

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/348424935>

Antibiosis y Contenido de Polifenoles en Cultivares Comerciales de Sorgo1 Sobre *Melanaphis sacchari* (Zehntner)2

Article in *Southwestern Entomologist* · January 2021

DOI: 10.3958/059.045.0410

CITATIONS

3

8 authors, including:



María Alejandra Payán Arzapalo

Autonomous University of Sinaloa

14 PUBLICATIONS 24 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Moisés Gilberto Yáñez Juárez

Autonomous University of Sinaloa

38 PUBLICATIONS 210 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

READS

180



Carlos Ail

Autonomous University of Baja California

55 PUBLICATIONS 155 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Juan Eulogio

Autonomous University of Sinaloa

78 PUBLICATIONS 331 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Antibiosis y Contenido de Polifenoles en Cultivares Comerciales de Sorgo¹ sobre *Melanaphis sacchari* (Zehntner)²**Antibiosis and Polyphenol Content in Commercial Cultivars of Sorghum¹ on *Melanaphis sacchari* (Zehntner)²**

María Alejandra Payán-Arzapalo³, Carlos Enrique Ail Catzim^{4*}, Moisés Gilberto Yáñez Juárez⁵, Roberto Gastélum Luque⁵, Juan Eulogio Guerra Liera⁵, Tirzo Paúl Godoy Angulo⁵, Fidel Núñez Ramírez⁴, e Iván Córdova Guerrero⁶

Resumen. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de antibiosis y el contenido de polifenoles en cultivares comerciales de *Sorghum bicolor* L. (Moench) sobre *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Se evaluaron 11 cultivares de sorgo: Perla 101, Sinaloense 202, Gavatero 203, Costeño 201, Cow Vittle, Gayland Ward 9320, NK 180, DKS 26, DKS 2805, Gayland Ward 9417, y Gayland Ward 1160. Los resultados de estudios de tablas de vida del áfido en los cultivares DKS 2805 y DKS 26 exhibieron menor porcentaje de supervivencia, mayor tiempo de desarrollo ninfal y menor producción de ninfas por hembra. DKS 2805, DKS 26, y Gayland Ward 1160 provocaron menor R_0 , valores más bajos de r , menores valores de λ y mayor T para *M. sacchari*. Los cultivares DKS 2805 y DKS 26 presentaron alto contenido de polifenoles. Estos resultados indican que DKS 2805 y DKS26 son cultivares resistentes para *M. sacchari*, debido a su alta actividad de antibiosis y alto contenido de polifenoles que exhibieron. La identificación de estos cultivares resistentes, proporciona a los productores de sorgo herramientas para el manejo sustentable de *M. sacchari*.

Abstract. The objective of this research was to determine the effect of antibiosis and the content of polyphenols in commercial cultivars of *Sorghum bicolor* L. (Moench) on *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Eleven cultivars were evaluated: Perla 101, Sinaloense 202, Gavatero 203, Costeño 201, Cow Vittle, Gayland Ward 9320, NK 180, DKS 26, DKS 2805, Gayland Ward 9417, and Gayland Ward 1160. Aphid life-table studies of cultivars DKS 2805 and DKS 26 showed lower survival percentage, longer nymphal development time, and less nymph production per female. DKS 2805, DKS 26, and Gayland Ward 1160 caused lower R_0 , lower values of r , lower values of λ , and higher T for *M. sacchari*. Cultivars DKS 2805 and DKS 26 had large

¹*Sorghum bicolor* L. (Moench).

²Hemiptera: Aphididae

³Alumna del Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía Km. 17.5 carretera Culiacán- el Dorado, C.P. 80000, Culiacán, Sinaloa, México.

⁴Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, carretera a Delta s/n C.P. 21705, ejido Nuevo León, Mexicali, México.

⁵Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, carretera Culiacán- el Dorado Km. 17.5 C. P. 80000, Culiacán, Sinaloa, México.

⁶Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California.

amounts of polyphenols. The results indicated that DKS 2805 and DKS26 were resistant against *M. sacchari* because of high antibiosis activity and large amounts of polyphenols they exhibited. Identification of the resistant cultivars provides sorghum producers with tools for the sustainable management of *M. sacchari*.

Introducción

El pulgón amarillo del sorgo, *Melanaphis sacchari* (Zehntner), se reportó en Estados Unidos de América y México, atacando a sorgo *Sorghum bicolor* L. (Moench) a partir de 2013 (Villanueva et al. 2014, Rodríguez del Bosque y Terán 2015). *M. sacchari* por su alimentación causa desecación, decoloración, y necrosis de los tejidos y hojas; retrasa el crecimiento, provoca la muerte de las plantas y puede transmitir enfermedades provocadas por virus (Schenck y Lehrer 2000, Singh et al. 2004, Bowling et al. 2016). Para el control del *M. sacchari* se han evaluado diferentes medidas (Bowling et al. 2016), estudios recientes indican que las variedades resistentes, aplicación de insecticidas en la semilla y la combinación de insecticidas selectivos asperjados y enemigos naturales son importantes componentes para su manejo (Haar et al. 2019, Hakeem y Parajulee 2019, Paudyal et al. 2019). Diferentes investigaciones de resistencia vegetal reportan la existencia de cultivares comerciales de sorgo para grano con resistencia relativa a *M. sacchari* (Brewer et al. 2017, Buntin et al. 2017, Szczepaniec 2018). En México los cultivares P15, Ámbar y DKS-46 presentaron menor infestación de *M. sacchari* cuando fueron evaluados en campo (Perales-Rosas et al. 2017) y en condiciones controladas el cultivar Ámbar presentó menor preferencia (antixenosis), menor tasa intrínseca de incremento poblacional (antibiosis), y tolerancia para *M. sacchari* (Perales-Rosas et al. 2019). La antibiosis es uno de los principales mecanismos de resistencia en *S. bicolor* para *M. sacchari* (Armstrong et al. 2017, Limaje et al. 2018), se manifiesta por menor fecundidad, menor tasa intrínseca de incremento poblacional, reducción en la longevidad del adulto, menor tasa de sobrevivencia del adulto, prolongación del desarrollo ninfal (Bayoumy et al. 2016, Du et al. 2018, Paudyal et al. 2019). Betsiashvili et al. (2014) indican que las plantas responden al daño de los herbívoros con la biosíntesis de glucósidos, alcaloides, benzoxazinoides, glucocilonatos, fenoles, y flavonoides, son sustancias del metabolismo secundario que se han reconocido por ser tóxicos y disuasivos de la alimentación de las plagas. Los polifenoles están relacionados con la resistencia de las plantas a insectos. Por ejemplo, la resistencia de *S. bicolor* hacia *Schizaphis graminum* Rondani (Dreyer et al. 1981) y *Atherigona soccata* Rondani (Kumar y Singh 1998) están relacionados con altos contenido de polifenoles. El mayor contenido de estos puede provocar menor supervivencia y desarrollo de las plagas (Torto et al. 1990). 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 al *M. sacchari* (Perales-Rosas et al. 2019) por lo tanto, es necesario evaluar cultivares comerciales, para identificar aquellos que presentan resistencia al *M. sacchari*, ya que este tipo de materiales pueden ser una herramienta fundamental para su manejo integrado. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de antibiosis sobre el pulgón amarillo del sorgo *M. sacchari* y el contenido de polifenoles en cultivares comerciales de sorgo.

Materiales y Métodos

Se evaluaron 11 cultivares comerciales de sorgo: 1. Perla 101, 2. Sinaloense 202, 3. Gavatero 203, 4. Costeño 201, 5. Cow Vittle, 6. Gayland Ward 9320, 7. NK 180, 8. DKS 26, 9. DKS 2805, 10. Gayland Ward 9417, y 11. Gayland Ward 1160, sembrados en macetas con arena como sustrato en el invernadero bajo condiciones controladas (temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, HR de $60 \pm 5\%$). El manejo agronómico fue similar para todos los cultivares evaluados. Se aplicó solución nutritiva (N 224, P 47, K 281, Ca 212, Mg 65, Fe 2, Mn 0.55, Zn 0.33, Cu 0.05, B 0.28, y Mo 0.05 mg L⁻¹) recomendada por Gómez y Sánchez (2003) a través de riego presurizado tipo espaguete, se realizaron tres riegos al día (2 minutos por cada riego); se registró una conductividad eléctrica de 2.0 dS m⁻¹. En los experimentos de antibiosis se usaron hojas de plantas de sorgo que se encontraban en el estadio 3 de crecimiento, debido a que en este estadio la planta alcanza la máxima tasa de crecimiento y absorción de nutrientes (30-40 días después de la siembra).

Se estableció una colonia de *M. sacchari* con hembras adultas recolectadas en el Ejido Nayarit (32.31°56' N y -115.24°6' O), del Valle de Mexicali, sobre plántulas de sorgo (Cultivar NK 180), en vasos de 8 oz con sustrato Peat moss (Berger); esta colonia se mantuvo en una cámara bioclimática ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, HR de $60 \pm 5\%$, y luz constante).

Se utilizó la técnica de hoja arena (Landeros et al. 2013), cortando piezas de hoja (4 cm²) de cada cultivar de sorgo de sobre algodón saturado con agua desionizada en cajas de Petri plásticas de 9 cm de diámetro. En cada hoja arena se depositó una hembra grávida durante 24 h, para permitir que ninfopositaran, enseguida se seleccionó una ninfa de primer instar recién nacida y se eliminó la hembra adulta y las demás ninfas nacidas. Las evaluaciones del tiempo de desarrollo del *M. sacchari* se realizaron cada 24 h, una vez que las ninfas alcanzaron el estado de adulto se contabilizó la producción de ninfas por 24 h hasta que la última hembra murió. Se cambiaron las piezas de hoja de sorgo semanalmente para evitar la muerte del insecto por falta de alimento. Cada unidad experimental se repitió 25 veces, en un diseño completamente al azar.

Se construyeron curvas de supervivencia con los resultados de la evaluación del tiempo desarrollo de *M. sacchari*, desde el primer día de vida de la ninfa de primer estadio hasta el día de su muerte, en cada uno de los cultivares. Las curvas se compararon con la prueba de Wilcoxon mediante el PROC LIFETEST y se usó la prueba de Tukey (0.05) del programa SAS 9.4, para determinar si las curvas de supervivencia fueron diferentes.

Los parámetros biológicos (tiempo de desarrollo ninfal, longevidad de la hembra, fecundidad, ninfas hembra⁻¹ día⁻¹, y mortalidad ninfal) se calcularon con la metodología propuesta por Chi y Liu (1985) y Chi (1988). Las tablas de fertilidad se elaboraron con los resultados del número de ninfas nacidas para cada hembra adulta en cada uno de los genotipos evaluados, se estimaron tasa neta de reproducción (R₀), tasa intrínseca de incremento (r), tasa finita de crecimiento (λ), y tiempo generacional (T) mediante el programa de computación TWOSEX-MSChart (Chi 2020), disponible en <http://140.120.197.173/Ecology/> (Chung Hsing University) y en <http://nhsbig.inhs.uiuc.edu/wes/chi.html> (Illinois Natural History Survey). Las medias y error estándar de los parámetros biológicos y poblacionales fueron estimadas con el método Bootstrap, usando 100,000 repeticiones. Las diferencias entre los tratamientos para cada parámetro se compararon mediante la prueba de comparación pareada del método Bootstrap, con nivel de significancia de 0.05%.

Este método se encuentra incluido en el programa de computación TWOSEX-MSChart.

Se prepararon extractos para cada uno de los cultivares evaluados, se empleó 1 g de tejido vegetal seco (24 h a temperatura ambiente bajo sombra). Las muestras se maceraron con 50 ml de metanol (CH_3OH) y se agitaron manualmente por 2 min cada hora durante 12 h. El macerado se filtró con papel filtro (Whatman # 4, calibre 20-25 μm) y se colocó en rota-evaporador (Model RE-5000E) a 5 rpm a una temperatura de 35°C, para eliminar el disolvente y obtener el extracto. El contenido de polifenoles se estimó mediante el procedimiento Folin-Ciocalteu (Folin y Denis 1912), se realizó una solución patrón del extracto de cada uno de los 11 cultivares de sorgo, se pesaron 7 mg de extracto y se disolvió en 7 ml de etanol (concentración de 1mg ml⁻¹), se le agregó 3 ml de agua destilada, 0.1 ml de solución del adiciónó 2 ml de carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 20%. Se agitaron las soluciones y se dejó reposar por 1 hora en condiciones ambientales de luz y temperatura. Las muestras se leyeron con el espectrofotómetro visible (GENESYS™ 20) para determinar la absorbancia a una longitud de onda de 650 mn, se incluyeron tres repeticiones para cada genotipo y el testigo (Solo agua destilada). El contenido de polifenoles se reportó en g EAG 100 g⁻¹ (gramos equivalentes de ácido gálico por cada 100 gramos de extracto seco). Se preparó una curva estándar con ácido gálico. Se utilizó un diseño completamente al azar con 11 tratamientos y tres repeticiones. Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y cuando existieron diferencias significativas se realizó la comparación de medias por Duncan ($P \leq 0.05$) mediante el paquete estadístico SAS® versión 9.4.

Resultados y Discusión

Las curvas de supervivencia de *M. sacchari* en 11 cultivares de sorgo mostraron diferencias significativas ($\chi^2 = 41.954$, gl = 10, $P < 0.0001$). Las cohortes del *M. sacchari* en los genotipos Gayland Ward 1160 (28%), DKS 2805 (20%), y DKS 26 (24%) exhibieron menor porcentaje de supervivencia en comparación con el resto de los cultivares. Sin embargo, todos los cultivares presentaron supervivencia menor al 72%, sobre todo durante el desarrollo ninfal (Fig. 1). Estos resultados difieren a lo encontrado por Du et al. (2018), quienes reportaron supervivencia de ninfas del *M. sacchari*, en cultivares de sorgo, arriba del 90%.

La baja sobrevivencia que exhibió el *M. sacchari* sobre Gayland Ward 1160, DKS 2805, y DKS 26, se debió a que estos le provocaron mayor mortalidad, por lo tanto, son cultivares poco adecuados para su desarrollo, ya que evidencia alta actividad de antibiosis sobre el insecto. Todos los genotipos presentaron algún porcentaje de mortalidad en los primeros días de vida de *M. sacchari*, sin embargo, Gayland Ward 1160, DKS 2805, y DKS 26, provocaron los valores más altos de mortalidad 80, 76, y 72%, respectivamente (Cuadro 1).

Los parámetros biológicos del *M. sacchari* en 11 cultivares de sorgo mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$): incluyendo, el tiempo de desarrollo ninfal, longevidad de la hembra, ninfas hembra⁻¹ día⁻¹, y mortalidad ninfal entre cultivares evaluados, pero no se determinó diferencias significativas para la fecundidad. El tiempo de desarrollo ninfal para el *M. sacchari* fue menor cuando se alimentó sobre Perla (5.75 días) y NK180 (6.06 días). En contraste los cultivares Cow Vittle, DKS 2805, Gayland Ward 9320, y DKS26 presentaron mayores tiempos de desarrollo ninfal, 7.85, 7.40, 7.10, y 7.00 días, respectivamente (Cuadro 1). El cultivar Gayland Ward 1160 (16.86 días) presentó menor longevidad de la hembra, en comparación

con el resto de los cultivares evaluados. Un tiempo de desarrollo ninfal corto para *M. sacchari* se relaciona con hospederos susceptibles (Du et al. 2018), mientras que tiempo de desarrollo largo corresponde a hospederos resistentes por antibiosis (Sharma et al. 2013), como ocurrió en los cultivares Cow Vittle, DKS 2805, Gayland Ward 9320, y DKS26.

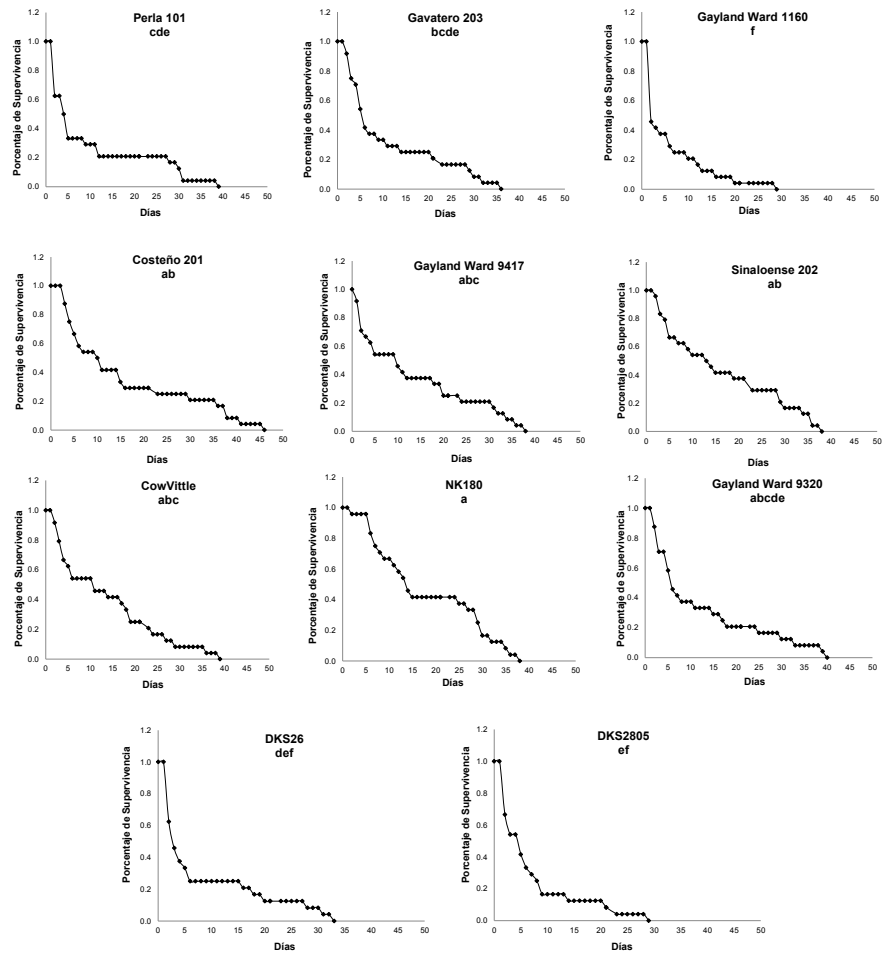


Fig. 1. Comparación de curvas de supervivencia de *Melanaphis sacchari* en 11 cultivares comerciales de *Sorghum bicolor*. Gráficas que incluyen diferente letra indican diferencia significativa (Tukey, $P < 0.05$).

Fig. 1. Comparison of *Melanaphis sacchari* survival curves in 11 commercial cultivars of *Sorghum bicolor*. Graphs that include different letters indicate significant differences (Tukey, $P < 0.05$).

Las hembras de *M. sacchari* no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) para la fecundidad cuando se desarrollaron en los cultivares evaluados (Cuadro 1). Sin embargo, los cultivares DKS 2805 (3.09 Ninfas hembra⁻¹ día⁻¹) y DKS26 (3.19 Ninfas hembra⁻¹ día⁻¹) mostraron menor producción de ninfas por hembra por día. Lo anterior difiere a lo encontrado por Limaje et al. (2018) y Armstrong et al. (2017), quienes reportan valores inferiores, 1.3 y 1.2 Ninfas Hembra⁻¹ día⁻¹, respectivamente para el cultivar de sorgos resistente Tx2783.

Los parámetros poblacionales de *M. sacchari* estimados sobre 11 cultivares de sorgo: tasa neta de reproducción (R_0), tasa intrínseca de incremento (r), tasa finita de crecimiento (λ), y tiempo generacional (T), mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) (Cuadro 2). El *M. sacchari* presentó menor R_0 con los cultivares DKS 2805 (6.68), DKS 26 (11.36), Gayland Ward 1160 (12.04), y Gavatero 203 (16.16). Algunos estudios reportan bajos valores de R_0 para el *M. sacchari* en diferentes genotipos de sorgo, Limaje et al. (2018) obtuvieron bajos valores de R_0 en los cultivares Tx2783 (5.8 ninfas hembra⁻¹), y R.11143 (14.2 ninfas hembra⁻¹), a su vez Bayoumy et al. (2016) cuando evaluaron los cultivares KS116B (resistente) y P8500 (susceptible), encontraron un valor menor de R_0 (6.62 ninfas hembra⁻¹) en el cultivar resistente. Los resultados sugieren que DKS 2805, DKS 26 y Gayland Ward 1160 son hospederos con baja calidad para el desarrollo de esta plaga, por el efecto antibiótico.

El pulgón amarillo del sorgo exhibió valores más bajos de r con los cultivares DKS 2805 (0.124) y DKS 26 (0.175) en comparación con NK 180, Sinaloense 202, Costeño 201, Cow Vittle, Gayland Ward 9417, Gayland Ward 9320, y Perla 101 ($p < 0.05$) (Cuadro 2), DKS 2805 y DKS 26 fueron estadísticamente similares ($p > 0.05$) a Gayland Ward 1160 y Gavatero 203. Barkhordar et al. (2011) señalan que los bajos valores de r se relacionan con la reducción en la supervivencia y reproducción. Es posible que los bajos valores de r para *M. sacchari* en DKS 2805 y DKS 26 sean consecuencia del efecto negativo que provocaron sobre la producción ninfas por día, supervivencia (Fig. 1) y tiempo de desarrollo ninfal en esta plaga (Cuadro 1). Los altos valores de r para esta plaga sobre NK180, destacan a este cultivar apto para el desarrollo y reproducción de *M. sacchari*. Al parecer DKS 2805 y DKS 26 tienen un considerable efecto de antibiosis.

Los cultivares DKS 2805 y DKS 26 indujeron menores valores de λ para *M. sacchari*, 1.132 y 1.91, respectivamente, y fueron estadísticamente similares ($p > 0.05$) con Gayland Ward 1160 y Gavatero 203. El *M. sacchari* presentó mayor T cuando se mantuvo en DKS 2805 (15.29 días), DKS 26 (13.898 días), y Cow Vittle (13.772 días) y en comparación con el resto de cultivares ($p < 0.05$). El tiempo generacional obtenido en esta investigación para DKS 2805, DKS 26, y Cow Vittle, coincide con lo observado para el cultivar resistente Tx2783 evaluado por Armstrong et al. (2017).

Los cultivares Perla 101, DKS 2805, y Costeño 201 mostraron mayor contenido de polifenoles ($F = 5.12$, $gl = 10$, $P = 0.0007$) en comparación con el resto de los cultivares (Cuadro 4). El cultivar de DKS 26 presentó un contenido de polifenol similar a DKS 2805 y Costeño 201, lo cual se puede considerar también alto.

Padmaja (2016) indica que el efecto de antibiosis inducido por la defensa química y morfológica de las plantas resistentes, provoca en los insectos plaga, la muerte de los estadios de tempranos, reduce el tamaño o provoca bajo peso de los especímenes, prolonga los periodos de desarrollo de los estadios inmaduros, reduce la longevidad del adulto, disminuye la fecundidad, induce la muerte en la prepupa o el estadio de pupa.

Cuadro 1. Comparación de Tiempo de Desarrollo Ninfal, Longevidad de la Hembra, Fecundidad, Ninfas por Hembra por Día, y Mortalidad Ninfal para *Melanaphis sacchari* en 11 Cultivares Comerciales de *Sorghum bicolor*
 Table 1. Comparison of Nymphal Development Time, Female Longevity, Fecundity, Nymphs per Female per Day, and Nymphal Mortality of *Melanaphis sacchari* in 11 Commercial Cultivars of *Sorghum bicolor*

Cultivar	Tiempo de desarrollo ninfal	Longevidad de la ♀	Fecundidad	Ninfas ♀ ⁻¹ día ⁻¹	Mortalidad ninfal
Perla 101	5.75±0.250e	23.62±3.990ab	56.75±13.604a	4.24±0.190abc	0.68±0.093abc
Sinaloense 202	6.60±0.160bcd	25.07±2.420a	57.07±7.754a	4.00±0.140abc	0.40±0.098cde
Gavatero 203	6.30±0.290cde	21.10±3.350ab	40.40±9.031a	3.31±0.180abc	0.60±0.097abcd
Costeño 201	6.69±0.280bcd	25.38±3.660a	53.92±8.510a	4.15±0.160abc	0.48±0.100bcde
Cow vittle	7.85±0.220a	21.92±2.500ab	41.38±6.637a	3.64±0.160abc	0.48±0.100bcde
Gayland 9320	7.10±0.310abc	25.20±3.200a	58.07±7.331a	4.41±0.180ab	0.60±0.097abcd
NK 180	6.06±0.240de	22.56±2.460ab	56.61±6.900a	4.41±0.150ab	0.28±0.090e
DKS 26	7.00±0.440abcd	24.33±2.950ab	47.33±10.608a	3.19±0.150bc	0.76±0.085a
DKS 2805	7.40±0.400ab	19.20±3.500ab	33.40±12.961a	3.09±0.200c	0.80±0.078a
Gayland Ward 9417	6.27±0.200de	23.00±2.570ab	57.80±7.966a	4.73±0.210a	0.40±0.098de
Gayland Ward 1160	6.57±0.370bcde	16.86±2.400b	43.00±8.014a	4.78±0.250a	0.72±0.090ab

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$, prueba de comparación pareada del método Bootstrap).

Cuadro 2. Comparación de la Tasa de Reproducción Neta (R_0), Tasa Intrínseca de Incremento (r), Tasa Finita de Crecimiento (λ), y Tiempo Generacional (t) para *Melanaphis sacchari* en 11 Cultivares Comerciales de *Sorghum bicolor*

Table 2. Comparison of Net Reproduction Rate (R_0), Intrinsic Rate of Increase (r), Finite Rate of Growth (λ), and Generation Time (T) for *Melanaphis sacchari* in 11 Commercial Cultivars of *Sorghum bicolor*

Cultivar	R_0	r	λ	T
Perla 101	18.16±6.728bcd	0.237±0.039cde	1.268±0.047cde	12.214±0.581bcd
Sinaloense 202	34.24±7.226ab	0.289±0.020abc	1.335±0.027abc	12.227±0.330bc
Gavatero 203	16.16±5.283cde	0.217±0.030def	1.243±0.037def	12.806±0.634ab
Costeño 201	28.04±6.928abc	0.276±0.024bcd	1.318±0.032bcd	12.063±0.664bcd
Cow vittle	21.52±5.352bcd	0.223±0.020de	1.250±0.025de	13.772±0.386ab
Gavland Ward 9320	23.48±6.392abcd	0.246±0.026cde	1.279±0.033cde	12.819±0.561ab
NK 180	40.76±7.097a	0.338±0.018a	1.401±0.025a	10.986±0.314d
DKS 26	11.36±4.673de	0.175±0.038ef	1.191±0.044ef	13.898±0.994ab
DKS 2805	6.68±3.526e	0.124±0.044f	1.132±0.048f	15.294±1.120a
Gayland Ward 9417	34.68±7.371ab	0.319±0.023ab	1.376±0.031ab	11.119±0.237d
Gayland Ward 1160	12.04±4.383cde	0.221±0.038def	1.248±0.047def	11.246±0.445cd

R_0 = Hembra hembra⁻¹; r = Hembra Hembra⁻¹ día⁻¹; λ = Hembra/hembra/Edad; T = Días.

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$, prueba de comparación pareada del método Bootstrap).

Cuadro 3. Comparación del Contenido de Polifenoles en 11 Cultivares de *Sorghum bicolor*

Table 3. Comparison of the Content of Polyphenols in 11 Cultivars of *Sorghum bicolor*

Cultivar	Contenido de polifenoles
Perla 101	0.13967a
DKS 2805	0.13000ab
Costeño 201	0.12033abc
DKS 26	0.11033bcd
Gayland Ward 1160	0.10233cde
Sinaloense 202	0.09900cde
Gavatero 203	0.09633cde
NK 180	0.09433cde
Cow Vittle	0.09367cde
Gayland Ward 9320	0.08233ed
Gayland Ward 9417	0.07900e

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Duncan, $p < 0.05$).

Perla 101, DKS 2805, Costeño 201. y DKS26 presentaron alto contenido de polifenoles, esto pudiera explicar los efectos negativos que provocaron sobre los parámetros biológicos y poblacionales del *M. sacchari* sobre todo los cultivares DKS 2805 y DKS26 que provocaron menor porcentaje de sobrevivencia, mayor periodo de desarrollo ninfal, menor producción de ninfas por hembra por día, menor tasa neta de reproducción y menor tasa intrínseca de incremento. Estos resultados coinciden con estudios previos, que indican que los genotipos de sorgo con alto contenido de polifenoles son menos preferidos por áfidos (Mote y Shahane 1993) e influyen en la supervivencia y desarrollo (Torto et al. 1990). Los cultivares DKS 2805, DKS26, y Gayland Ward 1160, provocaron efectos adversos en los parámetros biológicos, pero principalmente tuvieron un efecto negativo sobre la tasa intrínseca de incremento (r) poblacional, el cual es considerado el parámetro más importante para discriminar entre genotipos susceptibles y resistentes (Qayyum et al. 2018)

Se concluye que DKS 2805 y DKS26 son cultivares resistentes para *M. sacchari*, debido a su alta actividad de antibiosis y alto contenido de polifenoles que exhibieron. La identificación de estos cultivares de sorgo, proporciona a los productores de sorgo herramientas para el manejo sustentable de *M. sacchari*.

Referencias Citadas

- Armstrong, J. S., L. Mbulwe, D. Sekula-Ortiz, R. T. Villanueva, and W. L. Rooney. 2017. Resistance to *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) in forage and grain sorghums. *J. Econ. Entomol.* 110: 259-265.
- Barkhordar, B., J. Khalghani, G. S. Jouzani, G. N. Ganbalani, and M. Shoja. 2011. Life table and population parameters of *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) on six wheat genotypes. *Entomol. News.* 122: 336-347.
- Bayoumy, M. H., R. Perumal, and J. P. Michaud. 2016. Comparative life histories of greenbugs and sugarcane aphids (Hemiptera: Aphididae) coinfecting susceptible and resistant sorghums. *J. Econ. Entomol.* 109: 385-391.

- Betsiashvili, M., K. R. Ahern, and G. Jander. 2014. Additive effects of two quantitative trait loci that confer *Rhopalosiphum maidis* (corn leaf aphid) resistance in maize inbred line Mo17. *J. Exp. Bot.* 66: 571-578.
- Bowling, R. D., M. J. 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.* 12: 1-13.
- Brewer, M. J., J. W. Gordy, D. L. Kerns, J. B. Woolley, W. L. Rooney, and R. D. Bowling. 2017. Sugarcane aphid population growth, plant injury, and natural enemies on selected grain sorghum hybrids in Texas and Louisiana. *J. Econ. Entomol.* 6: 2109-2118.
- Buntin, G. D., X. Ni, K. R. Harris-Shultz, M. D. Toews, and D. Dunn. 2017. Grain, silage and forage sorghum hybrid resistance to insect and bird damage, 2017, pp. 103-109. *In* D. J. Mailhot, D. Dunn, H. Jordan, and J. L. Day, Georgia 2017. Soybean, Sorghum Grain and Silage, and Summer Annual Forages. Georgia Agric. Exp. Stn. Annu. Publication, Athens, Georgia. <http://www.swvt.uga.edu/2017/SYSR17/AP103-9-sr-resist.pdf>.
- Chi, H. 1988. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environ. Entomol.* 17: 26-34.
- Chi, H. 2020. TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan. <http://140.120.197.173/Ecology/Download/TwoSEX-MSChart.zip>.
- Chi, H., and H. Liu. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. *Academia Sinica.* 24: 225-240. <https://scinapse.io/papers/2182110386>
- Dreyer, D. L., J. C. Reese, and K. C. Jones. 1981. Aphid feeding deterrents in sorghum: bioassay isolation and characterization. *J. Chem. Ecol.* 7: 273-284.
- Du, J., Q. Zhan, B. Huang, Y. Liu, J. Li, D. Wu, Y. Tang, and J. Li. 2018. Biological characteristics and life table parameters of the sorghum aphid (*Melanaphis sacchari*) on different sorghum and *Sorghum bicolor* × *Sorghum sudanense* cultivars. *Journal of Yunnan Agricultural University.* 33: 191-197. [http://dx.doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X\(n\).201711029](http://dx.doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X(n).201711029)
- Folin, O., and W. Denis. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* 12: 239-43.
- Gómez, H. T., and F. D. Sánchez. 2003. Soluciones nutritivas diluidas para la producción de jitomate a un racimo. *Terra Latinoam.* 21: 57-63. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57321107.pdf>
- Haar, P. J., G. D. Buntin, A. Jacobson, A. Pekarcik, M. O. Way, and A. Zarrabi. 2019. Evaluation of tactics for management of sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae) in grain sorghum. *J. Econ. Entomol.* 112: 2719-2730.
- Hakeem, A., and M. Parajulee. 2019. Integrated management of sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae), on sorghum on the Texas High Plains. *Southwest. Entomol.* 44: 825-837.
- Kumar, S., and R. Singh. 1998. Inheritance of tannin in relation to shoot fly resistance in sorghum. *Cereal Res. Commun.* 26: 271-273. <https://doi.org/10.1007/BF03543499>
- Landeros, F. J., E. C. Chávez, L. A. Aguirre, F. R. Canales, and Y. M. Ochoa. 2013. Demographic parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on four *Rosa* sp. cultivars. *Fla. Entomol.* 96: 1508-1512.

- Limaje, A., C. Hayes, J. S. Armstrong, W. Hoback, A. Zarrabi, S. Paudyal, and J. Burke. 2018. Antibiosis and tolerance discovered in USDA-ARS sorghums resistant to the sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). *J. Entomol. Sci.* 53: 230-241.
- Mote, U. N., and A. K. Shahane. 1993. Studies on varietal reaction of sorghum to delphacid, aphid and leaf sugary exudation. *Indian J. Entomol.* 55: 360-367. https://www.researchgate.net/publication/291772412_Studies_on_varietal_reaction_of_sorghum_to_delphacid_aphid_and_leaf_sugary_exudation
- Padmaja, P. G. 2016. Insect pest resistance in sorghum, pp. 105-145. *In* I. K. Das and P. G. Padmaja [eds], *Biotic Stress Resistance in Millets*. Hyderabad, India. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804549-7.00019-6>
- Paudyal, S., J. S. Armstrong, K. L. Giles, M. E. Payton, G. P. Opit, and A. Limaje. 2019. Categories of resistance to sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae) among sorghum genotypes. *J. Econ. Entomol.* 112: 1932-1940.
- Perales-Rosas, D., D. Guillén-Sánchez, V. López-Martínez, M. Andrade-Rodríguez, I. Alía-Tejagal, R. Hernández-Pérez, y P. Juárez-López. 2017. Comportamiento de híbridos de *Sorghum bicolor* (L.) Moench, frente a *Melanaphis sacchari/sorghum* en el estado de Morelos, México. *Southwest. Entomol.* 42: 815-819.
- Perales-Rosas, D., R. Hernández-Pérez, V. López-Martínez, M. Andrade-Rodríguez, I. Alía-Tejagal, P. Juárez-López, F. Perdomo-Roldán, and D. Guillén-Sánchez. 2019. Evaluación de la Antibiosis, antixenosis, y tolerancia de *Melanaphis sacchari/sorghum* en híbridos de sorgo. *Southwest. Entomol.* 44: 763-770.
- Qayyum, A., M. A. Aziz, A. Iftikhar, F. Hafeez, and R. Atlihan. 2018. Demographic parameters of *Lipaphis erysimi* (Hemiptera: Aphididae) on different cultivars of *Brassica* vegetables. *J. Econ. Entomol.* 111: 1885-1894.
- Rodríguez del Bosque, L. A., and A. P. Terán. 2015. *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae): a new sorghum insect pest in Mexico. *Southwest. Entomol.* 40: 433-434.
- Schenck, S., and A. T. Lehrer. 2000. Factors affecting the transmission and spread of sugarcane yellow leaf virus. *Plant Dis.* 84: 1085-1088.
- Sharma, H. C., S. P. Sharma, and R. S. Munghate. 2013. Phenotyping for resistance to the sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) in sorgo bicolor (Poaceae). *Int. J. Trop. Insect Sci.* 33: 227-238.
- 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. *Crop Prot.* 23: 739-755.
- Szczepanec, A. 2018. Interactive effects of crop variety, insecticide seed treatment, and planting date on population dynamics of sugarcane aphid (*Melanaphis sacchari*) and their predators in late-colonized sorghum. *Crop Prot.* 31: 109: 72-79.
- Torto, B., A. Hassanali, and K. N. Saxena. 1990. Chemical aspects of *Chilo partellus* feeding on certain sorghum cultivars. *Insect Sci. Applic.* 11: 649-655.
- 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. <http://denton.agrilife.org/files/2013/08/ENTO-035-The-Sugarcane-Aphid-2014.pdf>.

