaria dictyoneura* y *Centrosema brasilianum* donde los pequeños y medianos productores integran tecnologías novedosas basadas en forrajes multipropósito en sus sistemas de producción para mejorar su seguridad alimentaria, la generación de ingreso, la eficiencia en el uso de la tierra, y la utilización y conservación de los recursos naturales (Heulveldop et al., 1986; Villalpado y Ruiz, 1993; Hernández et al., 2017; Olivares et al., 2018b).

Recientemente, en la zona de estudio se ha manifestado el interés de estudiar los fenómenos biológicos que se observan periódicamente adaptados a ritmos estacionales y que están estrechamente relacionados con el clima y el curso anual del tiempo atmosférico (Mejía, 2005; Contreras, 2009, Olivares et al., 2012b; Rodríguez et al., 2013; Cortez et al., 2016). Se establece que el uso de la tierra, aunado a las prácticas de labranza y el ambiente físico se relacionan en la aparición de *S. frugiperda* en terrenos cultivados de sorgo.

El objetivo de este trabajo es evaluar la dinámica poblacional de *S. frugiperda* en las etapas fenológicas del cultivo del sorgo y su relación con las condiciones climáticas en cuatro sistemas de uso agrícola en

el estado Anzoátegui, Venezuela. Esta investigación proporcionará un nuevo enfoque en la zona de estudio, incrementando el conocimiento existente, y apoyado en fundamentos teóricos para el uso potencial de un adecuado control, basado en un método de control físico que forme parte de las estrategias de un Manejo Integrado de Plagas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Las evaluaciones se realizaron en una parcela agrícola llamada Las Tunas cuyas coordenadas son 8° 45' 42" N y 64° 3' 45" W con una altura de 285 m.s.n.m; ubicada en la Parroquia el municipio Simón Rodríguez al sur del estado Anzoátegui, Venezuela. El clima en el sur de Anzoátegui es de tipo *Awi*, definido como marcadamente tropical isotérmico, con una estación seca bien definida de diciembre a abril. Según Olivares et al. (2013, 2017b), el promedio de precipitación anual en el sur de Anzoátegui es 1,119 mm.

La región presenta un bioclima seco tropical según la clasificación de Holdridge (1947), con evaporación media anual de 2,626 mm; la temperatura media anual de 26.9° C y la humedad relativa media anual de 78%. En la vegetación nativa predominan las sabanas, ocasionalmente interrumpidas por bosques de galería y morichales asociados a los cursos de agua (Vegas-Villarrubia y Herrera, 1993, Olivares, 2014; Olivares et al., 2015). En el Cuadro 1 se presentan los valores promedios de los elementos climáticos de la zona.

Los índices climáticos indican que la zona posee un régimen de humedad subhúmedo (cinco meses secos en los cuales la precipitación es menor que 0.5 ETo), con un déficit hídrico anual de 711 mm y un exceso de 245 mm (Olivares et al., 2012a). Presenta además una alta agresividad climática, definida como el efecto erosivo de las precipitaciones según Lobo et al. (2009), dado que el Índice de Fournier Modificado (IFM) tiene un valor de 153.3, de acuerdo con los criterios de Arnoldus (1980).

Los suelos representativos de la zona en estudio presentan un pH moderadamente ácido de 5.8; con contenidos de fósforo cercanos a los 6 µg/g, calcio: 35 µg/g, magnesio: 37 µg/g, potasio: 10-30 µg/g, hierro: 0.5-30 µg/g, manganeso: 0.5-12 µg/g, zinc: 0.1-1 µg/g, bajo contenido de materia orgánica (0.51 %), aluminio intercambiable de 0.44 cmol/kg de suelo y conductividad eléctrica de 0.28 dS/m (Olivares et al., 2015).

Evaluación fenológica y datos climáticos

La evaluación fenológica se realizó dos veces por semana durante todo el ciclo del sorgo (*S. bicolor*) (Cuadro 2). Inicialmente se marcó un metro lineal en cada tratamiento y se procedió a determinar el evento, la fecha de

CUADRO 1.—*Comportamiento promedio (1970-2010) de los elementos climáticos en el área de estudio (Fuente: Olivares et al., 2015).*

Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación (mm)	10.0	5.9	9.5	37.3	107.2	174.0	194.1	217.0	164.0	109.5	59.7	30.6	1119
Evaporación (mm)	188.7	200.8	259.4	244.2	223.4	161.2	157.1	165.7	171.8	177.6	164.1	163.7	2277.7
T.max (°C)	31.5	32.2	33.4	33.8	33.2	31.4	31.0	31.8	32.4	32.5	32.1	31.3	32.2
T. Media (°C)	25.8	26.4	27.3	27.9	27.6	26.6	26.3	26.7	27.1	27.0	27.0	26.0	26.8
T. Min (°C)	20.2	20.7	21.1	21.9	22.3	21.9	21.6	21.7	21.9	22.0	22.0	20.9	21.5
HR (%)	69.7	67.0	63.8	64.6	69.8	76.9	77.3	75.5	73.3	71.6	72.1	71.4	71.1
Rg (Cal/cm ² /día)	390.8	483.3	481.7	489.9	447.7	424.0	450.5	477.7	456.7	461.5	396.9	377.7	444.9
Vel. del viento -0.65 m (km/h)	6.0	6.8	7.2	6.9	6.2	5.1	3.9	3.4	3.4	3.8	4.6	5.4	5.2
Eto (mm)	124.0	137.2	161.2	156.0	142.6	120.0	127.1	136.4	129.0	136.4	117.0	117.8	1604.7

Eto: evapotranspiración de referencia (Penman – Monteith – FAO; calculada usando el CIRH (Santibañez, 2005)

CUADRO 2.—*Etapas de crecimiento de sorgo (Fuente: Vanderlip, 1979)*

Etapas	Definición	Características
E0	Emergencia	50% de plantas con coleótilo visible en la superficie del suelo
E1	tres hojas	50% de plantas con el nudo de la tercera hoja visible
E2	cinco hojas	50% de plantas con cinco hojas completamente extendidas
E3	Diferenciación del punto de crecimiento	50% de plantas con 7 a 10 hojas completamente extendidas (según el material genético)
E4	Hoja bandera visible	50% de las plantas en la hoja bandera completamente extendidas
E5	Embolsamiento	50% de las plantas en las cuales se sienta la panoja dentro de la hoja bandera
E6	Media floración	50% de las plantas mostrando la panoja
E7	Masa suave	La mitad del peso seco de los granos ha sido acumulado. Estado lechoso
E8	Masa dura	75% del peso seco de los granos ha sido acumulado
E9	Madurez fisiológica	100% del peso seco. El grano adquiere su color.

ocurrencia de este, el número de plantas totales y el número de plantas en el evento. Se utilizaron datos de precipitación total (mm) y temperatura media del aire (°C) durante el año 2012, proporcionados por la red agrometeorológica del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) El Tigre, Anzoátegui.

Selección de tratamientos

Para las evaluaciones en campo se consideró el material vegetal híbrido Chaguaramas VII, sembrado el 14 de septiembre de 2012 en cuatro tratamientos denominados: sistemas de uso del suelo (superficies de cultivos intercalados) y dos tipos de labranza: profunda (un pase de arado de cincel y tres pases de rastra, TLP) y liviana (cuatro pases de rastra, TLL). Los sistemas de uso del suelo fueron los siguientes: S1 (Sorgo-*Stylosanthes capitata* - *Brachiaria dictyoneura*), S2 (Sorgo-*Centrosema brasilianum*-*Brachiaria dictyoneura*), S3 (Sorgo- *Brachiaria dictyoneura*) y S4 (Sorgo monocultivo). La fertilización en el sorgo monocultivo fue en bandas con fórmula completa mientras que en los demás sistemas de uso del suelo se fertilizó al voleo con fertilizante residual complementado con urea.

Evaluación de niveles poblacionales de larvas de S. frugiperda

El diseño utilizado fue en bloques al azar con dos repeticiones, en un arreglo de tratamientos en parcelas divididas. Las parcelas principales se adjudicaron a los sistemas de labranza (TLP y TLL) y las parcelas secundarias estuvieron representadas por las épocas de muestreo. Los muestreos se efectuaron a los 26, 36, 44, 51 y 58 días después de la siembra (DDS). Las variables medidas fueron: número de plantas por m², plantas dañadas, plantas infestadas (plantas con larvas vivas) y larvas vivas por planta. Los contajes de las larvas vivas por planta y las demás variables se realizaron en el campo utilizando el método de observación directa semanalmente una vez detectada la plaga. Para ello, se muestrearon 10 plantas consecutivas de las dos hileras centrales de los bloques evaluados.

El área experimental abarcó una superficie de 5,500 m². Las dimensiones de las parcelas fueron 15 m de largo por 30 m de ancho (450 m²). Para los fines de muestreo, cada parcela se dividió en cuatro subparcelas de 7.5 m x 15 m y una superficie de 108 m². Se escogieron tres puntos al azar, delimitándose en cada punto un metro cuadrado. Posteriormente se hizo el análisis de la varianza (ANOVA) del programa Infostat v2018 (Di Rienzo et al., 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dinámica poblacional de S. frugiperda

En el Cuadro 3 se puede observar que hubo diferencias altamente significativas entre los días después de la siembra (DDS) (fechas),

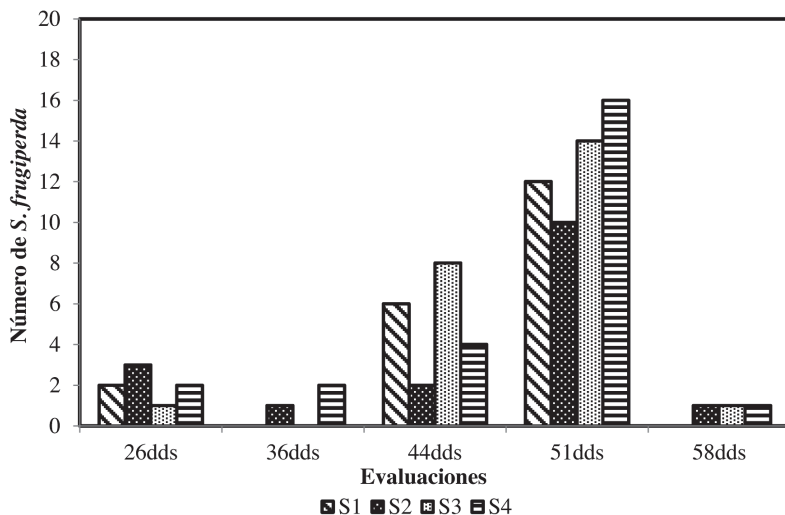
así como en la interacción entre la fecha y tipo de labranza en la dinámica poblacional de *S. frugiperda* en etapa larval. En la primera evaluación para determinar la fluctuación poblacional no se encontraron larvas. A partir de la segunda (29 DDS), alcanzó el máximo valor (0.90 larvas por planta) a los 51 DDS. En esta fecha, se puede apreciar el cambio en la densidad poblacional del cogollero que pasó de 0.20 a 0.92 larvas por planta. La población luego descendió a 0.05 larvas por planta a los 58 DDS. Al respecto, Piñango et al. (2001) señala que este aumento en los niveles de la densidad podría estar determinado por el desarrollo de las mazorcas como principal alimento en sustitución del follaje.

Al comparar los sistemas de uso, la Figura 1 muestra un comportamiento similar en las poblaciones de larvas de *S. frugiperda* para los dos tipos de labranza. Sin embargo, se puede notar que, en la cuarta evaluación, correspondiente a los 51 (DDS) para ambas labranzas (Figura 1a), el sistema de uso (S4) compuesto únicamente por el Sorgo monocultivo mostró un número de larvas superior al resto de los sistemas de uso (>0.80 larvas/plantas), posiblemente asociado a una menor presencia de enemigos naturales en el suelo con labranza profunda. A los 51 DDS se observó un incremento significativo en la incidencia de *S. frugiperda*, relacionado con las marcadas deficiencias hídricas en la zona, lo que acentúa el daño causado por la plaga y que obliga a tener más precauciones para lograr un control eficaz con los insecticidas en esas condiciones ambientales.

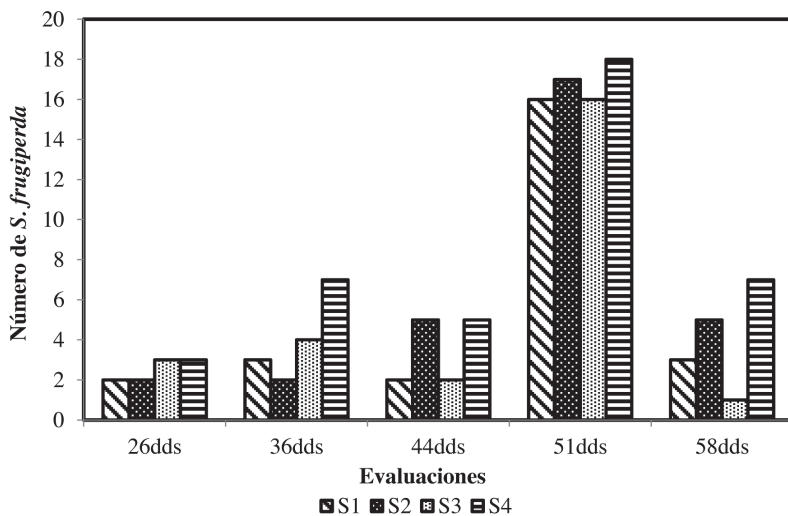
Por su parte, en la Figura 1b se observa que los tratamientos en función a los tipos de labranza se comportaron de forma similar, no

CUADRO 3.—Análisis de varianza de la dinámica poblacional de *S. frugiperda* (etapa larval) para los cuatro tratamientos y dos tipos de labranza.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	P
Fecha	4	67.692	16.923	105.28	0.0003**
Tipo labranza (TL)	1	0.490	0.490	416.32	0.0312*
Rep (Rep)	1	0.063	0.063	0.40	0.5628 ns
Tratamiento (Trat)	3	0.557	0.185	0.99	0.4071 ns
Fecha x Rep	4	0.642	0.160		
TL x Rep	1	0.001	0.001		
Fecha x TL	4	6.301	1.575	8.44	0.0001 **
Fecha x Trat.	12	2.892	0.241	1.29	0.2680 ns
TL x Trat.	3	1.696	0.565	3.03	0.0426 *
Fecha x TL x Trat	12	3.522	0.293	1.57	0.1460 ns
Fecha x TL x Rep x Trat	34	6.345	0.186		
Total	79	90.205			



(A)



(B)

FIGURA 1. Número total de *S. frugiperda* (etapa larval) en el sitio de estudio: (A) labranza profunda con los cuatro sistemas de uso, (B) labranza liviana con los cuatro sistemas de usos.

habiendo diferencias significativas entre ellos. El tratamiento S4 presentó un mayor ataque de la plaga en comparación con el resto de los sistemas, lo que se pudo deber al vigor presente en las plantas de este

sistema de monocultivo, las cuales recibieron un tratamiento en bandas con fórmula completa de fertilizantes.

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Piñango et al. (2001) quienes no se observaron diferencias significativas en la población de cogolleros al comparar diferentes métodos de labranzas. De igual manera se observó un pico con los valores máximos de poblaciones del cogollero a los 51 DDS y mínimos a los 58 DDS. Sin embargo, el estudio de Pérez y Andreu (1993) refleja que el mayor grado de daño de poblaciones de larvas de cogollero en el estado Guárico se presentó en tratamientos con labranza convencional.

En el Cuadro 4 se observa que hay diferencias significativas entre las evaluaciones efectuadas a los 51 DDS con labranza liviana y pro-

CUADRO 4.—*Dinámica poblacional de S. frugiperda (etapa larval) en la interacción entre la fecha de evaluación y el tipo de labranza y la interacción entre el tipo de labranza y el sistema de uso del suelo en el cultivo del sorgo.*

Interacción	Fecha de evaluación ¹ y el tipo de labranza ²	
	Valor	Grupo ³
E4 x TLL	16.63	a
E4 x TLP	16.00	a
E3 x TLP	7.13	b
E2 x TLL	4.13	c
E5 x TLL	3.88	cd
E3 x TLL	2.75	cd
E1 x TLL	2.50	cd
E2 x TLP	2.50	cd
E1 x TLP	1.75	cd
E5 x TLP	0.63	d

Interacción	Tipo de labranza ² y el sistema de uso del suelo ⁴	
	Valor	Grupo ³
TLL x S4	7.20	a
TLP x S1	6.80	ab
TLP x S2	6.00	ab
TLL x S2	6.00	ab
TLL x S3	5.50	ab
TLL x S1	5.20	ab
TLP x S3	4.90	ab
TLP x S4	4.70	b

¹E1=26; E2=36; E3=44; E4=51; E5=58 días después de la siembra

²TLP= Tipo de labranza profunda; TLL= Tipo de labranza liviana

³Valores seguidos de letras distintas difieren entre si según prueba de medias de Tukey (P<0. 05)

⁴S1=Sorgo-*Stylosanthes capitata*-*Brachiaria dictyoneura*; S2=Sorgo-*Centrosema brasilianum*-*Brachiaria dictyoneura*; S3=Sorgo-*Brachiaria dictyoneura*; y S4=Sorgo monocultivo

funda con las efectuadas a los 44 DDS con labranza profunda, a los 36 DDS con labranza liviana y a los 58 días DDS con labranza profunda. Siendo el factor fecha de evaluación (DDS) el que tiene un mayor efecto en la dinámica poblacional del insecto.

Al respecto, las siembras comerciales del sorgo deben efectuarse durante el período comprendido: desde el mes de septiembre hasta finales de noviembre, con fecha tope al 15 de diciembre, lo cual garantiza, con mayor seguridad, la obtención de rendimientos de granos económicamente aceptables y el menor ataque de plagas o enfermedades en los llanos venezolanos (González y Velásquez, 2005). Se observaron diferencias significativas entre los dos tipos de labranza para S4 (Sorgo monocultivo) presentando la labranza liviana mayores valores en la dinámica poblacional que la labranza profunda. En el resto de las interacciones no se observaron diferencias significativas.

La Figura 2 muestra que la plaga hizo su aparición en la cuarta semana del cultivo con niveles poblacionales de 0.1 larvas por planta por área evaluada, observándose el mayor ataque en la séptima semana (0.81 larvas por planta) cuando hubo ausencia de precipitaciones.

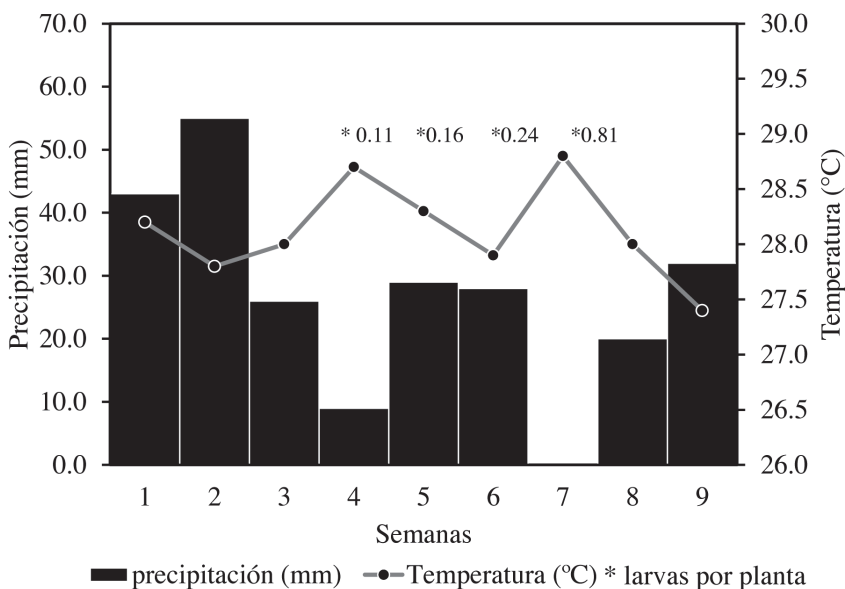


FIGURA 2. Comportamiento semanal de la precipitación total (mm) y temperatura media del aire (°C) en la zona de estudio durante la semana 1 (14/09/2012) hasta semana 9 (09/11/2012).

La duración del ataque de la plaga fue aproximadamente un mes y la presencia del insecto estuvo relacionada con las condiciones climáticas típicas del periodo seco. Los niveles de infestación a los 51 DDS correspondieron a la transición de época húmeda a seca, la cual pareciera suficiente para generar un grado de humedad en el suelo, que favorece la transformación del insecto de pupa a adulto incrementando las poblaciones en el campo (Piñango et al., 2001; Olivares et al., 2013).

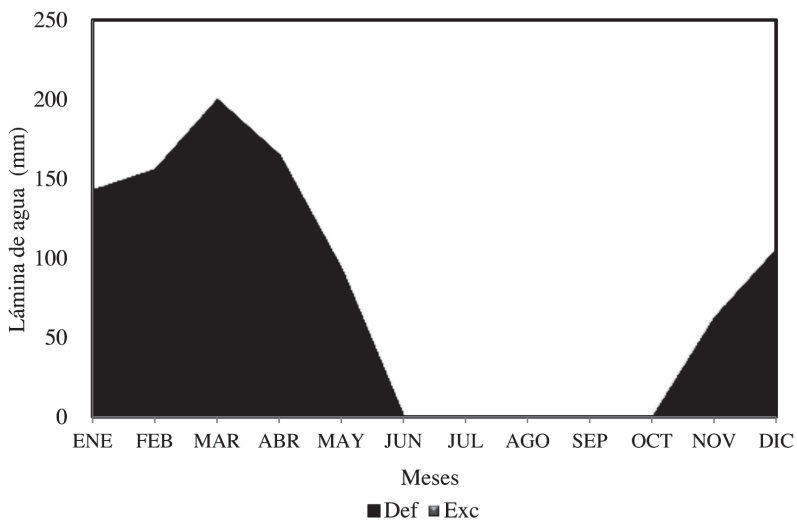
Este resultado es comparable donde las mayores poblaciones de la plaga ocurrieron en los periodos de menor precipitación, coincidiendo con los observados por Clavijo y Notz (1978) quienes aseveraron que las mayores poblaciones del insecto fueron favorecidas por las condiciones climáticas del periodo seco. Por otra parte, Marengo y Saunders (1993), no encontraron correlación entre la presencia de larvas de cogollero y las variables climáticas por ellos registradas, atribuyéndole la disminución de las poblaciones a parasitoides, depredadores y canibalismo.

La aparición de poblaciones de *S. frugiperda* puede ocurrir de manera extensa y persistir por periodos de tiempo cortos, donde su fluctuación depende esencialmente de las condiciones ambientales. Las poblaciones pueden aumentar después de un periodo de sequía, ya que, al incrementarse la concentración de los contenidos nutricionales en las plantas, se satisfacen más fácilmente los requerimientos alimenticios del insecto (Coyle et al., 2013; Martínez et al., 2018).

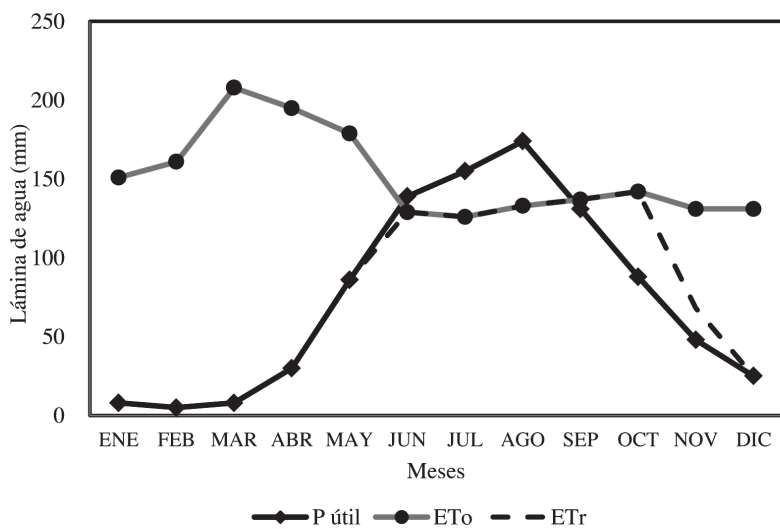
En condiciones naturales los insectos se encuentran expuestos a ciclos variables de temperatura, pero cuando las condiciones térmicas son constantes, el desarrollo de los insectos es diferente. Algunos insectos muestran un ciclo de crecimiento más corto cuando la temperatura fluctúa, que cuando permanece uniforme (Auad et al., 2015).

El balance hídrico para esta área permitió identificar periodos donde existe suficiente agua en el suelo para el desarrollo de los cultivos, describiendo cuantitativamente el comportamiento del régimen de humedad del área de interés. Asumiendo un porcentaje de lluvia útil de 90% y una capacidad máxima de almacenamiento del suelo de 100 mm; así mismo, la Evapotranspiración Potencial (Eto) se obtuvo mediante la utilización del coeficiente de tina (0.8) en función a las características de la zona de estudio (Olivares et al., 2015).

La distribución del déficit hídrico (Figura 3a) abarca el periodo desde octubre hasta junio, con un máximo de 212 mm en marzo, generalmente los cultivos que se siembran después en julio corren el riesgo de sufrir déficit hídrico en la fase de floración. Solo durante la época lluviosa existe almacenamiento de agua en el suelo disponible para la planta (Figura 3b). De acuerdo con las características físicas de los suelos en la Mesa de Guanipa y al régimen de precipitación en la zona, no se presentan láminas de excesos durante todo el año (Olivares et al., 2013, 2017a).



(A)



(B)

FIGURA 3. (A) Distribución anual de los déficits hídricos (mm) para El Tigre, Anzoátegui; (B) Comportamiento anual de la precipitación, Evapotranspiración potencial (Eto) y la Evapotranspiración real (Etr) obtenida mediante el balance hídrico en El Tigre, Anzoátegui.

Es importante mencionar que, durante los meses de septiembre y octubre se presenta la salida de la época de lluvias, las cuales favorecen la producción del sorgo. Pero si se siembra durante el mes de diciembre o en el transcurso del mes de enero, la humedad del suelo no será suficiente para satisfacer las demandas del cultivo. Además, se impediría el buen aprovechamiento del fertilizante, lo cual conlleva a la obtención de bajos rendimientos y mayor susceptibilidad del cultivo al ataque de plagas. Es decir, el efecto de la sequía se ve potenciado ante un estrés adicional, como el que ocasionan estos insectos (Paredes-Trejo y Olivares, 2018; Olivares et al., 2016c).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos solo explican el comportamiento de las poblaciones de *S. frugiperda* en términos de las condiciones climáticas y dos tipos de labranza, mediante distintos sistemas de uso del suelo con el sorgo. Los valores de temperatura y precipitación para los cuales se presentó el mayor número de larvas capturadas hacen suponer que su actividad es mayor en estas condiciones, factor importante al momento de orientar estrategias en el manejo integrado de plagas.

Además de las condiciones climáticas, la acción de los enemigos naturales también afectó los cambios en la densidad poblacional del insecto. El número de larvas de cogollero del primer instar está significativamente correlacionado con la edad de la planta, es decir, las plantas maduras son menos atractivas para la oviposición por el cogollero. Por lo tanto, pocas o ningunas larvas de los primeros instares son encontradas en el follaje de plantas viejas.

Así mismo, estos resultados permitirían señalar que existe una tendencia benéfica de los sistemas de labranza conservacionistas favoreciendo el control natural de *S. frugiperda*, disminuyendo el uso de los plaguicidas tradicionales y propendiendo a la sostenibilidad de los sistemas de producción en la zona. Estos últimos aspectos hacen interesante al sistema de conservación del suelo, cuya adopción por parte de los productores de la zona ha sido lenta. Dicha situación se atribuye al desconocimiento de esta forma de producción, así como a la desatención en el manejo adecuado de las malezas y del comportamiento o preferencias alimenticias de esta plaga.

LITERATURA CITADA

- Arnoldus, H.M., 1980. An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. Assessment of erosion. De Boodt M. and Gabriels D. (Eds). The United Kingdom: John Wiley and Sons. 127-132.

- Auad, A.M., S.E.B. Silva, J.C. Santos y T.M. Vieira, 2015. Impact of fluctuating and constant temperatures on key life history parameters of *Sipha flava* (Hemiptera: Aphididae). *FL Entomol.* 98: 424-429. doi:10.1653/024.098.0205
- Chirinos, J. y B. Olivares, 2011. Evaluación fitosanitaria del cultivo de caraota (*Phaseolus vulgaris* L) en el sur del estado Anzoátegui, Venezuela. *Revista Geomina* 39 (56): 129-133.
- Clavijo, A. y P. Notz, 1978. Fluctuaciones poblacionales en maíz de *Spodoptera frugiperda*, *Delphax maidis* y *Dalbulus maidis* en San Nicolás estado Portuguesa, Venezuela bajo condiciones de época lluviosa. *Bol. Entomol. Venez.* 1(1): 1-20.
- Contreras, C., 2009. Conexión climática del fenómeno el niño con la plaga de la langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker) localizada en el estado de Yucatán y la Huasteca Potosina. *Revista Entomología Mexicana* 8: 347-351. <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/entomologia/2009/BHN/347-351.pdf>
- Cortez, A., B. Olivares, R. Parra, D. Lobo, M.F. Rodríguez y J.C. Rey, 2018. Descripción de los eventos de sequía meteorológica en localidades de la cordillera central, Venezuela. *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones* I (1): 22-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.22206/cyap.2018.v1i1.pp23-45>
- Cortez, A., M.F. Rodríguez, J.C. Rey, F. Ovalles, W. González, R. Parra, B. Olivares y J. Marquina, 2016. Variabilidad espacio temporal de la precipitación en el estado Guárico, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 33 (3): 292-310. <http://www.produccion-cientifica.luz.edu.ve/index.php/agronomia/article/view/22544/22303>
- Coyle, D.R., J. Pickering, K.A. Dyer, F.R. Lehman, J.E. Mohan y K.J.K. Gandhi, 2013. Dynamics of an unprecedented outbreak of two native moth species, *Cissusa spadix* and *Phoebria atomaris* (Lepidoptera: Noctuidae), on oak trees (*Quercus* spp.) in the Southeastern United States. *Am. Entomol.* 59(2): 82-94.
- Di Rienzo, J., F. Casanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada y C. Robledo, 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>
- Flores, J., Á. Flores, S. Quintana y S. Flores, 2009. Análisis de una cartera de extensión agrícola para sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en los estados Barinas y Portuguesa, Venezuela. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 27: 59-69. <http://150.187.216.91/revistas/index.php/rucyt/article/view/169>
- Goergen, G., P.L. Kumar, S.B. Sankung, A y M. Togola, 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(10): 1-9. doi:10.1371/journal.pone.0165632
- González, R. y L. Velásquez, 2005. Siembra del sorgo granífero como alternativa en norte-verano en el estado Portuguesa. *INIA Divulga* 4 (1): 4-7. http://sian.inia.gob.ve/inia_divulga/divulga_04/rid4_gonzalez_4-7.pdf
- Hernández, R., Y. Pereira, J.C. Molina, R. Coelho, B. Olivares y K. Rodríguez, 2017. Calendario de siembra para las zonas agrícolas del estado Carabobo en la República Bolivariana de Venezuela. Sevilla, España, Editorial Universidad Internacional de Andalucía. 247 p. <http://hdl.handle.net/10334/3766>
- Heulveldop, J., J. Pardo, S. Quiros y S. Espinoza, 1986. *Agroclimatología Tropical*. Editorial Universidad Estatal a Distancia. 394 p
- Holdridge, L.R., 1947. Determination of world plant formation from simple climatic data. *Science* 105 (27): 367-368.
- Lobo, D., A. Cortez, M. Rodríguez, F. Ovalles, D. Gabriels y R. Parra, 2009. Análisis de la agresividad y concentración de las precipitaciones en Venezuela. I. Región de los Llanos. *Bioagro*. 22: 169-176.
- Marco, V., 2001. Modelación de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. Aplicación al Manejo integrado de Plagas mediante el método de grados días. *Revista Aracnet* (Bol. S.E.A.). 7 (28): 147-150. http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_28/B28-038-147.pdf
- Marenco, R.A. y J.L. Saunders, 1993. Parasitoides del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz en Turrialba, Costa Rica. *Manejo Integrado Plagas* 27: 18-23.

- Martínez, M.A., 2007. La cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), un peligro potencial para la agricultura cubana. *Rev. Protección Veg.* 22 (3): 166-182. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522007000300004&lng=es&nrm=iso
- Martínez, O., M.D. Salas-Araiza y J.A. Díaz-García, 2018. Curva de crecimiento poblacional de *Spodoptera frugiperda* en maíz en Irapuato, Guanajuato, México. *Agron. Mesoam.* 29(2):315-323. doi:10.15517/ma.v29i2.27126
- Mejía, M., 2005. Calentamiento global y la distribución de plagas. Boletín de la NAPPO Ontario, Canada. 5-6 p.
- Murillo, A., 1991. Distribución, importancia y manejo del complejo *Spodoptera* en Colombia. En: Memorias Seminario *Spodoptera frugiperda* (El gusano cogollero) en sorgo, maíz y otros cultivos. Zuluaga, J. L., Muñoz, G. (comp., ed.) Cali, Colombia. 96p. Pag. 15-23.
- Olivares, B., R. Parra, A. Cortez y M.F. Rodríguez, 2012a. Patrones de homogeneidad pluviométrica en estaciones climáticas del estado Anzoátegui, Venezuela. *Revista Multiciencias* 12 (Extraordinario): 11-17. <https://www.redalyc.org/resumen.oa?id=90431109002>
- Olivares, B., E. Guevara y J. Demey, 2012b. Utilización de bioindicadores climáticos en sistemas de producción agrícola del estado Anzoátegui, Venezuela. *Revista Multiciencias* 12 (2): 136-145. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90424216003>
- Olivares, B., J. Torrealba y L. Caraballo, 2013. Variability of the precipitation regime in the period 1990-2009 in the location of El Tigre, Anzoátegui state, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 30 (1): 19-32. <http://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/12578/12565>
- Olivares, B., 2014. Aplicación del Análisis de Componentes Principales (ACP) en el diagnóstico socio ambiental. Caso: sector Campo Alegre, municipio Simón Rodríguez de Anzoátegui. *Revista Multiciencias* 14 (4): 364-374. <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=90433839011>
- Olivares, B., M.F. Rodríguez, A. Cortez, J.C. Rey y D. Lobo, 2015. Caracterización físico natural de la comunidad indígena de Kashaama con fines de manejo sostenible de la tierra. *Acta Nova* 7 (2):141-162. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892015000200005&lng=es&nrm=iso
- Olivares, B., A. Cortez, A. Muñetones y S. Casana, 2016a. Strategic Elements of Organizational Knowledge Management for Innovation. Case: Agrometeorology Network. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria* 10 (1): 68-81. <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.10.446>
- Olivares, B., A. Cortez, M.F. Rodríguez, J.C. Rey y D. Lobo, 2016b. Desarrollo del sistema de información de la red de pluviómetros alternativos en medios rurales. Caso: Anzoátegui, Venezuela. *Acta Universitaria* 26 (4):65-76. <http://doi: 10.15174/au.2016.961>
- Olivares, B., M.L. Zingaretti, J.A. Demey Zambrano y J.R. Demey, 2016c. Tipificación de los sistemas de producción agrícola y la percepción de la variabilidad climática en Anzoátegui, Venezuela. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias* 15 (2): 39-50. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1666-77192016000200004
- Olivares, B., A. Cortez, R. Parra, D. Lobo, M.F. Rodríguez y J.C. Rey, 2017a. Evaluation of agricultural vulnerability to drought weather in different locations of Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 34 (1): 103-129. http://revfacagronluz.org.ve/PDF/enero_marzo2017/v34n1a2017103129.pdf
- Olivares, B., R. Parra y A. Cortez, 2017b. Caracterización de los patrones de precipitación en el estado Anzoátegui, Venezuela. *Eria*. 3 (3): 353-365. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6270124>
- Olivares, B. y M.L. Zingaretti, 2018. Análisis de la sequía meteorológica en cuatro localidades agrícolas de Venezuela mediante la combinación de métodos multivariados. *UNED Research Journal* 10 (1): 181-192. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-42662018000100192&script=sci_abstract
- Olivares, B., R. Hernández, A. Arias, J.C. Molina y Y. Pereira, 2018a. Zonificación agroclimática del cultivo de maíz para la sostenibilidad de la producción agrícola en Ca-

- rabobo, Venezuela. *Revista Universitaria de Geografía* 27(2): 139-159. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3832/383257592005/html/index.html>
- Olivares, B., R. Hernández, A. Arias, J.C. Molina y Y. Pereira, 2018b. Identificación de zonas agroclimáticas potenciales para producción de cebolla (*Allium cepa* L.) en Carabobo, Venezuela. *Journal of the Selva Andina Biosphere* 6 (2): 70-82. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6747967>
- OMM (Organización Meteorológica Mundial), 1990. Aspectos meteorológicos de la protección operativa de los cultivos. Nota Técnica No 192. Ginebra, Suiza. 197 p.
- Paredes-Trejo, F. y B. Olivares, 2018. El desafío de la sequía en Venezuela. En: Núñez Cobo, J. y Verbist, K. (Eds.). Atlas de Sequía de América Latina y el Caribe. (pp.127-136). Francia: UNESCO y CAZALAC. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265894>
- Parra, R., B. Olivares, A. Cortez, D. Lobo, M.F. Rodríguez y J.C. Rey, 2018. Características de la sequía meteorológica (1980-2014) en dos localidades agrícolas de los andes venezolanos. *Revista de Investigación* 42(95): 38-55. <http://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v10n1/1659-4266-cinn-10-01-192.pdf>
- Pérez, G. y S.E. Andreu, 1993. Efecto de dos sistemas de labranza (convencional y mínima) sobre el grado de daño causado por *Spodoptera frugiperda* en el cultivo del maíz, durante los años 1991-1992, en el estado Guárico. XIII Congreso Venezolano de Entomología Porlamar, Nueva Esparta. 4-8 de julio. p. 147. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372001000200007
- Piñango, L., E. Arnal y B. Rodríguez, 2001. Fluctuación poblacional de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de maíz bajo tres sistemas de labranza. *Entomotropica* 16(3): 173-179. <http://www.bioline.org.br/pdf/em01020>
- Rodríguez, M.F., A. Cortez, B. Olivares, J.C. Rey, R. Parra y D. Lobo, 2013. Análisis espacio temporal de la precipitación del estado Anzoátegui y sus alrededores. *Agronomía Tropical* 63 (1-2): 57-65. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2013000100006
- Santibáñez, F., 2005. Sistema Cálculo de Índices del Régimen Hídrico (CIRH). Version 2.0. Agrimed, Universidad de Chile, software.
- Sarmento, R.A., R.W.S. Aguiar, R.A.S.S. Aguiar, S.M.J. Vieira, H.G. Oliveira y A.M. Holtz, 2002. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) em milho no Brasil. *Biosci J.* 18: 41-48. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6418>
- Vanderlip, R., 1979. How a sorghum plant develops. Cooperative Extension Service. Kansas State University. USDA.
- Vegas-Villarrubia, T. y R. Herrera, 1993. Effects of periodic flooding on the water chemistry and primary production of the Mapire systems (Venezuela). *Hydrobiologia* 262: 31-42. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00010987>
- Villapaldo, J. y A. Ruiz, 1993. Observaciones Agrometeorológicas y su uso en la agricultura. Editorial Lumusa, México. 133p.
- Willink, E., V.M. Osoreo y M.A. Costilla, 1993. Daños, pérdidas y niveles de daño económico por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán* 70(1-2): 49-52. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652013000200001
- Willink, E. y V.M. Osoreo, 1994. Manejo integrado de plagas en sistemas conservacionistas. *Avance Agroindustrial* 15(59): 21-24.
- Willink, E., V.M. Osoreo y M.A. Costilla, 1994. Ataque de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en diferentes fechas de siembra del maíz en Tucumán. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán* 71(1-2): 69-72. <http://www.scielo.org.ar/img/revistas/rsea/v69n3-4/html/v69n3-4a07.htm>