



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**CARACTERIZACIÓN DEL PULGÓN AMARILLO
DEL SORGO (*Melanaphis sacchari/sorghii*)
Zehntner, EN EL CULTIVO DE SORGO
(*Sorghum bicolor* (L.) Moench, EN EL ESTADO
DE MORELOS.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
DESARROLLO RURAL**

**P R E S E N T A:
DANIEL PERALES ROSAS**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. DAGOBERTO GUILLÉN SÁNCHEZ**



Cuernavaca, Morelos a 21 de octubre del 2019

CARACTERIZACIÓN DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO (*Melanaphis sacchari/sorghii*) Zehntner, EN EL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench, EN EL ESTADO DE MORELOS.

Tesis realizada por **Daniel Perales Rosas** bajo la dirección del Comité Revisor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
DESARROLLO RURAL**

COMITÉ REVISOR

Director de tesis: _____
Dr. Dagoberto Guillén Sánchez

Asesor: _____
Dr. Ricardo Hernández Pérez

Asesor: _____
Dr. Irán Alía Tejacal

Asesor: _____
Dr. Víctor López Martínez

Asesor: _____
Dr. Porfirio Juárez López

Asesor: _____
Dra. María Andrade Rodríguez

Asesor: _____
Dr. Francisco Perdomo Roldan

Cuernavaca Morelos a 21 de octubre del 2019.

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)**, por la beca proporcionada para el desarrollo del programa doctoral, espero retribuir a la sociedad mexicana este gran apoyo.

A la **Universidad Autónoma del Estado de Morelos** y a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias**, por brindarme una educación de calidad y permitirme alcanzar una meta más en mi vida.

Al Director de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, **M.C. José Eduardo Bautista Rodríguez** por permitirme continuar mis estudios de doctorado, al **M.C. Vladimir Lezama López, Jheny** y **Vicente**, por todas las facilidades brindadas durante mi estancia en el postgrado.

Al **Dr. Dagoberto Guillén Sánchez** por aceptarme como su estudiante en el postgrado y aceptar dirigir este trabajo, por su amistad y gratos momentos en el DagusGarden.

Al **Dr. Ricardo Hernández Pérez** y su familia por todo el apoyo brindado en mis estudios de postgrado, por esas charlas tan amenas y comida cubana tan rica que he tenido la fortuna de conocer.

A todos mis asesores **Dr. Víctor López Martínez, Dr. Irán Alía Tejacal, Dr. Porfirio Juárez López, Dra. María Andrade Rodríguez** y al **Dr. Francisco Perdomo Roldán**, por todos sus atinados comentarios y sugerencias realizadas durante el desarrollo de mi estancia en el postgrado.

A **Mairel** por ayudarme en la revisión de esta tesis y recordarme siempre las fechas de los trámites del postgrado.

DEDICO ESTA TESIS:

A mis hijos: Saúl Emiliano y Carlos Daniel, por ser lo que más amo en mi vida.

A mis padres: Ángel y Belén por enseñarme a ser lo que soy.

A mis hermanos: Carlos, Lucía, Francisco, Miguel Ángel, Arnulfo y Jorge Alberto y a todos mis sobrinos por ser la fortaleza de nuestra familia.

A Mairel Valle por su amor y compañía.

A todos mis amigos de Canoas: Chino, Romo, Conejo, Conche y Mono por los momentos agradables que pasamos.

A mis compañeros de FITOLAB, a mis amigos y socios Pedro Mata y Pablo Valle.

Sinceramente: Daniel

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
LITERATURA CITADA	4
CAPÍTULO I	5
COMPORTAMIENTO DE HÍBRIDOS DE <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench, FRENTE A <i>Melanaphis sacchari/sorghii</i> EN EL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO ¹	5
Resumen.....	5
PERFORMANCE OF <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench, HYBRIDS AGAINST <i>Melanaphis sacchari/sorghii</i> IN THE STATE OF MORELOS, MÉXICO	6
Abstract.....	6
1.1. Introducción.....	7
1.2. Materiales y métodos	9
1.3. Resultados y discusión.....	10
1.4. Conclusiones.....	12
1.5. Literatura citada	13
CAPITULO II	16
DETECCION DE <i>SUGARCANE YELLOW LEAF VIRUS</i> (SCYLV) Y <i>SUGARCANE MOSAIC VIRUS</i> (SCMV) EN SORGO (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) EN EL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO ²	16
Resumen.....	16
DETECTION OF <i>SUGARCANE YELLOW LEAF VIRUS</i> (SCYLV) AND <i>SUGARCANE MOSAIC VIRUS</i> (SCMV) IN SORGHUM (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) IN THE STATE OF MORELOS, MÉXICO	17
Abstract.....	17
2.1. Introducción.....	18
2.2. Materiales y métodos	19

2.3.	Resultados y discusión.....	23
2.3.1.	Absorbancia detectada de <i>Sugarcane yellow leaf virus</i> (SCYLV) en híbridos de sorgo/ localidades	23
2.3.2.	Absorbancia detectada de <i>Sugarcane mosaic virus</i> (SCMV) en híbridos de sorgo/localidades	25
2.4.	Conclusiones.....	26
2.5.	Literatura citada	27
CAPÍTULO III		29
EVALUACIÓN DE LA ANTIBIOSIS, ANTIXENOSIS Y TOLERANCIA DE <i>Melanaphis sacchari/sorgho</i> EN HÍBRIDOS DE SORGO EN MORELOS, MÉXICO ³		29
Resumen.....		29
EVALUATION OF ANTIBIOSIS, ANTIXENOSIS AND TOLERANCE OF <i>Melanaphis sacchari/sorgho</i> IN SORGHUM HYBRIDS IN MORELOS, MÉXICO.....		30
Abstract.....		30
3.1.	Introducción.....	31
3.2.	Materiales y métodos	32
3.3.	Resultados y discusión.....	34
3.3.1.	Antixenosis	34
3.3.2.	Antibiosis	35
3.3.3.	Tolerancia.....	36
3.4.	Conclusiones.....	38
3.5.	Literatura consultada.....	39
CAPITULO IV		42
CONTROL QUÍMICO DE <i>Melanaphis sacchari/sorgho</i> EN HÍBRIDOS DE SORGO EN EL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO ⁴		42
Resumen.....		42
CHEMICAL CONTROL OF <i>Melanaphis sacchari/sorgho</i> IN HYBRIDS OF SORGHUM IN THE STATE OF MORELOS, MEXICO.....		43
Abstract.....		43

4.1. Introducción.....	44
4.2. Materiales y Métodos	45
4.3. Resultados y Discusión	46
4.3.1. Germinación de semillas	46
4.3.2. Incidencia de <i>M. sacchari /sorgho</i>	47
4.3.3. Variables agronómicas	50
4.4. Conclusiones.....	53
4.5. Literatura citada	54
DISCUSIÓN GENERAL	57
CONCLUSIÓN GENERAL	59
RECOMENDACIONES	60
LITERATURA CITADA.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Curva de tendencia de la absorbancia por municipios. Concentración detectada en las muestras de sorgo para el Virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar, (<i>Sugarcane yellow leaf virus</i>) (SCYLV), Morelos, 2017.....	24
2. Curva de tendencia de la absorbancia por municipios. Concentración detectada en las muestras de sorgo para <i>Sugarcane mosaic virus</i> (SCMV) en híbridos de sorgo/localidades, Morelos, 2017.....	26

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Severidad de <i>Melanaphis sacchari</i> en seis híbridos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) en Xalostoc, estado de Morelos, 2016.....	10
2. Comparación de variables agronómicas de seis híbridos de Sorgo en Xalostoc, estado de Morelos, 2016.....	11
3. Procedencia y municipios donde fueron colectadas las muestras de follaje de sorgo en el estado de Morelos, 2017.....	20
4. Disposición de las muestras en la placa de reacción ELISA para ambos virus.....	22
5. Valores medios del número de áfidos de <i>Melanaphis sacchari/sorghu</i> por planta en seis híbridos comerciales de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>), mediante la prueba de libre selección de hospedero.....	34
6. Tiempo reproductivo (In), tiempo pre-reproductivo (d), tasa de reproducción (Md) y tasa intrínseca de incremento poblacional (rm) de <i>M. sacchari/sorghu</i> , en seis híbridos comerciales de sorgo (<i>S. bicolor</i>).....	36
7. Evaluación del área foliar (AF), peso seco (PS) y contenido de clorofila (Cl), en seis híbridos comerciales de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>), en plantas sanas e infestadas con <i>Melanaphis sacchari/sorghu</i>	37
8. Porcentaje de germinación de los tratamientos a semilla de Poncho, Cruiser 5 FS y Tools TS en los híbridos DKS-46, Ambar y 85-P15 de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) en Xalostoc, estado de Morelos, 2018.....	47
9. Incidencia de <i>Melanaphis sacchari</i> en los tratamientos de Poncho, Cruiser 5 FS y Tools TS en el híbrido DKS-46 de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) en Xalostoc, estado de Morelos, 2018.....	48
10. Incidencia de <i>Melanaphis sacchari</i> en los tratamientos de Poncho, Cruiser 5 FS y Tools TS en el híbrido Ambar de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) en Xalostoc, estado de Morelos, 2018.....	49

11. Incidencia de <i>Melanaphis sacchari</i> en los tratamientos de Poncho, Cruiser 5 FS y Tools TS en el híbrido 85-P15 de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) en Xalostoc, estado de Morelos, 2018.....	49
12. Comparación de variables agronómicas en los tratamientos a semilla del híbrido DKS-46 en Xalostoc, estado de Morelos, 2018.....	51
13. Comparación de variables agronómicas en los tratamientos a semilla del híbrido Ambar en Xalostoc, estado de Morelos, 2018.....	52
14. Comparación de variables agronómicas en los tratamientos a semilla del híbrido 85 P15 en Xalostoc, estado de Morelos, 2018.....	53

INTRODUCCIÓN GENERAL

En el año 2017, México fue el noveno productor mundial de sorgo (*Sorghum bicolor* L.), con 1,456,329.81 ha cultivadas, con un rendimiento de 3.40 t ha⁻¹ y una producción de 4,853,109.66 t (SIAP, 2017). En este mismo ciclo agrícola, en el estado de Morelos se sembraron 33,068.80 ha, con una producción de 186,591.91 t y un rendimiento de 5.65 t ha⁻¹ (SIAP, 2017). Este grano es utilizado como base de la alimentación de ganado en México.

El sorgo se cultiva en 27 municipios del estado de Morelos, sobresaliendo por superficie sembrada Yecapixtla, Tepalcingo, Jantetelco, Jonacatepec, Axochiapan y Ayala, con el 63% de la superficie cultivada (SIAP, 2017).

El pulgón amarillo del sorgo, *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1879) (Hemiptera: Aphididae), es una plaga originaria de África que ataca al cultivo de sorgo, caña de azúcar, maíz, trigo, arroz, cebada y algunos pastos (Maya-Hernández y Rodríguez-del Bosque, 2014), reportada en países de África, Asia, Australia, Medio Oriente, Centroamérica y Sudamérica (Angola, Brasil, China, Colombia, Ecuador, Egipto, Etiopía, Haití, Hawái, India, Indonesia, Japón, Sudáfrica, Venezuela, entre otros) (Singh *et al.*, 2004). En Norteamérica, se detectó en Florida en caña de azúcar (Summers, 1978); en Luisiana en 2001 (White *et al.*, 2001); en el 2013 se detectó en Texas atacando sorgo (Maya-Hernández y Rodríguez-del Bosque, 2014). En México se reportó por primera vez en el 2013 atacando al cultivo de sorgo en el estado de Tamaulipas (Maya-Hernández y Rodríguez-del Bosque, 2014). En julio del 2015 se detectaron brotes de *Melanaphis sacchari* en el estado de Morelos (CESVMOR, 2015). La importancia económica de *Melanaphis sacchari* fueron las pérdidas en rendimiento de un 60% en cultivos de sorgo, los daños se derivan de la succión de la sabia de las hojas, las que se tornan rojizas por las lesiones, los daños indirectos son el desarrollo de fumagina (*Capnodium* spp.), lo que reduce la fotosíntesis e incrementa la transmisión de enfermedades virales como *Sugarcane Yellow Leaf Virus* en sorgo y caña (SCYLV), *Sugarcane Mosaic Virus* (SMV) (Singh *et al.*, 2004).

Las especies de pulgón amarillo asociadas a caña de azúcar y sorgo probablemente involucran a un “grupo” formado por *M. sacchari* y *M. sorghi* (Theobald, 1904, citado por Peña-Martínez *et al.*, 2016). Blackman y Eastop (2015) señalan que algunos genotipos recolectados de *S. bicolor* podrían ser atribuidos a *M. sorghi*. Considerando la controversia taxonómica con respecto al grupo de especies o biotipos que puedan estar involucradas, así como a la información biológica deficiente, Peña-Martínez *et al.* (2015) han agrupado al complejo pulgón amarillo como *Melanaphis sacchari/sorghi*, así mismo refiere que dicho complejo se hospeda en 23 géneros de poaceas cultivadas y silvestres a nivel mundial, de los cuales 18 están presentes en México.

Nibouche *et al.* (2018) observaron al superclon dominante MLL-F de *Melanaphis sacchari* como un nuevo genotipo invasivo que coloniza al sorgo y caña de azúcar y se ha extendido rápidamente en las regiones productoras de sorgo de Estados Unidos, México, Puerto Rico y Centro América. Su origen es probablemente el continente asiático.

Al ser una plaga invasiva de recién introducción en México y en el estado de Morelos existen interrogantes sobre su comportamiento atípico en los hospederos de *Melanaphis sacchari* reportados alrededor del mundo y presentes en México, se desconoce el comportamiento fitosanitario de esta plaga exótica en los campos agrícolas de México y el estado de Morelos, por lo que se plantean los siguientes objetivos generales y específicos.

Objetivo general

1. Caracterizar el comportamiento fitosanitario de *Melanaphis sacchari/sorghi* en el cultivo de sorgo en el estado de Morelos.

Objetivos específicos

1. Determinar el comportamiento de 6 híbridos comerciales de sorgo al ataque de *Melanaphis sacchari/sorghii* en el estado de Morelos.
2. Determinar la presencia del *Sugarcane Yellow Leaf Virus* (SCYLV) y *Sugarcane Mosaic Virus* (SCMV) transmitidos por *Melanaphis sacchari/sorghii* en el cultivo de sorgo en el estado de Morelos.
3. Determinar la antibiosis, antixenosis y tolerancia de 6 híbridos comerciales de sorgo al ataque de *Melanaphis sacchari/sorghii* en el estado de Morelos.
4. Determinar el efecto de control en las poblaciones de *Melanaphis sacchari/sorghii* de 3 insecticidas sistémicos comerciales aplicados en tratamiento a semilla en 3 híbridos comerciales de sorgo en el estado de Morelos.

Hipótesis

1. Los 6 híbridos comerciales de sorgo presentan diferentes niveles de daño al ataque de *Melanaphis sacchari/sorghii* en el estado de Morelos.
2. Al menos uno de los siguientes virus transmitidos por *Melanaphis sacchari/sorghii* se encuentran presentes en los campos de sorgo del estado de Morelos: *Sugarcane Yellow Leaf Virus* (SCYLV) y *Sugarcane Mosaic Virus* (SCMV).
3. Los 6 híbridos comerciales de sorgo evaluados cuentan con al menos un mecanismo de resistencia al ataque de *Melanaphis sacchari/sorghii* en el estado de Morelos.
4. El tratamiento de la semilla sorgo con insecticidas sistémicos permite una protección del cultivo, en las primeras semanas de la emergencia, al ataque de *Melanaphis sacchari/sorghii*.

LITERATURA CITADA

- Blackman, R.L.; and Eastop, V.F. 2015. Aphids on the World's Plants: An online identification and information guide. En línea: <http://www.aphidsonworldsplants.info/>
Fecha de acceso: 22 de Julio, 2019.
- CESVMOR. 2015. Daño del pulgón amarillo, *Melanaphis sacchari*, en el Estado de Morelos en el ciclo primavera-verano 2015. Reporte Parcial. No publicado.
- Maya-Hernández, V., y Rodríguez-del Bosque A. 2014. Pulgón amarillo: una nueva plaga del sorgo en Tamaulipas. INIFAP-Río Bravo, 2 p.
- Nibouche, S.; Costet, L.; Holt, J.R.; Jacobson, A.; Pekarck, A.; and Sadeyen, N. 2018. Invasion of sorghum in the Americas by a new sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) superclone. *PLoS One*. 13(4):
- Peña-Martínez, R.; Muñoz-Viveros, A.L.; Ramos-Espinoza, M.G.; y Terrón-Sierra, R. 2015. Listado de plantas hospederas del complejo *Melanaphis sacchari/sorghum* (Hemiptera: Aphididae), registro internacionales y potenciales en México. *Entomología Mexicana*. 2: 582-587.
- Peña-Martínez, R.; Muñoz-Viveros, A.L.; Bujanos-Muñiz, R.; Luévano-Borroel, J.; Tamayo-Mejía, F.; y Cortez-Moncada, E. 2016. Formas sexuales del complejo pulgón amarillo del sorgo, *Melanaphis sacchari/sorghum* en México. *Southwestern Entomologist* 41(1):127-131.
- Singh, B.V.; P.G. Padmaja; and N. Seetharama. 2004. Biology and management of the sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae) in sorghum: a review. *Crop Protection* 23:739-755.
- Sumers, T.F. 1978. Sugarcane aphids, *Melanaphis sacchari*- Florida cops. *Plant Pest Rep.* 3, 496.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. En línea: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> .
Fecha de acceso: 04 de junio, 2019.
- White, W.H.; Reagan, T.E.; Hall, D.G. 2001. *Melanaphis sacchari* (Homoptera: Aphididae), a sugarcane pest new to Louisiana. *Florida Entomologist* 84: 435-436.

CAPÍTULO I

COMPORTAMIENTO DE HÍBRIDOS DE *Sorghum bicolor* (L.) Moench, FRENTE A *Melanaphis sacchari/sorghii* EN EL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO¹

Daniel Perales-Rosas, Dagoberto Guillén-Sánchez, Víctor López-Martínez, María Andrade-Rodríguez, Irán Alia-Tejacal, Ricardo Hernández-Pérez, Porfirio Juárez-López

Resumen

Algunos estudios han informado la baja diferenciación genética de *Melanaphis sacchari/sorghii* y su gran plasticidad fenotípica, para someterse rápidamente a cambios adaptativos que incluyen el cambio de huésped y provocan la rápida dispersión de este insecto. En el ensayo se evaluó el nivel de daños y comportamiento de seis híbridos comerciales de *Sorghum bicolor* (L.) Moench, frente al ataque de este pulgón en Xalostoc, Morelos. Como resultado, se observó una incidencia del pulgón amarillo desde los 21 días de la siembra (DDS) en todos los genotipos, pese a los insecticidas presentes en la semilla. La intensidad del ataque fue ligera (25%) hasta los 35 DDS. Con un aumento de la intensidad a los 49 DDS (grado 2), con la menor severidad en el híbrido Ambar (50.6%) y el más elevado en Milenia (65%). A los 56 DDS se produjo el pico más elevado del ataque del pulgón, siendo los más afectados, 85 P20 (85%) y Milena (83.7%). Al final del ciclo se formaron dos grupos, los menos infestados (85 P15, Ambar y DKS-46) y los más dañados (Milenia, Cobalto y 85 P20). Las variables agronómicas como: peso fresco de la planta, altura de la planta, peso de la panoja y peso seco de la planta no tuvieron diferencias.

¹Este capítulo fue publicado en la revista *SOUTHWESTERN ENTOMOLOGIST*:

Perales-Rosas, D. Guillén-Sánchez, D. López-Martínez, V. Andrade-Rodríguez, M. Alia-Tejacal, I. Hernández-Pérez, R. Juárez-López, P. 2017. Comportamiento de Híbridos de *Sorghum bicolor* (L.) Moench, Frente a *Melanaphis sacchari/sorghii* en el Estado de Morelos, México. *SOUTHWESTERN ENTOMOLOGIST*. 42(3): 815-820. <https://doi.org/10.3958/059.042.0320>

Solo hubo diferencias en los grados brix, con valores bajos para los híbridos Ambar (3.5°Bx) y 85 P15 (4.2°Bx), mismos que difieren de los que tuvieron valores más elevados, 85 P20 (6.9) y Milena (6.5°Bx), mientras éstos no se diferenciaron de DKS-46 y Cobalto con 4.7 y 5.2°Bx, respectivamente.

Palabras claves: *Sorghum bicolor*, *Melanaphis sacchari/sorghii*.

PERFORMANCE OF *Sorghum bicolor* (L.) Moench, HYBRIDS AGAINST *Melanaphis sacchari/sorghii* IN THE STATE OF MORELOS, MÉXICO

Abstract

Some studies have reported the low genetic differentiation of *Melanaphis sacchari/sorghii* and its great phenotypic plasticity to quickly undergo adaptive changes that include change of host and rapid dispersion. In this experiment, damage and behavior of six commercial *Sorghum bicolor* (L.) Moench hybrids, against attack by the aphid were evaluated at Xalostoc, Morelos. The incidence of the sugarcane aphid from 21 after days sowing (ADS) was observed in all genotypes, despite insecticides coating the seed. The intensity of attack was light (25%) to 35 ADS. The intensity increased at the 49 ADS to (grade 2), with least severity in the Ambar hybrid (50.6%) and the greatest for Milenia (65%). The aphid was most abundant at 56 ADS, with 85 P20 (85%) and Milena (83.7%) the most affected hybrids. At the end of the crop cycle, two groups were formed, the least infested (85 P15, Ambar, and DKS-46) and the most damaged one (Milenia, Cobalt, and 85 P20). Agronomic variables such as fresh weight of the plant, plant height, tang weight, and dry weight of the plant were not different. There were differences only in the brix degrees, with low values for Ambar (3.5°Bx) and 85 P15 (4.2°Bx) hybrids, significantly different from 85 P20 (6.9) and Milena (6.5°Bx).

Key words: *Sorghum bicolor*, *Melanaphis sacchari*.

1.1. Introducción

Dentro de los Estados productores de sorgo en México, Morelos está considerado uno de los de mayor importancia, con 27 municipios en los que sobresalen por la superficie sembrada, Tepalcingo, Yecapixtla, Jonacatepec, Jantetelco, Cuautla, Axochiapan, y Ayala con un total de 42,541 hectáreas, una producción de 187,566 toneladas y un rendimiento de 4.41 t. ha⁻¹ (SIAP, 2015). El sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), como otras Poaceae son importantes huéspedes cultivados del áfido de la caña de azúcar (*Melanaphis sacchari/sorghii*) una plaga de importancia económica que se ha distribuido en Asia, África, Australia, y Sudamérica (Singh *et al.*, 2004).

Melanaphis sacchari/sorghii, considerada actualmente una plaga invasiva del sorgo, fue reportada en el 2013 a lo largo de la costa del Golfo de Texas y Luisiana (Villanueva *et al.*, 2014). A finales de 2015, se informó de su presencia en el sorgo de grano, sorgo-sudán híbridos, sorgo dulce, algunas variedades de mijo, y Johnsongrass en 17 estados y más de 400 condados en Estados Unidos (Bowling *et al.*, 2015). Este áfido fue reportado en México en el 2013 atacando sorgo en el estado de Tamaulipas (Maya *et al.*, 2014), y en el 2015 se detectó sobre brotes de este cultivo en Morelos, para lo cual se inició la preparación de un programa estratégico para su control (SENASICA, 2014).

El insecto causa daños en la planta al alimentarse de la savia en hojas y a lo largo del tallo, sobre todo cuando ocurre un aumento exponencial de las poblaciones, las que pueden llegar hasta 30,000 individuos por hoja. Lo que ocasiona, estrés y reducción de la eficiencia fotosintética, con incidencia de fumagina (*Capnodium* spp.), dada la producción de miel de rocío excretada por estos insectos (Singh *et al.*, 2004), además del peligro que representa como vector del virus sugarcane yellow leaf virus. Otro de los daños importantes ocasionados por esta plaga en sorgo son los síntomas en las hojas infestadas las que cambian del color verde al amarillo, púrpura, y, finalmente, marrón como declinación de vigor, retraso en el crecimiento, hasta la necrosis de las hojas maduras (Bowling *et al.*, 201).

Los tratamientos de semillas con insecticidas son muy útiles como primera línea de defensa y pueden retrasar o impedir una aplicación foliar, especialmente en sorgo de doble propósito o en siembras tardías. Las semillas tratadas con insecticidas disponibles para el sorgo de grano pueden proporcionar entre tres semanas y un mes de protección contra insectos (Jones *et al.*, 2015), pero este enfoque tiene limitaciones. La resistencia genética, sobre todo de híbridos de sorgo con tolerancia o resistencia, ha sido una táctica usada en el manejo en campo de esta plaga, debido a su facilidad de uso y su compatibilidad con los enemigos naturales (Brewer y Elliott, 2004).

Después de algunos estudios morfológicos y moleculares (Nibouche *et al.*, 2014) sobre este pulgón a partir de colectas de 15 países, no se habían encontrado evidencias para diferenciar a *M. sacchari* de *M. sorghi*. Mientras, Blackman y Eastop (2015) señalaron que algunos genotipos recolectados sobre sorgo, podrían ser imputados a *M. sorghi*. Por lo que tomando en cuenta la controversia taxonómica respecto al grupo de especies o biotipos, se ha preferido ratificar hasta la fecha a la especie como "complejo *M. sacchari/sorghi*"; citando dentro de sus hospederos a 23 géneros de poáceas cultivadas y silvestres a nivel mundial, de los cuales 18 están presentes en México (Peña *et al.*, 2015).

Recientes resultados de Nibouche *et al.* (2015), confirmaron que pese a la baja diferenciación genética del complejo *M. sacchari/sorghi*, se demostró la capacidad de los linajes asiduos de áfidos para someterse rápidamente a cambios adaptativos incluyendo el cambio de una planta huésped a otra; lo que evidenció la existencia de compensaciones de aptitud, detectándose colonias o formas como (Ms15), casi exclusivamente en sorgo silvestre. Por lo que se sostiene la necesidad de continuar profundizando en la diferenciación de biotipos dentro del complejo *M. sacchari/sorghi*, sobre todo en la identidad, ciclo biológico en laboratorio y campo, su comportamiento genético varietal y hospederos silvestres, así como la respuesta de estos biotipos frente a diferentes factores climáticos (Peña *et al.*, 2015).

El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento de 6 híbridos comerciales de sorgo al ataque de *Melanaphis sacchari/sorghi* en el estado de Morelos.

1.2. Materiales y métodos

Se inició el ensayo con la siembra de los seis híbridos de sorgo, el 13 de julio del 2016, usando como genotipos a: Ambar 752E4436K (Asgrow[®]), Cobalto 752EPM46Y (Asgrow[®]), 85 P20 (Pioneer[®]), 85 P15 (Pioneer[®]), Milenia (Velsimex[®]), y DKS-46 (Dekalb[®]). Estos fueron sembrados en el área experimental de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc (UAEM), estado de Morelos, con tipo de suelo arcillosos, vertisol. Ubicado a los 18° 44' 39'' N y 98° 54' 34'' O, altura de 1 294 msnm. Con clima cálido semihúmedo, temperatura promedio de 21-24°C, HR baja y precipitaciones promedio entre 720 y 820 mm. Los genotipos fueron establecidos en un diseño experimental de bloques completamente al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, considerando a la unidad experimental con 9 surcos (0.75 x 7 m) = (47.25 m²), teniendo como parcela útil los siete surcos centrales, excluyendo el borde de 0.5 m. Toda la semilla, está tratada con insecticida previamente a la siembra por la casa comercial: (Clothianidin) en Ambar, Cobalto y DKS-46, y tiametoxam en 85 P20, 85 P15, y Milenia. Las atenciones culturales fueron aplicadas como se indican en el instructivo del cultivo en Morelos (Ávila, 1997).

La severidad de *M. sacchari/sorghii*, fue evaluada cada siete días a partir de los 15 días de la siembra en campo, sobre 10 plantas tomadas al azar en cada tratamiento (híbrido), aplicando la escala de Van den Berg (2002) con 4 grados: (grado 0: sin pulgones, grado 1: ligera infestación con pocos pulgones en hojas (sin hojas muertas); grado 2: infestaciones moderadas con muchos pulgones presentes en dos o tres hojas (con una o dos hojas muertas), grado 3: alta infestación con pulgones en casi todas las hojas; grado 4: la mayoría de la planta muerta), calculando el índice mediante la fórmula de Townsend y Heuberger (1943).

En cada unidad se seleccionaron 10 plantas a las que se les evaluó las siguientes variables agronómicas: días a floración, altura (cm), peso de la panoja, biomasa fresca del rastrojo (g), biomasa seca del rastrojo (g), secado a 65°C/72 h; rendimiento (g), peso (g) de 10 panojas, y concentración de azúcares (grados Brix) en 5 tallos. Los datos colectados fueron sometidos a un análisis de varianza y una prueba de

comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) mediante el paquete estadístico SAS® versión 9.0.

1.3. Resultados y discusión

A partir de los 21 días de la siembra (DDS) se detectó la presencia de *M. sacchari/sorghii* en todos los genotipos evaluados en el presente experimento. La infestación inicial fue ligera (25%) hasta la tercera evaluación (35 DDS), sin diferencia estadística entre los híbridos. A los 49 días el daño ocasionado por el pulgón aumento a grado 2 (hojas muertas) en el híbrido Ambar el que presentó la menor severidad (50.6%), diferente de Milenia, el más afectado con (65%), sin diferencia de estos con los demás. A los 56 DDS se produjo el mayor ataque de la plaga, aunque Ambar continuó siendo el menos infestado con (71.25%), difiriendo de 85 P20 (85%), y Milena (83.7%), sin diferencia entre los demás (Cuadro 1). Respecto a la intensidad del ataque, Hernández *et al.*, (2016) refirieron que la menor densidad de población de pulgones ocurrió en las etapas tempranas del cultivo decreciendo con la senescencia de la planta, aunque consideraron al híbrido Ambar uno de los más afectados.

Cuadro 1. Severidad de *Melanaphis sacchari* en seis híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*) en Xalostoc, estado de Morelos, 2016.

% de severidad de <i>Melanaphis sacchari</i> en el cultivo de sorgo, Morelos, 2016.										
No. Trat.	Híbrido	1ra. Eval.	2da. Eval.	3ra. Eval.	4ta. Eval.	5ta. Eval.	6ta. Eval.	7ma. Eval.	8va. Eval.	9na. Eval.
T1	Ambar	21.87 a	25 a	25 a	29.37 a	50.62 b	71.25 b	14.37 b	0.0 a	0.0 a
T2	Cobalto	24.37 a	25 a	25 a	25.00 a	56.25 ba	80.00 ba	31.25 a	0.0 a	0.0 a
T3	85 P20	24.37 a	25 a	25 a	31.25 a	58.75 ba	85.00 a	30.00 a	0.0 a	0.0 a
T4	85 P15	23.12 a	25 a	25 a	24.37 a	53.12 ba	75.62 ba	13.75 b	0.0 a	0.0 a
T5	Milena	24.37 a	25 a	25 a	30.62 a	65.00 a	83.75 a	31.87 a	0.0 a	0.0 a
T6	DKS-46	24.37 a	25 a	25 a	28.12 a	57.50 ba	80.00 ba	16.87 b	0.0 a	0.0 a

Medias con la misma letra en la columna no difieren estadísticamente Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

El rápido incremento de la población de *M. sacchari/sorghii* es fácilmente explicable ya que los individuos maduran hacia formas anholocíclicas que se reproducen partenogenéticamente y de manera muy rápida (Nibouche *et al.*, 2014, Vázquez *et al.*,

2016), corroborándose el alto grado de especialización de este biotipo o linaje exclusivo para dicho huésped (Nibouche *et al.*, 2015). A partir de los 63 DDS, se observó una disminución de la población del insecto, al parecer por el efecto mecánico de las lluvias. En base a la severidad de *M. sacchari/sorgho* se diferenciaron dos grupos: los genotipos menos infestados como 85 P15, Ambar, y DKS-46 con un 13.7, 14.3, y 16.8%, respectivamente, y los más dañados fueron Milenia, Cobalto, y 85 P20 con 31.8, 31.2, y 30.0%, de la misma forma. A los 77 DDS no se detectó la plaga en ninguno de los híbridos.

Pese a las diferencias en cuanto a la intensidad del daño ocasionado por *M. sacchari/sorgho* sobre los híbridos, no existieron diferencias estadísticas para, el peso fresco de la planta, la altura de la planta, peso de la panoja y peso seco de la planta. Sin embargo, se observó diferencias en cuanto a la concentración de azúcares (grados brix), con valores bajos para los híbridos Ambar (3.5°Bx) y 85 P15 (4.2°Bx), los que difieren estadísticamente de los que tuvieron valores más elevados, 85 P20 (6.9) y Milena (6.5°Bx), aunque estos no se diferenciaron de DKS-46 y Cobalto con 4.7 y 5.2°Bx, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de variables agronómicas de seis híbridos de Sorgo en Xalostoc, estado de Morelos, 2016.

Híbridos	BF (g)	AP (cm)	PP (g)	BS (g)	CA	DF
Ambar	66.83 a	121.92 a	47.31 a	32.13 a	3.58 c	76
Cobalto	60.52 a	115.11 a	40.68 a	30.11 a	5.23 bac	78
85 P20	54.20 a	106.47 a	33.99 a	26.08 a	6.93 a	86
85 P15	78.59 a	121.05 a	41.62 a	39.60 a	4.29 c	70
Milena	61.10 a	109.00 a	28.37 a	29.49 a	6.58 ba	78
DKS -46	70.88 a	126.10 a	35.13 a	37.10 a	4.74 bc	70

Medias con la misma letra en la columna no difieren estadísticamente Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

BF = Biomasa fresca de la planta en g; AP = altura de planta en cm; PP = peso de la panoja en g; BS = biomasa seca de la planta en g; CA= Concentración de azúcares (grados brix); DF = días a la floración.

Resultó interesante observar que a pesar de que los híbridos de sorgo son comercializados con tratamientos de insecticidas en semilla como (Clothianidin) en Ambar, Cobalto, y DKS-46 y tiametoxam en 85 P20, 85 P15, y Milenia, esto no impidió el ataque del pulgón amarillo, como se esperaba en la primera etapa del ciclo del cultivo. La aplicación de la escala de grados resultó aceptable para medir la severidad del daño, a diferencia del método de conteo sobre las hojas que resulta poco práctico (Vázquez *et al.*, 2016). Los diferentes genotipos evaluados no mostraron resistencia o tolerancia al ataque *M. sacchari/sorghii* y el híbrido menos infestado (Ambar y 85 P15), no tuvo respuesta positiva, respecto a los diferentes parámetros agromorfológicos evaluados. Por el contrario, la concentración de azúcares presentó los valores más elevados en los híbridos más dañados (85 P20 y Milenia). Las infestaciones más elevadas reportadas por algunos autores coinciden con el verano de la región (Vázquez *et al.*, 2016), sobre todo en siembras tardías. Otros mencionan un umbral económico con más de 50 pulgones/hoja durante casi todo el mes de julio (Bowling *et al.*, 2016). Aunque algunos autores mencionan que el número de individuos necesarios para disminuir el rendimiento en sorgo es variable y depende del estado de desarrollo de la planta, duración del ataque, y condiciones de humedad del cultivo durante la infestación (López *et al.*, 2016).

1.4. Conclusiones

Existen diferencias estadísticas en la severidad de *Melanaphis sacchari/sorghii* en seis híbridos de sorgo, siendo el híbrido 85 P20 el que presentó una mayor preferencia de las poblaciones de pulgones, siendo también el que presentó los parámetros agronómicos más bajos y una mayor concentración de azúcares.

1.5. Literatura citada

- Ávila, M. J. 1997. Guía para cultivar sorgo en Morelos. Fundación Produce Morelos. INIFAP. SAGAR. Folleto para productores No. 24. Disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3104/sorgo6.pdf?sequence=1> .
- Bowling, R., M. J. Brewer, S. Biles, and J. Gordy. 2015. 2015 occurrence of sugarcane aphid in the United States and Mexico with reference to occurrence in 2013 and 2014. Texas Plant Protection Conference, Bryan, TX. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.49.061802.123149>.
- Bowling, R. D., M. Brewer, D. L. Kerns, J. Gordy, N. Seiter, N. E. Elliott, G. D. Buntin, M. O. Way, T. A. Royer, S. Biles, and E. Maxson. 2016. Sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae): a new pest on sorghum in North America. *J. Integr. Pest. Manag.* 7: 1-13.
- Brewer, M. J., and N. C. Elliot. 2004. Biological control of cereal aphids and mediating effects of host plant and habitat manipulations. *Annu. Rev. Entomol.* 49: 219-242.
- Hernández, A. M. G., A. C. Trujillo, L. V. Hernández, E. J. G. Barrios, y S. G. R. Ramírez. 2016. Incidencia y densidad de población de pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari* Zehnthner) en híbridos de sorgo en Morelos, México. *Investigación Agropecuaria* 13: 132-140.
- Jones, N., S. Williams., K. Emfinger, and D. Kerns. 2015. Efficacy of neonicotinoid seed treatments against sugarcane aphid in grain sorghum, 2014. *Arthropod Manage. Tests.* 40.
- López, G. D. M., A. M. D. Salas, J. O. A. Martínez, y E. S. Solís. 2016. Géneros de Aphidiidae (Hymenoptera) parasitando al pulgón amarillo de la caña de azúcar *Melanaphis sacchari* Zehntner, 1897 (Hemiptera: Aphididae) en Irapuato, Guanajuato, México. *Entomología Mexicana* 3: 365-368.

- Maya, H. V., y L. A. Rodríguez-del Bosque. 2014. Pulgón amarillo: una nueva plaga del sorgo en Tamaulipas. INIFAP-Río Bravo. Plegable para productores. MX-0-310304-45-03-13-12-30. Ciudad Río Bravo, Tamaulipas. México. Disponible en: http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3806/PULGON_AMARILLO_MAYAH..pdf?sequence=1
- Nibouche, S., B. Fartek, S. Mississippi, H. Delatte, B. Reynaud, and L. Costet. 2014. Low genetic diversity in *Melanaphis sacchari* aphid populations at the worldwide scale. PLoS ONE 9: e106067.
- Nibouche, S., B. Mississippi, B. Fartek, H. Delatte, B. Reynaud, and L. Costet. 2015. Host plant specialization in the sugarcane aphid *Melanaphis sacchari*. PLoS ONE 10: e0143704.
- Peña, M. R., A. L. Muñoz-Viveros, E. M. G. Guadalupe, y S. R. Terrón. 2015. Listado de plantas hospedantes del complejo *Melanaphis sacchari/sorghii* (Hemiptera: Aphididae), registros internacionales y potenciales en México. Entomología Mexicana 2: 582-587.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2014. Pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) (Zehntner). SAGARPA. Ficha Técnica 43. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/159533/FICHA_T_CNICA_PAS.pdf
- Singh, B. U.; P. G. Padmaja; and N. Seetharama. 2004. Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae), in sorghum: a review. J. Crop Prot. 23: 739-755.
- Townsend, G. R., and J. V. Heuberger. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Disease Report 24: 340-343.
- Van den Berg, J. 2002. Status of resistance of sorghum hybrids to the aphid *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae). S. Afr. J. Plant Soil 19: 151-155.
- Vázquez, N. J. M.; A. J. Carrillo; y F. B. A. Cisneros. 2016. Estudio poblacional en un cultivar de sorgo forrajero infestado con pulgón amarillo del sorgo *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897) (Hemiptera: Aphididae) en la comarca lagunera. Entomología Mexicana 3: 395-400.

Villanueva, R. T.; M. Brewer; M. O. Way; S. Biles; D. Sekula; E. Bynum; J. Swart; C. Crumley; A. Knutson; P. Porter; R. Parker; G. Odvody; C. Allen; D. Ragsdale; W. Rooney; G. Peterson; D. Kerns; T. Royer; and S. Armstrong. 2014. Sugarcane aphid: a new pest of sorghum. Texas A& M Agrilife Extension Ento-035. Weslaco. TX, USA. Disponible en: <https://denton.agrilife.org/files/2013/08/ENTO-035-The-Sugarcane-Aphid-2014.pdf>

CAPITULO II

DETECCION DE *SUGARCANE YELLOW LEAF VIRUS* (SCYLV) Y *SUGARCANE MOSAIC VIRUS* (SCMV) EN SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) EN EL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO²

Daniel Perales-Rosas, Dagoberto Guillén-Sánchez, Víctor López-Martínez, María Andrade-Rodríguez, Irán Alia-Tejacal, Ricardo Hernández-Pérez, Porfirio Juárez-López, Francisco Perdomo-Roldán

Resumen

El presente estudio se realizó en los meses de junio-julio del 2017, con el propósito de determinar la presencia de virus asociados al cultivo del sorgo. Se muestrearon 21 localidades, distribuidas en 10 municipios de los 33 que forman el Estado de Morelos. Se utilizaron dos anticuerpos para detectar las enfermedades *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) y *Sugarcane mosaic virus* (SCMV). Se analizaron muestras de follaje colectadas al azar en cinco puntos de cada campo o parcela. El diagnóstico se realizó mediante un test inmunoenzimático tipo DAS-ELISA (doble anticuerpo), con un set de reactivos AGDIA (2017), con conjugado de fosfatasa alcalina para (SCMV) y el segundo set de reactivos de NANO Diagnostic (2017) “AC Diagnostic” con conjugada fosfatasa alcalina para (SCYLV). Los resultados obtenidos evidenciaron presencia de ambas enfermedades virales en el cultivo del sorgo para el estado de Morelos. Con muestras positivas al (SCYLV) y absorbancias altas (1.50 A° y 1.10 A°) en los municipios de Amacuzac y Tequesquitengo respectivamente.

²Este capítulo fue publicado en la revista *SCIENTIA AGROPECUARIA*:

Perales-Rosas, D. Hernández-Pérez, R. Guillén-Sánchez, D. López-Martínez, V. Alia-Tejacal, I. Andrade-Rodríguez, M. Juárez-López, P. Perdomo-Roldán, F. 2018. Detección del virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar y virus mosaico de la caña de azúcar en sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en el Estado de Morelos, México. *Scientia Agropecuaria*. 9(3): 423-429. [doi: 10.17268/sci.agropecu.2018.03.14](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.14)

Mientras solo dos muestras positivas al (SCMV) fueron detectadas en las localidades de Puente de Ixtla y Yautepec, pero con valores bajos de absorbancia respecto a los controles positivos.

Palabras clave: sorgo, virus, DAS-ELISA, SCMV, SCYLV

DETECTION OF SUGARCANE YELLOW LEAF VIRUS (SCYLV) AND SUGARCANE MOSAIC VIRUS (SCMV) IN SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) IN THE STATE OF MORELOS, MÉXICO

Abstract

The present study was conducted in the months of June-July 2017, with the purpose of studying the current situation of the viruses associated with the cultivation of sorghum (*S. bicolor*). 21 commercial plantation areas of the crop in the state of Morelos were sampled to detect the presence of *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) and *Sugarcane mosaic virus* (SCMV). The diagnosis was made by means of a DAS-ELISA (double antibody) immunoenzymatic test, with a set of AGDIA reagents (2017) / alkaline phosphatase conjugate (for the detection of the *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) and for the *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) was used an immunoenzymatic test type DAS-ELISA (double antibody), with a set of reagents NANO Diagnostic (2017) "AC Diagnostic" / conjugated alkaline phosphatase. The results obtained showed the presence of both viral diseases in the sorghum cultivation for Morelos state, but predominant of SCYLV. Positive samples to this virus and high absorbance's (1.50 A° and 1.10 A°) in the municipalities of Amacuzac and Tequesquitengo respectively were observed. While, only two positive samples of SCMV in Puente de Ixtla and Yautepec towns were detected with low absorbance values, respect to the positive controls.

Key words: sorghum, virus, DAS-ELISA, SCMV, SCYLV

2.1. Introducción

El sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) es un cultivo que reviste gran interés desde el punto de vista agrícola en México. En la industria es utilizado en grandes proporciones como fuente de energía para la elaboración de alimentos concentrados para animales. En zonas ganaderas el forraje que se obtiene como producto secundario, puede ser utilizado directamente por el ganado o henificado previamente (Solorzano, 1986).

Es infectado por numerosos agentes patógenos que causan enfermedades de diversa importancia económica, tales como virus, bacterias, hongos y fitoplasmas, los cuales afectan a las plantas en cualquier etapa de su desarrollo (Frederiksen, 1986).

Las de origen viral representan el principal problema patológico y tienen un especial interés debido a las pérdidas que pueden ocasionar y porque en la mayoría de los casos no se posee suficiente material resistente.

Los síntomas que inducen los virus en sorgo son muy variados, pueden causar mosaicos, moteados, diversos grados de amarillamiento y enrojecimiento, necrosis de hojas, tallos y pedúnculos. Otros síntomas son achaparramiento, arrosetamiento, excesivo macollar o rebrotamiento y esterilidad (Toler y Giorda, 1992).

Según Xie *et al.* (2009) la enfermedad del mosaico es ocasionada por un complejo de tres virus: *Sugarcane mosaic virus* (SCMV), *Sorghum mosaic virus* (SrMV) y *Sugarcane streak mosaic virus* (SCSMV).

La presencia de los áfidos vectores *Melanaphis sacchari* y *Rophalosiphum maidis* (Figueredo *et al.*, 2004) han favorecido la dispersión del virus SCMV, además de sus características de multiplicación vegetativa (semilla-estaca).

Según Bermúdez-Guzmán *et al.* (2017) en México, atribuyen al SCMV como único agente causal de la enfermedad del mosaico. Sin embargo, no existen reportes sólidos o con validez científica para sostener estos hechos debido a que la información que se tiene sobre la presencia del virus en el país data desde los años 1930-1950, además de que se han basado en la sintomatología típica de la enfermedad (CONADESUCA, 2015).

Sugarcane yellow leaf virus (SCYLV) (genus *Polerovirus*, family *Luteoviridae*) fue reportado en semillas de sorgo, en caña de azúcar ha sido reportado en más de 35 países del mundo. En 1999 se informó su presencia por primera vez en Cuba, la cual fue favorecida por el vector *M. sacchari* y la inexistencia de métodos de control eficientes para la erradicación del virus a través del sistema de producción de semilla certificada (Aday, 2014).

El objetivo de este trabajo es determinar la presencia del *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) y *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) transmitidos por *Melanaphis sacchari/sorghii* en el cultivo de sorgo en el estado de Morelos.

2.2. Materiales y métodos

El estudio se realizó entre los meses de junio-julio, 2017, en el estado de Morelos, México, ubicado geográficamente a los 22°51'43" de latitud Norte y 102°36'38" Longitud Oeste y a una altura sobre el nivel del mar de 2 309 m.

El procesamiento y análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, de la Universidad Autónoma del estado de Morelos.

2.2.1 Toma de muestras y localización

Se analizaron 21 muestras de follaje de sorgo, las cuales fueron colectadas en 21 localidades, distribuidas en 10 municipios de los 33 que forman el estado de Morelos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Procedencia y municipios donde fueron colectadas las muestras de follaje de sorgo en el estado de Morelos, 2017.

No. Muestra	Procedencia	Coordenadas	No. Muestra	Procedencia	Coordenadas
1	Ex hacienda el Hospital, Cuautla	18.800845 N -99.016865O	12	EESuX-UAEM, Ayala	18.741019N -98.907023O
2	El Huajar, Anenecuilco, Ayala	18.787609 N -99.010571O	13	EESuX /UAEM, Ayala	18.741019N -98.90702O
3	Huitchilla, Ayala	18.644298 N -98.967887O	14	Chiverias, Zacatepec	18.648051N -99.235868O
4	Huitzililla, Tepalcingo	18.636642 N -98.913732O	15	Puente de Ixtla	18.603497 N -99.328545O
5	Tepalcingo	18.567774 N -98.818433O	16	Amacuzac	18.581638N -99.380330O
6	Tepalcingo	18.561662 N -98.812550O	17	Amacuzac	18.5812920N -99.386032O
7	Axochiapan	18.5116050N -98.776367O	18	Tequesquitengo Jojutla	18.620778 N -99.290378O
8	Quebrantadero, Axochiapan	18.5405140N -98.796481O	19	Tequesquitengo Jojutla	18.579316 N -99.264764O
9	Unión de ejidos, Jonacatepec	18.635243 N -98.829480O	20	Tilzapotla Puente de Ixtla	18.524388 N -99.281659O
10	Jonacatepec	18.655550 N -98.816334O	21	Yautepec	18.814694 N -99.094005O
11	Parque Industrial, Xalostoc, Ayala	18.764351 N -98.898834O			

Las muestras (con síntomas de mosaico o asintomáticas) fueron colectadas al azar en cinco puntos de cada campo o huerta (Noroeste, Noreste, Medio, Suroeste, Sureste) y colocadas en bolsas plásticas en neveras con geles fríos, para mantenerlas turgentes, hasta su procesamiento en el laboratorio.

2.2.2 Análisis serológico

El diagnóstico fue realizado mediante un test inmunoenzimático tipo DAS-ELISA (doble anticuerpo), con un set de reactivos AGDIA (2017) / conjugada fosfatasa alcalina (SRA 18100/0500), para la detección del *Sugarcane mosaic virus* (SCMV).

Para el *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) fue usado un test inmunoenzimático tipo DAS-ELISA (doble anticuerpo), con un set de reactivos NANO Diagnostic (2017) “AC

Diagnostic"/conjugado fosfatasa alcalina, Catálogo: V093, para la detección del *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV).

Para cada virus se realizó un análisis donde se utilizó una placa de reacción ELISA como soporte y para cada detección ya fuese (SCMV) ó (SCYLV), se empleó el protocolo según, lo descrito para esta técnica por (Clark y Adams, 1977), ajustándose a las indicaciones del fabricante y repitiéndose dos veces para cada virus.

Paso 1. Recubrimiento con 1^{er} anticuerpo

Se tomó una placa de reacción ELISA de 96 pocillos, la cual fue recubierta con el primer anticuerpo (IgG concentrada /1:100), el mismo fue diluido con buffer carbonato o recubrimiento (1X), añadiendo a cada pocillo (100 uL) de la IgG. Las placas fueron incubadas toda la noche a 4°C y lavada posteriormente con buffer (PBST 1X) 2 – 3 veces y luego secadas antes de ser usadas.

Paso 2. Muestras y Controles (-/+)

Las muestras de hojas previamente preparadas y divididas (5 sub muestras por parcela), formaron muestras individuales (1- 21M). De cada muestra se pesó 1 gramo de hoja, el cual fue triturado y diluida su savia en Buffer de extracción (GEB 1X) (1:10). Dispensándose en la placa sensibilizada, 100 uL por pocillo/ dos pocillos por muestra. De igual forma se añadieron los controles (-/+) diluidos, según croquis dispuesto al efecto con la posición de las muestras (Cuadro 4). Las placas finalmente, fueron incubadas durante 2 h a temperatura ambiente en cámara húmeda. Transcurrido ese tiempo fueron lavadas con buffer (PBST 1X) 3 – 4 veces.

Cuadro 4. Disposición de las muestras en la placa de reacción ELISA para ambos virus.

	1	2	3	4	5	6	7	8
A	Blanc	Blanc	M5	M5	M13	M13	M21	M21
B	C +	C +	M6	M6	M14	M14		
C	C-	C-	M7	M7	M15	M15		
D	C-	C-	M8	M8	M16	M16		
E	M1	M1	M9	M9	M17	M17		
F	M2	M2	M10	M10	M18	M18		
G	M3	M3	M11	M11	M19	M19		
H	M4	M4	M12	M12	M20	M20		

Paso 3. Adición del Conjugado enzimático (IgG-FA)

Después de asegurarse que los pocillos de las placas estaban totalmente limpios de restos vegetales u otros fragmentos se adicionó el conjugado. El cual estaba formado por un 2^{do} anticuerpo y enlazado a la enzima fosfatasa alcalina concentrada (1:100), fue diluida en buffer (ECI 1X), adicionando 100 uL por pocillo de la mezcla, la cual fue agitada fuertemente para su homogenización. Las placas fueron incubadas en cámara húmeda durante 2 h a temperatura ambiente y trascurrido ese tiempo, se lavaron de igual forma que en el paso anterior.

Paso 4. Adición del Sustrato colorimétrico

Unos 15 min previos a finalizar la incubación del paso anterior, se preparó el sustrato cromogénico. Se diluyó 1 tableta de PNP (ACC 00404) en 5 mL de buffer sustrato (1X) y se resguardó de la luz hasta su uso. Lista las placas en el paso 3, se añadieron 100 uL del sustrato en cada pocillo y se resguardó de la luz en cámara húmeda durante 30- 60 min, verificando con frecuencia hasta visualizar reacción amarilla en los controles positivos.

Las placas fueron leídas hasta los 60 min, usando un Lector de placas Elisa (BioRad) con filtro (405 nm), registrándose los valores o datos de la absorbancia por pocillos, a partir del Software de lectura del proveedor. Posteriormente los datos fueron procesados estadísticamente mediante comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) con el paquete estadístico SAS® versión 9.0 (SAS, 1996).

2.3. Resultados y discusión

2.3.1. Absorbancia detectada de *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) en híbridos de sorgo/ localidades

Las pruebas serológicas efectuadas con el kit específico para la detección de *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) *Polerovirus*, family: *Luteoviridae*, confirman la presencia de este virus en las diferentes localidades que fueron muestreadas en el Estado de Morelos donde se cultiva el sorgo.

La curva de tendencia de la absorbancia representada en el Gráfico 1, compara las muestras analizadas por Municipios. Se identifica a la localidad de Amacuzac por encima del 50 % de tendencia, reflejando altos valores o concentración detectada en las muestras para el *Virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar* en Sorgo, *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) con 1.50 A°, respecto al C+ 2.75 A°. Le sigue muy de cerca el municipio de Jojutla con un valor de 1.10 A°.

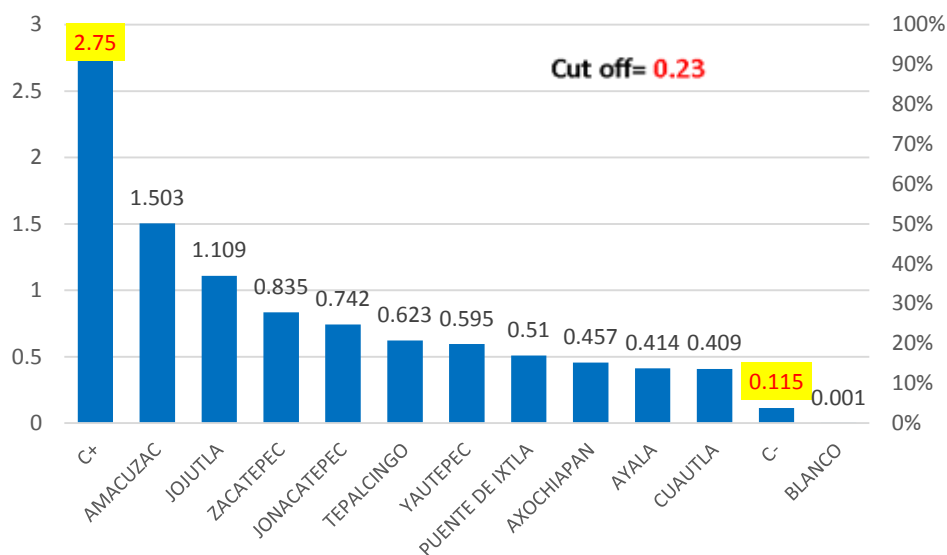


Figura 1. Curva de tendencia de la absorbancia por municipios. Concentración detectada en las muestras de sorgo para el Virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar, (*Sugarcane yellow leaf virus*) (SCYLV), Morelos, 2017.

La detección de este patógeno es de suma importancia en México, debido a que la información que se tiene sobre la presencia del virus en el país data desde los años 1930-1950, Bermúdez-Guzmán *et al.* (2017), además de que se han basado en la sintomatología típica de la enfermedad para describirla (CONADESUCA, 2015). Recientemente Wei *et al.* (2016) reportaron este virus en semillas de sorgo, y lo mencionan como una nueva amenaza para Estados Unidos, por ser transmitido eficientemente por *M. sacchari*.

La presencia de SCYLV en las muestras analizadas, se puede atribuir a la existencia de híbridos susceptibles, proximidad de fuentes de inóculo, dinámica del vector (*Melanaphis sacchari* Zehntner) y la propagación a través de material vegetal infectado.

2.3.2. Absorbancia detectada de *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) en híbridos de sorgo/localidades

El 9.5% de las muestras analizadas en el laboratorio para determinar la presencia del virus *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) resultaron positivas, aunque los valores de absorbancia fueron bajos, como ya fue reportado por Giménez Pecci *et al.* (1997), entre otros autores, en cereales infectados naturalmente en el campo.

La curva de tendencia de la absorbancia representada en el Gráfico 2, compara las muestras analizadas por Municipios. Fueron detectadas muestras positivas al Virus mosaico de la caña de azúcar (*Sugarcane mosaic virus*) (SCMV), en las localidades de Puente de Ixtla y Yautepec, con valores bajos respecto a la tendencia, lo que permite inferir que existe la fuente de inóculo en sorgo de este virus y constituyen una fuente potencial para ser transmitida en forma latente. Según Bermúdez *et al.* (2017), en México, se le atribuye al SCMV como único agente causal de la enfermedad del mosaico. Sin embargo, no existen reportes sólidos o con validez científica para sostener estos hechos (CONADESUCA, 2015).

Estos autores también reportaron el primer estudio en México para detectar la presencia y distribución del SCMV en caña de azúcar en la zona cañera del Pacífico mexicano, utilizando secuencias parciales HC-Pro del aislado de SCMV JalMex-126 permitiendo identificar dos grupos, el primero que tuvo como hospederos a plantas de maíz y el segundo a plantas hospederas de diferentes especies e híbridos de caña de azúcar.

Al respecto algunos autores como (Xie *et al.*, 2016) plantearon que el sorgo con frecuencia se siembra cerca de plantaciones de caña de azúcar donde comúnmente se encuentran malas hierbas tales como *Sorghum halepense* (L.) Pers., estas plantas naturalmente infectadas por SCMV podrían servir como potenciales reservorios del virus en el campo.

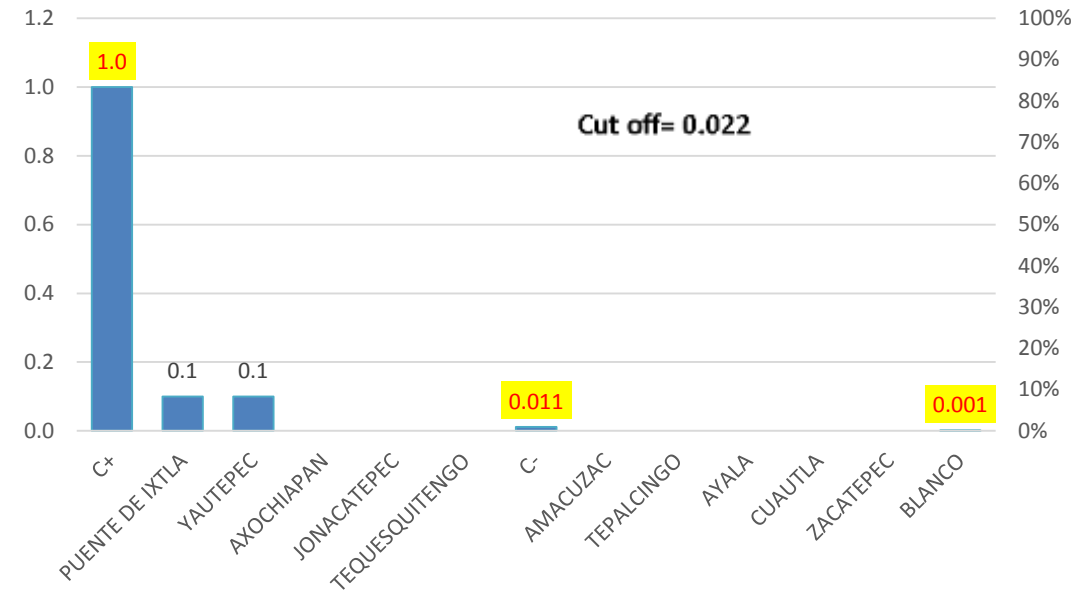


Figura 2. Curva de tendencia de la absorbancia por municipios. Concentración detectada en las muestras de sorgo para *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) en híbridos de sorgo/localidades, Morelos, 2017.

Esta información proporcionará una base para evaluar las características epidemiológicas de SCMV afectando el cultivo del sorgo, para diseñar una gestión sostenible a largo plazo y crear estrategias para evaluar plenamente la diversidad molecular y la historia evolutiva del virus en México (Moradi *et al.*, 2016).

2.4. Conclusiones

- 1). El test inmunoenzimático tipo DAS-ELISA (doble anticuerpo) permitió detectar la presencia *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) y *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) en el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en el estado de Morelos.
- 2). Los municipios de Amacuzac y Tequesquitengo mostraron las mayores concentraciones del virus (SCYLV) en las muestras con valores de absorbancia de 1.50 A° y 1.10 A° respectivamente.
- 3). Fueron detectadas muestras positivas al (SCMV) en las localidades de Puente de Ixtla y Yautepec con valores bajos de absorbancia respecto a los controles positivos.

2.5. Literatura citada

- Aday Díaz, Osmany de la C., La O Hechavarría, María de la Luz, Zardón Navarro, María de los Ángeles, Rodríguez Lema, Eida, Mesa López, José María, Puchades Izaguirre, Yaquelin, Delgado Padrón, Javier, y Díaz Mujica, Félix René. 2014. Distribución del Virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar en Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 29(3), 177-184. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522014000300003&lng=es&tlng=es.
- AGDIA. 2017. Reagent set. DAS ELISA, Alkaline phosphatase label. ELISA Reagent Set for *Sugarcane mosaic virus* (SCMV). <https://orders.agdia.com>. Consulted: 12/5/2017 <https://orders.agdia.com/agdia-set-scmv-alkphos-sra-18100>.
- Bermúdez Guzmán M J, Delgado-Virgen F J, Cervantes Preciado J F, García Preciado J C, Farías Cervantes V S. 2017. Detection of *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) in *Saccharum* spp. in Mexico and phylogenetic origin of one isolate from Jalisco. *Revista Mexicana de Fitopatología* 36 (1): 16-34. DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.1709-2.
- CONADESUCA. Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. 2015. Fitopatologías. <http://www.conadesuca.gob.mx> (Consulta, junio de 2016).
- Figueredo L, Hernández L, Linares B. 2004. Relación epidemiológica entre áfidos (*Homoptera: Aphididae*) y enfermedades virales en el cultivo caña de azúcar en los valles de los ríos Turbio y Yaracuy, Venezuela. *Caña de azúcar* 22:5-19.
- Frederiksen, R. A. 1986. Compendium of sorghum diseases. *American Phytopathological Society*, Minnesota, EE.IJU.82 pp.
- Giménez Pecci, M.P., Laguna, I.G., Dagoberto, E., Truol, G., Rodríguez Pardina, P.E., Conci, L. R., Ferrer, F. y Ornaghi, J. 1997. Cebada (*Hordeum vulgare* L.), un nuevo hospedante natural del virus del Mal de Río Cuarto (MRCV) en Argentina. Actas, VI Congreso Nacional de Maíz. Pergamino, Argentina. Tomo I, II-32.

- Moradi, Z., Mehrvar, M., Nazifi, E. and Zakiaghl, M. 2016. The complete genome sequences of two naturally occurring recombinant isolates of *Sugarcane mosaic virus* from Iran. *Virus Genes* 52:270-280.
- NANO Diagnostic. 2017. Inc. Product catalog. *Sugarcane Yellow Leaf Virus* (SCYLV) - DAS ELISA. Catalog #: V093. Test used to detect (SCYLV) in infected sugarcane and other cereal crops. <http://www.nanodiaincs.com/>. Consulted: 20/5/2017. www.nanodiaincs.com/SCYLV.html.
- SAS. 1996. Statistical analysis system: user's guide. 956 p. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Solorzano. P.R. 1986. El sorgo granífero. Su producción en Venezuela. Protinal, C.A.
- Toler, R. W. and Giorda, L. M. 1992. Detection and identification of viruses and virus diseases of sorghum. In sorghum and millets diseases: a second world review. W. A. J. de Millano, R. A. Frederiksen and G.D Bengston (eds). Patencheru. India ICRISAT. pp. 153-159. Valencia, Venezuela. 140 p.
- Wei, C.; Hincapie, M.; Larsen, N.; Nuessly, G.; Rott, P. 2016. First Report of *Sugarcane yellow leaf virus* Infecting Grain Sorghum (*Sorghum bicolor*) in the United States (SCYLV). *Disease Notes* 100. 8, 1798. DOI: [org/10.1094/PDIS-02-16-0183-PDN](https://doi.org/10.1094/PDIS-02-16-0183-PDN)
- Xie J, Wang M, Xu D, Li R and Zhou G. 2009. Simultaneous detection and identification of four sugarcane viruses by one-step RT-PCR. *Journal of virological methods* 162:64-68. Disponible en línea <https://docslide.net/documents/simultaneous-detection-and-identification-of-four-sugarcane-viruses-by-one-step.html>.
- Xie, X., Chen, W., Fu, Q., Zhang, P., An, T., Cui, A. and An, D. 2016. Molecular variability and distribution of Sugar cane mosaic virus in Shanxi, China. *PLoS One* 11:e0151549.

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN DE LA ANTIBIOSIS, ANTIXENOSIS Y TOLERANCIA DE *Melanaphis sacchari/sorghii* EN HÍBRIDOS DE SORGO EN MORELOS, MÉXICO³

Daniel Perales-Rosas, Dagoberto Guillén-Sánchez, Víctor López-Martínez, María Andrade-Rodríguez, Irán Alía-Tejacal, Ricardo Hernández-Pérez, Porfirio Juárez-López, Francisco Perdomo-Roldán

Resumen

En México no existe un programa de fitomejoramiento específico que use progenitores con fuentes marcadas con genes dominantes que confieran resistencia o tolerancia del sorgo a *Melanaphis sacchari/sorghii*. Resultados preliminares indicaron que *M. sacchari* tiene una menor preferencia (antixenosis) por los híbridos Ámbar, 85 P15 y Milenia. La menor tasa intrínseca de incremento poblacional (*rm*) se obtuvo en los genotipos Ámbar y 85 P 20, y se comprobó la tolerancia en Ámbar, Cobalto y 85 P 20, manifestada con las variables, área foliar, peso seco y el índice clorofílico. Estos resultados, deben ser considerados como un avance importante en las futuras estrategias de manejo y programas de mejoramiento vegetal que se ejecuten para el combate de *M. sacchari/sorghii* en sorgo.

Palabras claves: Sorgo, fitomejoramiento, mecanismos de resistencia, áfidos

³Este capítulo fue publicado en la revista *SOUTHWESTERN ENTOMOLOGIST*.

Perales-Rosas, D. Hernández-Pérez, R. Guillén-Sánchez, D. López-Martínez, V. Alía-Tejacal, I. Andrade-Rodríguez, M. Juárez-López, P. Perdomo-Roldán, F. 2019. Evaluación de la Antibiosis, Antixenosis y Tolerancia de *Melanaphis sacchari/sorghii* en híbridos de sorgo. *SOUTHWESTERN ENTOMOLOGIST*. 44(3): 763-770. <https://doi.org/10.3958/059.044.0321>

EVALUATION OF ANTIBIOSIS, ANTIXENOSIS AND TOLERANCE OF *Melanaphis sacchari/sorghii* IN SORGHUM HYBRIDS IN MORELOS, MÉXICO

Abstract

To date there is limited information on sources of resistance to *Melanaphis sacchari / sorghii*, in *Sorghum bicolor* (L.) Moench hybrids. These cultivars are sold by different seed companies in Mexico, basing their recommendations fundamentally in the potential yield of each genotype. So, there are no specific breeding programs that uses sources marked from progenitors with dominant genes that confer resistance or tolerance to this insect. The objective of this study was to evaluate some resistance mechanisms such as: antixenosis, antibiosis and tolerance in six commercial sorghum hybrids against *M. sacchari/sorghii*, in Morelos. Preliminary results indicate that this aphid has lower preference (antixenosis) for Ambar, 85 P15, and Milenia hybrids. The antibiosis shown through the Lower Intrinsic Rate of Population Increment (rm), occurred in the genotypes Ambar, and 85 P 20 and there is evidence of tolerance based on the variables leaf area (AF), dry weight (PS) and the chlorophyll index (CI), with Ambar, Cobalt, and 85 P 20. These results should be considered as an important advance in future management strategies and programs for the control of *M. sacchari/sorghii* in sorghum.

Key words: Sorghum, plant breeding, resistant mechanisms, aphids

3.1. Introducción

El pulgón amarillo de la caña de azúcar (*Melanaphis sacchari/sorghii*) es una de las especies más invasoras que ataca principalmente al sorgo (Lopes da Silva *et al.*, 2014); fue reportado en México en el año 2013 atacando a este cultivo en el estado de Tamaulipas (Rodríguez del Bosque y Terán, 2015), y en el 2015 se detectó la plaga en el cultivo de sorgo en Morelos, para lo cual se inició la preparación de un programa estratégico para su control (SENASICA, 2014).

Los adultos y ninfas causan daños directamente en el follaje de la planta al succionar grandes cantidades de savia de las hojas de donde se alimentan, ocasionando perjuicios visibles a la planta como marchitamiento, clorosis y como consecuencia un bajo rendimiento (SENASICA, 2014). La importancia de estudiar el comportamiento del pulgón amarillo sobre sorgo, permite conocer las altas tasas de crecimiento y desarrollo individual, junto a un tiempo de desarrollo muy corto (Lushai *et al.*, 2003), por lo que es muy importante tener en cuenta su supervivencia, para trazar estrategias reproductivas según el hospedero donde se asienten (Peña *et al.*, 2018).

Se han definido tres categorías de resistencia: antibiosis, antixenosis y tolerancia, lo cuales permite a las plantas no compatibilizar con el insecto, evitando que éste la utilice para ovoposición, alimento o refugio. Dicho mecanismo afecta en forma adversa el comportamiento del insecto impidiéndole parasitar ciertos genotipos de sus hospedantes (Walling, 2000; Howe y Jander, 2008; Wu y Baldwin, 2009). Sin embargo, los niveles de resistencia según Berg (2002), pueden variar de acuerdo con las condiciones climáticas prevalecientes.

El llamado mecanismo de antibiosis, afecta el crecimiento, desarrollo o supervivencia en la planta, comúnmente ejerce un efecto adverso sobre el ciclo, fertilidad y longevidad del insecto que se alimenta en ésta. Mientras que la tolerancia es la capacidad de los hospedantes de superar el ataque de un insecto, sin que tenga una pérdida significativa de la calidad y cantidad de su producción (Painter, 1951). Una misma planta puede portar más de un mecanismo de resistencia. La combinación de distintas categorías tiene efectos más benéficos que aquellos aportados por cada una en forma individual.

Las pérdidas ocasionadas por esta plaga en México son estimadas entre un 30 y 100%. A partir de julio del 2014 la producción de sorgo se ha visto en riesgo debido que a finales de ese año se detectaron brotes importantes del pulgón amarillo *M. sacchari/sorghii*, que con el paso del tiempo se han ido agravando de manera considerable, alcanzando un daño estimado a nivel nacional de más de 2 millones de hectáreas afectadas, con un valor cercano a \$ 20, 890,234.64. En algunos estados como Guanajuato se ha llegado al 50% de las hectáreas sembradas con sorgo (Rodríguez *et al.*, 2016), por lo que se hace imperioso encontrar nuevos híbridos con resistencia a esta plaga para ampliar la base genética de defensa en el cultivo. El objetivo de este trabajo fue determinar la antibiosis, antixenosis y tolerancia de 6 híbridos comerciales de sorgo al ataque de *Melanaphis sacchari/sorghii* en el estado de Morelos.

3.2. Materiales y métodos

El estudio se realizó durante el mes de agosto del 2018 en el invernadero de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Los híbridos Ambar 752E4436K (Asgrow[®]), Cobalto 752EPM46Y (Asgrow[®]), 85 P20 (Pioneer[®]), 85 P15 (Pioneer[®]), Milenia (Velsimex[®]), y DKS-46 (Dekalb[®]) fueron sembrados en viales de 2 cm de diámetro por 5 cm de largo. Se utilizó como sustrato vermiculita estéril. Las semillas de los 6 híbridos se plantaron de forma individual, realizando 10 repeticiones para cada uno.

Para determinar la antixenosis con *M. sacchari/sorghii* se utilizó el método de libre elección de hospederos (Webster, 1990). Cuando los híbridos llegaron a la etapa de segunda hoja expandida, éstas fueron colocadas formando un círculo con la segunda hoja dirigida hacia el centro del mismo y en el medio se colocaron 60 pulgones adultos ápteros. Luego de 24 h se registró la infestación del número de pulgones presentes en cada planta. El ensayo de antixenosis tuvo una duración de 20 días, la selección de la planta por los pulgones se realizó en condiciones de oscuridad, cubriendo los viales con malla de color negro, para evitar el estímulo de la luz en la selección de las plantas por los áfidos.

El ensayo de antibiosis se realizó en plantas individuales (1 por maceta) sembradas en maceteros de 200 cm³ de tierra estéril, de las mismas 6 variedades antes mencionadas. Se realizaron 10 repeticiones. La antibiosis se evaluó mediante el registro de crecimiento poblacional de los áfidos sobre los híbridos, la longevidad (L= periodo de tiempo entre el nacimiento y la muerte de una hembra), fecundidad (F= número total de ninfas nacidas por hembra), y se calculó la tasa intrínseca de incremento poblacional ($r_m = \ln Md \times 0.738$) /d) (Carey 1993). Antes de comenzar el ensayo los pulgones seleccionados, se habían establecidos previamente como colonias desarrolladas sobre plantas de los seis híbridos para eliminar el efecto del hospedante.

Las plantas se infestaron en el estado de primera hoja expandida con dos ninfas del primer estadio, las que se retiraron en el momento de nacer su primera familia o primera ninfa reproducida por partenogénesis. Se continuó las observaciones de esta ninfa, registrando diariamente su crecimiento (definido por las exuvias abandonadas /día) y reproducción hasta su muerte.

La tolerancia de *M. sacchari/sorgho* se evaluó mediante parámetros de crecimiento aéreo de las plantas (área foliar (AF), biomasa seca (BS) y contenido clorofílico CI). Se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero. Se usaron bandejas de plástico (50 cm), con 10 plantas de cada uno de los híbridos plantadas en sustrato estéril, las cuales se cubrieron con tela fina (malla antiáfidos) para evitar la fuga o contaminación de insectos. En el estado de 2da hoja expandida se infectó la mitad de las bandejas de cada cultivar con 10 pulgones ápteros adultos, ubicados en la base de cada planta, la otra mitad de las bandejas permaneció sin infestación (testigo). A los 10 días se midió con una regla el área foliar en centímetros (Stikler *et al.*, 1961), se pesó la hoja con una balanza analítica, registrando el peso seco en miligramos (mg) y el contenido de clorofila de las plantas infestadas y controles, fue medida en unidades SPAD, usando un medidor de clorofila (SPAD, 502) que se presionaba sobre la mitad de la hoja a evaluar (Markwell *et al.*, 1995).

Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey con un $\alpha= 0.05$. en el paquete estadístico SAS® versión 9.0.

3.3. Resultados y discusión

3.3.1. Antixenosis

Se registraron diferentes niveles de resistencia entre los híbridos comerciales de sorgo 24 h después de la infestación (Cuadro 1). Los híbridos (Ambar (2.2), 85 P15 (3.1) y Milenia (3.8) presentaron las medias más baja de preferencia de *Melanaphis sacchari/sorgho* por planta, sin diferencias estadísticas entre ellos, pero sí con el resto de los tratamientos, correspondiendo a un alto nivel de antixenosis. Los híbridos más preferidos por el áfido fueron Cobalto (6.0), 85 P20 (6.8) y DKS-46 (5.9) insectos/planta, considerándose como muy susceptibles por el insecto.

Cuadro 5. Número de áfidos de *Melanaphis sacchari/sorgho* por planta en seis híbridos comerciales de sorgo (*Sorghum bicolor*), mediante la prueba de libre selección de hospedero.

No. de tratamiento	Híbridos	Número de áfidos '
1	Ambar	2.2 b
2	Cobalto	6.0 a
3	85 P20	6.8 a
4	85 P15	3.1 b
5	Milenia	3.8 b
6	DKS-46	5.9 a

': Promedio por planta.

Medias con la misma letra en la columna no difieren estadísticamente Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

Los valores bajos de antixenosis obtenidos con (Ámbar, 85 P15 y Milenia) se interpretan como (no preferencia) de éste áfido a tales híbridos, lo que se corresponde con un alto nivel de antixenosis o resistencia genética. Se sabe que las plantas ponen de manifiesto distintos mecanismos de defensas a fin de protegerse del insecto, afectando la fertilidad, longevidad y el crecimiento u oviposición de estos. Lo anterior coincide con estudios realizados en sorgo dulce y *M. sacchari*, donde se refieren a algunos híbridos con mecanismo de resistencia, vinculados a un gen de resistencia específico mapeado en este cultivo (Wang *et al.*, 2013).

La antixenosis en las plantas de sorgo pueden estar vinculadas a fuentes morfo-fisiológico-bioquímica, como mayor distancia de entrenudos en las hojas, láminas de cera gruesas, menor ángulo de hojas respecto al tallo (erectas y semi-erectas), contenidos de polifenoles, y niveles altos de HCN (Hernández-Martínez *et al.*, 2015).

3.3.2. Antibiosis

El tiempo reproductivo del insecto (In) (Cuadro 2), osciló entre 4.6 y 5.8 días, lo que indica una diferencia en el efecto antibiótico de los híbridos evaluados, impidiendo que el áfido sobreviviera más allá de casi 6 días en el estado ninfal. El tiempo pre-productivo (d) tuvo un valor de 4 días/adultos en todos los cultivares, excepto en el híbrido P15, parámetro poco variable. La adaptabilidad de este insecto a los diferentes genotipos, implicó un corto tiempo para reconocer a la planta en este ensayo. Similares resultados fueron informados por Peña *et al.* (2018) respecto al período reproductivo de este áfido que va desde 19 días a 10 °C hasta 2.7 a 35 °C.

La tasa de reproducción (Md) tuvo en promedio 4.0-7.4 ninfas por adulto, mientras que los valores más bajos de la tasa intrínseca de incremento poblacional (r_m) se obtuvieron con los híbridos 85 P20 (4.5) y Ambar (4.8) ninfas, lo que representó un valor bajo de velocidad de desarrollo de las poblaciones para estos dos genotipos. Lo que explicaría en gran medida los incrementos acelerados de las poblaciones de esta especie, reconociéndolo como un “súper-clon” con baja diversidad genética (Nibouche

et al., 2014), pero gran potencial adaptativo a las diversas regiones geográficas (Nibouche *et al.*, 2018), como sucede con la mayoría de las variedades de sorgo susceptibles en Morelos. Tal comportamiento fue explicado por Peña *et al.* (2018) en estudios realizados con tablas de vida, biología y parámetros poblacionales de *Melanaphis saccharis/sorghii* sometidas a temperaturas constantes sobre sorgo.

Cuadro 6. Tiempo reproductivo (ln), tiempo pre-reproductivo (d), tasa de reproducción (Md) y tasa intrínseca de incremento poblacional (rm) de *Melanaphis sacchari/sorghii*, en seis híbridos comerciales de sorgo (*Sorghum bicolor*).

Tratamientos	Híbridos	ln	d	Md	rm
1	Ambar	4.8	4.0	5.4	4.8 b
2	Cobalto	5.0	4.0	6.5	6.0 ba
3	85 P20	4.6	4.0	5.3	4.5 b
4	85 P15	5.8	3.9	7.4	8.1 a
5	Milena	5.2	4.0	6.9	6.6 ba
6	DKS-46	5.0	4.0	4.0	5.7 ba

Medias con la misma letra en la columna no difieren estadísticamente Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

ln:(tiempo reproductivo), d:(tiempo pre-productivo), Md:(Tasa de reproducción), rm:(Tasa Intrínseca de Incremento Poblacional).

3.3.3. Tolerancia

Al comparar los niveles de tolerancia de *M. sacchari* entre los diferentes genotipos (Cuadro 3), usando el área foliar (AF), el peso seco (PS) y contenido clorofílico (Cl) como parámetros, se observó que el AF es superior en 85 P20 y Ámbar, sin diferencian con el tratamiento 6. Cuando las plantas no están infestadas el tratamiento 6 (DKS-46) es superior, sin diferencia estadística con 85 P20, 85 P15 y Ámbar.

El peso seco (PS) de las plantas infestadas no difiere entre sí, solo cuando estas están infestadas con áfidos, el tratamiento 2 (Cobalto) es inferior en peso 26.1 mg respecto al resto de los híbridos cuando las plantas están sin áfidos.

El CI en Ámbar obtuvo los mejores valores 50.9 unidades Spad, pero solo se diferenció del tratamiento 2 cuando no están infestadas por áfidos. Esta variedad también obtuvo valores superiores 39.4 unidades Spad cuando están infestadas, pero no se diferencia estadísticamente del resto de las variedades.

Cuadro 7. Evaluación del área foliar (AF), biomasa seca (BS) y contenido clorofílico (CI), en seis híbridos comerciales de sorgo (*Sorghum bicolor*), en plantas sanas e infestadas con *Melanaphis sacchari/sorghii*.

Trata.	Híbridos	(AF)		(BS)		(CI)	
		P. No Infest	P. Infest	P. No Infest	P. Infest.	P. No Infest	P. Infest.
1	Ambar	342 bac	300 bdc	29.8 bdac	22.04 dc	50.9 a	39.4dec
2	Cobalto	290 edc	269 ed	26.1 bdc	29.7bdac	43.1 bdc	33.1 e
3	85 P20	354 ba	322 bdc	30.97 bac	21.5 dc	46.2 bac	37.3 de
4	85 P15	361 ba	287 edc	28.61bdac	23.8 bd	48.2 ba	33.7 e
5	Milenia	325 bdc	267 ed	28.61 ba	23.8 bd	46.1 bac	32.9 e
6	DKS-46	391 a	232 e	38.4 a	23.63bdc	43.9 bdac	33.6 e

Medias con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha=0.05$).

En la prueba de tolerancia en el parámetro de área foliar en plantas infestadas de *M. sacchari/sorghii*, los híbridos 85 P20 (322 cm²) y Ambar (300 cm²) presentaron los valores más altos de área foliar en tanto el híbrido DKS-46 (232 cm²) presentó la menor área foliar. Para el parámetro peso seco, el híbrido Cobalto (29.7 mg) presentó el peso seco más elevado en las plantas infestadas y el híbrido 85 P20 (21.5 mg) presentó el menor peso seco. Respecto al contenido de clorofila, los híbridos Ambar (39.4) y 85 P20 (37.3) presentaron mayores contenidos de clorofila en las plantas infestadas con *M. sacchari/sorghii*, en tanto que Milenia (32.9) presentó el menor contenido de clorofila.

Se observa una disminución en todos los parámetros área foliar, peso seco en la hoja y contenido de clorofila en todos los tratamientos infestados con *M. sacchari/sorghii* respecto a los testigos sanos, por efecto del daño del pulgón amarillo.

Bhagwat *et al.* (2014) demostró que la colonización de éste áfido tenía una relación significativamente positiva con el contenido de clorofila, por lo que variedades con mayor CL toleraban mejor la infestación de *M. sacchari*, por lo que indicó que la población de pulgones /cm², el contenido de clorofila y el rendimiento de grano (g)/planta, podrían ser parámetros más fiables para valorar la susceptibilidad o resistencia a esta plaga en sorgo.

Sharma *et al.* (2013) infiere que los genotipos probados exhibieron antibiosis, dado por la no preferencia / tolerancia a la alimentación. Coincidimos en que algunos parámetros morfoagronómicos, contenido clorofílico y los grados brix (Perales *et al.*, 2017), tienen un valor incalculable, tanto para evaluar nuevos genotipos tolerantes, o como para no seguir equivocándose con algunos muy susceptibles que se introducen actualmente.

3.4. Conclusiones

Con los parámetros evaluados de antibiosis, antixenosis y tolerancia, se observan que todos los híbridos cuentan con más de algún factor de resistencia a *M. sacchari/sorgho* los cuales se expresan con diferentes intensidades en cada uno de ellos, sin dominar un híbrido en particular.

3.5. Literatura consultada

- Berg J. Van den. (2002). Status of resistance of sorghum hybrids to the aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae), South African. J Plant Nutr Soil Sci. 19 (3): 151-155. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02571862.2002.10634455>
- Bhagwat, V. R., G. P. Shyam, R. Prabhaka, D. B. Pawar, A. P. Biradar, K. B. Srinivasa, A. Kalaisekar, B. Subbarayudu, and J. V. Patil. 2014. Detection of durable resistant sources for sugarcane aphids, *Melanaphis sacchari* and their mechanisms of resistance in post rainy sorghum. Indian J. Agr Sci. 84: 1274-1277. <http://eprints.icrisat.ac.in/14088/>.
- Carey, J. R. 1993. Applied demography for biologists with special emphasis on insects. Oxford University Press, New York. ISBN: 9780195066876.
- Hernández-Martínez, M., Pecina-Quintero, V., Corredor, C. 2015. Situación actual del cultivo de sorgo en Guanajuato. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria. Consultado en: <http://www.cesaveg.org.mx/new/ReunionPAS/SORGO-PROBLEMATICA-RESISTENCIA-PULGON.pdf>. Fecha de consulta: 06/02/2019.
- Howe, G., and G. Jander. 2008. Plant Immunity to Insect Herbivores. Annu Rev Plant Biol. 59: 41-66. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092825>
- Lopes-da-Silva, M., A. D. Rocha, and K. B. da Silva. 2014. Potential population growth of *Melanaphis sacchari* (Zehntner) reared on sugarcane and sweet sorghum. Current Agri. Sci. Technol. 20: 21-25. <http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST>
- Lushai, G., H. D. Loxdale, and J. A. Allen. 2003. The dynamic clonal genome and its adaptative potential. Biol. J. Linn. Soc. Lond. 79: 193-208. https://www.researchgate.net/publication/201999151_The_dynamic_clonal_genome_and_its_adaptive_potential
- Markwell, J., John C. Osterman, and J. Mitchell. 1995. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. Photosyn. Res. 46: 467-472. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00032301>

- Nibouche, S. B., L. Costet, J. R. Holt, A. Jacobson, A. Pekarcik, J. S. Sadeyen, G. C. Armstrong, N. Peterson, N. McLaren, and R.F. Medina. 2018. Invasion of sorghum in the Americas by a new sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) super clone. PLoS One. 13:1-15. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0196124>
- Nibouche, S. B., F. S. Mississippi, H. Delatte, B. Reynaud, and L. Costet. 2014. Low genetic diversity in *M. sacchari* /aphid population at the worldwide scale. PLoS One. 9: 1-10. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0106067>
- Painter, R. H. 1951. Insect resistance to crop plants. The Mc Millan Co., New York, pp 151. ISBN 10: 0873718569.
- Peña, M. R, J. R. F. Lomelí, R. M. Bujanos, A. L. V. Muñoz, J. M. R. Vanegas, R. M. Salas, O. E. T. Hernández, A. J. Martínez, y J. F. R. Ibarra. 2018. Pulgón amarillo del sorgo, (PAS), *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897), interrogantes biológicas y tablas de vida. Fundación Guanajuato Produce, Celaya Gto., México. ISBN: 978-607-96123-8-2.
- Perales, R. D. R, S. Guillén, V. M. López, M. A. Rodríguez, I. A Tejacal, R. P. Hernández, and P. L. Juárez "Comportamiento de híbridos de *Sorghum bicolor* (L.) Moench, frente a *Melanaphis sacchari/sorghii* en el estado de Morelos, México. Southwest. Entomol. 42: <https://doi.org/10.3958/059.042.0320>
- Rodríguez del Bosque, L. A., and A. P. Terán. 2015. *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae): A new sorghum insect pest in Mexico. Southwest. Entomol. 40 (2): 433-434. <https://doi.org/10.3958/059.040.0217>
- Rodríguez, R. J., J. Francisco, Ch. E. Cerna., Y.M.F. Ochoa y B.O. Hernández. 2016. Evaluación de extractos vegetales sobre pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) (Hemiptera: Aphididae) en sorgo en Guanajuato. Rev. Csc. Nat. & Agrop. 3: 18-24. http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol3num7/Revista_Ciencias_Naturales_V3_N7_4.pdf
- SAS. 1996. Statistical analysis system: user's guide. 956 p. SAS Institute, Cary, NC.

- SENASICA. 2014. Pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica, No.43, pp. 15. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/159533/FICHA_T_CNICA_PAS.pdf
- Sharma, H. C., S. P. Sharma and R. S. Munghate. 2013. Phenotyping for resistance to the sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) in *Sorghum bicolor* (Poaceae). Int J Trop Insect Sci. 33: 227–238. <https://link.springer.com/article/10.1017%2FS1742758413000271>
- Stiker, F.C., S. Wearden., A.W. Pauli. 1961. Leaf area determination in grain sorghum. Agron. J. 53: 187-188. <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/53/3/AJ0530030187>
- Walling, L. 2000. The myriad plant responses to herbivores. J. Plant Growth Regul.19: 195-216. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11038228>
- Wang, F., S. Shao, S. Yonghua Han, Y. Shao, Y. Dong, Z. Gao, Y. and Zhang, K. Liu, X. Li, D. Chang, J. and Wang, D. 2013 Efficient and fine mapping of RMES1 conferring resistance to sorghum aphid *Melanaphis sacchari*. Mol. Breed. pp. 8.<http://dx.doi.org/10.1007/s11032-012-9832-6>
- Webster, J. A. 1990. Yellow sugarcane aphid (Homoptera: Aphididae): Detection and mechanisms of resistance among Ethiopian sorghum lines. J. Econ. Entomol. 83: 1053–1057. <https://doi.org/10.1093/jee/83.3.1053>
- Wu, J. and I.T. Baldwin. 2009. Herbivory-induced signaling in plants: perception and action. Plant Cell Environ. 32 (9):1161-1174. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19183291>

CAPITULO IV

CONTROL QUÍMICO DE *Melanaphis sacchari/sorghii* EN HÍBRIDOS DE SORGO EN EL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO⁴

Daniel Perales-Rosas, Dagoberto Guillén-Sánchez, Víctor López-Martínez, María Andrade-Rodríguez, Irán Alia-Tejacal, Ricardo Hernández-Pérez, Porfirio Juárez-López, Francisco Perdomo-Roldán

Resumen

Se evaluó el efecto de los insecticidas Poncho, Cruiser 5 FS y Tools TS aplicados en tratamiento a semilla en tres híbridos comerciales de sorgo: DKS-46, Ambar y 85-P15 en las variables % de germinación, % de incidencia y severidad de *M. sacchari/sorghii* y variables agronómicas. No se observaron efectos negativos de los tratamientos de sorgo en el porcentaje de germinación, siendo superior al 96% en todos los tratamientos, sin diferencias estadísticas entre ellos y el testigo absoluto. Las dosis de los insecticidas no presentaron un efecto de control de las poblaciones de *M. sacchari/sorghii* a las dosis evaluadas de Poncho, Cruiser 5 FS y Tools TS, con incidencias hasta del 90% en el híbrido 85-P15 y del 50% en Ambar y DKS-46. El efecto de los tratamientos de insecticidas no fue positivo en las variables agronómicas, excepto en concentración de azúcares (grados Brix), donde los testigos sin aplicar presentaron los valores más elevados de grados Brix respecto a los tratamientos con insecticida, DKS-46 (13.7), 85-P15 (10.5) y Ambar (9.8).

Palabras claves: *Tratamiento a semilla, incidencia, insecticida, pulgón amarillo.*

⁴Este capítulo fue publicado parcialmente en la revista *CENTRO AGRÍCOLA*.

Perales-Rosas, D. Hernández-Pérez, R. Guillén-Sánchez, D. López-Martínez, V. Alia-Tejacal, I. Juárez-López, P. 2019. Tratamiento con insecticidas a semillas de *Sorghum bicolor* para el control de *Melanaphis sacchari/sorghii* en Morelos, México. *CENTRO AGRÍCOLA* 46(4): 5-12. ISSN on line:2072-2001

CHEMICAL CONTROL OF *Melanaphis sacchari/sorghii* IN HYBRIDS OF SORGHUM IN THE STATE OF MORELOS, MEXICO.

Abstract

The effect of the insecticides Poncho, Cruiser 5 FS and Tools TS applied in seed treatment in three commercial sorghum hybrids: DKS-46, Ambar and 85-P15 in the variables % of germination, % of incidence and severity of *M. sacchari/sorghii* and agronomic variables. No negative effects of sorghum treatments were observed in the percentage of germination, being over 96% in all treatments, without statistical differences between them and the absolute control. The doses of the insecticides did not show an effect of controlling the populations of *M. sacchari/sorghii* at the evaluated doses of Poncho, Cruiser 5 FS and Tools TS, with incidences of up to 90% in the hybrid 85-P15 and 50% in Ambar and DKS-46. The effect of the insecticide treatments was not positive in the agronomic variables, except in Brix degrees, where the controls without applying presented the highest values of Brix degrees with respect to the treatments with insecticide, DKS-46 (13.7), 85-P15 (10.5) and Ambar (9.8).

Keys Words: Seed treatment, incidence, insecticide, yellow aphid.

4.1. Introducción

En el 2014 la producción de sorgo (*Sorghum bicolor* L) Moench en México fue de 2, 078, 496 ha con un rendimiento promedio de 4.17 t ha⁻¹ y una producción de 8, 394, 056 t (SIAP, 2015), siendo México el tercer productor de sorgo en el mundo con 10.59%. En el año 2017 la producción de sorgo fue de 1, 456, 329 ha, con un rendimiento de 3.4 t ha⁻¹ (SIAP, 2017), este descenso en la superficie sembrada y en el rendimiento se debe al impacto negativo de *Melanaphis sacchari/sorghii* sobre el cultivo de sorgo.

M. sacchari/sorghii afecta en todas las etapas de desarrollo del sorgo, colonizando desde la etapa de desarrollo vegetativo el envés de las hojas basales y desplazándose gradualmente hacia las hojas superiores, llegando a infestar la panícula durante la floración y llenado del grano (Rodríguez del Bosque y Terán, 2015). Además, sobre sus excretas se desarrolla la fumagina que interfiere en la fotosíntesis (Sing *et al.*, 2004; Bowling *et al.*, 2016). Se ha observado una relación inversamente proporcional (negativa) entre el nivel de infestación del pulgón amarillo y el rendimiento del grano (Ramírez-Rojas *et al.*, 2017).

M. sacchari/sorghii es una especie con reproducción partenogenética, lo que le permite adaptarse a cambios bruscos, incluido la planta hospedera (Nibouche *et al.*, 2015). El pulgón amarillo ha sido conocido como un “super-clon” por su baja diversidad genética pero gran potencial adaptativo a diversas regiones geográficas (Nibouche *et al.*, 2014; Nibouche *et al.*, 2018).

Se han implementado diferentes estrategias de control de *M. sacchari/sorghii* como la destrucción de residuos de cosecha, eliminación de hospederos alternos, delimitación de fechas de siembra, y conservación de enemigos naturales (Quijano-Carranza *et al.*, 2017). La mayoría no han sido suficientes para abatir las poblaciones del pulgón amarillo a niveles inferiores al umbral económico (Rodríguez del Bosque y Terán, 2015; Rodríguez del Bosque y Terán, 2018) de 50 pulgones/hoja, por lo que el control químico es la principal medida de combate (Bowling *et al.*, 2016).

Diversos plaguicidas han sido utilizados para el control de *M. sacchari/sorgho* en México como flupyradifuron, sulfoxaflor, spirotetramat, imidacloprid, pirimicarb, pymetrozine, flonicamid, afidopyropen (Perales-Rosas *et al.*, 2019; Tejeda-Reyes *et al.*, 2017; Rodríguez del Bosque y Terán, 2015).

Se han utilizado en México al clothianidin, tiametoxam e imidacloprid en formulaciones para tratamiento a semillas como la primera línea de esta táctica de manejo que pueda retrasar o evitar las aplicaciones de insecticidas foliares, especialmente en la siembra de cultivos de sorgo a punta de riego o temporal, hasta por 30 días después de la emergencia del cultivo (Quijano-Carranza *et al.*, 2017).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de control en las poblaciones de *Melanaphis sacchari/sorgho*, de 3 insecticidas sistémicos comerciales aplicados en tratamiento a semilla, en 3 híbridos comerciales de sorgo en el estado de Morelos.

4.2. Materiales y Métodos

El ensayo inició con el tratamiento de las semillas de tres híbridos de sorgo el día 19 de junio del 2018, usando los genotipos de: Ambar 752E443K (Asgrow®), 85 P15 (Pioneer®) y DKS-46 (Dekalb®). Los híbridos fueron sembrados el 21 de junio del 2018 en el campo experimental de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc (UAEM), en el estado de Morelos, con un tipo de suelo vertisol arcilloso, ubicado a los 18° 44'39" N y 98° 54'34" O y a una altura de 1294 msnm. Los híbridos fueron establecidos en un diseño experimental de bloque completamente al azar con trece tratamientos y cuatro repeticiones, la unidad experimental fue de 4 surcos de 0.7 m de ancho por 4 m de largo (11.2 m²) teniendo como parcela útil los dos surcos centrales, eliminando 0.5 m en sus extremos. Los tres híbridos fueron tratados con 4 dosis de insecticidas comerciales utilizados para este fin por las empresas comercializadoras de semillas en México: 4, 5, 6, 8 mL/kg de semilla de Poncho® (clothianidin al 48% equivalente a 600 g de i.a/L) de la empresa Bayer de México; 2.5, 3.5, 5 y 7 mL/ kg de semilla de Cruiser® 5 FS (tiametoxam al 47.9% equivalente a

600 g de i.a/L) de Syngenta Agro S. A. de C.V. ; 5, 6, 7 y 9 g/ kg de semilla de Tools® TS (imidacloprid al 70% equivalente a 700 g de i.a/kg) de Lapisa S. A. de C.V. y un testigo absoluto.

La incidencia de *M. sacchari/sorghii* se evaluó cada 7 días a partir de los 14 días después de la siembra, sobre 10 plantas tomadas al azar en cada tratamiento, la severidad se determinó aplicando la escala de Bowling *et al.*, 2015 modificada con 7 clases: 0: sin pulgones, 1:1-25 pulgones, 2:26-50 pulgones, 3:51-100 pulgones, 4:101-500 pulgones, 5:501-1000 pulgones y 6: ≥ 1001 pulgones/hoja. Con los índices se calculó el porcentaje de infestación de la plaga utilizando la fórmula de Townsend y Heuberger (1943).

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y a una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) mediante el paquete de análisis estadístico SAS® versión 9.0.

4.3. Resultados y Discusión

4.3.1. Germinación de semillas

Las dosis de los insecticidas evaluados no presentaron efectos adversos en la germinación de la semilla en los tres genotipos de sorgo (Cuadro 8). No se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos con insecticidas respecto al testigo sin aplicar.

Cuadro 8. Porcentaje de germinación de los tratamientos a semilla de Poncho, Cruiser 5 FS y Tools TS en los híbridos DKS-46, Ambar y 85-P15 de sorgo (*Sorghum bicolor*) en Xalostoc, Ayala, Morelos, 2018.

No. Tratamiento	DKS-46		Ambar		85-P15	
	1ra. Eval.	2da. Eval.	1ra. Eval.	2da. Eval.	1ra. Eval.	2da. Eval.
T1. 4 mL Poncho	89.5 ba	96.0 a	99.7 a	100 a	91.52 ba	97.5 a
T2. 5 mL Poncho	90.7 ba	96.2 a	96.7 a	97.7 a	90.5 ba	97.0 a
T3. 6 mL Poncho	91.7 ba	98.5 a	99.2 a	99.2 a	89.0 ba	95.2 a
T4. 8 mL Poncho	84.7 b	94.0 a	99.0 a	99.2 a	90.7 ba	91.7 a
T5. 2.5 mL Cruiser	95.5 ba	99.2 a	98.2 a	98.5 a	87.0 ba	98.0 a
T6. 3.5 mL Cruiser	90.2 ba	94.7 a	98.7 a	98.5 a	95.5 ba	94.2 a
T7. 5 mL Cruiser	98.0 a	98.5 a	90.5 a	97.7 a	85.0 b	96.2 a
T8. 7 mL Cruiser	91.2 ba	95.5 a	100 a	100 a	99.0 a	99.2 a
T9. 5 g Tools	89.0 ba	96.2 a	92.5 a	99.0 a	93.2 ba	98.2 a
T10. 6 g Tools	93.0 ba	96.0 a	76.5 a	98.7 a	89.0 ba	94.7 a
T11. 7 g Tools	94.0 ba	97.2 a	97.5 a	98.7 a	88.0 ba	92.7 a
T12. 9 g Tools	95.7 ba	96.7 a	98.2 a	98.2 a	86.0 b	93.2 a
T13. Testigo	95.2 ba	97.5 a	96.0 a	98.2 a	91.7 ba	92.7 a

Medias con la misma letra en columnas no difieren estadísticamente Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

4.3.2. Incidencia de *M. sacchari* /sorgo

Durante las dos primeras evaluaciones no hubo presencia del pulgón amarillo en los tres híbridos evaluados. En la tercera evaluación se observó la presencia de individuos alados, primeros colonizadores, en al menos el 50% de las plantas evaluadas de DKS-46 y Ambar y del 90% de incidencia en el híbrido 85-P15 y no observándose diferencias estadísticas entre los tratamientos con insecticidas y el testigo absoluto (Cuadros 9, 10 y 11). El incremento intempestivo de las primeras colonias se puede deber al hábito de las poblaciones aladas de desplazarse en forma de nubes o bien vuelos dirigidos hacia plantas de colores verdes o amarillos (Peña-Martínez *et al.*, 2018) y su crecimiento acelerado en la cuarta evaluación se debe a la alta tasa reproductiva del pulgón de hasta 65 pulgones /día/hoja (Rodríguez del Bosque y Terán, 2018) o 71 pulgones / día/ hoja (Bowling *et al.*, 2016) y a la alta especificidad del superclon al cultivo de sorgo (Nibouche *et al.*, 2018). La mayor incidencia de la población de pulgones se observó a partir de la cuarta evaluación (28 días después

de la siembra) hasta la séptima evaluación. En la octava evaluación se observó una disminución de la incidencia de *M. sacchari/sorghu* por efecto de decaimiento natural de la planta por el daño ocasionado por el pulgón o factores ambientales adversos como la precipitación y calidad en la alimentación (Bowling *et al.*, 2015; Peña-Martínez *et al.*, 2018).

Cuadro 9. Incidencia de *Melanaphis sacchari* en los tratamientos de Poncho, Cruiser 5 FS y Tools TS en el híbrido DKS-46 de sorgo (*Sorghum bicolor*) en Xalostoc, Ayala, Morelos, 2018.

No. Tratamiento	1ra. Eval.	2da. Eval.	3ra. Eval.	4ta. Eval.	5ta. Eval.	6ta. Eval.	7ma. Eval.	8va. Eval.
T1. 4 mL Poncho	0.00 a	0.00 a	67.50 a	92.50 a	100 a	100 a	100 a	92.50 a
T2. 5 mL Poncho	0.00 a	0.00 a	57.50 a	82.50 a	100 a	100 a	100 a	90.00 ba
T3. 6 mL Poncho	0.00 a	0.00 a	57.50 a	85.00 a	97.50 a	100 a	100 a	90.00 ba
T4. 8 mL Poncho	0.00 a	0.00 a	42.50 a	70.00 a	97.50 a	100 a	100 a	42.50 c
T5. 2.5 mL Cruiser	0.00 a	0.00 a	67.50 a	92.50 a	97.50 a	100 a	100 a	95.00 a
T6. 3.5 mL Cruiser	0.00 a	0.00 a	57.50 a	90.00 a	97.50 a	100 a	100 a	90.00 ba
T7. 5 mL Cruiser	0.00 a	0.00 a	50.00 a	77.50 a	95.00 a	100 a	100 a	90.00 ba
T8. 7 mL Cruiser	0.00 a	0.00 a	50.00 a	80.00 a	97.50 a	100 a	95.00 a	85.00 ba
T9. 5g-Tools	0.00 a	0.00 a	52.50 a	80.00 a	100 a	100 a	100 a	90.00 ba
T10. 6 g Tools	0.00 a	0.00 a	50.00 a	77.50 a	95.00 a	100 a	100 a	82.50 ba
T11. 7 g Tools	0.00 a	0.00 a	42.50 a	82.50 a	95.00 a	100 a	100 a	75.00 b
T12. 9 g Tools	0.00 a	0.00 a	37.50 a	75.00 a	97.50 a	100 a	97.50 a	75.00 b
T13. Testigo	0.00 a	0.00 a	77.50 a	92.50 a	100 a	100 a	100 a	95.00 a

Medias con la misma letra en columnas no difieren estadísticamente Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

Cuadro 10. Incidencia de *Melanaphis sacchari* en los tratamientos de Poncho, Cruiser 5 FS y Tools TS en el híbrido Ambar de sorgo (*Sorghum bicolor*) en Xalostoc, Ayala, Morelos, 2018.

No. Tratamiento	1ra. Eval.	2da. Eval.	3ra. Eval.	4ta. Eval.	5ta. Eval.	6ta. Eval.	7ma. Eval.	8va. Eval.
T1. 4 mL Poncho	0.00 a	0.00 a	60.00 a	92.50 a	97.50 a	100 a	100 a	80.00 b
T2. 5 mL Poncho	0.00 a	0.00 a	62.50 a	90.00 a	100 a	97.50 a	100 a	52.50 c
T3. 6 mL Poncho	0.00 a	0.00 a	52.50 a	87.50 a	97.50 a	97.50 a	100 a	40.00 dc
T4. 8 mL Poncho	0.00 a	0.00 a	40.00 a	85.00 a	100 a	97.50 a	100 a	42.50 dc
T5. 2.5 mL Cruiser	0.00 a	0.00 a	57.50 a	92.50 a	100 a	100 a	100 a	97.50 a
T6. 3.5 mL Cruiser	0.00 a	0.00 a	52.50 a	90.00 a	100 a	100 a	100 a	70.00 b
T7. 5 mL Cruiser	0.00 a	0.00 a	55.00 a	72.50 a	97.50 a	100 a	100 a	27.50 d
T8. 7 mL Cruiser	0.00 a	0.00 a	42.50 a	75.00 a	92.50 a	100 a	100 a	27.50 d
T9. 5g-Tools	0.00 a	0.00 a	60.00 a	92.50 a	97.50 a	92.50 a	100 a	100 a
T10. 6 g Tools	0.00 a	0.00 a	47.50 a	90.00 a	100 a	97.50 a	100 a	97.50 a
T11. 7 g Tools	0.00 a	0.00 a	37.50 a	80.00 a	97.50 a	100 a	100 a	100 a
T12. 9 g Tools	0.00 a	0.00 a	35.00 a	80.00 a	92.50 a	92.50 a	100 a	35.00 d
T13. Testigo	0.00 a	0.00 a	62.50 a	87.50 a	100 a	100 a	100 a	97.50 a

Medias con la misma letra en columnas no difieren estadísticamente Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

Cuadro 11. Incidencia de *Melanaphis sacchari* en los tratamientos de Poncho, Cruiser 5 FS y Tools TS en el híbrido 85-P15 de sorgo (*Sorghum bicolor*) en Xalostoc, Ayala, Morelos, 2018.

No. Tratamiento	1ra. Eval.	2da. Eval.	3ra. Eval.	4ta. Eval.	5ta. Eval.	6ta. Eval.	7ma. Eval.	8va. Eval.
T1. 4 mL Poncho	0.00 a	0.00 a	95.00 a	100 a	100 a	70.00 a	100 a	70.00 a
T2. 5 mL Poncho	0.00 a	0.00 a	95.00 a	100 a	100 a	75.00 a	100 a	70.00 a
T3. 6 mL Poncho	0.00 a	0.00 a	95.00 a	100 a	100 a	70.00 a	100 a	72.50 a
T4. 8 mL Poncho	0.00 a	0.00 a	97.50 a	100 a	100 a	62.50 a	100 a	62.50 a
T5. 2.5 mL Cruiser	0.00 a	0.00 a	92.50 a	100 a	100 a	82.50 a	100 a	80.00 a
T6. 3.5 mL Cruiser	0.00 a	0.00 a	92.50 a	97.50 a	100 a	80.00 a	100 a	82.50 a
T7. 5 mL Cruiser	0.00 a	0.00 a	85.00 a	100 a	100 a	55.00 a	100 a	55.00 a
T8. 7 mL Cruiser	0.00 a	0.00 a	92.50 a	100 a	100 a	55.00 a	100 a	55.00 a
T9. 5g-Tools	0.00 a	0.00 a	100 a	100 a	100 a	80.00 a	100 a	77.50 a
T10. 6 g Tools	0.00 a	0.00 a	92.50 a	100 a	100 a	77.50 a	100 a	62.50 a
T11. 7 g Tools	0.00 a	0.00 a	92.50 a	100 a	100 a	62.50 a	100 a	62.50 a
T12. 9 g Tools	0.00 a	0.00 a	97.50 a	100 a	100 a	72.50 a	100 a	72.50 a
T13. Testigo	0.00 a	0.00 a	100 a	100 a	100 a	62.50 a	100 a	80.00 a

Medias con la misma letra en columnas no difieren estadísticamente Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

4.3.3. Variables agronómicas

En general no observó un efecto positivo de los tratamientos a semilla en las variables agronómicas en el testigo absoluto, en los híbridos DKS-46, Ambar y 85-P15, excepto en los grados Brix. Bhagwat *et al.* (2014), demostraron que la colonización de este pulgón tenía una relación significativamente positiva con el contenido de clorofila, por lo que variedades con mayor clorofila toleraban mejor la infestación de *M. sacchari*, determinó que las población de pulgones/cm², el contenido de clorofila y el rendimiento de grano, podrían ser parámetros más fiables para valorar la susceptibilidad o resistencia a esta plaga en sorgo.

Respecto al contenido de clorofila, no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos con insecticida y el testigo. Respecto a la concentración de azúcares (grados Brix), se observa una diferencia estadística entre el testigo absoluto con una mayor concentración de azúcares y el resto de los tratamientos con insecticidas. La excreción de la mielecilla se debe a que el pulgón se alimenta de sabia azucarada del sorgo, el exceso de azúcares, provoca la excreción de mielecilla (Peña-Martínez *et al.*, 2018). En los genotipos con mayor infestación del pulgón amarillo en los testigos (DKS-46, 85-P15 y Ambar) respectivamente, fueron los que presentaron las concentraciones de azúcares más elevadas o grados Brix (Cuadro 12, 13 y 14).

Cuadro 12. Comparación de variables agronómicas en los tratamientos a semilla del híbrido DKS-46 en Xalostoc, Ayala, Morelos, 2018.

No. Tratamiento	PFH	PFT	AP	PFP	PFG	Cl	GB
T1. 4 mL Poncho	14.87 abc	61.04 abc	125.67 ab	26.08 bc	19.67 bcde	35.93 a	11.0 dc
T2. 5 mL Poncho	16.10 ab	60.69 abc	128.13 ab	29.69 b	25.34 ab	33.37 a	12.0 b
T3. 6 mL Poncho	11.09 cd	57.37 abc	123.47 abc	26.41 bc	22.10 bcd	34.40 a	7.5 i
T4. 8 mL Poncho	12.83 abc	47.94 bc	126.33 ab	18.10 de	15.02 ed	34.87 a	7.4 ij
T5. 2.5 mL Cruiser	17.30 a	47.06 bc	121.40 bcd	26.24 bc	23.55 abc	33.52 a	11.2 c
T6. 3.5 mL Cruiser	12.24 bcd	59.06 abc	123.53 abc	23.57 cd	19.80 bcde	33.66 a	10.1 e
T7. 5 mL Cruiser	12.26 bcd	43.05 c	111.20 cd	19.38 de	16.68 cde	34.72 a	10.5 de
T8. 7 mL Cruiser	7.66 d	45.32 bc	120.67 bcd	18.12 de	15.22 ed	34.77 a	9.2 f
T9. 5g-Tools	15.55 abc	68.06 ab	130.40 ab	26.03 bc	21.74 bcde	34.85 a	8.7 gf
T10. 6 g Tools	15.99 abc	77.41 a	136.60 a	30.14 b	24.47 ab	33.91 a	7.9 ih
T11. 7 g Tools	14.87 abc	56.30 abc	133.13 ab	36.12 a	30.51 a	33.85 a	8.3 gh
T12. 9 g Tools	13.30 abc	44.25 c	107.93 d	17.39 e	14.59 e	35.25 a	6.8 j
T13. Testigo	13.20 abc	55.92 abc	125.60 ab	22.46 cde	18.59 bcde	34.20 a	13.7 a

Medias con la misma letra en columnas no difieren estadísticamente Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

PFH = peso fresco de la hoja en g; PFT= peso fresco de tallo en g; AP = altura de planta en cm; PFP = peso fresco de la panoja en g; PFG = peso fresco de grano en g; Cl= clorofila; GB = grados Brix.

Cuadro 13. Comparación de variables agronómicas en los tratamientos a semilla del híbrido Ambar en Xalostoc, Ayala, Morelos, 2018.

No. Tratamiento	PFH	PFT	AP	PFP	PFG	Cl	GB
T1. 4 mL Poncho	13.82 abc	39.90 cd	121.67 cd	25.61 cade	20.30 efg	36.08 a	8.0 ed
T2. 5 mL Poncho	16.50 ab	49.22 a	125.27 bcd	32.27 a	26.28 b	35.90 a	6.9 ih
T3. 6 mL Poncho	12.83 d	27.54 h	126.27 bc	30.74 ab	24.96 bc	35.11 a	7.4 gh
T4. 8 mL Poncho	9.35 c	30.07 gh	120.60 cd	22.53 e	18.59 g	37.06 a	7.0 gh
T5. 2.5 mL Cruiser	13.10 bc	37.64 de	120.80 cd	24.03 ed	19.50 fg	37.45 a	12.8 a
T6. 3.5 mL Cruiser	16.56 a	44.83 ab	116.87 d	27.27 bcd	21.71 def	34.59 a	7.6 ef
T7. 5 mL Cruiser	10.58 dc	32.92 fg	127.73 bc	28.97 ab	23.82 bcd	35.64 a	5.9 j
T8. 7 mL Cruiser	13.70 abc	42.81 bc	119.60 cd	26.51 cde	20.79 efg	37.47 a	6.5 i
T9. 5g-Tools	8.98 d	34.48 efg	118.87 cd	23.96 ed	19.24 fg	35.89 a	8.9 c
T10. 6 g Tools	12.30 dc	37.34 def	120.27 cd	26.62 bcde	22.83 gde	37.20 a	8.9 c
T11. 7 g Tools	11.16 dc	37.58 de	133.67 ab	32.44 a	26.61 b	37.07 a	8.4 d
T12. 9 g Tools	11.39 dc	47.44 ab	139.13 a	32.99 a	26.60 b	35.23 a	8.0 ed
T13. Testigo	9.36 d	39.37 cd	121.67 cd	32.81 a	32.02 a	34.98 a	9.8 b

Medias con la misma letra en columnas no difieren estadísticamente Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

PFH = peso fresco de la hoja en g; PFT= peso fresco de tallo en g; AP = altura de planta en cm; PFP = peso fresco de la panoja en g; PFG = peso fresco de grano en g; Cl= clorofila; GB = grados Brix.

Cuadro 14. Comparación de variables agronómicas en los tratamientos a semilla del híbrido 85 P15 en Xalostoc, Ayala, Morelos, 2018.

No. Tratamiento	PFH	PFT	AP	PFP	PFG	Cl	GB
T1. 4 mL Poncho	8.90 c	27.00 f	121.40 c	29.45 defg	25.40 bcde	33.82 a	9.0 c
T2. 5 mL Poncho	4.54 d	14.03 g	94.20 g	23.57 fg	19.09 ed	32.99 a	9.4 bc
T3. 6 mL Poncho	12.69 b	69.61 a	123.67 bc	47.04 a	38.21 a	32.64 a	9.3 bc
T4. 8 mL Poncho	7.57 cd	16.31 g	97.80 fg	37.61 bcd	22.48 cde	31.17 a	7.1 ef
T5. 2.5 mL Cruiser	13.85 ab	55.72 bc	124.20 bc	40.89 abc	33.43 ab	33.06 a	10.1 a
T6. 3.5 mL Cruiser	9.26 c	28.41 f	105.53 ef	27.04 efg	22.33 cde	29.70 a	8.1 ed
T7. 5 mL Cruiser	7.70 cd	58.83 b	121.60 c	46.62 ab	37.43 a	30.92 a	7.5 ef
T8. 7 mL Cruiser	16.57 a	42.56 de	119.13 dc	32.19 cdef	25.70 bcd	32.04 a	7.6 edf
T9. 5g-Tools	7.24 cd	46.18 d	130.80 ab	38.65 abcd	31.36 ab	32.03 a	10.3 a
T10. 6 g Tools	9.11 c	47.89 cd	134.73 a	35.09 cde	28.05 bc	31.72 a	9.9 ba
T11. 7 g Tools	8.91 c	51.91 bcd	127.33 abc	34.97 cde	28.26 bc	33.08 a	8.9 c
T12. 9 g Tools	13.50 ab	35.55 ef	110.47 de	35.19 cde	30.25 abc	32.65 a	8.2 d
T13. Testigo	7.50 cd	16.02 g	100.00 fg	21.45 g	17.22 e	28.08 a	10.5 a

Medias con la misma letra en columnas no difieren estadísticamente Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

PFH = peso fresco de la hoja en g; PFT= peso fresco de tallo en g; AP = altura de planta en cm; PFP = peso fresco de la panoja en g; PFG = peso fresco de grano en g; Cl= clorofila; GB = grados Brix.

4.4. Conclusiones

- 1). Los tratamientos evaluados de Poncho, Cruiser 5 FS y Tools TS no afectaron la germinación de la semilla de los híbridos DKS-46, Ambar y 85-P15.
- 2). No se observó efecto de control de los tratamientos de Poncho, Cruiser 5 FS y Tools TS en las poblaciones de *M. sacchari/sorgho*.
- 3). No se observó un efecto positivo de los tratamientos a semilla en: altura de planta, peso fresco de hoja, peso fresco de tallo, peso fresco de la panoja, peso fresco del grano, contenido de clorofila. Si se observó un efecto positivo de los tratamientos en la concentración de azúcares.

4.5. Literatura citada

- Bhagwat, V.R., Shyam, G.P., Prabhaka, R., Pawar, D.B., Biradar, A.P., Srinivasa, K.B., Kalaisekar, A., Subbarayudu, B. and Patil, J.V. 2014. Detection of durable resistant sources for sugarcane aphids, *Melanaphis sacchari*, and their mechanisms of resistance in post rainy sorghum. *Indian Journal Agricultural Sciences* 84:1274-1277. <http://eprints.icrisat.ac.in/14088/>
- Bowling, R., Brewer, M., Knutson, A., Way, M., Porter, P., Bynum, E., Allen, C. y Villanueva, R. 2015. Monitoreo de Pulgón Amarillo en Sorgo. Texas A&M AgriLife. [En línea]. http://www.pulgonamarillo.to.com/exteduc/publicaciones/17_Tarjeta_para_el_monitoreo.pdf. Fecha de acceso: 24-agosto-2019.
- Bowling, R.D., Brewer, M.J., Kerns, D.L., Gordy, J., Seiter, N., Elliott, N.E., Butin, G.D., Way, J., Royer, T.A., Biles, S., and Maxon, E. 2016. Sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae): A new pest on sorghum in North America. *Journal of Integrated Pest Management* 7(1):12:1-13. <https://betteryield.agrilife.org/files/2016/08/Sugarcane-Aphid-A-New-Sorghum-Pest-in-North-America.pdf>
- Nibouche, S.; Costet, L.; Holt, J.R.; Jacobson, A.; Pekarcik, A.; Sadeyen, N, et al. 2018. Invasion of sorghum in the Americas by a new sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) superclone. *PLoS One*. 13(4) <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0196124>
- Nibouche, S., Mississippi, S., Fartek, B., Delatte, H., Reynaud, B. and Costet, L. 2015. Host plant specialization in the sugarcane aphid *Melanaphis sacchari*. *PLoS ONE* 10(11):e0143704.doi:10.1371/journal.pone.0143704. <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0143704&type=printable>
- Nibouche, S., Fartek, B., Mississippi, S., Delatte, H., Reynaud, B., and Costet, L. 2014. Low genetic diversity in *M. sacchari* aphid population at the worldwide scale. *PLoS ONE*. 9(8): e106067. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106066>. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0106067>

- Peña, M. R, Lomelí, J.R.F., Bujanos, R.M.A., Muñoz, L.V., Vanegas, J.M.R., Salas, R.M., Hernández, O.E.T., Martínez, A. J. e Ibarra, J.F.R. 2018. Pulgón amarillo del sorgo, (PAS), *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897), interrogantes biológicas y tablas de vida. Fundación Guanajuato Produce, Celaya Gto., México. ISBN: 978-607-96123-8-2.
https://www.researchgate.net/publication/327904648_Pulgón_amarillo_del_sorgo_PAS_Melanaphis_sacchari_Zehntner_1897_interrogantes_biologicas_y_tablas_de_vida
- Perales, R.D., Hernández, A.M., Valle-de la Paz, M. and Peralta, F.A. 2019. Biological effectiveness of Singular 350 SC for control of *Melanaphis sacchari* in Sorghum bicolor. *Revista Centro Agrícola* 46(1):31-36.
http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V46-Numero_1/cag05119.pdf
- Quijano, C.J.A., Pecina, Q.V., Bujanos, M.R., Marín, J.A. y Yáñez, L.R. 2017. Guía 2017 para el pulgón amarillo del sorgo. Instituto nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pesquero. 42 p.
http://www.pulgonamarillo.to.com/exteduc/publicaciones/guia_MIPulgonamarillo_2017.pdf
- Ramírez, R.S., Trujillo, C. A. y Arenas, H. M. 2017. Generación de estrategias para el manejo integrado del pulgón amarillo del sorgo en Jantetelco, Morelos. Informe técnico. INIFAP Campus Zacatepec, Morelos-SAGARPA. 48p.
<https://semillastodoterreno.com/wp-content/uploads/2017/05/Informe-Proyecto-PAS-Jantetelco-2016-Copia-resaltada.pdf>
- Rodríguez del Bosque, L. A. and Terán, A. P. 2015. *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae): A new sorghum insect pest in Mexico. *Southwestern Entomologist* 40 (2): 433-434. <https://doi.org/10.3958/059.040.0217>
- Rodríguez del Bosque, L.A.; y Terán, V.A.P. 2018. Manejo Integrado del pulgón amarillo del sorgo en Tamaulipas. INIFAP/CIR-Noreste. 77 p.
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/394239/Manejo_integrado_d el_pulg_n_amarillo_del_sorgo_en_Tamaulipas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/394239/Manejo_integrado_del_pulgón_amarillo_del_sorgo_en_Tamaulipas.pdf)

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. [En línea]. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> .
Fecha de acceso: 04-junio-2019.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. [En línea]. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> .
Fecha de acceso: 04-junio-2019.
- Singh, B.U., Padmaja, P.G. and Seetharama, N. 2004. Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae), in sorghum: a review. *Crop Protection* 23:739-755.
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0143704>
- Tejeda, R.M.A., Díaz, N.J.F., Rodríguez, M.J.C., Vargas, H.M., Solís, A.J.F., Ayvar, S.S. y Flores, Y.J.A. 2017. Evaluación en campo de insecticidas sobre *Melanaphis sacchari* (Zehntner) en sorgo. *Southwestern Entomologist* 4(2):545-550. <https://bioone.org/journals/Southwestern-Entomologist/volume-42/issue-2>
- Townsend, G.R. and Heuberger, J.W. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *The Plant Disease Reporter* 27:340-343.
[https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=725513](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=725513)

DISCUSIÓN GENERAL

Referente a la incidencia y severidad de *Melanaphis sacchari/sorghii* en los 6 híbridos comerciales de sorgo (Cobalto, Ambar, 85 P20, 85 P15, Milenia y DKS-46), se observó que las poblaciones iniciales de la plaga se presentaron hasta los 21 días después de la siembra (DDS), es decir 7 días después de la emergencia del cultivo, y las poblaciones se incrementaron gradualmente hasta los 56 DDS. *Melanaphis sacchari/sorghii* es un insecto que combina una reproducción partenogenética vivípara (Aholocíclicos) en primavera-verano y en el periodo de invierno existen colonias con individuos mezclados con reproducción sexual y partenogenética, así como formas aladas y ápteras lo que le permite una tasa alta de reproducción y colonización de plantas (Peña-Martínez *et al.*, 2016; Peña-Martínez *et al.*, 2017; Peña-Martínez *et al.*, 2018). No se observaron diferencias estadísticas en las variables agronómicas (biomasa fresca de la planta, altura de la planta, peso de la panoja y biomasa seca de la planta. Bowling *et al.* (2016), Rodríguez del Bosque y Terán (2018), reportan una alta tasa reproductiva de *Melanaphis sacchari/sorghii* de 65 a 71 pulgones/hoja/día. Nibouche *et al.* (2018) reporta una alta especificidad de superclon MLL-F al cultivo de sorgo y caña de azúcar. Todos los híbridos fueron altamente susceptibles al ataque del pulgón amarillo del sorgo, las variables agronómicas cuantificadas fueron afectadas por las poblaciones del pulgón amarillo, no logrando diferenciarse estadísticamente entre ellas, excepto en la concentración de azúcares, los híbridos con mayor preferencia de *Melanaphis sacchari/sorghii*, presentaron mayor concentración de azúcares (85 P20 y Milenia).

Se detectó la presencia asintomática del *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) y el *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) en muestras de follaje colectadas en plantas de sorgo del estado de Morelos. Barbosa *et al.* (2018) reportan la presencia de *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) en las zonas cañeras de México. McAllister *et al.* (2008), reportan que *Sugarcane yellow leaf virus* es transmitido eficientemente de forma semipersistente por el pulgón amarillo de la caña de azúcar (*Melanaphis sacchari/sorghii*), pulgón del cogollo (*Ropalosiphum maidis*) y el pulgón de la raíz (*Ropalosiphum rufiabdominalis*), todos ellos ampliamente distribuidos en México

(Peña-Martínez *et al.*, 2017). Bermúdez-Guzmán *et al.* (2017) atribuye la sintomatología de mosaico al *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) en el cultivo de caña de azúcar en México. SCMV se ha reportado asociado al cultivo de maíz (Espejel *et al.*, 2006) y al sorgo (Garrido, 1996). Algunas variedades de caña de azúcar son asintomáticas positivas al SCMV (Xu *et al.*, 2008).

Los 6 híbridos comerciales de sorgo evaluados presentaron más de un mecanismo de resistencia, expresados en diferentes intensidades. *Melanaphis sacchari/sorgho* tiene una menor preferencia (antixenosis) por los híbridos Ambar, 85 P15 y Milenia. Una menor tasa intrínseca de incremento poblacional (r_m) en los genotipos Ambar y 85 P20. La mayor tolerancia al ataque de *Melanaphis sacchari/sorgho* se observó en los genotipos Ambar, Cobalto y 85 P20. Sharma *et al.* (2013) determinaron diferentes niveles de antibiosis y antixenosis en genotipos de sorgo al ataque de *Melanaphis saccharis* y seleccionaron genotipos resistentes, que se pueden utilizar en un enfoque sustentable de producción. Las plagas como *Melanaphis sacchari/sorgho*, considerada como “superclon” (Nibouche *et al.*, 2018), poseen un genoma altamente dinámico y adaptativo, la importancia de estudiar el ciclo de vida de estos insectos, radica en el hecho que las altas tasas de crecimiento y desarrollo individual, junto a un tiempo de desarrollo muy corto, les permite colonizar rápidamente los cultivos (Lushai *et al.*, 2003).

La altura de la planta, el contenido de nitrógeno en la hoja, azúcares totales y el contenido de clorofila favorecen el desarrollo de las poblaciones de *Melanaphis sacchari*. Plantas con mayores contenidos de fósforo, potasio y polifenoles son menos preferidas por *Melanaphis sacchari* (Shing *et al.*, 2004).

Los tratamientos a semilla con insecticidas comerciales sistémicos (imidacloprid, tiametoxam y clotianidín), no mostraron efecto de control de la plaga, tampoco afectaron la germinación de la semilla. Los tratamientos a semillas son altamente esenciales en las siembras de sorgo de temporal, logrando periodos de protección de hasta 30 días después de la emergencia del cultivo (Quijano-Carranza *et al.*, 2017).

El control químico de *Melanaphis sacchari/sorghii* es considerada la principal medida de control (Bowling *et al.*, 2016). Estudios de efectividad biológica de insecticidas con diferentes modos de acción aplicados al follaje, han logrado mantener suprimidas las poblaciones de *Melanaphis sacchari/sorghii* por debajo de 50 pulgones/hoja en periodos de tiempo de 21 y 28 días (Tejeda-Reyes *et al.*, 2017; Perales-Rosa *et al.*, 2019).

CONCLUSIÓN GENERAL

En el ciclo agrícola primavera-verano 2015 se detectó la presencia de *Melanaphis sachari/sorghii* en todos los municipios productores del estado de Morelos, se desconocía el comportamiento fitosanitario de esta plaga invasora o exótica, con una alta tasa de reproducción, por los productores y técnicos del estado de Morelos y de México en general. Con los resultados obtenidos en esta investigación se logró conocer los mecanismos de resistencia con los que cuentan los híbridos comerciales de sorgo cultivados en el estado de Morelos; la preferencia del pulgón amarillo del sorgo a los híbridos evaluados están relacionados directamente con el contenido de azúcares de la planta; la presencia asintomática del *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) y *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) transmitidos de forma semipersistente por pulgones presentes en el campo como *Melanaphis sacchari*; se comprobó que el tratamiento a la semilla con insecticidas comerciales sistémicos no ejerció ningún periodo de protección al sorgo en las primeras semanas de vida de la planta como lo recomiendan las casas comercializadoras de estos híbridos.

Sin embargo, existen muchas interrogantes que se tienen que continuar investigando a fin de logra un manejo racional de esta plaga, que sea amigable al ambiente y rentable al agricultor. Se proponen algunas recomendaciones generales que pudieran seguir abonado a este fin.

RECOMENDACIONES

- 1). Se debe continuar con la investigación del comportamiento de *Melanaphis sacchari/sorghii* a fin de determinar la alta especificidad de las poblaciones del pulgón amarillo al cultivo de sorgo y no a la caña de azúcar y otros hospederos presentes en el estado de Morelos, como se ha reportado en otras partes del mundo.
- 2). Se debe profundizar en el estudio de las variables morfológicas de los híbridos comerciales de sorgo y relacionarlos con la incidencia y severidad de la plaga (ángulos de apertura de hojas, pubescencia del follaje, altura de planta, etc.), así como de variables agronómicas de manejo (densidad de siembra, fertilización, efecto del sílice, factores ambientales) entre otros que permitan hacer una selección de híbridos tolerantes a esta plaga y un manejo agronómico más racional.
- 3). Determinar el momento más oportuno para la aplicación del control químico de *Melanaphis sacchari/sorghii* en el cultivo de sorgo.
- 4). Determinar un manejo integrado del pulgón amarillo del sorgo en el estado de Morelos, considerando algunas recomendaciones generadas por instituciones de investigación en México y el mundo, que permitan hacer un uso racional de las diferentes estrategias de control.

LITERATURA CITADA

- Barbosa-Villa, M.I.; Cruz-Jaramillo, J.L.; Silva-Rojas, H.V.; García-Mariscal, K.P.; García-Preciado, J.C.; y Bermúdez-Guzmán, M.J. 2018. Presencia del *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) en caña de azúcar (*Saccharum spp.*) aislado de Colima. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9(8): 1751-1762.
- Bermúdez-Guzmán, M.J.; Delgado-Virgen, F.J.; Cervantes- Preciado, J.F.; García-Preciado, J.C.; y Farías-Cervantes, V.S. 2017. Detection of *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) in *Saccharum spp* in México and phylogenetic origin of one isolate from Jalisco. *Revista Mexicana de Fitopatología* 36(1): 16-34.
- Bowling, R.D.; Brewer, M.J.; Kerns, D.L.; Gordy, J.; Seiter, N.; Elliott, N.E.; Butin, G.D.; Way, J.; Royer, T.A.; Biles, S.; and Maxon, E. 2016. Sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae): A new pest on sorghum in North America. *Journal of Integrated Pest Management* 7(1): 12:1-13.
- Espejel, F.; Jeffers, D.; Noa, C.J.C.; Ruiz, C.S.; and Silva, R.L. 2006. Coat protein gene sequence of a Mexican isolates of sugarcane mosaic virus and its infectivity in maize and sugarcane plants. *Archives of Virology* 151:409-412.
- Garrido, M.J. 1996. Identificación de algunos virus que infectan sorgo forrajero en Maracay. *Revista de la Facultad de Agronomía* 13:273-284.
- Lushai, G.; Hugh, D.L.; and Allen J. 2003. The dynamic clonal genome and its adaptative potencial. *Biological Journal of the Linnean Society* 79: 193-208.
- McAllister, C.D.; Hoy, J.W.; and Reagan, T.E. 2008. Temporal increase and spatial distribution of *sugarcane yellow leaf* and infestation of the aphid vector, *Melanaphis sacchari*. *Plant Dis* 92: 607-615.
- Nibouche, S.; Costet, L.; Holt, J.R.; Jacobson, A.; Pekarck, A.; and Sadeyen, N. 2018. Invasion of sorghum in the Americas by a new sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) superclone. *PLos One* 13(4).
- Peña-Martínez, R.; Muñoz-Viveros, A.L.; Bujanos-Muñiz, R.; Luévano-Borroel, J.; Tamayo-Mejía, F.; y Cortez-Moncada, E. 2016. Formas sexuales del complejo pulgón amarillo del sorgo, *Melanaphis sacchari/sorghum* en México. *Southwestern Entomologist* 41(1):127-131.

- Peña-Martínez, R.; Muñoz-Viveros, A.L.; Marín-Jarillo, A.; Bújanos-Muñiz, R.; Tamayo-Mejía, F.; Luevano-Borroel, J.; Sánchez-Segura, L.; e Ibarra-Rendón, J. 2017. Guía ilustrada para la identificación de los pulgones (Hemiptera: Aphididae) de cereales en México. Fundación Guanajuato Produce. Celaya, Guanajuato, México. 69 p.
- Peña-Martínez, R.; Lomelí-Flores, J.R.; Bujanos-Muñiz, R.M.A.; Muñoz-Viveros, A.L.; Vanegas-Rico, J.M.; Salas-Monzón, R.; Hernández-Torres, O.E.; Marín-Jaramillo, A.; e Ibarra-Rendón, J.F. 2018. Pulgón amarillo del sorgo, (PAS), *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897), interrogantes biológicas y tablas de vida. Fundación Guanajuato Produce, Celaya Gto., México. 49 p.
- Perales-Rosas, D.; Hernández-Aro, M.; Valle-de la Paz, M.; y Peralta-Fernando, A. 2019. Efectividad Biológica de Singular 350 SC para el control de *Melanaphis sacchari* en *Sorghum bicolor*. *Revista Centro Agrícola* 46(1): 31-36.
- Quijano-Carranza, J.A.; Pecina-Quintero, V.; Bujano-Muñiz, R.; Marín-Jaramillo, A.; y Yáñez-López, R. 2017. Guía 2017 para el manejo del pulgón amarillo del sorgo. Fundación Guanajuato Produce, Celaya, Gto., México. 42 p.
- Rodríguez del Bosque, L.A.; y Terán, V.A.P. 2018. Manejo Integrado del pulgón amarillo del sorgo en Tamaulipas. INIFAP/CIR-Noreste. 77 p.
- Shing, B.U., Padmaja, P.G. and Seetharama, N. 2004. Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae) in sorghum: a review. *Crop Protection* 23: 739-755.
- Sharma, H. C., S. P. Sharma and R. S. Munghate. 2013. Phenotyping for resistance to the sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) in *Sorghum bicolor* (Poaceae). *Int J Trop Insect Sci.* 33: 227–238.
- Tejeda-Reyes, M.A.; Díaz-Nájera, J.F.; Rodríguez-Maciel, J.C.; Vargas-Hernández, M.; Solís-Aguilar, J.F.; Ayvar-Serna, S.; y Flores-Yáñez, J.A. 2017. Evaluación en campo de insecticidas sobre *Melanaphis sacchari* (Zehntner) en sorgo. *Southwestern Entomologist* 42(2): 545-550.
- Xu, D.L.; Park, J.W.; Mirkow, T.E.; and Zhou, G.H. 2008. Viruses causing mosaic disease in sugarcane and their genetic diversity in southern China. *Archive of Virology* 153: 1031-1039.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado

"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"



Cuernavaca, Mor., a 7 de octubre de 2019.

**MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.**

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **CARACTERIZACIÓN DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO (*Melanaphis sacchari/sorghii*) Zehnthner, EN EL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor (L.) Moench*, EN EL ESTADO DE MORELOS**, que presenta: **DANIEL PERALES ROSAS**, mismo que fue desarrollado bajo mi dirección y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctor en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente

Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia



DR. DAGOBERTO GUILLÉN SÁNCHEZ
Comité Evaluador

C i p Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado

"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Mor., a 7 de octubre de 2019.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **CARACTERIZACIÓN DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO (*Melanaphis sacchari/sorghii*) Zehnthner, EN EL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench, EN EL ESTADO DE MORELOS**, que presenta: **DANIEL PERALES ROSAS**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. DAGOBERTO GUILLÉN SÁNCHEZ**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctor en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente



Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. IRÁN ALIA TEJACAL
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209
Tel. (777) 329 70 76, 329 70 00, Ext. 3211 / fagropecuarias@uaem.mx

**UA
EM**

Una universidad de excelencia

SECRETARÍA
2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado

"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"



Cuernavaca, Mor., a 7 de octubre de 2019.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: Por medio del presente me complace notificarle que ha sido designado como parte del Comité de tesis que presenta: **M.C. DANIEL PERALES ROSAS**, bajo el título: **CARACTERIZACIÓN DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO (*Melanaphis sacchari/sorghii*) Zehnthner, EN EL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor (L.) Moench, EN EL ESTADO DE MORELOS*, que presenta: **DANIEL PERALES ROSAS**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. DAGOBERTO GUILLÉN SÁNCHEZ**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctor en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.**

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente



Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ
Comité Evaluador

C i p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209
Tel. (777) 329 70 76, 329 70 00, Ext. 3211 / fagropecuarias@uaem.mx

UA
EM

Una universidad de excelencia

RECTORIA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado

"2019. a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"



Cuernavaca, Mor., a 7 de octubre de 2019.

**MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.**

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: Por medio del presente me complace notificarle que ha sido designado como parte del Comité de tesis que presenta: **M.C. DANIEL PERALES ROSAS**, bajo el título: **CARACTERIZACIÓN DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO (*Melanaphis sacchari/sorgho*) Zehntner, EN EL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench, EN EL ESTADO DE MORELOS**, que presenta: **DANIEL PERALES ROSAS**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. DAGOBERTO GUILLÉN SÁNCHEZ**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctor en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente

Por una humanidad culta

Una universidad de excelencia



DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ
Comité Evaluador

C i p Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209
Tel (777) 329 70 76, 329 70 00, Ext 3211 / fagropecuarias@uaem.mx

**UA
EM**

Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2020



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado

"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"



MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Cuernavaca, Mor., a 7 de octubre de 2019.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: Por medio del presente me complace notificarle que ha sido designado como parte del Comité de tesis que presenta: **M.C. DANIEL PERALES ROSAS**, bajo el título: **CARACTERIZACIÓN DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO (*Melanaphis sacchari/sorghii*) Zehntner, EN EL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench, EN EL ESTADO DE MORELOS.**, que presenta: **DANIEL PERALES ROSAS**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. DAGOBERTO GUILLÉN SÁNCHEZ**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctor en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente

Por una humanidad culta

Una universidad de excelencia



Maria Andrade Rodríguez

DRA. MARÍA ANDRADE RODRÍGUEZ
Comité Evaluador

C i p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México. 62209.
Tel. (777) 329 70 76, 329 70 00, Ext. 3211 / fagropecuarias@uaem.mx

**UA
EM**

Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Secretaría de programas educativos de posgrado

"2019 a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Mor., a 7 de octubre de 2019

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado "Por medio del presente me complace notificarle que ha sido designado como parte del Comité de tesis que presenta M.C. DANIEL PERALES ROSAS, bajo el título CARACTERIZACIÓN DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO (*Melanaphis sacchari/sorghii*) Zehntner, EN EL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench, EN EL ESTADO DE MORELOS., que presenta: DANIEL PERALES ROSAS, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del DR. DAGOBERTO GUILLÉN SÁNCHEZ, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de Doctor en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi VOTO DE APROBACIÓN para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración quedo de usted

Atentamente

Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia



DR. RICARDO HERNÁNDEZ PÉREZ
Comité Evaluador

C.p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209
Tel. (777) 329 70 76, 329 70 00, Ext. 3211 / faagropecuarias@uaem.mx

UA
EM

Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado

"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Mor., a 7 de octubre de 2019.

**MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.**

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: Por medio del presente me complace notificarle que ha sido designado como parte del Comité de tesis que presenta: **M.C. DANIEL PERALES ROSAS**, bajo el título: **CARACTERIZACIÓN DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO (*Melanaphis sacchari/sorghii*) Zehnthner, EN EL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor (L.) Moench*, EN EL ESTADO DE MORELOS.**, que presenta: **DANIEL PERALES ROSAS**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. DAGOBERTO GUILLÉN SÁNCHEZ**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Doctor en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia



Francisco Perdomo Roldan
FRANCISCO PERDOMO ROLDAN
Comité Evaluador

C i p Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa. Cuernavaca Morelos, Mexico, 62209.
Tel (777) 329 70 76. 329 70 00. Ext 3211 / fagropecuarias@uaem.mx

**UA
EM**

Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023