



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de agronomía

Trabajo de graduación

Biología y ecología del pulgón amarillo [*Melanaphis sacchari* (Zehntner)], fauna insectil y arañas asociada al cultivo de sorgo granífero [*Sorghum bicolor* L. Moench] el plantel, Masaya 2017

Autores

Br. Byron Uriel Rojas Valverde

Br. Harold Alberto Ortiz Brenes

Asesores

**MSc. Ivania Zeledón Castro
Dr. Edgardo Jiménez Martínez**

Masaya, Nicaragua, Agosto, 2018



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de agronomía

Trabajo de graduación

Biología y ecología del pulgón amarillo
[*Melanaphis sacchari* (Zehntner)], fauna insectil
y arañas asociada al cultivo de sorgo granífero
[*Sorghum bicolor* L. Moench] el plantel, Masaya
2017

Autores

Br. Byron Uriel Rojas Valverde

Br. Harold Alberto Ortiz Brenes

Asesores

MSc. Ivania Zeledón Castro

Dr. Edgardo Jiménez Martínez

Masaya, Nicaragua, Agosto 2018



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de agronomía

Trabajo de graduación

Biología y ecología del pulgón amarillo
[*Melanaphis sacchari* (Zehntner)], fauna insectil
y arañas asociada al cultivo de sorgo granífero
[*Sorghum bicolor* L. Moench] el plantel, Masaya
2017

Autores

Br. Byron Uriel Rojas Valverde

Br. Harold Alberto Ortiz Brenes

Asesores

MSc. Ivania Zeledón Castro

Dr. Edgardo Jiménez Martínez

Trabajo presentado a la consideración del Honorable
Tribunal Examinador como requisito parcial para optar
al grado de Ingeniero en sistemas de protección
agrícola y forestal

Masaya, Nicaragua, Agosto 2018

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria como requisito parcial para optar al título profesional.

Miembros del Tribunal Examinador

Ing. Harold Arguello Chaves

Presidente

MSc. Víctor Ramón Monzón

Secretario

MSc. Trinidad Castillo Arévalo

Vocal

Lugar y fecha (día/mes/año) _____

CONTENIDO

Sección		Página
	DEDICATORIA	i
	DEDICATORIA	ii
	AGRADACIMIENTO	iii
	ÍNDICE DE CUADROS	iv
	ÍNDICE DE FIGURAS	v
	ÍNDICE DE ANEXOS	Vi
	RESUMEN	vii
	ABSTRACT	viii
I	INTRODUCCIÓN	1
II	OBJETIVOS	3
	2.1 Objetivo General	3
	2.2 Objetivos específicos	3
III	MATERIALES Y MÉTODOS	4
	3.1 Ubicación del estudio.	4
	3.2 Descripción del estudio realizado.	
	3.2.1 Metodología del muestreo	6
	3.2.2 Trampas atrayentes pegajosas	6
	3.2.3 Fluctuación poblacional <i>M. sacchari</i> del sorgo y sus enemigos naturales	7
	3.2.4 Gramínea hospederas alternas para <i>M. sacchari</i>	7
	3.3 Ciclo de vida.	7
	3.3.1 Determinación de la duración de instares y la reproductividad de <i>M. sacchari</i>	7
	3.3.2 Preparación de hospedante	7

3.3.3	Fuente del adulto de <i>M. sacchari</i>	7
3.3.4	Infestación y conteo	8
3.4	VARIABLES EVALUADAS EN LOS PUNTOS ALREDEDOR DE LA PARCELA.	8
3.4.1	Preferencia de altura de vuelo <i>M. sacchari</i>	8
3.4.2	Número de insectos capturados por trampa	8
3.4.3	Abundancia total de insectos asociadas al cultivo	9
3.4.4	Abundancia de las principales familias asociadas al cultivo de sorgo	9
3.4.5	Riqueza total de géneros asociadas al cultivo de sorgo	9
3.4.6	Índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de insectos asociados al cultivo de sorgo	9
3.5	VARIABLES EVALUADAS EN LOS SITIOS DENTRO DE LA PARCELA.	11
3.5.1	Número de Áfidos ápteros/planta	11
3.5.2	Número de Áfidos alados/planta	11
3.5.3	Número de Colonia de afidos/planta	11
3.5.4	Número de Huevos de <i>C. sanguínea</i>	12
3.5.5	Número de larvas de <i>C. sanguínea</i>	12
3.5.6	Número de <i>C. sanguínea</i> /Planta	12
3.5.7	Número de adultos de araneae/planta	12
3.5.8	Número de Huevos de <i>C. externa</i> /Planta	12
3.5.9	Número de Larvas de <i>C. externa</i> /Planta	12
3.5.10	Número de Adultos de <i>C. externa</i> /Planta	12
3.6	Fluctuación Poblacional de Insectos.	12
3.7	Gramíneas hospederos de <i>M. sacchari</i> .	12
3.8	VARIABLES EVALUADAS EN EL CICLO DE VIDA.	12
3.8.1	Duración en días de su primer estadio ninfal hasta llegar a su etapa adulta	12
3.8.2	Reproductividad	13
3.8.3	Duración del ciclo de vida	13

3.9	Análisis estadístico.	13
IV	RESULTADOS Y DISCUSION	14
4.1	Determinación la altura de vuelo y color de preferencia para <i>M. sacchari</i> , al cultivo de sorgo granífero.	14
4.2	Fluctuación poblacional de alados y ápteros de <i>M. sacchari</i> con relación a la fenología del cultivo de sorgo.	15
4.3	Fluctuación poblacional de sus enemigos naturales con relación a la fenología del cultivo de sorgo.	16
4.4	Hospederos alternos de <i>M. sacchari</i> .	17
4.5	Fluctuación poblacional de <i>M. sacchari</i> y la de sus enemigos naturales en sus diferentes estados de su ciclo de vida con relación a la fenología del cultivo de sorgo.	18
4.6	Duración de primer estadio ninfal hasta su etapa adulta de <i>M. sacchari</i> .	19
4.7	Reproductividad de <i>M. sacchari</i> .	20
4.8	Ciclo de vida de <i>M. sacchari</i> .	20
4.8.1	Descripción de la forma adulta	20
4.9	Principales Órdenes, Familias, Géneros, Especies, Nombre común y Hábitos alimenticios de insectos encontrados en el cultivo de sorgo en la finca El plantel, Masaya entre agosto y octubre del 2017.	21
4.10	Abundancia total de insectos encontrados en el cultivo de sorgo en los meses de Agosto a Octubre del año 2017 en El Plantel Masaya.	27
4.11	Abundancia de Órdenes de insectos encontrados por tipo de trampas pegajosas Amarillas y Rojas en el cultivo de sorgo en el periodo comprendido entre Agosto y Octubre del 2017 en el plantel Masaya.	27
4.12	Comparación de la abundancia de las familias encontradas en el cultivo de sorgo, en el período comprendido entre Agosto y Octubre del 2017 en El Plantel Masaya.	31

4.13	Riqueza total de familias de insectos encontrados en las trampas amarillas y rojas, en el cultivo de sorgo, en el periodo comprendido entre Agosto y Octubre del 2017 en El Plantel Masaya.	35
4.14	Riqueza total de géneros de insectos encontrados en las trampas amarillas y rojas, en el cultivo de sorgo, en el periodo comprendido entre Agosto y Octubre del 2017 en El Plantel Masaya.	36
4.15	Índice de diversidad de Shannon-Weaver de las principales familias de insectos asociados al cultivo de sorgo entre Agosto y Octubre del 2017.	36
V	CONCLUSIONES	40
VI	RECOMENDACIONES	41
VII	LITERATURA CITADA	42
VIII	ANEXOS	45

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios Padre, Hijo y Espíritu Santo por darme la vida, fortalezas, salud y sabiduría para lograr culminar con éxito este camino en mi formación profesional, logrando alcanzar unas de mis metas.

A mis padres Luis Manuel Rojas Velázquez y Zunilda del Carmen García Valverde quienes me obsequiaron el don de la vida y una familia con muchos valores espirituales y morales, los cuales son el pilar fundamental e inspiración en mi vida, infinitamente gracias por su gran apoyo incondicional que me han dado para formarme como un profesional. A quien les debo lo que hoy en día soy y de quien conservo muchísimo aprecio y cariño.

A toda mi familia en general, pero principalmente a mi tía Esperanza del Socorro Rojas Velásquez y a mi prima Claudia Mercedes Bolaños Rojas por todo su apoyo que me han brindado para lograr y poder concluir con éxito unas de mis metas propuestas en mi vida.

A la **MSc. Ivania Zeledón Castro** por confiar en mí y haberme dado la oportunidad de realizar mi tesis y contribuir a mi formación como profesional, brindándome ese valioso y apreciado aprendizaje como docente y asesora.

Al técnico Alex Armando Cerrato, entomólogo con grandes conocimientos en el área de entomología por habernos brindado su apoyo y colaborado en la identificación de insectos.

A todos mis amigos y docentes que contribuyeron para que me formara como profesional.

Br: Byron Uriel Rojas Valverde.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios Padre, Hijo y Espíritu Santo por darme la vida, fortalezas, salud y sabiduría para lograr culminar con éxito este camino en mi formación profesional, logrando alcanzar unas de mis metas.

A mis padres Jorge Agustín Ortiz Calero y Paula del Socorro Brenes García quienes me obsequiaron el don de la vida y una familia con muchos valores espirituales y morales, los cuales son el pilar fundamental e inspiración en mi vida, infinitamente gracias por su gran apoyo incondicional que me han dado para formarme como un profesional. A quien les debo lo que hoy en día soy y de quien conservo muchísimo aprecio y cariño.

A toda mi familia en general, por todo su apoyo que me han brindado para poder lograr con éxito unas de mis metas propuestas en mi vida.

A la MSc. Ivania Zeledón Castro por confiar en mí y haberme dado la oportunidad de realizar mi tesis y contribuir a mi formación como profesional, brindándome ese valioso y apreciado aprendizaje como docente y asesora.

Al técnico Alex Armando Cerrato, entomólogo con grandes conocimientos en el área de entomología por habernos brindado su apoyo y colaborado en la identificación de insectos.

A todos mis amigos y docentes que contribuyeron para que me formara como profesional.

Br: Harold Alberto Ortiz Brenes.

AGRADACIMIENTO

Nuestros agradecimientos a Nuestro Señor Padre Dios, Creador de todas las cosas, por habernos dado vida y vida en abundancia, por permitirnos llevar a cabo este estudio el cual nos llevó a adquirir conocimientos de mucha importancia, por llenarnos de sabiduría y fuerza para llevar a cabo todas las actividades propuestas en nuestro plan de trabajo; con el apoyo, y la dirección de Dios nada es imposible en nuestras vidas.

A la Universidad Nacional Agraria por habernos abiertos las puertas en su seno científico y poder estudiar nuestra carrera de Ing. en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal, a nuestra Facultad de Agronomía por habernos admitido y permitido nuestra formación profesional y personal, a todos los docentes de la universidad en especial a los del Departamento de Protección Agrícola y Forestal generación 2013 - 2017 quienes nos impartieron con mucho esmero sus valiosos conocimientos para que nos formáramos como unos verdaderos profesionales.

A nuestros padres que fueron la fuente de nuestra motivación, y que nos brindaron su apoyo incondicional durante la formación que hemos logrado en nuestra vida.

A nuestros asesores *MSc. Ivania Zeledón Castro* y *Dr. Edgardo Jiménez Martínez*, por habernos elegido para llevar a cabo este estudio, por depositar la confianza en nosotros, por dirigirnos en la elaboración de nuestra tesis, por su apoyo incondicional y tiempo el cual sabemos que es valioso, por sus esfuerzos y esmeros brindados para la culminación de este trabajo.

Al técnico Alex Armando Serrato entomólogo con grandes conocimientos en el área de la entomología, por su valiosa ayuda en la identificación de insectos. A *MSc. Juan Carlos Moran* y *MSc. Gregorio Varela* por su apoyo en el procesamiento de datos como sugerencia de mejora de nuestro trabajo.

A nuestros familiares y amigos (as) que nos brindaron su apoyo para que nosotros nos formáramos como profesionales.

Br: Byron Uriel Rojas Valverde. Br: Harold Alberto Ortiz Brenes.

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Análisis de varianza de trampas por color, fecha y altura para captura de <i>M. sacchari</i>, fauna insectil y araña asociada al cultivo de sorgo. El Plantel, Masaya, 2017.	14
2	Comparación de los valores medios del color y altura de las trampas en captura de <i>M. sacchari</i> fauna, insectil y arañas asociada al cultivo sorgo. El Plantel, Masaya, 2017.	15
3	Principales Órdenes, Familias, Géneros, Especies, Nombre común y Hábitos alimenticios de insectos encontrados del cultivo de sorgo en el plantel Masaya entre Agosto y Octubre del 2017.	22
4	Abundancia de Órdenes de insectos encontrados por tipo de trampas en el cultivo de sorgo en el Plantel Masaya entre Agosto y Octubre de 2017.	30
5	Comparación de la abundancia de las familias encontradas en el cultivo de sorgo, en el periodo comprendido entre agosto y octubre del 2017 en El Plantel Masaya.	31
6	Índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de insectos asociados al cultivo del sorgo entre agosto a noviembre del 2017.	37

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Fluctuación poblacional de <i>M. sacchari</i> alado y áptero en el cultivo de sorgo entre agosto y octubre del 2017.	16
2	Fluctuación poblacional de enemigos naturales de <i>M. sacchari</i> en el cultivo de sorgo entre agosto y octubre del 2017.	17
3	Principales hospederos alternos de <i>M.sacchari</i> en el cultivo de sorgo entre agosto y octubre del 2017.	18
4	Fluctuación poblacional de <i>M.sacchari</i> y la de sus enemigos naturales en el cultivo de sorgo en el periodo comprendido de agosto a Octubre del 2017.	19
5	Abundancia total de insectos encontrados en el cultivo de sorgo entre Agosto a Octubre 2017.	27
6	Riqueza total de familias de insectos encontradas en el cultivo de sorgo entre Agosto a Octubre del 2017.	35
7	Riqueza total de géneros de insectos encontrados en el cultivo de sorgo entre Agosto y Octubre del 2017.	36

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Limpieza y preparación del terreno para la siembra.	45
2	Presencia de <i>M. sacchari</i>.	45
3	Observación e identificación de <i>M. sacchari</i>.	46
4	Trampas de dos colores a tres diferentes alturas.	46
5	Observación en trampas y muestreos en hospederos alternos.	46
6	Área para observar el ciclo de vida tasa de reproductividad de <i>M. sacchari</i>.	47
7	Hospedero y trampas clic para observar el ciclo de vida y reproductividad de <i>M. sacchari</i>.	47
8	Hoja de muestreo.	48

RESUMEN

El sorgo (*Sorghum bicolor*), pertenece a la familia de las Poaceae. Es el quinto cultivo en importancia entre los cereales del mundo, es producido por pequeños y medianos productores en Nicaragua; en el año 2016 fue atacado fuertemente por el pulgón amarillo del sorgo (*Melanaphis Sacchari* Zehntner) una plaga de recién introducción al país, que en este mismo año ocasionó pérdidas en el ciclo de postera entre 30 y 40 %. Este estudio se realizó con el objetivo de determinar la biología y ecología de *Melanaphis sacchari* Zehntner en el cultivo del Sorgo. Se llevó a cabo entre los meses de Julio a octubre del 2017, en el Centro Experimental El Plantel, donde se delimitó un ensayo de 36m X 24.8 m, colocando 6 trampas de dos colores (Amarilla y Roja), a tres diferentes alturas (0.5 m, 1.0m y 1.50m) en cada uno de los puntos cardinales de la parcela obteniendo un total de 24 trampas, además, se realizaron muestreo de malezas gramíneas para determinar los posibles hospederos alternos del pulgón, tomando tres puntos a una distancia de 5 metros de la parcela en cada una de las coordenadas geográficas, así mismo 100 plantas de sorgo se muestrearon para determinar la fluctuación poblacional del pulgón amarillo y sus enemigos naturales. De acuerdo a los resultados obtenidos, las trampas de color amarillo son las que atraparon más insectos, predominando el Orden Hemíptera y Díptera, las familias más abundantes son los Cicadellidae, Derbidae, Agromicidae y las Muscidae. Los principales enemigos naturales asociados al pulgón amarillo del sorgo encontrados son: especies de la familia Syrphidae, Chrysoperla externa, Cycloneda sanguínea y Ceraochrysa sp. La maleza hospedera predominante fue *Sorghum halepense*. Se presentaron grandes poblaciones *M. sacchari* a los 72 días después de la siembra. La diversidad encontrada en el cultivo del sorgo fue baja con un valor máximo de 1.44. Se determinó la tasa de natalidad de *M. sacchari* y alcanzó una fecundidad diaria de 1 a 17 individuos por hembra con una progenie total de 63 a 86 ninfas el cual pasan por 5 estadios ninfales, todo su ciclo de vida dura de 22 a 24 días considerando las temperaturas promedio.

Palabras claves: Fluctuación poblacional, Hospederos alternos, trampas.

ABSTRACT

Sorghum (*Sorghum bicolor*), belongs to the Poaceae family. It is the fifth most important crop among cereals in the world, it is produced by small and medium producers in Nicaragua; in 2016 it was attacked strongly by the sorghum yellow aphid (*Melanaphis Sacchari* Zehntner), a pest recently introduced to the country, which in this same year caused losses between 30 and 40% in the postrera cycle. This study was carried out with the objective of determining the biological and ecological behavior of *M. sacchari* in Sorghum. It was conducted between the months of July to October 2017, in the El plantel experimental center, where a trial of 36 m x 24.8 m was delimited, placing 6 traps of two colors (yellow and red), at three different heights (0.5 m, 1.0 m and 1.50 m) in each of the cardinal points of the plot, obtaining a total of 24 traps. In addition, weed sampling was done to determine the possible alternate hosts of the aphid, taking three points at a distance of 5 meters of the plot in each of the geographic coordinates, likewise, 100 sorghum plants were sampled to determine the population fluctuation of the yellow aphid and its natural enemies. According to the results, the traps of yellow color are those that caught more insects, predominating the Hemiptera and Diptera orders, the most abundant families were the Cicadellidae, Derbidae, Agromicidae and Muscidae. The main natural enemies associated with the yellow aphid were, species of the family Syrphidae, *Chrysoperla externa*, *Cycloneda sanguinea* and *Ceraochrysa sp.* The aphid predominant host weed was *Sorghum halepense*. Large populations of *M. sacchari* were present 72 days after sowing. The insect diversity index found in sorghum was a value of 1.44. The birth rate of *M. sacchari* was determined and reached a daily fecundity of 1 to 17 individuals per female with a total progeny of 63 to 86 nymphs, which pass through 5 nymphal stages, their entire life cycle lasts from 22 to 24 days considering the average temperatures.

Key words: Population fluctuation, Alternate hosts, trap

I. INTRODUCCIÓN

Los sorgos se originaron del silvestre *Sorghum bicolor* sub especie *Arundinaceum* y la mayor variación en el género *Sorghum* se encuentra en el cuadrante noreste de África, abajo del Sahara, en la región de Etiopia-Sudan, donde probablemente se originó hace 5000 a 6000 años (doggett, 1988; Snowden, 1955; Harlan 1972).

El sorgo (*Sorghum bicolor*), perteneciente a la familia de las poaceae es el quinto cultivo en importancia entre los cereales del mundo después del trigo (*Triticum aestivum* L.), el maíz (*Zea mays* L.), el arroz (*Oryza sativa* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.) (Martin, 1985).

El cultivo de sorgo es producido por pequeños y medianos productores que lo utilizan para alimentación humana y animal: vacunos, cerdos, aves ya sea el grano y el forraje y/o rastrojo (INTA, 2009).

La producción de sorgo la destinan en gran parte al mercado local y el resto para auto consumo y la alimentación de aves de patio, cerdos y para la siembra del siguiente ciclo productivo. El residuo de la cosecha (guate) es recogido, almacenado y utilizado en la alimentación del ganado bovino, en periodos secos (Suarez, y Zeledón, 2003).

El valor energético del grano de sorgo no es inferior al del maíz, estudios reflejan que el valor alimenticio del grano de sorgo es igual al del maíz en pollos de engorde. Se afirma que cuando el grano de sorgo se muele a partículas de 400 micrones o 4 mm se facilita la absorción de los nutrientes contenidos en el grano (INTA, 2009).

La planta de sorgo se adapta a una amplia gama de ambientes y produce granos bajo condiciones desfavorables para la mayoría de los otros cereales. Debido a su resistencia a la sequía, se considera el cultivo más apto para las regiones áridas con lluvias erráticas (Purseglove, 1972).

La producción de sorgo en Nicaragua ha sido de suma importancia a lo largo del tiempo, este cultivo ha permitido a las familias nicaragüenses la obtención de ingresos y asegurar la

alimentación en algunos casos de las personas, también del ganado mayor y menor que poseen algunas familias del sector rural.

En Nicaragua se siembra anualmente unas 35,000 manzanas de sorgo (*Sorghum bicolor* Moench, 1794) la problemática del sorgo es muy variada, va desde el acceso al crédito, los insumos, el cambio climático y las variedades disponibles. Aunque siempre los productores de sorgo mencionan que las plagas (insectos, patógenos, malezas) son una de las principales problemáticas en este cultivo (INTA; 2009).

M. sacchari es originario de África y del medio Oriente. Actualmente está distribuido en todos los continentes excepto Antártida (SENASICA, 2014). Los ejemplares de *M. sacchari*, son pequeños, de 1.6-2.0 mm, decoloración variable, lo que depende de la planta hospedera. Los adultos pueden ser alados o ápteros, tienen marcas dorsales escleróticas oscuras (Blackman y Eastop, 1984). *M. sacchari* se reproduce partenogénicamente en forma vivípara dando origen a sólo hembras, pero en México y específicamente en Sinaloa, también presenta reproducción sexual (con presencia de machos),

M. sacchari (Zehntner), 1897. Apareció como una plaga emergente en el ciclo de postrera 2016, aunque se desconoce cómo entró al país, por donde entró y cómo es que tan fácilmente se desarrolló e hizo tantos estragos en el cultivo el año 2016. Las pérdidas ocasionadas por esta plaga en sorgo anduvieron contabilizadas en unos 10 millones de dólares, lo que significó un decrecimiento en la producción de sorgo de unos 300,000 quintales, y un daño en un área sembrada de unas 22,000 manzanas, ésta sola especie de insectos fue capaz de reducir los rendimientos comerciales de sorgo a nivel nacional de entre 35 al 40% (La PRENSA, 2017).

En Nicaragua esta plaga esta recién introducida debido a esta particularidad y a que causa mucho daño en la producción de sorgo se hace necesario investigar su comportamiento ecológico y biológico así como también la fauna insectil, arañas asociadas al cultivo mediante índices de diversidad para valorar posibles enemigos naturales así como brindar información pertinente a nivel nacional.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General.

- ✓ Generar información nacional sobre la biología y ecología del (*M. sacchari* Zehntner) fauna insectil y arañas asociada al cultivo de sorgo granífero [*Sorghum bicolor* (L) Moench]

2.2 Objetivos específicos.

- ✓ Determinar la altura de vuelo para (*M. sacchari* Zehntner).
- ✓ Determinar el color de preferencia para *M. sacchari*, al cultivo de sorgo granífero [*Sorghum bicolor* (L) Moench].
- ✓ Describir la fluctuación poblacional de *M. sacchari* y la de sus enemigos naturales.
- ✓ Identificar los diferentes tipos de especies de plantas hospederas para *M. sacchari*.
- ✓ Determinar el comportamiento que existe entre las poblaciones de *M. sacchari* y sus enemigos naturales en el cultivo de sorgo granífero [*Sorghum bicolor* (L) Moench].
- ✓ Determinar la duración del ciclo de vida de *M. sacchari* bajo las condiciones de la zona
- ✓ Identificar la fauna insectil y arañas asociada al cultivo de sorgo granífero [*Sorghum bicolor* (L) Moench].
- ✓ Determinar la diversidad insectil en el cultivo de sorgo granífero [*Sorghum bicolor* (L) Moench].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del estudio.

El estudio se realizó en los meses de julio a diciembre del 2017 en el Centro Experimental El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, localizado en el kilómetro 30 Carretera, Tipitapa-Masaya. Corresponde a una zona que se considera como un bosque seco tropical, se ubica entre las coordenadas geográficas 12° 06' 24" de Latitud Norte y entre los 86° 04' 06" de Longitud Oeste. Se encuentra a una altura de 65 metros sobre el nivel del mar (msnm), con temperatura promedio de 28 °C, las precipitaciones promedio anual oscila entre los 796-800 mm, con humedad relativa de 71 % y viento con velocidad de 3.5 m/s (INETER, 2009).

Los terrenos de la finca son ondulados, con una pendiente que varía entre 1 y 15 %, con muy poca cobertura de suelo, el área total es de 270 ha, destinadas a la producción agrícola, forestal y pecuaria, siendo este último el rubro principal.

El estudio es una investigación combinada que tiene una parte experimental donde se estudia el efecto que puede tener el color de las trampas y la altura 0.5m, 1.00m, 1.5m de las trampas así como determinar la altura de vuelo de *M. sacchari* y por cuál de los colores es más atraído. Los puntos de muestreos realizaron una función de agrupación por bloque utilizando el Modelo Aditivo Lineal ajustado, este cálculo se realizó según la siguiente formula:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_k + \alpha_i + (\beta\alpha)_{\epsilon ik} + \tau_j + (\tau\alpha)_{\epsilon jk} + (\alpha\tau)_{ij} + (\beta\alpha\tau)_{(ijkl)}$$

Donde:

k= 1, 2 y 3 Altura

i = 1 y 2 color de trampa

j = 1, 2, 3 y 4 punto de muestreo (Bloqueo)

l = 1, 2 y ...12 observaciones

Y_{ijkl}	Es el valor medio de las observaciones medidas en los distintos tratamientos de cada bloque conformado
μ	Es el efecto de la media muestra sobre el modelo
β_k	Es el efecto del <i>k-ésima</i> Altura
α_i	Es el efecto de la <i>i-ésimo</i> Color de trampa
$(\beta\alpha)_{\epsilon ik}$	Es el error de A
τ_j	Es el efecto del <i>j-ésimo</i> punto de muestreo o bloque
$(\tau\alpha)_{\epsilon jk}$	Es el error de B

$(\alpha\tau)_{ij}$	Es el efecto del <i>i-ésima</i> altura, del <i>i-ésimo color</i>
$\beta\alpha\tau_{(ijk\kappa)}$	Es el error de la interacción

La parte no experimental se realizó para dar seguimiento a la biología del *M. sacchari* del Sorgo que mediante el método observacional se determinó su el ciclo de vida. Además se describió el comportamiento de la fauna insectil y arañas asociadas al cultivo de sorgo.

3.2 Descripción del estudio realizado.

Para la realización del estudio se estableció un área de 892.8 metros cuadrados de Sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L) Moench, sembrados a 1 metro entre surco y a chorrillo, cada surco medía 36 metros de largo. Asimismo, en los alrededores del área donde se establecido el cultivo de sorgo se colocaron las trampas a 1 metro de distancia del cultivo y a diferentes distancias según los puntos de muestreo entre trampas de colores, considerando los lados Norte, Este, Sur y Oeste como los 4 Puntos asignando. El No. 1 ubicado en la posición Norte el No. 2 en la posición este, el No. 3 en la posición Sur y el No. 4 en la posición Oeste.

Una vez definidos estos puntos se colocaron trampas de dos colores amarillas y rojas, las cuales fueron ubicadas a tres diferentes alturas de 0.5m, 1.00m y 1.5m para un total de 6 trampas/punto cabe mencionar que las trampas eran impregnadas con zapicol mezclado con diluyente 1 más 1 como una manera de atrayente para los insectos.

Se identificaron los insectos asociados al cultivo de sorgo, junto con su hábito alimenticio, altura de vuelo y preferencia de color. Cada 8 días las trampas fueron cambiadas, colectadas, y trasladadas a laboratorio de entomología para identificar los insectos que se encontraban adheridos a ella.

De igual manera 8 días después de la siembra se realizaron muestreos en los 4 sitios seleccionados dentro del área del cultivo, que quedaron distribuidos de una forma representativa, en cada sitio se seleccionaron 25 plantas al azar, teniendo un total de 100 plantas, las cuales fueron muestreadas de forma estratificada. La frecuencia de muestreo era cada 8 días, en las 25 plantas/sitio se realizaron recuentos de afidos alados, Áfidos ápteros, colonias de afidos y cantidades de enemigos naturales por planta.

Para la identificación de las principales gramíneas hospederas del pulgón amarillo se seleccionó 3 Puntos, en un área de 5 metros alrededor del cultivo, considerando los lados Norte, Este, Sur y Oeste como los sitios de muestreo.

El ciclo de vida para *M. sacchari* se realizó mediante el establecimiento de dos variedades de sorgo Tortillero e INTA CENIA en maceteras de plástico cuyo tamaño era mediano de 10 cm de diámetro y 12 cm de alto, las cuales fueron ubicadas en jaulas con una criba muy fina como medida de protección para las plantas que estaban dentro cuyo tamaño era de 1.50 m de alto y de 50 cm de ancho. Se establecieron 9 plantas para cada variedad, las cuales fueron separadas en grupos de tres y ubicadas en jaula teniendo un total de 6 jaulas y 18 plantas. Se colocaron dos trampas clic de 4 cm de diámetro y 8 cm de largo por planta, éstas fueron infestadas con un adulto de *M. sacchari*, los cuales dieron origen a ninfas en poco tiempo. De este modo se seleccionó una ninfa por trampa teniendo un total de 36 ninfas. En ésta se observó la duración de cada uno de sus instares hasta llegar a adulto, se determinó la reproductividad y la duración de su ciclo de vida.

3.2.1 Metodología del muestreo

Muestreo, Colección, Identificación y descripción de, *M. sacchari* sus principales enemigos naturales y hospederos.

3.2.2 Trampas atrayentes pegajosas

El muestreo de los insectos se realizó una vez semanalmente, utilizando trampas pegajosas de diferentes colores amarilla y roja a tres diferentes alturas (0.50m, 1.0m, 1.50m) alrededor de la parcela. Estas estaban colocadas a 1 metro de distancia en la periferia del cultivo y ubicadas en los puntos este y oeste a una distancia de 3 metros entre trampas y en los puntos norte y sur a una distancia de 5 metros, para cuantificar las cantidades de insectos (abundancia) y especies (riqueza) asociadas al cultivo de sorgo, de igual forma. Se determinó la altura de vuelo y preferencia por el color (amarillo o rojo). Estas se cambiaron semanalmente, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA, 2014). Una vez recolectadas las trampas se llevaron al laboratorio de entomología de la Universidad Nacional Agraria, para llevar a cabo su correcta identificación con ayuda del encargado del laboratorio y literaturas citadas.

3.2.3 Fluctuación poblacional *M. sacchari* del sorgo y sus enemigos naturales

Para determinar la fluctuación poblacional de *M. sacchari* en sorgo y la de sus enemigos naturales, se registró el número de adultos en el envés de las dos hojas completamente desarrolladas. En cada parcela se eligió al azar 25 plantas para el monitoreo de estados inmaduros de *M. sacchari*, posteriormente se procedió a elegir plantas del modo ya descrito y se registró el número de ninfas y adultos ápteros en 2 folíolos elegidos al azar en toda la planta desde el ápice.

3.2.4 Gramínea hospederas alternas para *M. sacchari*

El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Este consiste en colocar un cuadrado de 1x1m, sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. Este método se utilizó para ver los hospederos de *M. sacchari*, en un área perimetral de 5 metros alrededor de la parcela.

En cada uno de los lados del área experimental se tomaron al azar 3 puntos en los cuales se identificaron los arvenses (gramíneas) con síntomas, signos o presencia de *M. sacchari*.

3.3 Ciclo de vida.

3.3.1 Determinación de la duración de instares y la reproductividad de *M. sacchari*

3.3.2 Preparación del hospedante

El sorgo fue establecido en macetas plásticas las cuales fueron previamente desinfectadas sumergiéndolas en una solución de cloro 10 %. Posteriormente cada maceta fue llenada con una mezcla de sustrato Kekila y compost en proporciones iguales. Luego se procedió con la siembra de la semilla de sorgo de las variedades Tortillero e INTA CENIA que a funcionarían como hospedantes para *M. sacchari*. Se dejó una planta por maceteras a las cual se le brindó cuidados diarios de riego y fertilización por un periodo de 26 días, momento en el que estuvieron listas para su uso en el experimento.

3.3.3 Fuente del adulto alado de *M. sacchari*

Se procedió a observar síntomas de afectaciones por *M. sacchari* para poder obtener la muestra, los cuales se colectaron dentro de la parcela de sorgo ubicada en el área experimental El Plantel. Primeramente se identificó en campo las afectaciones que coincidían con los sistemas característicos del ataque por *M. sacchari* en el cultivo de sorgo, se tomaron muestra infestadas

con adultos del insecto y depositándolas en bolsas plásticas previo al estudio, para luego llevarlas a laboratorio e identificarlas adecuadamente y aislar los pulgones para iniciar el estudio del ciclo de vida.

3.3.4 Infestación y conteo

Por cada planta se colocaron 2 trampas clic de aproximadamente 4 cm de diámetro y 8 cm de alto. Las hojas fueron infestadas con 1 adulto de *M. sacchari*. Después de un lapso de 4 horas todos los adultos dieron origen a varias ninfas las cuales en su mayoría incluyendo al adulto fueron descartadas dejando una sola muestra. En esta se observó la duración en tiempo que transcurre desde la aparición de su primer estadio ninfal hasta llegar a adulto, posterior a eso se contabilizaron el número de ninfas que dieron origen los adultos ápteros por día, hasta la finalización.

Con ayuda de un estereoscopio Vanguard 10X se inició conteo gradual del número de ninfas presentes, así como del número de individuos que se presentaron en los diferentes estados del ciclo biológico durante el desarrollo del mismo en cada uno de las repeticiones tomando en cuenta las condiciones de temperatura y humedad en las que se desarrolla (Alvarenga, 1998).

3.4 Variables evaluadas en los Puntos alrededor de la parcela.

3.4.1 Preferencia de Altura de vuelo *M. sacchari*

Esta variable se comenzó a tomar desde la fecha 07 de agosto de 2017, una vez por semana hasta el 23 de octubre 2017, se realizó un conteo de los insectos capturados en las alturas 0.5m 1.0m, 1.5m.

3.4.2 Número de insectos capturados por trampa

Se realizó un conteo de los insectos capturados por trampas de colores rojo y amarillo. Este muestreo se inició desde la fecha 07 de agosto, una vez por semana hasta el 23 de octubre 2017.

3.4.3 Abundancia total de insectos asociados al cultivo de sorgo

Se realizó una sumatoria del total de insectos encontrados por tipos de trampas durante las fechas de colectas realizadas desde el 07 de agosto al 23 de octubre del 2017.

3.4.4 Abundancia de las principales familias asociados al cultivo de sorgo

Se hizo un conteo de las principales familias encontradas en todas las fechas de colectas por trampa de colores, para determinar cuál era el color con mayor número de individuos por familias.

3.4.5 Riqueza total de géneros asociados al cultivo de sorgo

Se hizo un conteo por género de los insectos encontrados en todas las fechas de colectas en las trampas de colores, para determinar cuál es la trampa que tenía mayor riqueza de géneros.

3.4.6 Índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de insectos asociados al cultivo de sorgo

Shannon y Weaver (1949), definen la diversidad cómo el número de especies existentes dentro de un mismo ecosistema. La diversidad de un ecosistema depende de tres factores, el número de especies presente, la composición del paisaje y las interacciones que existen entre las diferentes especies llegando a un equilibrio demográfico entre ella.

El índice de Shannon-Weaver, se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como “H” y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice.

Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

Se comparó el índice de diversidad de las principales familias encontrados en este estudio en el uso de trampas de colores (Amarillas y Rojas), para calcularlo usando la metodología de Shannon y Weaver (1949).

El índice de diversidad se determinó para conocer cómo un organismo es compartido en el ecosistema. Para realizar este cálculo, se tomaron muestras de poblaciones observando un área determinada, se contaron las diferentes especies en la población y se evaluó su abundancia.

El índice de diversidad Shannon-Weaver es una medida importante para la biodiversidad.

Este cálculo se realizó según la siguiente fórmula:

1. Se encontró el número de especie dentro de la población de invertebrados.
- 2 Se dividió el número de especie que observamos entre el número de la población para calcular la abundancia relativa.
- 3- Se calculó el logaritmo natural de la abundancia. Los cálculos logarítmicos los realizamos utilizando el botón ln de la calculadora.
- 4-Se multiplicó la abundancia por el logaritmo natural de la abundancia. Esta es la suma de la abundancia y el logaritmo natural de la abundancia.
- 5- Se realizó una repetición de estos pasos para cada especie que se encontró en la toma de muestras.
- 6 –Se sumó el resultado de la abundancia y el logaritmo natural de la abundancia de cada especie.
- 7- Se multiplicó la cantidad calculada en el paso 6 por -1. Esto es H'.
- 8-Se aumentó a la potencia de H'. Se calculó H 'en el paso 7. Y este fue nuestro índice de diversidad de Shannon-Weaver.

Fórmula que se utiliza para el cálculo de índice de diversidad de Shannon-Weaver.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

- – S- número de especies (la riqueza de especies)

- – p_i -proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i/N
- – n_i -número de individuos de la especie i
- – N -número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

3.5 Variables evaluadas en los Sitios dentro de la parcela.

3.5.1 Número de Áfidos ápteros/planta

Se contabilizaron los pulgones ápteros (sin presencia de alas) encontrados en las 25 plantas muestreadas, en los 4 puntos. En el período de 07 de agosto hasta el 23 de octubre del 2017, para determinar el comportamiento de éste en tiempo y espacio.

3.5.2 Número de Áfidos alados/planta

Se contabilizaron los pulgones alados encontrados en las 25 plantas muestreadas, en los 4 puntos. En el periodo de 07 de agosto hasta el 23 de octubre del 2017, para determinar el comportamiento de este en tiempo y espacio.

3.5.3 Número de Colonia de afidos/planta

Es la cantidad de colonias de adultos y ninfas de Áfidos encontrados por planta en todas las fechas de muestreo. Se considera una colonia cuando el Número de Afidos es de aproximadamente 50 ninfas por hembra (Hamid, 1987)

3.5.4 Número de Huevos de *C. sanguínea*

C. sanguínea /Planta: Es la cantidad de huevos de mariquitas encontrados por planta en cada fecha de muestreo.

3.5.5 Número de larvas de *C. sanguínea*

C. sanguínea /Planta: Es la cantidad de larvas de *C. sanguínea* encontrados en cada planta en todas las fechas de muestreo.

3.5.6 Número de *C. sanguínea* /Planta

Es la cantidad de adultos de *C. sanguínea* encontrados en cada planta desde el 07 de agosto al 23 de octubre.

3.5.7 Número de adultos de araneae/planta

Es la cantidad de arañas adultas encontradas en cada planta.

3.5.8 Número de Huevos de *C. externa* /Planta

Es la cantidad de Huevos de *C. externa* encontrados en cada planta.

3.5.9 Número de Larvas de *C. externa* /Planta

Es la cantidad de larvas de *C. externa* encontrados en cada planta.

3.5.10 Número de Adultos de *C. externa* /Planta

Es la cantidad de adultos de *C. externa* encontrados en cada planta.

3.6 Fluctuación Poblacional de Insectos.

Es la distribución de la cantidad de Insectos encontrados por cada uno de los tipos, según el registro en las fechas de recuento en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo.

3.7 Gramíneas hospederos de *M. sacchari*.

Es el tipo de planta, Malezas o arvenses en las cuales se encuentran poblaciones de áfidos dentro o fuera de la parcela de sorgo.

3.8 Variables evaluadas en el ciclo de vida.

3.8.1 Duración en días de su primer estadio ninfal hasta llegar a su etapa adulta

Es la cantidad de días que transcurren desde que los pulgones inician un estadio hasta llegar a adulto.

3.8.2 reproductividad

Número de ninfas que pueden nacer a partir de un Áfido adulto.

3.8.3 Duración del ciclo de vida

Es la cantidad de días que transcurren desde que nacen las ninfas hasta que mueren.

3.9 Análisis estadístico.

Una vez colectados todos los datos en campo, fueron agrupados en tablas de Excel por variables para su posterior análisis estadístico utilizando el programa SAS (SAS, 2002). Con un nivel de confianza del 95%. Se hizo una transformación de raíz cuadrada + 0.5 y también una transformación de LOG10 + 1 , esto se realizó con el objetivo obtener una mejor normalización de los datos debido a que el comportamiento de los insectos es anormal lo que provoca mucha variabilidad en cuanto a la captura de los insectos. Se realizó un análisis de varianza para ver efectos de trampas por altura, color y fechas de muestreos posteriormente se hizo pruebas de comparación de medias TUKEY (<0.05) para evidenciar a que variable se le atribuye el efecto significativo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Determinar la altura de vuelo y color de preferencia para *M. sacchari*, al cultivo de sorgo granífero.

En el presente estudio se compararon tres alturas (0.5m, 1.0m, 1.5m) en relación a dos tipos de colores (Amarillo y Rojo) en el período comprendido de agosto a octubre del 2017 en el plantel Masaya.

El **cuadro 1**. Muestra según el análisis de varianza, que no se obtuvo significancia alguna en la variable altura para *M. sacchari*. Lo que sugiere que los áfido vuelan indistintamente a cualquiera de las alturas evaluadas en este estudio. Por otro lado, los resultados del ANDEVA indican que hubo significancia para el color de las trampas y las fechas de muestreo.

Cuadro 1. Análisis de varianza de trampas por color, fecha y altura para captura de *M. sacchari*, fauna insectil y araña asociada al cultivo de sorgo. El Plantel, Masaya, 2017.

Especie	<i>M. sacchari</i>	<i>D. maidis</i>	<i>C. sanguínea</i>	<i>C. externa</i>	<i>Syrphidae</i>
Variables	P	P	P	P	P
Altura	0.1979	0.0001	0.2704	0.3761	0.2140
Fecha	0.0001	0.0001	0.0001	0.0854	0.0001
Color trampa	0.0001	0.0001	0.0002	0.7958	0.0001
Colortrampa* Altura	0.4020	0.0001	0.1933	0.4160	0.8143
R ²	0.85	0.8377	0.69	0.71	0.79
C.V	128.3716	108.4634	247.00	326.11	134.88
P.V	3.26	2.81	1.22	1.32	1.84

Si $Pr \leq 0.05$ es significativo ($\alpha=0.05$), de lo contrario es no significativo. R² es el coeficiente de determinación, C.V: coeficiente de variación; GL: grados de libertad (97), P.V: Valor de la probabilidad.

Según los resultados de la comparación de medias con la prueba de Tukey, hubo un efecto significativo ($p < 0,0001$) en la captura de *M. sacchari* según el color de trampa, en el cual el amarillo predominó con un promedio de 13.65 en comparación al rojo con 0.82, lo cual significa que el color es determinante en la atracción de este insecto en lo que corresponde a propósitos de monitoreo y no así la altura de vuelo evaluada en este estudio.

Cuadro 2. Comparación de los valores medios del color y altura de las trampas en captura de *M. sacchari* fauna, insectil y arañas asociada al cultivo sorgo. El Plantel, Masaya, 2017.

Familia	<i>M. sacchari</i>	<i>D. maidis</i>	<i>C. sanguínea</i>	<i>C. externa</i>	<i>Syrphidae</i>
Trampa	Medias	Medias	Medias	Medias	Medias
Amarillo	13.65 a	53.94 a	0.43 a	0.07 a	1.03 a
Rojo	0.82 b	13.52 b	0.11 b	0.07 a	0.35 b
Altura	Medias	Medias	Medias	Medias	Medias
0.5 m	8.49a	57.49 ^a	0.32a	0.05a	0.90a
1.0 m	6.42a	26.76 b	0.37a	0.11 a	0.63a
1.5 m	5.07a	16.07 b	0.12a	0.05 a	0.56a

Medias con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$).

4.2 Fluctuación poblacional de alados y ápteros de *M. sacchari* con relación a la fenología del cultivo de sorgo.

Se midió la fluctuación poblacional de *M. sacchari* del sorgo en su forma alada y áptera (sin alas) en los diferentes días de muestreo evaluados **Figura 1**. Se encontró que las poblaciones de alados y ápteros de este insecto se presentaron en todas las etapas de muestreo, pero a partir de los 72dds las poblaciones de pulgones ápteros aumentaron de forma progresiva a través del tiempo manteniendo su nivel poblacional siempre por encima de los niveles críticos. Esto se encuentra relacionado a la etapa fenológica del cultivo donde es más susceptible al daño por este insecto la cual es al inicio de la etapa reproductiva y que junto con la temperatura como elemento climatológico son que más influyen en el desarrollo del *M. sacchari*. (SENASICA, 2014)

Según Chang et al., 1982. El estado fenológico de cultivo tiene un efecto significativo en el crecimiento de la población, y se desarrolla más en toda la etapa vegetativa y parte de la reproductiva además de que la temperatura favorece la dispersión, La densidad de población de los insectos se ve afectada por la temperatura y los patrones de lluvia.

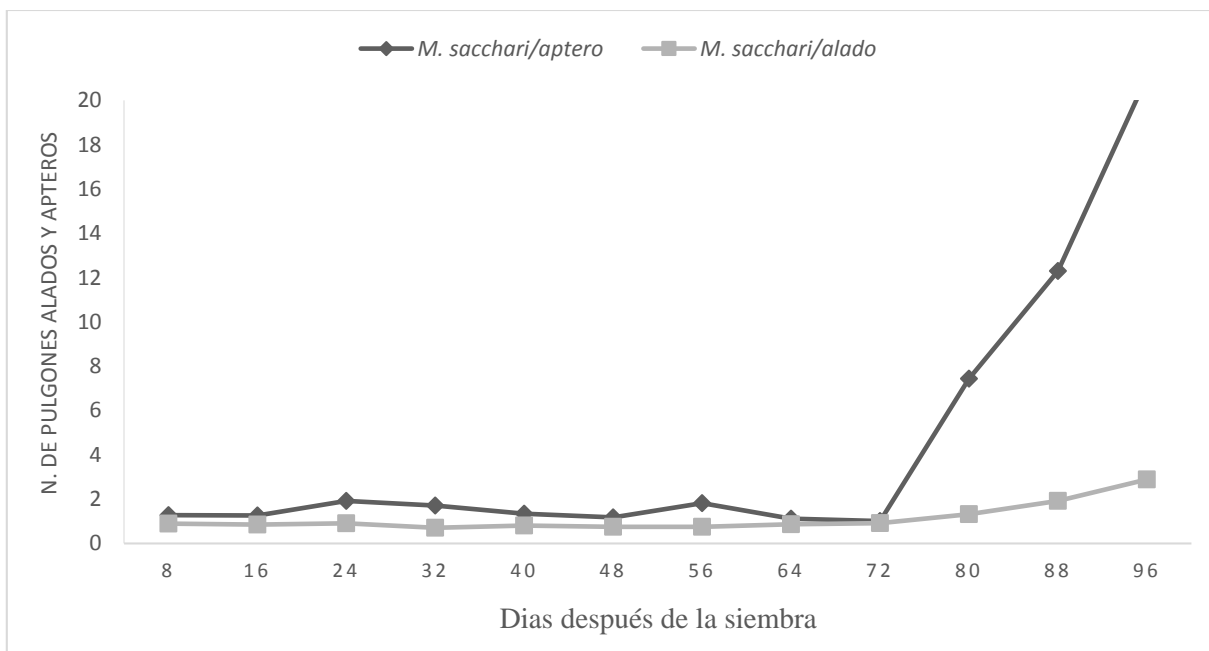


Figura 1. Fluctuación poblacional de alado y áptero de *M.sacchari* en el cultivo de sorgo entre agosto y octubre del 2017.

4.3 Fluctuación poblacional de los enemigos naturales de *M.sacchari* con relación a la fenología del cultivo de sorgo.

Se midió la fluctuación poblacional de agentes de control biológico en los diferentes días de muestreo **Figura 2**. Se observó que las poblaciones de enemigos naturales se encontraron en todas las etapas de muestreo, los mayores picos poblacionales se presentaron en los días 32, 56 y 96 después de la siembra para el caso de depredadores como araña, 80, 88 y 96 días después de la siembra para *Syrphidae*, presentando además las mayores poblaciones, por otro lado *C. sanguínea*, *C. externa* y *Ceraochrysa sp* mantuvieron sus poblaciones en equilibrio para todas las fechas de muestreo.

La población de enemigos naturales tienen un gran efecto sobre las poblaciones de *M. sacchari* como se puede observar en las **figura 1**. Las poblaciones de áfido aumentan a partir del día 72 después de la siembra por lo tanto hasta tal fecha tiene un efecto sobre dicha plaga y cabe mencionar que las poblaciones de enemigos naturales siempre estuvieron durante todas las fechas de muestreos.

Según el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG, SF) reporta como fauna benéfica numerosos organismos como *C. sanguinea*, *C. externa* y *Ceraochrysa sp.* Que consumen grandes cantidades de ninfas de áfido y otros de los que mencionan son los sirfidos y las arañas los cuales coinciden con los encontrados en esta investigación.

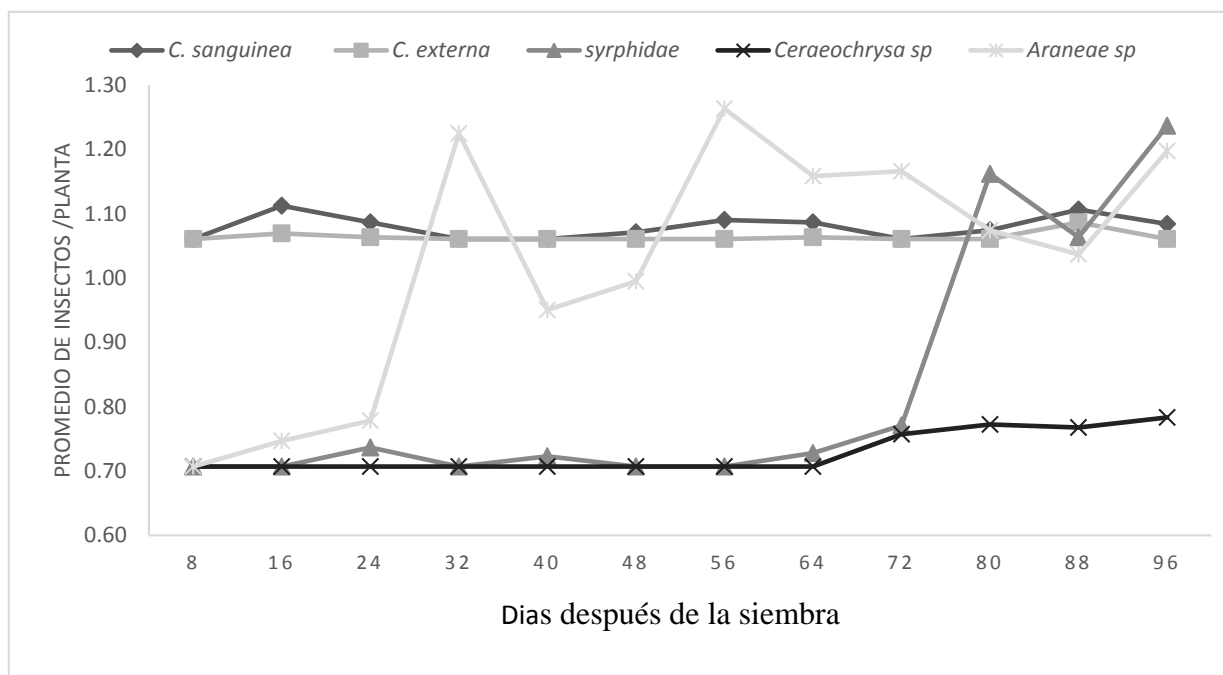


Figura 2. Fluctuación poblacional de enemigos naturales de *M. sacchari* en el cultivo de sorgo entre agosto y octubre del 2017.

4.4 Hospederos alternos de *M. sacchari*.

Según Rodríguez y Hernández, 2014, todos los hospederos de los cuales se alimenta, reproduce y hospeda (*M. sacchari*,) pertenecen a las Poaceae, principalmente de la familia de las gramíneas. El sorgo se considera como su principal hospedero seguido de Arvenses como *Sorghum halepense*, como hospederos secundarios tenemos el maíz, trigo, cebada, entre otros.

Los muestreos se realizaron semanalmente con el objetivo de identificar los principales hospederos de *M. sacchari*. Según la metodología utilizada para rastrear los hospederos de *M. sacchari*, se lograron identificar 4 especies: *Shorgum halepense*, *Ixophorus unisetus*, *Zea mays*, *Rottboellia cochinchinensis*.

Como se puede observar en el resultado obtenido **Figura 3**. De todas las fechas de muestreos el *S. halepense* fue el que obtuvo el mayor número de individuos con 1039, seguido de *I. unisetus* con 106 individuos, *Z. mays* con 8 y *R. cochinchinensis* con 7 individuo, lo que coincide con estudios realizados por (SENASICA, 2014) que indican que el hospedero más importante de *M. sacchari* es *S. halepense*.

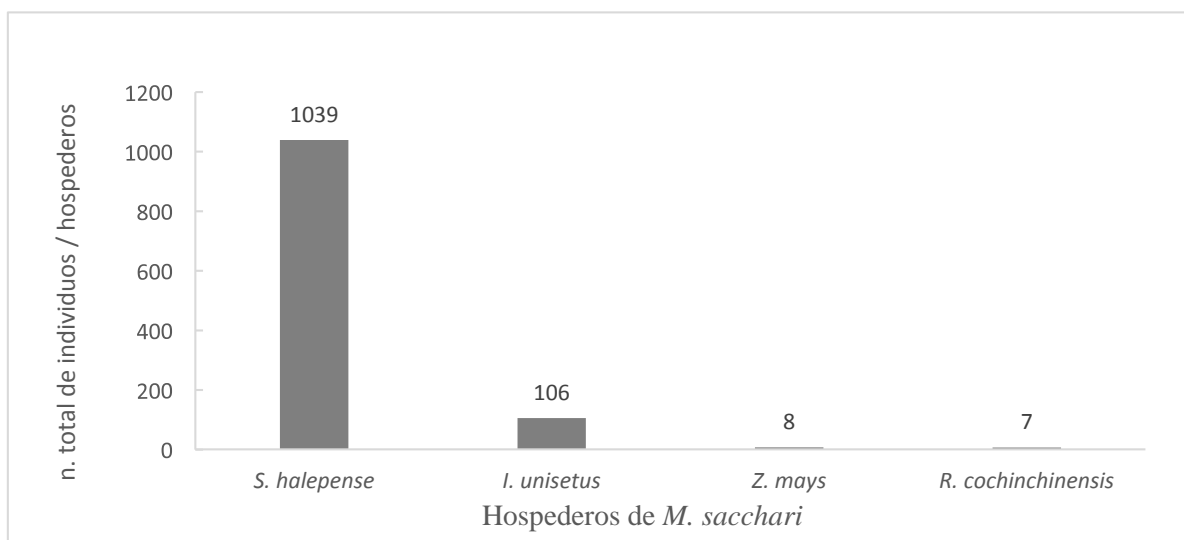


Figura 3. Principales hospederos alternos de *M.sacchari* el cultivo de sorgo entre agosto y octubre del 2017.

4.5 Fluctuación poblacional de *M. sacchari* y la de sus enemigos naturales en sus diferentes estados de su ciclo de vida con relación a la fenología del cultivo de sorgo.

Se determinó la fluctuación de *M.sacchari* del sorgo y sus agentes de control biológico en todas las etapas del estado fenológico del cultivo (**figura 4**). Se observó que las poblaciones de *M. sacchari* se encontraron en todas las fechas de muestreo, los mayores picos poblacionales para *M. sacchari* se presentaron a los 72 DDS aumentándose exponencialmente después de la etapa vegetativa del cultivo, a diferencia de sus enemigos naturales que presentaron sus mayores picos poblacionales a los 32, 56, y 96 DDS.

El análisis de varianza realizado para las fechas de muestreo, sobre el comportamiento de *M.sacchari* y a sus diferentes controladores biológicos **cuadro1** determinó que existe diferencia significativa entre fechas de muestreo ($P = 0.0001$) para áfidos, arañas y Syrphidae.

Por otro lado la **figura 4**. Muestra que los picos de población más bajos para los áfido se presentaron a los 8 y 16 DDS a diferencia de las arañas que fue a los 8 DDS y Syrphidae que paso desde los 8 hasta los 72 DDS, aumentando después de la etapa vegetativa del cultivo al mismo tiempo que las poblaciones de pulgones comienzan a elevarse. Así mismo de esta manera se observó que las especies *C. sanguínea*, *C. externa* y *Ceraeochrysa sp* se mantuvieron en contante equilibrio durante todas las fechas de muestreos.

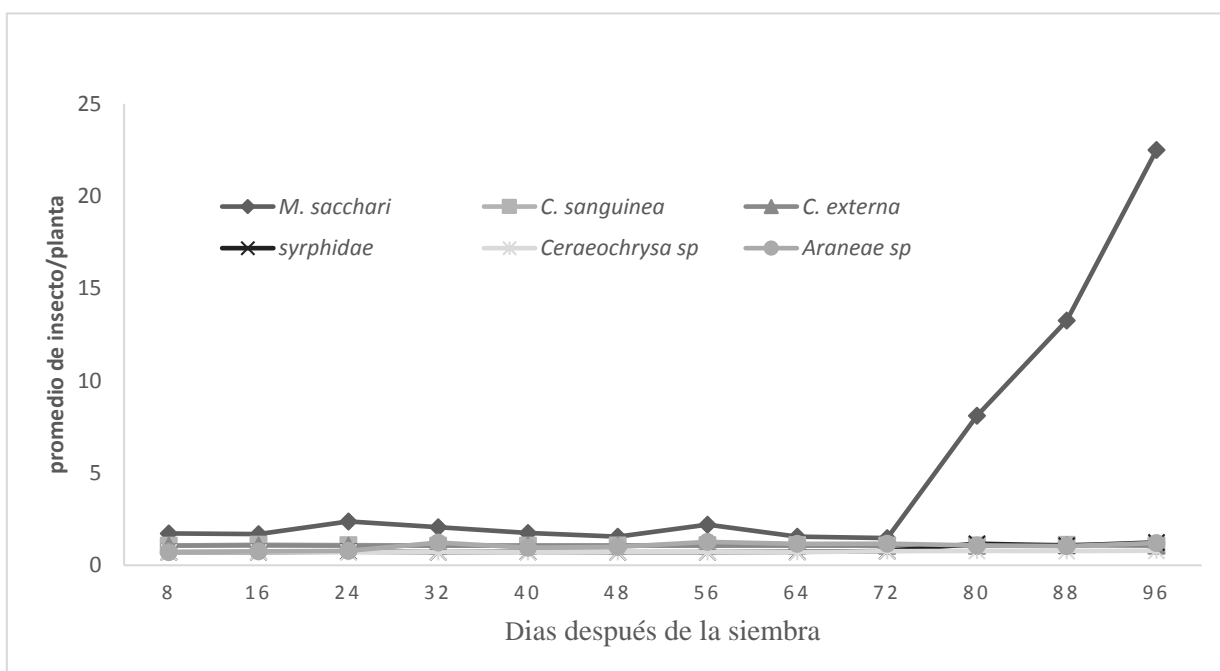


Figura 4. Fluctuación poblacional de *M. sacchari* y la de sus enemigos naturales en el cultivo de sorgo en el periodo comprendido de Agosto a Octubre del 2017.

4.6 Duración de primer estadio ninfal hasta su etapa adulta de *M sacchari*.

La duración del periodo de desarrollo *M. sacchari* fue de 5 días en promedio teniendo en cuenta las dos variedades (INTA CENIA y Tortillero) y las temperaturas que oscilaban entre los 26-28 °C de acuerdo a las mediciones de las mismas en cada muestreo realizado.

El tiempo necesario para llegar adulto y completar una generación es muy corto, de acuerdo con Setokuchi, (1979) a 15°C tarda 10.9 días, a 20°C 7.3, a 25°C 5.2 y 30°C 3.5 días.

Según SENASICA (2014). El Pulgón amarillo presenta 4 estadios ninfales, los cuales se desarrollan en aproximadamente 5.4 días a 25 °C, lo cual coinciden con los resultados de presente estudio

Según Behura y Bohidar, 1983, a temperaturas mayores de 35°C pueden presentarse altas mortalidades.

4.7 Reproductividad de *M. sacchari*.

Durante el período reproductivo la especie alcanzó una reproductividad diaria de 1 a 17 individuos por hembra compartidas en ambas variedades, teniendo en cuenta que no todos los días se llevaba a cabo el nacimiento de una nueva ninfa por adulto. Obteniendo así una progenie total de 63 a 86 ninfas teniendo en cuenta las temperaturas promedio °C y las variedades (INTA CENIA y Tortillero) que fueron utilizadas en el ensayo.

Por cada una de las variedades se obtuvo un promedio de 83.8 ninfas para tortillero y 111.3 para la variedad INTACENIA.

Según Chang. (1982). ha reportado que bajo condiciones de cautiverio pueden desarrollarse de 51 a 61 generaciones en un año.

Según Rensburg, (1973). Debido al potencial de reproducción de *M. sacchari*, una sola planta puede ser atacada hasta por 30,000 Áfidos.

4.8 Ciclo de vida de *M. sacchari*.

4.8.1 Descripción de la forma adulta el adulto es áptero y alado, tienen marcas dorsales escleróticas de tonalidad oscuras. Es de color amarillo grisáceo, algunas veces de color marrón. Tienen una longitud de 1.4 mm. Las antenas generalmente con 6 segmentos con una longitud un poco mayor a la mitad del cuerpo. El unguis o proceso terminal de la antena es 4 veces la base del VI segmento antenal.

La cauda es oscura notoriamente constreñida y ligeramente más larga que los cornículos con 4 setas a los lados. El pico alcanza el segundo par de coxas. Los cornículos son oscuros cónicos adelgazados hacia el ápice, con reborde notorio, son cortos y miden aproximadamente ½ de longitud del cuerpo. El margen frontal es liso (Bustillo y Sánchez, 1981). Las formas ápteras

tienen 1.6 mm de largo, y un ancho de 0.6 mm mientras que los alados son un poco más grandes (Denmark, 1988).

Los áfido presentan un ciclo de vida complicado debido a las diversas fases por las que pasan y a las formas que adoptan. Según la planta hospedante, pueden distinguirse distintos tipos: Monoecias y Heteroecias. Según la forma de reproducción pueden ser: Vivíparos y Ovíparos.

Este fitófago posee una longevidad de entre 17 a 19 días después de haber iniciado su proceso reproductivo y un ciclo de vida de 22 a 24 días tomando en cuenta las temperaturas promedio y las dos variedades de sorgo INTACENIA Y Tortillero.

Según Holman, (1974) el tiempo necesario para el completo desarrollo post-embriionario depende de los factores ambientales y de la especie de áfido. Estos factores actúan directamente sobre el organismo (en especial la temperatura) e indirectamente influyen en el estado fisiológico de la planta hospedante y de este modo en la alimentación del fitófago.

Según Voegtlin et al 2003 y David 1977. La reproducción de *M. sacchari* es predominantemente asexual, con hembras adultas ápteras y aladas.

4.9 Principales Órdenes, Familias, Géneros, Especies, Nombre común y Hábitos alimenticios de insectos encontrados en el cultivo de sorgo en la finca El plantel, Masaya entre agosto y octubre del 2017.

En el **Cuadro 3**. Se presentan los principales Órdenes, géneros, familias, especies, nombre común y hábito alimenticio de insectos encontrados en la finca el plantel Masaya en el periodo comprendido entre Agosto y Octubre del 2017. Es importante mencionar que son pocos los estudios realizados en sorgos relacionados con este tipo de investigación a nivel nacional y regional. Dentro de los individuos se pudieron encontrar 12 órdenes de insectos Díptera, Hemíptera, Hymenóptera, Lepidóptera, Coleóptera, Neuróptera, Orthoptera, Isóptera, Blatodea, Mantodea, Odonata y Dermáptera con 68 familias, 70 géneros y 70 especies, también se hace mención de los distintos hábitos alimenticios de cada especie encontrada en el cultivo de sorgo: Nectarívoro, Defoliador, Depredador, Polinivoro, Fitófago, Parasitoide y Saprófago.

Cuadro 3. Principales Órdenes, Familias, Géneros, Especies, Nombre común y Hábitos alimenticios de insectos encontrados del cultivo de sorgo en el plantel Masaya entre Agosto y Octubre del 2017.

Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre común	Habito alimenticio
Díptera	Muscidae	<i>Musca</i>	<i>domestica</i>	Mosca común	Saprófago
	Dolichopódidae	<i>Condylostylus</i>	<i>similis</i>	Mosca verde	Saprófago
	Otitidae	<i>Euxesta</i>	<i>sp</i>		
	Tachinidae	<i>Lespesia</i>	<i>sp</i>	Mosca peluda	Parasitoide
	Syrphidae	<i>Ollograpta</i>	<i>exótica</i>	Mosca de las flores	Nectarívoro
	Tabanidae	<i>Dicladorera</i>	<i>sp</i>	Mosca del ganado	Hematófago
	Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia</i>	<i>sp</i>	Mosca de la carne	Carnívoro
	Tipulidae	<i>Crane fly</i>	<i>típula</i>	Zancudo	hematófago
	Agromicidae	<i>Melanagromyza</i>	<i>sp</i>	Minador de la hoja	Fitófago
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i>	<i>melanogaster</i>	Mosca del vinagre	Saprófago
	Asylidae	<i>Asylus</i>	<i>sp</i>	Mosca	depredadora

				ladrona	
	Stratiomidae	<i>Hermetia</i>	<i>sp</i>	Mosca soldado negra	
Hemíptera	Alydidae	<i>Alydus</i>	<i>sp</i>	Chinche patas grandes	Fitófago
	Cicadellidae	<i>Oncometopia</i>	<i>orbona</i>	Salta Hoja	Fitófago
		<i>Empoasca</i>	<i>kraemeri</i>	Lorito verde	Fitófago
		<i>Dalbulus</i>	<i>maidis</i>	Chicharrita del maíz	Fitófago
	Cercopidae	<i>Prosapia</i>	<i>sp</i>	Salivita	Fitófago
	Lygaeidae	<i>Geocoris</i>	<i>sp</i>	Chinche de campo común	Polífago
	Nabidae	<i>Nabis</i>	<i>sp</i>	Chinche	Depredador
	Cydnidae	<i>Sehirus</i>	<i>luctuosus</i>	Chinche	Polífago
	Aphididae	<i>Melanaphis</i>	<i>sacchari</i>	Pulgón amarillo	Fitófago
	Miridae	<i>Creontiades</i>	<i>sp</i>		Fitófago
	Derbidae				
Pentatomidae	<i>Nezara</i>	<i>viridula</i>	Chinche hediondo	Fitófago	

	Scuteleridae	<i>Pachycoris</i>	<i>sp</i>		Fitófago
	Membrasidae	<i>Umbonia</i>	<i>sp</i>		Fitófago
	Reduviidae	<i>Zelus</i>	<i>sp</i>	Chinche asesinos	Depredador
	Coreidae	<i>Leptoglossus</i>	<i>zanotus</i>	Cinche pata de hojas	Fitófago
Hymenóptera	Vespidae	<i>Vespa</i>	<i>sp</i>	Avispa	Depredador
		<i>Polibya</i>	<i>sp</i>	Avispa	Depredador
	Formicidae	<i>Atta</i>	<i>sp</i>	Zompopos	Fungivoro
	Braconidae	<i>Chelonus</i>	<i>sp</i>	Avispa	Parasitoide
	Chelsinidae				Parasitoide
	Scelionidae	<i>Telenomus</i>	<i>sp</i>		Parasitoide
	Halictidae	<i>Halictus</i>	<i>sp</i>		Parasitoide
	Ichneumonidae	<i>Ophion</i>	<i>sp</i>	Avispa	Parasitoide
	Apidae	<i>Apis</i>	<i>melliphera</i>	Abeja	Nectarívoro
	Eucharitidae	<i>Kapala</i>	<i>sp</i>		Parasitoide
	Sphecidae	<i>Sceliphon</i>	<i>sp</i>	Avispa	Depredador
	Mymaridae	<i>Mymar</i>	<i>sp</i>	Avispa	Parasitoide
	Scoliidae	<i>Campsomeris</i>	<i>sp</i>	Avispa	Parasitoide
	Noptuidae	<i>Spodoptera</i>	<i>frugiperda</i>	cogollero	Nectarívoro

Lepidóptera	Phycitidae	<i>Ephestia</i>	<i>cautella</i>		Fitófagas
	Pieridae	<i>Phoebis</i>	<i>sp</i>	Mariposa	Nectarívoro
	Pyralidae	<i>Diatraea</i>	<i>sp</i>	Gusano de la caña	Nectarívoro
	Nymphalidae	<i>Amadryas</i>	<i>februas</i>	Mariposa de los espejitos	Nectarívoro
	Hesperiidae	<i>Pelopidas</i>	<i>mathias</i>	Palomilla	
	Helechidae	<i>Tecia</i>	<i>solanivora</i>	Palomita de los cereales	
	Zygaenidae	<i>Zygaena</i>	<i>trifolii</i>		
	Artiidae	<i>Feltia</i>	<i>subterranea</i>		
Coleóptera	Curculionidae	<i>Cosmopilites</i>	<i>sordidus</i>	Picudo	Frugívoro
	Carabidae	<i>Calosoma</i>	<i>sp</i>	Escarabajo de suelo	Depredador
	Elateridae	<i>Conoderus</i>	<i>sp</i>	Gusano alambre	Saprófago
	Scarabaeidae	<i>Phyllophaga</i>	<i>sp</i>	Gallina Ciega	Saprófago
	Chrysomelidae	<i>Diabrotica</i>	<i>sp</i>	Tortuguilla	Fitófago
		<i>Cerotomas</i>	<i>sp</i>	Vaquita	Fitófago
	Lampiridae	<i>Lampyris</i>	<i>noctulica</i>	Luciernaga	Polífago

	Buprestidae	<i>Buprestis</i>	<i>sp</i>		Fitófagos
	Staphylinidae	<i>Paederus</i>	<i>sp</i>	Culebrilla	Polífago
	Coccionelidae	<i>Cycloneda</i>	<i>sanguínea</i>	Mariquita	Depredador
	Cerambycidae	<i>Lagocheirus</i>	<i>sp</i>	Arlequin	Fitófago
	Meloydea	<i>Epicauta</i>	<i>sp</i>		
	Bruchidae	<i>Bruchus</i>	<i>sp</i>		
Neuróptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	<i>externa</i>	León de áfidos	Depredador
Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Neocephalus</i>	<i>sp</i>	Esperanzas	Fitófago
	Acriidae	<i>Orphulella</i>	<i>sp</i>	Saltamonte	Fitófago
	Gryllidae	<i>Acheta</i>	<i>sp</i>	Grillo	Fitófago
Isóptera	Kalotermitidae	<i>Kalotermitis</i>	<i>flavicollis</i>	Termitas	Xilófago
Blatodea	Blattidae	<i>Periplaneta</i>	<i>americana</i>	Cucaracha	Saprófago
Mantodea	Mantidae	<i>Tenoderia</i>	<i>aridifolia</i>	Manti	Depredador
Odonata	Libellulidae	<i>Libellula</i>	<i>sp</i>	Caballito	Depredador
Dermáptera	Forficulidae	<i>Forficula</i>	<i>auricularia</i>	Tijereta	Depredador

4.10 Abundancia total de insectos encontrados en el cultivo de sorgo en los meses de Agosto a Octubre del año 2017 en El Plantel Masaya.

La abundancia total de insectos encontrados durante el período de estudio en las trampas amarillas y rojas ubicadas en diferentes puntos de la parcela fue de 102,511 insectos. Siendo la trampa amarilla donde se encontró el mayor número de insectos durante el período de colecta con 73,667 en total, mientras que en la trampa de color rojo, se encontraron 28,844 insectos en total

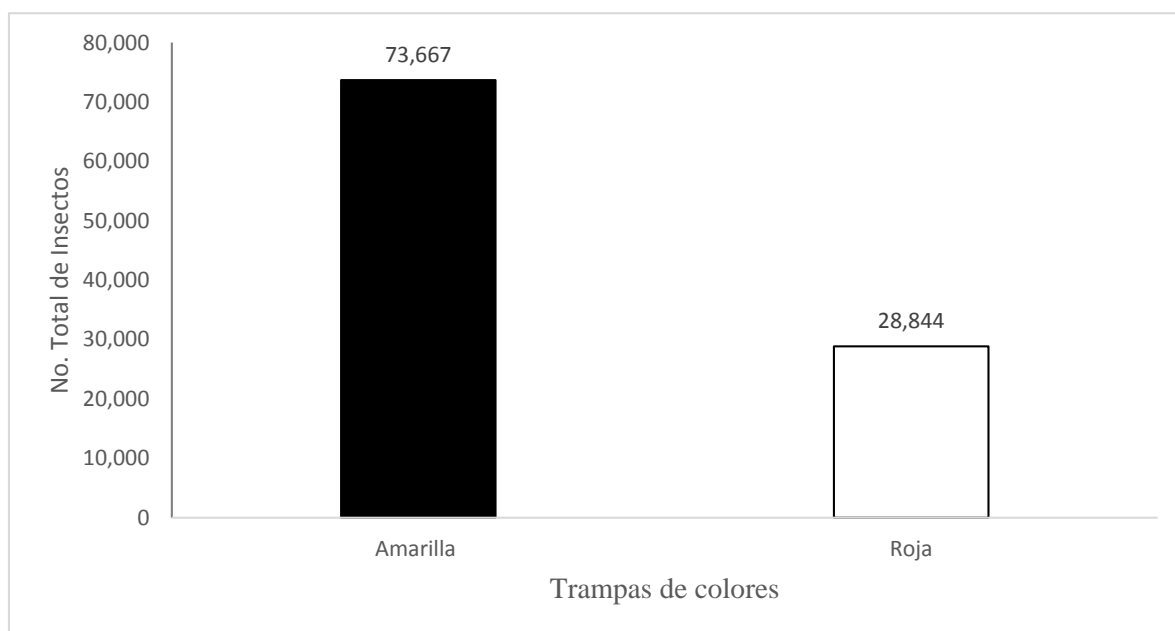


Figura 5. Abundancia total de insectos encontrados en el cultivo de sorgo entre Agosto a Octubre 2017.

4.11 Abundancia de Órdenes de insectos encontrados por tipo de trampas pegajosas Amarillas y Rojas en el cultivo de sorgo en el periodo comprendido entre Agosto y Octubre del 2017 en el plantel Masaya.

Los principales órdenes insectiles encontrados en dicha investigación fueron los siguientes: Díptera, Hemíptera, Hymenóptera, Lepidóptera, Coleóptera, Neuróptera, Orthoptera, Isóptera, Blatodea, Mantodea, Odonata, Dermáptera. **Cuadro 4.** Al comparar la abundancia de estos 12 órdenes se encontró que hubo mayor cantidad de insectos en la trampa amarilla a diferencia de las rojas. Los órdenes con mayor número de insectos atrapados para las trampas amarillas son: Hemíptera con 66,095, Díptera 6,141, Coleóptera 741, Hymenóptera 378 y Lepidóptera 233. Para

las trampas rojas los órdenes con mayor cantidad de insectos encontrados son: Díptera con 23,085, Hemíptera, 4,406, Lepidóptera 487, Coleóptera 484 e Hymenóptera con 317, el orden con mayor cantidad de insectos registrados para las trampas rojas fue Díptera.

Los insectos del orden Díptera suelen alimentarse de fluidos vegetales como el néctar o la savia, fluidos animales como la sangre, sudor o sustancias de la descomposición de animales muertos, entre otros tipos de fluidos que encuentren en su habitat al igual pueden alimentarse de otros tipos de insectos en estados inmaduros. Hay algunos insectos como la familia Drosophilidae que en su estado larvario se pueden alimentar de frutos en descomposición, al igual que la familia Tipulidae, pero los insectos de la familia Sarcophagidae difieren de estos al alimentarse de carroña y ser transmisores de enfermedades humanas como la miasis. En este mismo orden podemos encontrar insectos que en su estado larval se alimentan de otros insectos como lo es la familia Syrphidae que son muy importantes en el ecosistema por que los adultos visitan las flores y tiene el rol de polinizar. (Simmonds et 1976; Pineda et al 2008 Gonzales-Moreno et. 2011).

En estado larval se desarrollan como depredadores biológicos de poblaciones de plagas agrícolas como trips, mosca blanca y principalmente Afidos, los datos sobre biología larvaria y comportamiento del adulto muestran la eficiencia que puedan tener este Díptera en el control de Afidos cada larva puede consumir hasta 342 Afidos desde el primer estadio larval (Arcaya et. al; 2004)., pero la mayoría son imitadores de avispas y abejas, encontrándose también la familia Asylidae que puede ser depredadores de otros insectos; los parasitoides como la familia Tachinidae pueden ser importantes agentes tanto de control natural como biológico a diferencia de la familia Agromyzidae que son considerados como plagas por ser minadores de hojas. Hemípteras de la familia de los Cicadelidae en su mayoría son considerados como plaga que afecta al cultivo mediante su aparato bucal ocasionando tanto directo al succionar la sabia de las plantas e indirecto por ser portadores y transmitir enfermedades a cultivos de importancia agronómica .

Los Aphididae con su hábito alimenticio fitófago son uno de las plagas más importantes recientemente en el cultivo de sorgo. Los insectos del orden Hymenóptera como por ejemplo los de la familia Apidae y Vespidae, son polinizadores, producen miel, son agentes de control natural y biológico de plagas en los cultivos. Los insectos del orden Coleóptera tienen hábitat y alimentación variable por ejemplo Scarabidae, Curculionidae Chrysomelidae y Coccinellidae,

pueden ser minadores, barrenadores, trozadores, defoliadores, predadores, también son plagas de cultivos, predadores de plagas y malezas, participan en reciclaje de la materia orgánica. Los insectos del orden Lepidóptera como la familia Noctuidae y Phyalidae Pieridae son larvas generalmente fitófagas poco minadoras de hojas, son predadores y parasitas. Reciben nombres como cortadores, trozadores, soldados, medidores y barrenadores.

Se encontraron cinco Órdenes con mayor abundancia de insectos en las diferentes trampas de colores los cuales son: Díptera, Hemíptera, Hymenóptera, Lepidóptera, Coleóptera. Para el color amarillo los órdenes Hemíptera, Hymenóptera y Coleóptera se encontraron con mayor abundancia en comparación a las trampas de color rojo a diferencia de los Órdenes Lepidóptera y Coleóptera que presentaron mayor número de individuos en el color rojo.

Cuadro 4. Abundancia de Órdenes de insectos encontrados por tipo de trampas en el cultivo de sorgo en el Plantel Masaya entre Agosto y Octubre de 2017.

Orden	Número de insectos por trampas		
	Trampa amarilla	Trampa roja	Total
Díptera	6141	23085	29226
Hemíptera	66095	4406	70501
Hymenóptera	378	317	695
Lepidóptera	233	487	720
Coleóptera	741	484	1225
Neuróptera	12	9	21
Orthoptera	34	27	61
Isóptera	12	8	20
Blatodea	8	5	13
Mantodea	10	14	24
Odonata	1	0	1
Dermáptera	2	2	4
Abundancia total	73667	28844	102511

4.12 Comparación de la abundancia de las familias encontradas en el cultivo de sorgo, en el período comprendido entre Agosto y Octubre del 2017 en El Plantel Masaya.

Se comparó la abundancia de insectos por familias encontrados en las trampas amarillas y rojas **Cuadro 5.** Observándose que hubo mayor cantidad de individuos por familias en las trampas de color Amarillo con 25,721 familias y con 15,614 familias para las trampas de color Roja; Para un total de 41079 familias en ambas trampas.

La familia más abundante fue la Cicadelidae, encontrándose un total de 12528, obteniendo la mayor cantidad de insectos en las trampas de color amarillo con 9489, seguida de la familia Drosophilidae encontrándose un total de 6897 obteniendo la mayor cantidad de individuos en las trampas de color rojo con 6263. Cabe mencionar que estos insectos se mantuvieron durante todas las fechas de muestreos.

Cuadro 5. Comparación de la abundancia de las familias encontradas en el cultivo de sorgo, en el periodo comprendido entre agosto y octubre del 2017 en El Plantel Masaya.

Familia	Comparación de la abundancia de familia por color de trampa		
	Amarilla	Roja	Total
Muscidae	1509	1128	2637
Dolichopódidae	933	114	1047
Otitidae	317	150	467
Tachinidae	838	293	1131
Syrphidae	149	51	149
Tabanidae	1509	48	1509

Sarcophagidae	204	478	682
Tipulidae	377	332	709
Agromicidae	1689	839	2528
Drosophilidae	634	6263	6897
Asylidae	2	6	8
Stratiomidae	2	2	4
Alididae	6	6	12
Cicadellidae	9489	3039	12528
Cercopidae	313	315	628
Lygaeidae	78	12	90
Nabidae	3	2	5
Cydnidae	6	16	22
Aphididae	1785	118	1903
Miridae	209	84	1124
Derbidae	3788	915	3788
Pentatomidae	8	2	10
Scutelleridae	15	1	16
Membrasidae	327	11	327
Reduviidae	16	6	22

Coreidae	3	5	8
Vespidae	58	88	146
Formicidae	10	54	64
Braconidae	154	55	154
Chelisinidae	41	21	62
Scelionidae	-	1	1
Halictidae	22	25	47
Ichneumonidae	25	30	55
Apidae	54	35	89
Eucharitidae	18	11	29
Sphecidae	1	2	3
Mimaridae	-	1	1
Scoliidae	4	1	5
Noctuidae	103	179	282
Phycitidae	1	-	1
Pieridae	4	136	140
Pyralidae	81	161	242
Nymphalidae	1	6	7
Hesperiidae	37	4	41

Helechidae	5	8	13
Zygaenidae	-	1	1
Artiidae	1	1	2
Curculionidae	87	45	132
Carabidae	129	175	304
Elateridae	58	44	102
Scarabaeidae	115	6	115
Chrysomelidae	264	100	364
Lampiridae	92	93	185
Buprestidae	2	12	13
Coccinelidae	62	16	78
Staphylinidae	1	-	1
Cerambycidae	1	1	2
Meloydae	2	-	2
Bruchidae	-	1	1
Chrysopidae	12	9	21
Tettigoniidae	33	22	55
Acrididae	-	3	3
Gryllidae	1	2	3

Kalotermitidae	12	8	20
Blattidae	8	5	13
Mantidae	10	14	24
Libellulidae	1	-	1
Forficulidae	2	2	4
Total	25721	15614	41079

4.13 Riqueza total de familias de insectos encontrados en las trampas amarillas y rojas, en el cultivo de sorgo, en el periodo comprendido entre Agosto y Octubre del 2017 en El Plantel Masaya.

La riqueza total de familias de insectos encontrados en el cultivo de sorgo en las trampas amarillas y rojas se presenta en la **Figura 6**. La riqueza total encontradas en el cultivo de sorgo fue de 68 familias de insectos, las cuales se encontraron compartidas en ambas trampas, siendo las trampa de color rojo, la que mayor riqueza de familias presentan con 64 comparada con las de color amarillo que obtuvo un total de 63 familias de insectos.

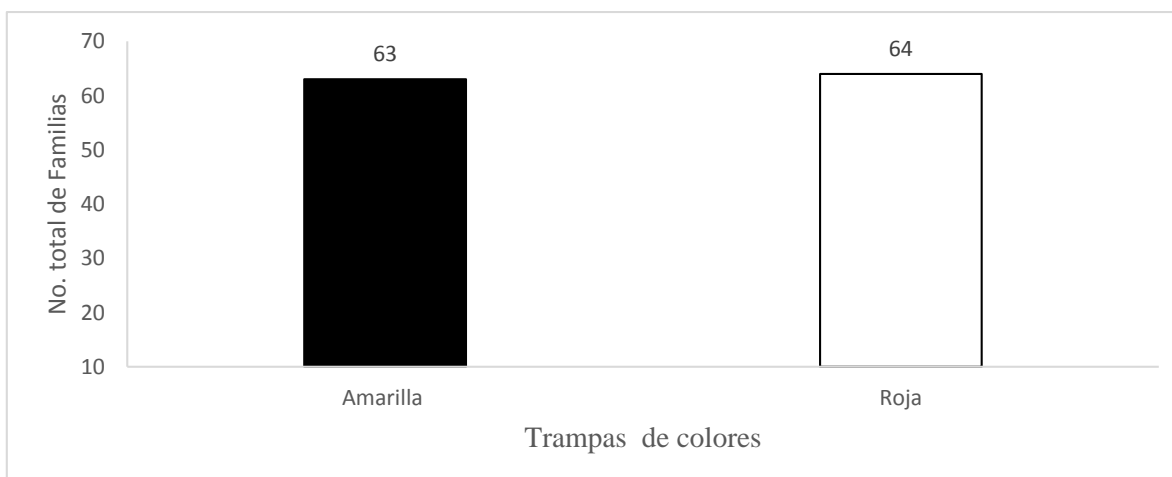


Figura 6. Riqueza total de familias de insectos encontradas en el cultivo de sorgo entre Agosto a Octubre del 2017.

4.14 Riqueza total de géneros de insectos encontrados en las trampas amarillas y rojas, en el cultivo de sorgo, en el periodo comprendido entre Agosto y Octubre del 2017 en El Plantel Masaya.

La riqueza total de géneros encontradas en el cultivo de sorgo en las diferentes trampas amarillas y rojas se presenta en la **figura 7**. La riqueza total de géneros encontradas fue de 70 géneros de insectos, las cuales se encontraron compartidas en ambas trampas, siendo la trampa roja con 66 géneros la que mayor riqueza presentó, comparada con la trampa amarilla que obtuvo 65 géneros en total.

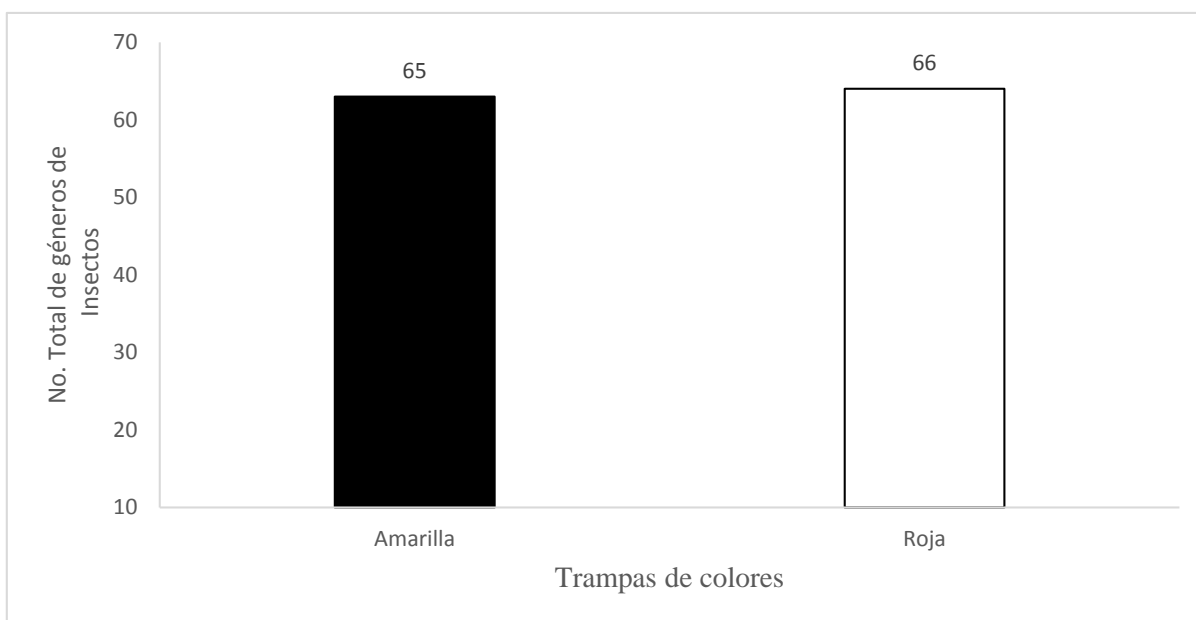


Figura 7. Riqueza total de géneros de insectos encontrados en el cultivo de sorgo entre Agosto y Octubre del 2017.

4.15 Índice de diversidad de Shannon-Weaver de las principales familias de insectos asociados al cultivo de sorgo entre Agosto y Octubre del 2017.

Se comparó el índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de insectos encontradas en sorgo en las trampas de colores (Amarillas y Rojas) **Cuadro 6**. De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, el promedio de índice de diversidad fue similar en las trampas de color amarillo en comparación al promedio de las trampas de color rojo, con índices de 1.04 para ambos colores. Al comparar la diversidad entre familias de insectos, en la trampa de color amarillo, la diversidad anduvo entre 1.44 y 1.00, siendo el 1.44 para la familia Cicadelidae y el 1.00 para la familia Formicidae, mientras que en la trampa de color Rojo, el índice de

diversidad de las familias encontradas fue de 1.44 para la familia Drosophilidae y 1.00 para la familia Forficulidae respectivamente, se considera muy baja la diversidad en general ya que ninguna familia alcanza los valores normales comprendidos según la metodología de Shannon-Weaver 1949.

Cuadro 6. Índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de insectos asociados al cultivo del sorgo entre agosto a Octubre del 2017.

Familia	Índice de diversidad de Shannon –Weaver	
	Amarilla	Roja
Muscidae	1.18	1.21
Dolichopodidae	1.13	1.04
Otitidae	1.06	1.05
Tachinidae	1.12	1.08
Syrphidae	1.03	1.02
Tabanidae	1.18	1.02
Sarcophagidae	1.04	1.11
Tipulidae	1.06	1.09
Agromyzidae	1.20	1.17
Drosophilidae	1.10	1.44
Asylidae	1.00	1.00
Stratiomidae	1.00	1.00
Alididae	1.00	1.00
Cicadeliidae	1.44	1.38
Cercopidae	1.06	1.08
Lygaeidae	1.02	1.01
Nabidae	1.00	1.00
Cydnidae	1.00	1.01
Aphididae	1.20	1.04
Miridae	1.04	1.03
Derbidae	1.33	1.18

Pentatomidae	1.00	1.00
Scuteleridae	1.00	1.00
Membracidae	1.06	1.01
Reduviidae	1.00	1.00
Coreidae	1.00	1.00
Vespidae	1.01	1.03
Formicidae	1.00	1.02
Braconidae	1.03	1.02
Chelsinidae	1.01	1.01
Scelionidae	1.00	1.00
Halictidae	1.01	1.01
Ichneumonidae	1.01	1.01
Apidae	1.01	1.01
Eucharitidae	1.01	1.01
Sphecidae	1.00	1.00
Mimaridae	1.00	1.00
Scoliidae	1.00	1.00
Noctuidae	1.02	1.05
Phycitidae	1.00	1.00
Pieridae	1.00	1.04
Pyralidae	1.02	1.05
Nymphalidae	1.00	1.00
Hesperiidae	1.01	1.00
Helechidae	1.00	1.00
Zygaenidae	1.00	1.00
Artiidae	1.00	1.00
Curculionidae	1.02	1.02
Carabidae	1.03	1.05
Elateridae	1.01	1.02
Scarabaeidae	1.02	1.00

Chrysomelidae	1.05	1.03
Lampiridae	1.02	1.03
Buprestidae	1.00	1.01
Coccinelidae	1.01	1.01
Staphylinidae	1.00	1.00
Cerambycidae	1.00	1.00
Meloydae	1.00	1.00
Bruchidae	1.00	1.00
Chrysopidae	1.00	1.00
Tettigoniidae	1.01	1.01
Acrididae	1.00	1.00
Gryllidae	1.00	1.00
Kalotermitidae	1.00	1.00
Blattidae	1.00	1.00
Mantidae	1.00	1.01
Libellulidae	1.00	1.00
Forficulidae	1.00	1.00
Promedio	1.04	1.04

V. CONCLUSIONES

M. sacchari vuela indistintamente a cualquiera de las alturas evaluadas.

Las trampas de color amarillo atraen más a *M. sacchari* y fauna insectil asociada al cultivo de sorgo.

M. sacchari se presentó en todas las fechas de muestreo, coincidiendo su aumento significativo en la etapa más susceptible del cultivo.

Los principales hospederos de *M. sacchari* son *S. halepense*, *I. unisetus*, *Z. mais*, *R. cochinchinensis* y la que más individuos hospedo fue *S. halepense* seguido *I. unisetus*.

Los enemigos naturales para *M. sacchari* encontrados fueron: *C. sanguínea*, *C. externa*, *Syrphidae*, y *Ceraochrysa sp* los cuales se presentaron en todas las fechas de muestreos.

M. sacchari pasa por 4 estadios ninfales en 5 días hasta llegar a ser adulto. La duración del ciclo de vida de 22-24 días en total.

La tasa reproductiva de *M. sacchari* es de 1 a 17 individuos por hembra por día con una progenie total de 63 a 86 en total.

La fauna insectil asociada al cultivo de sorgo fue de un total de 12 órdenes, 68 familias, 70 Géneros y 70 especies se encontró una abundancia total de 102,511 insectos.

La diversidad encontrada en el cultivo del sorgo fue baja.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios acerca de la biología y ecología de *M. sacchari* en sorgo para enriquecer la información generada y traspolarla a nivel nacional e internacional.
- Usar las trampas amarillas para el monitoreo de *M. sacchari* y captura de insectos ya que es el tipo de trampa que más atrae a los insectos.
- Evaluar el uso de trampas amarillas en cuanto a la afectación de la fauna benéfica.
- Eliminar hospederos alternos principalmente gramíneas debido a que estas pueden llegar a ser una de las principales fuentes de inóculos para posteriores infestaciones en el cultivo de sorgo u otros cultivos de preferencia por este fitófago.
- Continuar realizando estudios sobre preferencia de altura de vuelo para *M. sacchari*.

VII. LITERATURA CITADA

- Alvarenga, D. 1998. Estudio de laboratorio sobre la tasa de mortalidad, tiempo de generación y reproducción de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate. 19p.
- Arcaya, E., F. Díaz & M. A. Marcos-García. 2004. Nuevos áfidos presa de *Pseudodoros clavatus* (Fabricius, 1794) (Diptera, Syrphidae) potencial agente de control biológico. *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 28(1-2): 245-249.
- Behura, B.K., Bohidar, K., 1983. Effect of temperature on the fecundity of five species of aphids. *Pranikee* 4, 23–27.
- Blackman, R. L., and Eastop V. F. 1984. *Aphids on the world's Crops. An Identification and Information Guide*. Chichester, UK: John Wiley.
- Bustillo A.E; Sánchez, G. 1981. *Los áfidos en Colombia. Plagas que afectan los cultivos agrícolas de importancia económica*. Editorial Produmedios, Bogotá. Colombia. 96 pp.
- Chang, C.P., Fang, M.N., Tseng, H.Y., 1982. Studies on the life history and varietal resistance in grain sorghum aphid, *Melanaphis sacchari* Zehntner in central Taiwan. *Chin. J. Entomol.* 2, 70–81.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG), SF. Guía para el manejo de pulgón Amarillo del sorgo, revisado el 17 de agosto de 2017. Recuperado de http://www.cesaveg.org.mx/new/manual_guia%20para_el_manejo_de_pulgón_amarillo_del_sorgo.pdf.
- David SK, 1977. Host-selection and speciation in some South Indian aphids. In: Ananthkrishnan TN, ed. *Insects and Host-specificity*. Delhi, India: Macmillan.
- Denmark H.A. 1988. *Surgacane aphids in Florida*. Dept. Agric y consumer Serv., Dir. Plant Industry. 2 pp. *Entomol. Circ No.* 302.
- Doggett, H. 1988. *Sorghum*. 2nd edn. Trop. Agric. Series: Longman. 512p.
- González-Moreno, A., M. A. Marcos-García & P. Manrique-Saide. 2011. Registros nuevos de especies de sírfidos (Diptera: Syrphidae) para Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1-18.

- Hamid S, 1987. Fecundity potential of graminaceous aphids in Pakistan *Jornal of Zoology*, 17(1): 49-58.
- Harlan. J.R., and de wet, J.M.J. 1972. A simplified classification of cultivate sorghum. *Crop. Sci.* 12:172-176.
- Holman J. Los áfidos de Cuba. Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1974; 296 p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2009. Promedios de Temperatura (°C), Precipitación (mm) y Humedad relativa (HR %) en El Centro Experimental El Plantel, Tipitapa, Managua, NI.
- INTA (Instituto Nicaragüense de tecnologías agropecuarias). 2009. Guía técnica del sorgo. 2ed. Nicaragua. 33p.
- LA PRENSA, 2017. El sorgo está en peligro en Nicaragua. Consultada 18 de marzo 2017. Disponible en: <https://www.laprensa.com.ni/2017/02/25/economia/2188762-sorgo-esta-en-peligro-en-nicaragua>
- Martin, F.W.1985. Sorghum. In: *CRC Handbook of Tropical food crops*: CRC press, Inc., Ohio, USA.
- Pineda, A. & M. A. Marcos-García. 2008. Use of selected flowering plants in greenhouses to enhance aphidophagous hoverfly populations (Diptera: Syrphidae). *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)* 44(4): 487-492.
- Purseglove J,W.1972. *Tropical crops. I. Monocotyledons*. New York: John Wiley. 334p.
- Rensburg NJV, 1973. Notes on the occurrence and biology of the sorghum aphid in South Africa. *Journal of the Entomological Society*.
- Rodríguez del Bosque, L, A y Maya Hernández V . 2014. Pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) Nueva plaga del sorgo en Tamaulipas. Mexico. 2p
- Rodríguez, L.A y Hernández, V.M 2014. El pulgón Amarillo del sorgo en Tamaulipas. Consultado el 16 de marzo del 2017. Disponible en: <https://www.agrosintesis.com/el-pulgón-amarillo-del-sorgo-en-tamaulipas/>

- SAS Institute (2002). Statistical Analysis System. SAS/ETS 9 User's Guide, Volumes 1 and 2. SAS Institute Inc. Cary, NC, EUA. 2143 pp.
- SENASICA, 2014. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria Pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica, no 43, 15 p.
- Setokuchi O, 1979. Damage to forage sorghum by *Longiunguis sacchari* (Zennther) (Aphididae). Proceeding of the Association of Plant Protection of Kyushu, 22:139-141.
- Setokuchi O, 1979. Damage to forage sorghum by *Longiunguis sacchari* (Zehntner) (Aphididae). Proceeding of the Association of Plant Protection of Kyushu, 22:139-141.
- Shannon, C, E y Weaver W, (1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 p.
- Simmonds F. J., J. M. Franz & R. I. Sailer, 1976. History of Biological Control. En: Huffaker C. B. & P. S. Messengers (eds.), Theory and Practice of Biological Control, Academic Press, Londres, pp. 17-39
- Snowden, J.D. 1955. The wild fodder sorghum of the genus *Eusorghum*. J. Linn. Soc. lond. 55:191.
- Suárez, M.M. y Zeledón, J.L. 2003. Uso eficiente del nitrógeno por cuatro variedades de sorgo uranífero (*Sorghum bicolor* (L) Moench, en el municipio de San Ramón, Matagalpa. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 53p
- Voegtlin, D.; Villalobos, W.; Sánchez, M.; Saboriό, G. y rivera, C. 2003. Áfidos alados de Costa Rica. Revista de Biología Trόpical, Vol. 51. Supl 2. Mayo, 2003. UCR, San José, Costa Rica. 225 pag.

VIII. ANEXOS

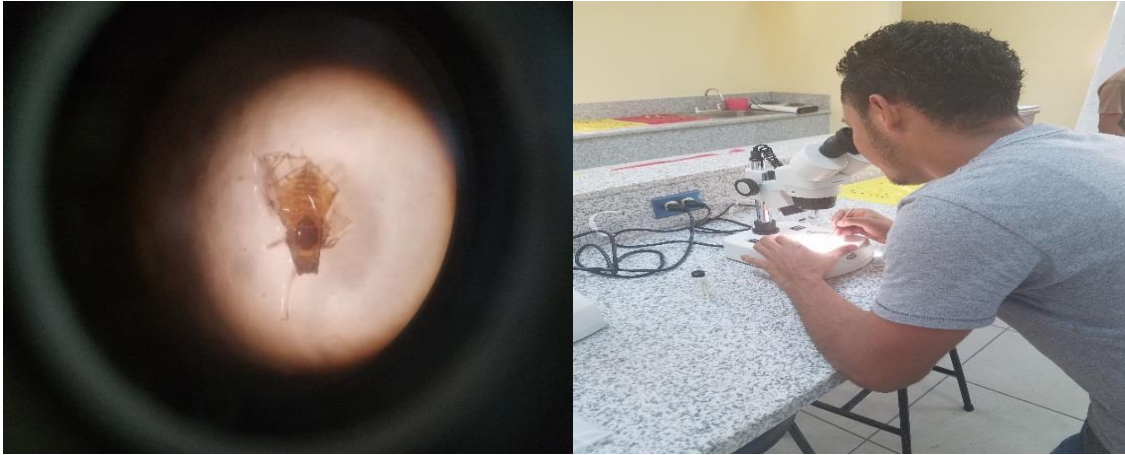
Anexo 1. Limpieza y preparación del terreno para la siembra.



Anexo 2. Presencia de pulgón amarillo.



Anexo 3. Observación e identificación de *M. sacchari*.



Anexo 4. Trampas de dos colores a tres diferentes alturas.



Anexo 5. Observación en trampas y muestreos de hospederos alternos.



Anexo 6. Área para observar el ciclo de vida y tasa de reproductividad de *M. sacchari*.



Anexo 7. Hospedero y trampas clic para observar el ciclo de vida y tasa de reproductividad de *M. sacchari*.



Anexo 8. Hoja de muestreo.

Cultivo				Fecha de muestreo				Estación	
Planta	Afidos ápteros/ planta	Afidos Alados/ Planta	Colonias Afidos/ Planta	Mariquitas	León De afidos	Arañas	Syrphidos	Otros	Observaciones
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
total									