

FECHA DE SIEMBRA: UN MÉTODO PARA EVADIR EL ATAQUE DE *Diabrotica speciosa* Germar (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) Y AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE SEMILLA EN CHÍA (*Salvia hispanica* L.)

Anacleto Sosa-Baldivia^{1,4}✉, Guadalupe Ruiz-Ibarra², Gerardo Gordillo-Sobrino, Heather West, Maneesh Sharma³, Xiaozhong Liu³ y Raul Rene Robles-de la Torre⁴

¹Nutrilit S. de R. L. de C. V. Av. México #8, Rancho el Petacal, Municipio de Tolimán Jalisco, México.

²Instituto Tecnológico Superior de Tamazula de Gordiano Jalisco, México.

³Amway Corporation, Beach Boulevard, # 5600, Buena Park California, USA.

⁴Centro de Biotecnología Aplicada (CIBA-IPN). Hacienda San Juan Molino. Tepetitla Tlaxcala.

✉ Autor de correspondencia: anacleto.sosa@amway.com

RESUMEN. *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae) es una plaga que cuando no se controla puede mermar en 43 % el rendimiento de semilla (RS) en chía (*Salvia hispanica* L.). Actualmente los daños de este insecto son prevenidos y controlados a través del uso de insecticida (UIN); sin embargo debido a que la chía producida orgánicamente tiene sobreprecio en el mercado, es necesario encontrar alternativas que sustituyan el UINs para controlar *Diabrotica*. El objetivo de este estudio fue evaluar la fecha de siembra (FS) como método para evadir del ataque de *Diabrotica* e incrementar el RS en chía. Entre junio 2015 y mayo 2016 se condujo un experimento en Tolimán Jalisco, México, en donde se evaluaron siete FS (junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre) con y sin aplicación de insecticida, Las variables estudiadas fueron: incidencia de larvas de *Diabrotica* en el interior de tallos; altura; días a floración y madurez; altura de la planta; RS; biomasa total; índice de cosecha; y peso de 1000 semillas. Los resultados indican que la FS es un método que permite evadir los daños causados por *Diabrotica*. Sin embargo, su mayor impacto agronómico es que con las FS tardías (noviembre y diciembre) es posible obtener un RS cinco veces mayor a los obtenidos en FS tempranas (junio y julio) que son las que emplean los productores de chía en México. El UIN solo permitió incrementar el RS de chía en siembras de verano; esto indica que el establecimiento de siembras de chía en otoño es una alternativa para evitar el UINs para controlar *Diabrotica*, e incrementar su RS en este cultivo.

Palabras clave: Fecha de siembra, chía, rendimiento, *Diabrotica*.

Planting date: a method to evade the attack of *Diabrotica speciosa* Germar (Coleoptera: Chrysomelidae) and increasing the seed yield in Chia (*Salvia hispanica* L.)

ABSTRACT. *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae) is a pest that when it is no properly controlled, it is able to decrease on 43% the seed yield (SY) of chia (*Salvia hispanica* L.). Currently, this pest is controlled through of insecticides application; but, due the chia seed has a price premium in the organic market, is necessary to find alternatives to replace the chemical control of this pest. The objective was to evaluate the planting date (PD) as method to avoid the attack of *Diabrotica* and increasing the SY on chia. Between June 2015 and May 2016 an experiment was conducted at Tolimán, Jalisco, México, where was evaluated seven PD on chia (June, July, August, September, October, November and December), everyone with and without insecticide application. The parameters studied were: incidence of *Diabrotica* larvae inside of stems; plant height; days to flowering; days to physiological maturity, SY, total biomass, harvest index and weight thousand seed. The results indicate that the PD is a method that allow to avoid the damages caused by *Diabrotica* on chia. But, the main agronomic impact is that on late PD (November and December) the SY was five times higher than the achieved on early PD (June and July), this dates are commonly used by the farmers to produce chia on México. The insecticide use just allowed to increase the SY in PD of summer, especially on June and July. These results suggest that the establishment of chia in autumn is an alternative to avoid the insecticide use to control *Diabrotica* and increasing the SY on this crop.

Keyword: Planting date, chia, yield, *Diabrotica*.

INTRODUCCIÓN

La chía (*Salvia hispanica* L.) es una especie nativa del Centro de México y Norte de Guatemala que además de ser la fuente vegetal más importante de ácidos grasos poliinsaturados Omega-3; hoy se considera la Bella Durmiente de los cultivos funcionales (Sosa *et al.*, 2016a) y la semilla de oro de este siglo (Orona-Tamayo *et al.*, 2017). En México se siembran 50, 000 ha año⁻¹ de chía (Ríos, 2014) y su rendimiento de semilla (RS) (500 kg ha⁻¹) aunque es 30 % superior al promedio mundial (357 kg ha⁻¹) (Peperkamp, 2015), se considera bajo, ya que su potencial productivo fluctúa entre 2, 605-2, 850 kg ha⁻¹ (Yeboah *et al.*, 2014; Sosa *et al.*, 2017). El bajo RS que comúnmente obtienen los productores de chía en México se debe a que todavía no está totalmente integrado a la agricultura moderna (Bochicchio *et al.*, 2015), y a la fecha, poco se conoce cómo el uso de variedades mejoradas, fertilización, sistemas de labranza, irrigación; y el control de plagas, enfermedades y malezas impactan en su potencial productivo. Con relación a plagas y enfermedades, hasta hace cuatro años se afirmaba que la chía era resistente a su ataque (Muñoz *et al.*, 2013); sin embargo, hoy se han demostrado que esta al igual que todos los cultivos, es susceptible al daño causado por estos factores bióticos (Aguaysol *et al.*, 2014; Celli *et al.*, 2014; Yeboah *et al.*, 2014; Sosa *et al.*, 2017). Con relación a plagas, Sosa *et al.* (2016b) señalan que en Tolimán Jalisco, México, *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae) es capaz de reducir 43 % su RS cuando no se controla adecuadamente. Actualmente, el daño causado por este insecto se previene y controla a través de la aplicación de insecticidas; sin embargo, considerando que la chía producida orgánicamente tiene sobreprecio en el mercado es importante encontrar alternativas para controlar *Diabrotica* que sustituyan al control químico. La evasión, es una estrategia ampliamente utilizada para evitar el daño causado por plagas y enfermedades, la práctica en que se basa este método, es sembrar el cultivo en una fecha donde el clima es adversos para el crecimiento y desarrollo del agente nocivo, esto permite a la especie cultivada escapar al daño, bien porque su incidencia es baja o porque está ausente en el sistema de producción (Agrios, 1998; Kamara *et al.*, 2010). Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la fecha de siembra en la incidencia de *Diabrotica* y el rendimiento de semilla chía blanca (*Salvia hispanica* L.) cultivada en Tolimán, Jalisco México.

MATERIALES Y MÉTODO

Este trabajo se realizó en el rancho El Petacal, el cual se ubica en Tolimán Jalisco, México (19° 24' LN y 103° 44' LO) a 1060 msnm. De acuerdo con Sosa *et al.* (2016b), esta zona presenta un clima extremadamente seco, alta temperatura promedio durante el año (23.0 °C) y baja precipitación pluvial (menos de 400 mm). El suelo fue un Luvisol alcalino (pH 8.1), bajo en contenido de materia orgánica (2.0 %) y una disponibilidad de P, K, Ca, Mg, S-SO₄, B, Fe, Mn y Zn de 12, 233, 1113, 985, 53, 0.7, 31, 144, y 1.0 ppm, respectivamente (método Mehlich III). Se utilizó la línea experimental de chía blanca de alto rendimiento S₁MVO12-S₂M₂VO13-S₃IPL₄VO14, este genotipo fue desarrollado por Sosa *et al.* (2016c), en el cual, el color y peso de 1000 semillas fueron los criterios usados para su selección. La siembra se hizo a doble hilera utilizando entre 80 a 100 semillas m⁻² y a diez días después de la emergencia, el cultivo se raleo a 26 plantas m⁻². La fertilización consistió de una aplicación basal de 12.0 t ha⁻¹ de composta (base seca) cuyo contenido nutrimental fue 2.4, 0.28, 0.45, 5.4, 0.6 y 0.08 % para N, P, K, Ca, Mg y S; y 9480, 410, 129, 113 y 53 ppm de Fe, Mn, Cu, Zn y B, respectivamente. Además en la floración se aplicaron 200 kg ha⁻¹ de fórmula 12-00-12. El control de malezas se realizó manualmente y los riegos se aplicaron cuando la tensión de la humedad en el suelo medida con tensiómetro fue igual o mayor a 20 centibares. De la lámina de agua total utilizada (entre 470-500 mm), una parte fue cubierta por la lluvia y el resto se complementó con agua extraída de un pozo la que se aplicó vía

riego por goteo. El diseño de tratamientos fue un factorial; donde el factor A fue siete fechas de siembra (junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre; y el factor B fue el uso de insecticida (UIN) (con y sin a aplicación). La siembra se realizó el día 15 de cada mes y el tratamiento de insecticida consistió de tres aplicaciones que se realizaron en la etapa de: (1) cuatro nudos; (2) inicio de botoneo; e (3) inicio de floración. Los insecticidas usados fueron Pyganic y Neem oil a una dosis de 30 g y 700 ml ha⁻¹ de ingrediente activo (piretrinas y aceite de Neem, respectivamente). Los 14 tratamientos se establecieron bajo un diseño de bloque al azar en arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. La parcela grande fue para FS y la parcela chica para el factor UIN. Los parámetros evaluados fueron: 1).- incidencia de larvas de *Diabrotica* en el interior del tallo (INDI); 2).- días a inicio de floración (DF); 3).- días a madurez fisiológica (DM); 4).- altura de la planta (AP); 5).-rendimiento de semilla (RS); 6.- biomasa total (BT); 7.- índice de cosecha (IC); y 8).- peso de 1000 semillas (P100S). A todas las variables estudiadas se les hizo un análisis de varianza y en las que hubo significancia estadística ($P > 0.05$) una la prueba de Tukey ($P = 0.05$). Se realizó el análisis de regresión entre la temperatura máxima, media y mínima con el RS y la incidencia de *Díabrotica* determinada en este estudio. En los resultados solo se discutió la asociación de la temperatura mínima con en RS y la INDI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta el efecto de la fecha de siembra (FS), del uso de insecticida (UIN) y su interacción (FS x UIN) en ocho parámetros evaluados en chíá blanca.

Todos los parámetros estudiados fueron afectados por el factor FS ($P > 0.05$). Con relación a la variable INDI y que fue expresada con base en las larvas presentes en el interior de plantas de chíá (Figura 1a), las siembras de verano, presentaron los valores más altos (47-15 %), en siembras de Otoño fluctuó entre 10-2 %, e incluso en noviembre y diciembre, no hubo presencia de *Dabrotica*. En la Figura 1b y 1c, se puede apreciar la INDI encontrada en chíá sembrada el 15 de junio (84 %) y 15 de octubre (4 %), respectivamente; en ambas no se aplicó insecticida. Estos resultados sugieren que la FS es una práctica que en la zona de estudio puede ayudar a evitar los daños que causa este insecto en chíá. Los DF y DM fueron afectados por la FS, encontrándose que en FS tempranas, la chíá requirió más días para florecer y completar su ciclo biológico que en FS intermedias y tardías. Esta tendencia se observó principalmente en siembras de junio a agosto, ya que en septiembre y octubre, los DF y a DM fueron similares; pero en noviembre y diciembre, estos valores se incrementaron ligeramente. Estos resultados se asocian a que independientemente de su FS, la chíá florece cuando el fotoperiodo es 12:27 horas luz (HL) (Ayerza, 2014).

De acuerdo con Timeanddate (2017), en Toluimán, Jalisco, esta condición ocurrió el primero de septiembre que fue cuando la chíá sembrada en junio formó botones florales (datos no presentados) y floreció 18 días más tarde. Es importante señalar que las FS de julio y agosto aun cuando tuvieron 30 días de diferencia en su siembra, florecieron casi al mismo tiempo (28 y 30 de septiembre, respectivamente), esto confirma el control que ejerce el fotoperiodo en la floración de esta especie. El acortamiento del ciclo biológico del cultivo a medida de que la FS fue más tardía, resulto en plantas de menor porte y la chíá sembrada en Junio fue 12 % más alta que la sembrada de Septiembre en adelante (158 vs 139 cm, respectivamente).

A diferencia de la FS, el factor UIN solo afectó significativamente la INDI; sin embargo, aun cuando este factor redujo los daños de *Diabrotica*, esto no se reflejó en la productividad de la chíá y el RS con y sin aplicación de insecticida fue estadísticamente no significativo (1755 y 1661 kg ha⁻¹, respectivamente). La nula influencia del UIN en los DF y DM indica que el ataque de *Diabrotica* afecta el crecimiento, pero no el desarrollo de la chíá y los cambios fenológicos que exhibió fueron función del ambiente, particularmente del fotoperiodo. Al igual que la FS, la

interacción FS x UIN, también afectó significativamente todas las variables estudiadas (Cuadro 1), y la INDI en siembras de junio y julio, sólo fue mermada a través del UIN.

Cuadro 1. Efecto de la fecha de siembra (FS), uso de insecticida (UIN) y la interacción FS x UIN en ocho parámetros evaluados en chíá cultivada en Toluimán, Jalisco, México.

Factor de estudio	INDI	DF	DM	AP		BT	IC	P100S
	%	# días	# días	Cm	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹		Mg
Fechas de siembra (FS)								
Junio	46 A	95 A	136 A	158 A	638 D	3665 D	0.17 D	995 E
Julio	41 A	74 B	135 A	150 B	996 C	4172 C	0.23 C	1186 D
Agosto	24 B	62 C	103 C	151 B	1146 C	4588 C	0.25 C	1330 C
Septiembre	14 C	58 C	104 C	139 C	1827 B	6817 B	0.27 B	1425 B
Octubre	10 C	58 C	105 C	140 C	1926 B	6610 B	0.29 A	1441 ^a
Noviembre	2 D	64 C	112 B	145 B	2544 A	8035 A	0.32 A	1463 A
Diciembre	0 D	70 B	115 B	147 B	2909 A	8815 A	0.33 A	1495 A
<i>Tukey 0.05 P</i>	6	8	9	8	174	235	0.02	48
Uso de insecticida (UIN)								
+insecticida	4 B	69	116	151	1755	6239	0.27	1352
-insecticida	35 A	69	116	143	1661	5962	0.26	1315
<i>Tukey 0.05 P</i>	9	ns	Ns	Ns	ns	Ns	ns	Ns
Interacción FS x UIN								
junio+insecticida	9 C	95 A	136 A	174 A	748 E	4082 E	0.18 D	1056 E
Junio-insecticida	84 A	95 A	136 A	141 C	528 F	3249 F	0.23 D	935 F
Julio+insecticida	9 C	74 B	135 A	160 A	1122 D	4810 D	0.23 C	1219 D
Julio-insecticida	74 A	74 B	135 A	139 C	810 E	3535 E	0.25 C	1153 D
Agosto+insecticida	5 C	62 C	103 C	150 B	1167 D	4606 D	0.25 C	1335 C
Agosto-insecticida	43 A	62 C	103 C	151 B	1126 D	4570 D	0.26 C	1324 C
Septiembre+insecticida	4 D	58 C	104 C	139 C	1858 C	6801 C	0.27 B	1432 B
Septiembre-insecticida	25 B	58 C	104 C	140 C	1796 C	6834 C	0.26 B	1417 B
Octubre+ insecticida	4 D	58 C	105 C	140 C	1918 C	6472 C	0.30 A	1445 B
Octubre-insecticida	15 C	59 C	105 C	141 C	1934 C	6748 C	0.29 A	1436 B
Noviembre+insecticida	0 D	64 C	112 B	146 B	2537 B	8012 B	0.32 A	1471 B
Noviembre-insecticida	4 D	64 C	112 B	145 B	2551 B	8057 B	0.32 A	1454 B
Diciembre+insecticida	0 D	70 B	115 B	148 B	2933 A	8889 A	0.33 A	1501 A
Diciembre-insecticida	0 D	70 B	115 B	147 B	2884 A	8740 A	0.33 A	1488 A
Media	21	69	116	147	1708	6100	0.27	1333
<i>Tukey 0.05 P</i>	5	8	10	9	145	1034	0.02	50

INDI= incidencia de *Diabrotica*; DF: días a inicio de floración; DM: días a madurez fisiológica; AP: altura de la planta; RS= rendimiento de semilla; BT= biomasa total; IC= índice de cosecha; P1000S= Peso de 1000 semillas. La siembra se realizó el día 15 de cada mes.

En la figura 1d, se presenta el efecto del UIN en chíá sembrada el 15 de julio; en esta se puede apreciar que cuando no se aplicó insecticida, plantas fueron de menor porte y maduraron más temprano que las plantas que recibieron tres aplicaciones. En contraparte, en las FS de noviembre y diciembre no se requirió aplicar insecticidas porque no hubo presencia de *Diabrotica*. Actualmente, aun cuando en México, varios investigadores sostienen que la chíá un cultivo exclusivo de temporal (Orozco *et al.*, 2014; Ramírez y Lozano, 2015); no tienen datos duros para sustentarlo, y de acuerdo con los resultados encontrados, han llegado a esta conclusión porque que sólo han evaluado a la chíá en esta temporada. A este respecto, en la figura 1e, se puede ver que la chíá establecida en diciembre, exhibe un adecuado comportamiento agronómico; e incluso su siembra puede extenderse hasta el 15 de enero. El control que ejerce el fotoperiodo en la floración de la chíá es innegable; sin embargo, debido a que en Jalisco esta condición se presenta entre el primero de septiembre y el nueve de abril (Timeanddate, 2017), es evidente que en aquellas zonas

donde no ocurren heladas invernales es posible producir chía en siembras de otoño-invierno e incluso en invierno-primavera, logrando en ambas temporadas altos rendimientos (Sosa *et al.*, 2016b).

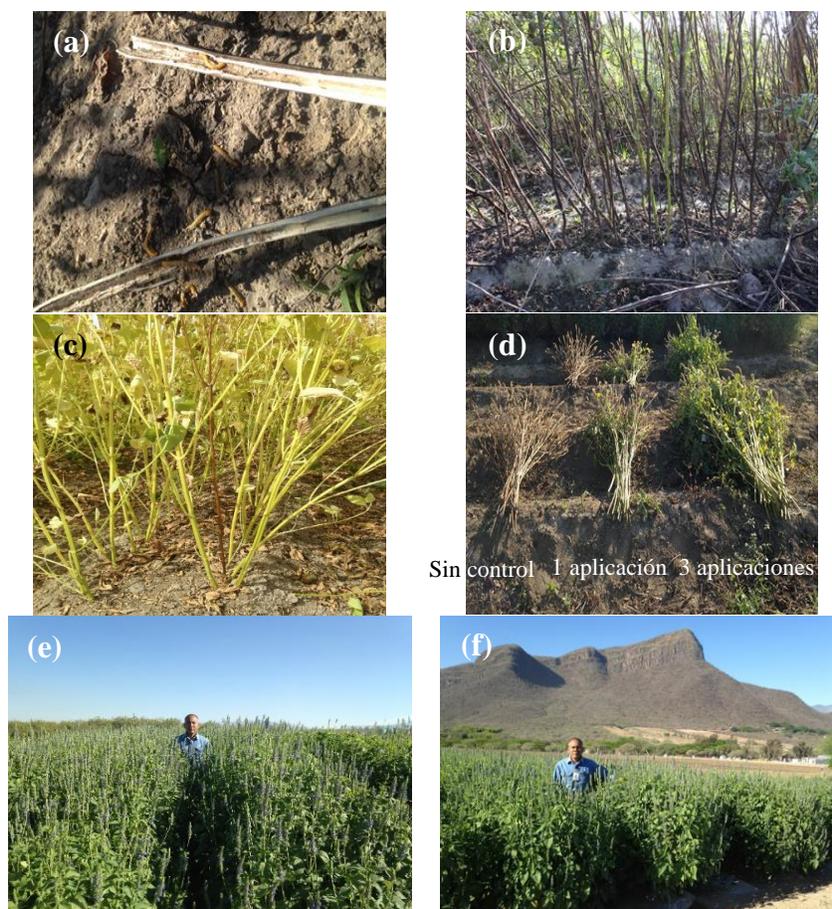


Figura 1. Larvas de *Diabrotica* colectadas en el interior del tallo de plantas de chía (a); incidencia de *Diabrotica* en parcelas de chía sembradas en junio (b) y octubre de 2015 (c) sin aplicación de insecticida; parcelas de chía cosechadas sembradas en julio de 2015 y que recibieron diferentes tratamientos de insecticida (d); parcelas de chía sembrada en diciembre (e) y julio de 2015 (f).

Esto se puede corroborar en la figura 1e, donde claramente se aprecia la siembra de chía en otoño (15 de diciembre) exhibió mejor comportamiento agronómico que la que se sembró en verano (15 julio) (Fig. 1f). Los resultados presentados demuestran que la FS ayuda a evadir el daño de *Diabrotica* en chía; pero ¿cómo este factor controlable de la producción influye en la productividad de esta especie?: De acuerdo a los resultados obtenidos, el RS incrementó a medida que la FS fue más tardía; por lo tanto, aun cuando en siembras de Verano la chía presentó RS (638-1827 kg ha⁻¹) que están dentro del rango obtenido en siembras comerciales (500 y 1000 kg ha⁻¹) (Ríos, 2014), los RS logrados en siembras de otoño (2544-2909 kg ha⁻¹) fueron cinco veces más altos que la media nacional (500 kg ha⁻¹) (Peperkamp, 2015). Este hallazgo contradice a lo que en la práctica realizan los agricultores de México y de todo el mundo, quienes en su mayoría producen chía exclusivamente de temporal (Orozco *et al.*, 2014; Ríos, 2014; Ramírez y Lozano, 2015). Es un hecho que en la zona productora de chía de Acatic Jalisco, en donde en noviembre se presentan heladas (Ayerza, 2014), la siembra de temporal es la única opción; sin embargo, existen zonas de riego en donde al no ocurrir heladas es factible establecer chía en otoño e invierno. Un ejemplo de

ello, es Tolimán Jalisco en donde desde 2016, Nutrilite produce chía exclusivamente en el ciclo otoño-invierno, porque además de obtener altos RS, no es necesario aplicar pesticidas para controlar las plagas y enfermedades de este cultivo (Sosa *et al.*, 2017). Aun cuando el UIN permitió evitar mermas en el RS por 94 kg ha⁻¹, el impacto agronómico de esta variable fue menor que el causado por la FS en donde la diferencia en RS entre primera y última FS fue 2,271 kg ha⁻¹. Además, solo fue necesario usar insecticidas en FS de verano para evitar las mermas en el RS causadas por DIA. En la figura 1b se puede apreciar el efecto de la aplicación de insecticida en chía sembrada el 15 de julio de 2015. En contraparte, las siembras de otoño los RS fueron similares, sin importar si fue o no aplicado insecticida.

El impacto que causó la FS en el RS se debió a que a medida que esta fue más tardía, la BT acumulada, el IC y el P1000S aumento y la chía sembrada en diciembre presentó los mayores promedios (8,815 kg ha⁻¹, 0.33 y 1,495 mg, respectivamente). Esto posiblemente fue debido a que las temperaturas frescas del otoño causaron que el ciclo reproductivo del cultivo se alargara y la planta destinara más materia seca a la producción de semilla. Está demostrado que en chía, la floración es función del fotoperiodo, sin embargo, al final es la temperatura quien determina el RS del cultivo ya que esta variable ambiental, además de influir en la duración del ciclo del cultivo; también influye en los factores bióticos que afectan su productividad. Por el alto RS obtenido en siembras de otoño, es posible que la chía no sea un cultivo de clima tropical y de temporal como se piensa, y tal vez, esta afirmación sea el resultado de que a la fecha solo se conoce como crece y se desarrolla la chía en siembras de verano. A este respecto, los resultados encontrados claramente indican que al menos en la zona agrícola de Tolimán Jalisco, México, la temporada óptima para producir chía es a finales de otoño, esto se debe a que la escasa precipitación pluvial, los días soleados y las bajas temperaturas de esta temporada además de favorecer el crecimiento y desarrollo del cultivo, permiten que este evada a sus plagas y enfermedades.

La alta correlación encontrada entre de la temperatura mínima con el RS y la INDI sustentan esta afirmación (Fig. 2). De acuerdo con la ecuación generada, a partir de la asociación existente entre temperatura mínima y RS, se estimó que 12.0 °C es la temperatura mínima en la cual la chía expresa todo su potencial productivo (2, 909 kg ha⁻¹), este valor de temperatura, está dentro del rango (10-12.5 °C) donde *Diabrotica* deja de crecer (Streda *et al.*, 2013), y concuerda con la temperatura mínima en donde *Diabrotica* estuvo ausente en la zona estudiada (12.6 °C).

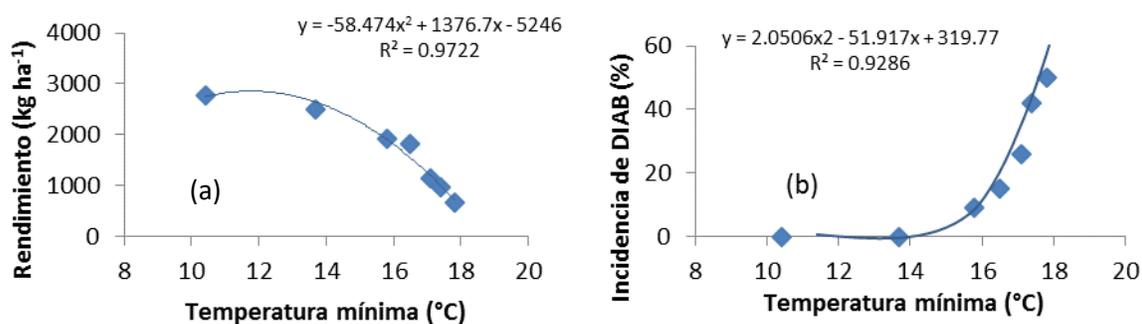


Figura 2. Asociación de la temperatura mínima con el rendimiento de semilla (a) y la incidencia de *Diabrotica* (b) en chía cultivada en Tolimán, Jalisco, México.

Actualmente, La FS es una práctica que se utiliza en todo el mundo para que un cultivo pueda escapar al daño de un factor biótico, y con relación a plagas, su uso práctico ha sido reportado en varias especies cultivadas (Cummins y Rueber, 2007; Kamara *et al.*, 2010) en donde además de

eliminarse el UINs, se ha logrado incrementar el rendimiento entre 22-25 %. En este sentido, chía no es la excepción, y los resultados encontrados indican que la FS es una práctica que puede ayudar a reducir el la aplicación de insecticidas para controlar las plagas en chía. Este hallazgo es relevante, ya que por la alta demanda de chía orgánica que existe en el mercado, es urgente contar con alternativas que permitan eliminar el UINs en este cultivo.

Para implementar el uso de FS en el manejo integrado de plagas de la chía, el primer paso es identificar la FS adecuadas para las zonas agroecológicas donde no hay presencia de heladas en invierno. El otro y que quizás es el más importante, es el que se relaciona con cambiar la creencia que existe entre agricultores, académicos e incluso investigadores de que la chía es un cultivo de temporal con bajos requerimientos nutricionales, edáficos, hídricos y que es resistente el ataque de plagas y enfermedades. Por lo tanto, si la meta es obtener altos RS, en su sistema de producción se debe implementar el uso de variedades de alto rendimiento, la irrigación controlada, la fertilización balanceada y establecer un programa de manejo integrado de plagas y enfermedades. Estas recomendaciones no son nuevas, es lo que se realiza en los cultivos ya integrados a la agricultura moderna en donde desde hace varios años se obtienen altos rendimientos por unidad de superficie.

CONCLUSIÓN

Diabrotica es una plaga que cuando no se controla puede mermar el rendimiento de la chía en 43 %. Los resultados obtenidos sugieren que la FS es un método que permite evadir los daños que causa el estado larval y adulto de *Diabrotica* en chía sin tener que usar insecticidas. Sin embargo, el mayor impacto agronómico de esta práctica agronómica es que cuando se emplean FS tardías (noviembre y diciembre) se obtienen RS cinco veces mayores que lo que logran los productores de chía al utilizar FS tempranas (junio y julio). El UIN solo permitió incrementar el RS de chía en siembras de verano; esto indica que la siembra de chía en a finales otoño es una alternativa para evitar el UIN para controlar *Diabrotica*; pero lo más importante, incrementar el RS.

Literatura Citada

- Agrios, N. G. 1998. *Plant Pathology*. Academic Press Inc. Florida, USA. 703 p.
- Aguaysol, C. N., Robles, T. L., González, V., Lobo, Z. R. y D. L. Ploper. 2014. Detección de *Sclerotinia sclerotium* en cultivos de chía (*Salvia hispanica*) en Tucuman, durante la campaña 2014. *Avance Agroindustrial*, 35(4): 20–24.
- Ayerza, R. 2014. Chia flowering season prediction using day length data of 11 selected locations. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 91(1): 33–35.
- Bochicchio, R., Philips, D. T., Lovelli, S., Labella, R., Galgano, F., Di Marisco, A., Perniola, M. and M. Amato. 2015. Innovative crop productions for healthy food: the case of chia (*Salvia hispanica* L.). Pp. 29–45. In: A. Vastola (Ed.). *The sustainability of agro-food and natural resource systems in the Mediterranean basin*. Springer-Verlag. Berlin, Germany.
- Celli, G. M., Perotto, C. M., Martino, A. J., Flores R. C., Conci, C. V. and P. P. Rodríguez. 2014. Detection and Identification of the First Viruses in Chia (*Salvia hispanica*). *Viruses*, 6: 3450–3457.
- Cummins, G. and D. Rueber. 2007. Influence of date of planting on corn hybrids with/without Bt corn rootworm protection. Iowa State University. ISRF08-22. Disponible en: www.iastate.edu. (Fecha de consulta: 1-III-2017).
- Kamara, Y. A., Ekelemea, F., Omoiguiya, O. L., Abdoulaye, T., Amazaa, P., Chikoyea, D. and Y. I. Dugjeb. 2010. Integrating planting date with insecticide spraying regimes to manage insect pests of cowpea in north-eastern Nigeria. *International Journal Pest Management*, 56(3): 243–253.
- Muñoz, A. L., Cobos, A., Díaz, O. and M. J. Aguilera. 2013. Chia seed (*Salvia hispanica*): An ancient grain and a new functional food. *Food Reviews International*, 29: 294–308.

- Orona-Tamayo, L. D., Valverde E. M. and O. Paredes-Lopez. 2017. *Chia-the new Golden seed for the 21st century: nutraceutical properties and technological uses*. Chapter 17. Sustainable protein sources. Elsevier inc. DOI: [10.1016/B978-0-12-802778-3.00017-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00017-2).
- Orozco, R. G., Duran, P. N., González, E. D. R., Zaracúa, V. P. y O. P. Ramírez. 2014. Proyecciones de cambio climático y potencial productivo para *Salvia hispanica* L. en las zonas agrícolas de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10: 1831–1842.
- Peperkamp, M. 2015. *CBI Tailored Intelligence: chia from Bolivia ´a modern super seed in a classic pork cycle?*. CBI Ministry of Foreign Affairs. The Hague, Netherlands. 16 p.
- Ramírez, J. J. and C. G. M. Lozano. 2015. Potential for growing *Salvia hispanica* L. areas under rainfed conditions of México. *Agricultural Sciences*, 6: 1048–1057.
- Ríos, J. 2014. El boom de la chía. *La Gaceta de la Universidad de Guadalajara*, 13: 3.
- Sosa, B. A., Ruiz-Ibarra, G., Rana, J., Gordillo-Sobrino, G., West, H., Sharma, M., Liu, X., y R. R. Robles-de la Torre. 2017. *Diabrotica* una plaga de importancia económica para la producción de chía (*Salvia hispanica* L.) en Jalisco México. *El Jornalero*, 77: 100–110.
- Sosa, B. A., Ruiz, G. Rana, J. Gordillo, G., West, H., Sharma, M., Liu, X. and R. R. Robles de la Torre. 2016a. Chia crop (*Salvia hispanica* L.): its history and importance as a source of polyunsaturated fatty acids omega-3 around the world: a review. *Journal of Crop Research and Fertilizers*, 1: 104.
- Sosa, B. A. y I. G. Ruiz. 2016b. Será *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) una plaga de importancia económica para la producción de chía (*Salvia hispanica* L.) en México?. *Entomología mexicana*. 3: 269–274.
- Sosa, B. A., Ruiz-Ibarra, G., Miranda-Colín, S., Gordillo-Sobrino, G., West, H., Liu, X. and A. Mendoza-Gómez. 2016c. Plant traits related to seed yield and their heritability on white chia (*Salvia hispanica* L.). *Acta Fitogenética*, 3: 32.
- Streda, T. L., Vahala O. and H. Štředov. 2013. Prediction of adult western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) Emergence. *Plant Protection Science*, 49(2): 89–97.
- Timeanddate, 2017. Tolimán, Jalisco, Mexico — Sunrise, Sunset, and Moon Times for Today. Disponible en: <https://www.timeanddate.com/astronomy/mexico/colima>.
- Yeboah, S., Owusu, D. E. Lamptey, J. N. L., Mochiah, M. B., Lamptey, S., Oteng-Darko, P., Adama, I., Appiah-Kubi, Z. and K. Agyeman. 2014. Influence of planting methods and density of performance of chia (*Salvia hispanica* L.) and its suitability as an oilseed plant. *Agricultural Science*, 2(4): 14–26.