

SERÁ *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) UNA PLAGA DE IMPORTANCIA ECONÓMICA PARA LA PRODUCCIÓN DE CHÍA (*Salvia hispanica* L.) EN MÉXICO?

Anacleto Sosa-Baldivia¹✉ y Guadalupe Ruiz-Ibarra²

¹Nutrilita S de RL de CV. Avenida México #8, Rancho El Petacal, Municipio de Toluán, Jalisco, México. C. P. 49750. Tel. 01 341 41 178 78 ext. 112.

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

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

RESUMEN. En la última década, la chía (*Salvia hispanica* L.) ha sido reconocida como la fuente natural más importante de ácidos grasos Omega-3 para la alimentación del hombre. Aun cuando se considera que es resistente al ataque de plagas, recientemente en siembras comerciales de chía en Toluán, Jalisco se detectaron daños causados por el estado larval y adulto de *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae). El objetivo de esta investigación fue determinar si *D. speciosa* es una plaga con potencial para atacar al cultivo de chía. Se estableció un experimento el 11 de Julio de 2014 en Toluán, Jalisco, México en donde se evaluaron las siguientes frecuencias de aplicación de insecticida: 1).- sin aplicación; 2).- cada 21 días; 3).- cada 14 días; y 4).- cada siete días. Las variables estudiadas fueron: incidencia de larvas de *D. speciosa* en el interior del tallo; altura de la planta; diámetro de la base del tallo; días a madurez fisiológica; y rendimiento de semilla (RS) y sus componentes. Los resultados indican que cuando *D. speciosa* no se controló la incidencia de larvas en el interior de tallos de chía fue 80 %; esto disminuyó en 43 % el RS con relación a cuando se aplicó insecticida cada siete días. Tanto en adulto como su larva se alimentaron de la parte aérea de la planta, esta última invadió el tallo, hizo una galería para llegar al suelo en donde finalizó su ciclo biológico.

Palabras clave: Diabrotica, chía, rendimiento, incidencia, plaga.

Will *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae) be a pest of economic importance for Chia (*Salvia hispanica* L.) production in Mexico?

ABSTRACT. In the last decade, chia (*Salvia hispanica* L.) has been recognized as the most important natural source of fatty acids Omega-3 on the human feeding. Even though it is considered this specie is resistant to the attack of insects, recently on commercial plantings of chia planted in Toluán, Jalisco have been detected damages caused by the larval and adult stages of *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae). The objective of this research was to determine if *D. speciosa* is a pest that has potential to attack the chia crop. An experiment was established on July 11, 2014 at Toluán, Jalisco, Mexico where were evaluated the following frequencies of insecticide application: 1).-without application; 2).-every 21 days; (3) every 14 days; and 4).-every 7 days. The variables studied were: incidence of *D. speciosa* larvae inside of stems; plant height; diameter of neck stem; days to maturity; and seed yield (SY) and its components. The results indicated that when *D. speciosa* is not controlled, the incidence of larvae inside of chia stems was 80%; this decreased on 43% the SY when compared to insecticide was applied every seven days. Both the adult as its larva stage were fed from the aerial part of the plant, this last development stage invaded the stem, it made a gallery to get to the soil where it ended its life cycle.

Keyword: Diabrotica, chia, yield, incidence, pest.

INTRODUCCIÓN

Hasta antes de que Cristóbal Colón descubriera América, la chía (*Salvia hispanica* L.) junto con el maíz y frijol fueron la base para alimentar a sus 11 millones de habitantes (Gutiérrez, *et al.*, 2014; Ayerza y Coates, 2011). Después de la conquista, su importancia religiosa y la competencia comercial que esta especie le hacía a los cultivos introducidos del viejo mundo condujo a que su uso se prohibiera (Ayerza, 2010) y no fue hasta 1932 cuando oficialmente se registró su producción

en México, siendo Jalisco, Puebla, Michoacán, Guerrero y Zacatecas los estados productores más importantes (Rulfo, 1937). La importancia de la chía en la alimentación se conoce desde la época precolombina (Muñoz *et al.*, 2013); sin embargo, no fue hasta 1990 cuando se demostró científicamente que es la fuente natural que presenta el más alto contenido de Omega-3 y además es rica en proteína, fibra y antioxidantes (Sreedhar, *et al.*, 2015; Segura-Campos *et al.*, 2014; Silveira y Salas-Mellado, 2014). Actualmente Jalisco es el máximo productor de chía en México en donde anualmente se siembran 50,000 has y se logra un rendimiento medio de 500 kg ha⁻¹ (Ríos, 2014). El potencial productivo de la chía en México aun cuando es 30 % mayor al promedio mundial (357 kg ha⁻¹) (CBI-MFA, 2015), se considera bajo, ya que en Argentina se llegan a producir 2, 253 kg ha⁻¹ (Ayerza y Coates, 2007). El impacto de las prácticas de manejo agronómico sobre el rendimiento de semilla (RS) de la chía ya se ha estudiado y los resultados obtenidos han permitido incrementar su productividad y adaptar su cultivo en varias zonas agrícolas del mundo (Combs y Cassady, 2015; Ayerza y Coates, 2011; Ayerza, 2010). Con relación a plagas, la literatura reporta que este factor biótico tiene poco impacto en la productividad de este cultivo ya que los aceites esenciales que produce lo protegen de su ataque (Muñoz *et al.*, 2013). Sin embargo, estudios recientes han demostrado que esta especie también es susceptible al ataque de plagas y enfermedades (Aguaysol *et al.*, 2014; Yeboah *et al.*, 2014); con respecto a plagas, recientemente en dos lotes de chía sembrados el 25 julio, 2013, en Tolimán, Jalisco, México se colectaron plantas con síntomas de daño similares a los que de acuerdo con Yeboah *et al.* (2014) causa *Fusarium* sp.

Después de observar el interior de los tallos se encontraron larvas que al llegar a su estado adulto se identificaron como *D. speciosa*, y que fueron el agente causal del daño. Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar si *D. speciosa* es una plaga que tiene potencial para reducir el RS en chía cultivada en Tolimán, Jalisco, México.

MATERIALES Y MÉTODO

Esta investigación se realizó en el rancho El Petacal, Tolimán, Jalisco, México (19° 24' LN y 103° 44' LO) a 1060 msnm. Esta zona presenta un clima extremadamente seco, alta temperatura promedio anual (26 °C) y baja precipitación pluvial (menos de 400 mm año⁻¹). El suelo fue un Luvisol alcalino (pH 8.4), bajo en materia orgánica (2.1 %) y una disponibilidad de P, K, Ca, Mg, S-SO₄, B, Fe, Mn y Zn de 14, 292, 2109, 1085, 56, 0.7, 41, 147, y 1.0 ppm, respectivamente (método Mehlich III). Se utilizó un genotipo de chía en el que 98 % de su semilla es blanca. La siembra se realizó el 11 de Julio de 2014 a doble hilera utilizando de 80 a 100 semillas m⁻². A diez días después de la emergencia (DDE) del cultivo, se realizó un raleo dejando 26 plantas m⁻². La fertilización consistió de una aplicación basal de 10.6 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 la fórmula 12-00-12. El control de malezas se hizo mecánica y manualmente. El riego se realizó cuando la tensión de la humedad en el suelo medida con tensiómetro fue igual o mayor a 20 centibares. La lámina total de agua utilizada fue 478 mm de los que 270 mm fueron suministrados por la lluvia y el resto vía riego por goteo. Los tratamientos evaluados fueron: 1).- testigo sin aplicación; 2).- aplicación cada siete días; 3).- aplicación cada 14 días; y 4).- aplicación cada 21 días. Cada aplicación consistió de una mezcla de los insecticidas Pyganic y Neem oil a una dosis de 30 g y 700 ml ha⁻¹ de ingrediente activo (piretrinas y aceite de Neem, respectivamente) y su aplicación comenzó al iniciar el botoneo del cultivo (45 DDE). Los parámetros evaluados fueron: incidencia de larvas de *D. speciosa* (INDI) en el interior del tallo; altura de la planta; diámetro de la base del tallo; días floración y madurez fisiológica, rendimiento de semilla (RS); índice de cosecha (IC); peso de 1000 semillas; inflorescencias por planta y semillas por inflorescencia. A las

variables estudiadas se les hizo un análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental de cuadro latino y a las que exhibieron significancia estadística ($P > 0.05$) una prueba de Tukey ($P = 0.05$). Se calculó los coeficientes de correlación entre todas las variables evaluadas y un análisis de regresión para el RS vs el número de aplicaciones de insecticida y la INDI, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se puede apreciar que *D. speciosa* es una plaga con potencial para atacar al cultivo de chíá en Toluimán, Jalisco, ya que cuando no se ejerció control, la INDI en el interior del tallo de chíá fue 80 %. Este resultado contradice lo reportado por Muñoz *et al.* (2013) quienes mencionan que la chíá al producir aceites esenciales resiste el ataque de plagas; sin embargo, coincide con lo reportado por Yeboah *et al.* (2014) en África, quienes afirman que a esta especie la atacan los insectos *Zonocerus variegatus*, *Diopis thoracica* y *Lagria* sp.; este último es un coleóptero cuyo daño es similar al causado por el adulto de *D. speciosa*. La aplicación de insecticida cada siete y 14 días disminuyó la INDI a menos de 7 %; mientras que al realizarla cada 21 días sólo la redujo 35 %; esto sugiere que tres aplicaciones no son suficientes para controlar de manera eficiente este insecto. El uso de insecticidas, además de reducir la INDI, también causó cambios significativos en la altura, diámetro del tallo y la madurez fisiológica del cultivo, encontrándose que cuando se hizo un control intensivo, las plantas fueron más altas, sus tallos más gruesos y el ciclo del cultivo más largo. Estos resultados sugieren que *D. speciosa* al alimentarse del tallo causa la madurez prematura, reduce la altura, área foliar y la materia seca acumulada por el cultivo (Ávila y Postali, 2003). De acuerdo con Boica *et al.* (2015), *D. speciosa* ataca a más de 60 cultivos; esto se debe a que el daño lo puede causar en su estado larval y adulto (Neves, *et al.*, 2014). En la zona de estudio aun cuando el adulto de *D. speciosa* infesta los campos de chíá su daño pasa inadvertido, esto debido a que en la estación también se cultiva frijol el cual prefiere el adulto (Ventura y Gomes, 2004; Ávila y Postali, 2003). La larva de *D. speciosa* ataca la raíz y la base de los tallos y aunque tiene preferencia por el maíz (Defago *et al.*, 2000) para completar su ciclo biológico ataca a sorgo, arroz y trigo (Ventura y Gomes, 2004).

Cuadro 1. Efecto de la frecuencia de aplicación de insecticida en seis parámetros evaluados en chíá cultivada en Toluimán, Jalisco.

| Frecuencia de aplicación | Incidencia de <i>D. speciosa</i> | Altura | Diámetro del tallo | Días a madurez | Inflorescencias planta ⁻¹ | Días a Floración |
|--------------------------|----------------------------------|---------|--------------------|----------------|--------------------------------------|------------------|
| | % | Cm | mm | # | # | # |
| Sin aplicación | 80.3 a | 108.7 c | 68.0 c | 99.3 c | 15.9 c | 60 |
| Cada 21 días | 35.3 b | 131.3 b | 84.0 b | 114.7 b | 18.8 bc | 60 |
| Cada 14 días | 7.0 c | 145.0 b | 97.3 a | 127.7 a | 22.6 ab | 60 |
| Cada 7 días | 4.3 c | 144.7 a | 98.7 a | 128.0 a | 22 a | 59 |
| Media | 31.8 | 132.4 | 87.0 | 117.4 | 19.5 | 59.7 |
| Tukey 0.05 <i>P</i> | 2.71 | 2.5 | 3.9 | 1.1 | 3.0 | NS |

Hasta hoy día los reportes científicos existentes sostienen que el estado larval de *D. speciosa* es estrictamente subterráneo (Mattioli, 2010; Gassen, 1989); esto difiere de lo determinado en este trabajo en donde se observó que la larva invade la chíá vía aérea desde una altura de 140 cm; una vez dentro del tallo se alimenta y hace una galería por donde desciende al suelo a pupar; pero sin afectar la raíz del cultivo. Hasta antes de la colonización, la chíá junto con el maíz y frijol fue un cultivo básico de México; considerando este hecho, es posible que *D. speciosa* evolucionó con la chíá al igual que con el maíz (Krisan, 1986). Después de la conquista, la producción de chíá en México se prohibió y su abandono por casi 350 años además de causar la pérdida de los

conocimientos sobre su uso y manejo agronómico (Ayerza, 2010) también afectó la interacción con sus plagas. Con el redescubrimiento de la chíá como la fuente natural más importante de Omega-3 es posible que este cultivo además de resurgir como alimento del hombre indirectamente también lo está haciendo para las plagas que en el pasado se alimentaron de ella cuando se cultivaba en áreas extensas. Como se puede ver en el cuadro 2, cuando no se controló *D. speciosa*, el RS (748 kg ha⁻¹) fue 57 % del obtenido al aplicar insecticida cada siete días (1,305 kg ha⁻¹). El RS obtenido sin control de esta plaga coincide con el logrado en Jalisco desde hace 83 años el cual fluctúa entre 500 y 875 kg ha⁻¹ (Ríos, 2014; Orozco, 1993; Rulfo, 1937). Aun cuando en este estado, la chíá se cultiva desde 1932 (Rulfo, 1937); a la fecha no hay reportes científicos que indiquen que es atacado por el estado larval de *D. speciosa*, esto se debe a que aun cuando se conoce el daño que causa el adulto, se ignora el que provoca su larva y el síntoma principal que es la madurez temprana posiblemente se confunde con la que exhiben los genotipos precoces presentes en la semilla mezclada que actualmente se siembra. El RS de la chíá cuando el ataque de *D. speciosa* no limitó su crecimiento fue 1,305 kg ha⁻¹, este valor se asocia a que al reducir la INDI, el ciclo del cultivo se alargó en 28 días, esto le permitió producir más biomasa, inflorescencias y semillas por planta; así como semillas más pesadas (Cuadro 2). El IC no sufrió cambios significantes, lo que indica que esta especie cuando se somete a estrés por plagas mantiene el balance en el uso de los fotosintatos que destina para la producción de semilla y órganos vegetativos; esta es una estrategia que utilizan las especies altamente plásticas para resistir el estrés asociado a factores bióticos o abióticos (Araus *et al.*, 2008).

Cuadro 2. Efecto de la frecuencia de aplicación de insecticida en la Biomasa total, índice de cosecha y rendimiento y sus componentes en chíá cultivada en Tolimán, Jalisco.

| Tratamiento | Biomasa total | Rendimiento de semilla | Índice de cosecha | Peso 1000 semillas | Semillas por planta | Semillas por espiga |
|----------------|---------------------------------|------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | ----- kg ha ⁻¹ ----- | | | miligramos | # | # |
| Sin aplicación | 3440 c | 748 c | 0.22 a | 1066 b | 4305 c | 273 b |
| Cada 21 días | 4295 bc | 1002 b | 0.23 a | 1187 b | 5675 b | 303 a |
| Cada 14 días | 4696 ab | 1224 a | 0.26 a | 1175 a | 6412 a | 307 a |
| Cada 7 días | 5357 a | 1305 a | 0.25 a | 1208 a | 6652 a | 307 a |
| Media | 4447 | 1070 | 0.24 | 1134 | 650 | 298 |
| Tukey 0.05 P | 1017 | 131 | NS | 46.1 | 5761 | 33.5 |

La INDI se asoció negativamente con la altura, diámetro del tallo, días a madurez, RS, biomasa total, peso de 1,000 semillas y semillas por planta ($P < 0.01$) (Cuadro 3). Esto indica que *D. speciosa* al alimentarse del tallo debilita la planta reduciendo su altura y grosor del tallo, lo que causa el acortamiento de su ciclo biológico y reduce la biomasa acumulada, número de inflorescencias, semillas por inflorescencia, RS y el peso de la semilla. Para ejemplificar como la INDI puede afectar el RS, en la figura 1 se presenta la asociación entre estos dos parámetros. La pendiente de la ecuación lineal calculada $y = 1.282 - 6.83 x$ (donde y es el RS y x es la INDI, respectivamente) indica que por cada unidad porcentual que incrementa la INDI el RS disminuye en 6.8 kg ha⁻¹. La capacidad de *D. speciosa* para reducir el RS se asocia a que tanto el adulto como la larva son capaces de alimentarse de esta especie y en siembras de Junio es común encontrar a ambos estados coexistiendo bajo una densidad de entre tres y seis insectos planta⁻¹. Esto difiere de lo que se reporta en la literatura, en donde se afirma que larva y el adulto de *D. speciosa* por exhibir requerimientos nutricionales diferentes es poco común que alimenten de un mismo cultivo; esto se debe a que mientras la larva invade la raíz y base del tallo de especies gramíneas, el adulto tiene preferencia por el follaje de leguminosas (Ávila y Postali, 2003). De acuerdo con Ventura y Gomes

(2004), *D. speciosa* para asegurar su supervivencia y reproducción comúnmente requiere dos hospedantes los cuales generalmente son el maíz y frijol; sin embargo, en Toluimán, Jalisco se determinó que este insecto puede completar su ciclo biológico en la chíá sin requerir un hospedante alterno ya que las hojas de la chíá le proporcionan al adulto los nutrientes necesarios para su reproducción y el tallo alimenta y protege a la larva de los insecticidas aplicados, enemigos naturales y condiciones adversas del ambiente. Es evidente que el uso de insecticidas no es una práctica viable para controlar *D. speciosa* en chíá ya que los resultados obtenidos sugieren realizar nueve aplicaciones para obtener el máximo RS. Agronómicamente, esta recomendación no es factible ya que la chíá comúnmente se comercializa como un producto orgánico; por lo tanto, para controlar *D. speciosa* de forma sostenible, obtener altos RS y al mismo tiempo cumplir con los estándares de inocuidad que exige el mercado, a futuro se debe trabajar en el diseño de un programa para el manejo integral de esta plaga.

Cuadro 3. Correlación (r) entre ocho parámetros evaluados al estudiar el efecto de la frecuencia de aplicación de insecticida en el control de *D. speciosa* en chíá.

| Parámetro | Altura | DIAM | DM | RS | BT | P1000S | SPP |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Incidencia de <i>D. speciosa</i> | -0.99** | -0.99** | -0.99** | -0.96** | -0.78** | -0.86** | -0.97** |
| Altura | | 0.99 | 0.99** | 0.96** | 0.77** | 0.85** | 0.97** |
| Diámetro del cuello (DIAM) | | | 0.99** | 0.96** | 0.77** | 0.87** | 0.96** |
| Días a madurez (DM) | | | | 0.98** | 0.78** | 0.89** | 0.97** |
| Rendimiento de semilla (RS) | | | | | 0.82** | 0.94** | 0.99** |
| Biomasa total (BT) | | | | | | 0.75** | 0.82** |
| Peso 1000 semillas P1000S) | | | | | | | 0.88** |

SPP= Semillas por planta; * y ** valores significativos a 0.05 y 0.01 p., respectivamente.

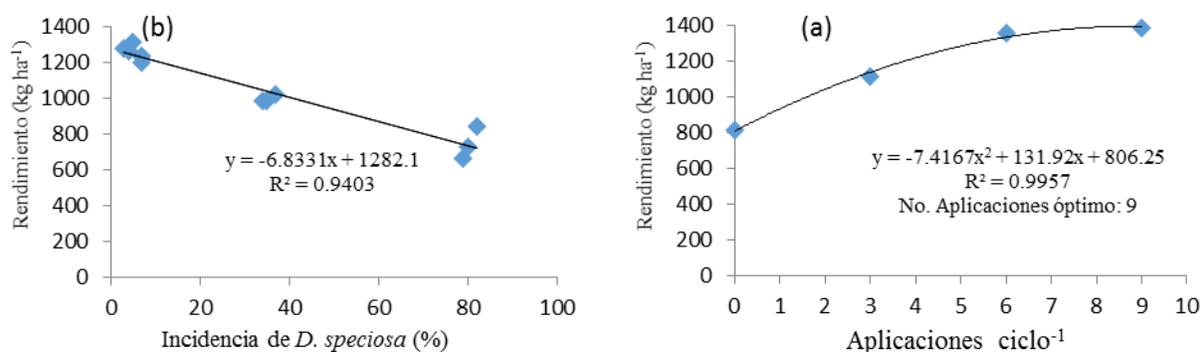


Figura 1. Numero de aplicaciones de insecticida vs rendimiento de semilla (a) y rendimiento de semilla vs incidencia de *D. speciosa* (b) en chíá cultivada en Toluimán, Jalisco.

CONCLUSIÓN

Diabrotica speciosa es una plaga que cuando no se control, su incidencia puede ser de 80 % y causar una merma en el RS del 43 % en el cultivo de la chíá. El alto potencial que tiene esta plaga para atacar a esta especie se asocia a que tanto el adulto como su estado larval se alimentan de la parte aérea de la planta. El hábito de alimentación exhibido por las larvas de *D. speciosa* difiere de lo que se reporta en la literatura en donde se menciona que este estado es estrictamente subterráneo y se alimenta principalmente de la raíz de los cultivos. Para obtener un adecuado control de este insecto y lograr el máximo RS se requiere realizar nueve aplicaciones de insecticida lo cual no es recomendable ya que la chíá comúnmente se produce bajo sistemas de producción orgánica.

Literatura Citada

- Aguayso, C. N., Robles, T. L., González, V., Lobo, Z. R. y L. D. Ploper. 2014. Detección de *Sclerotinia sclerotium* en cultivos de chíá (*Salvia hispanica*) en Tucuman, durante la campaña 2014. *Avance Agroindustria*, 35(4): 20–24.
- Araus, L. J., Slafer, A. J., Royo, C. and M. D. Serret. 2008. Breeding for yield potential and stress adaption in cereals. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 27: 377–412.
- Avila, C. J. and R. J. P. Postali. 2003. Leaf consumption by *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) adults in different host plants. *Scientia Agricola*, 60(4): 789–792.
- Ayerza, R. 2010. Effects of seed color and growing locations of fatty acid content and composition of two chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 87: 1161–1165.
- Ayerza, R. and W. Coates. 2011. Protein content, oil content, and fatty acid profiles as potential criteria to determine to origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Industrial Crop and Products*, 34: 1366–1371.
- Ayerza, R. and W. Coates. 2007. Seed yield, oil content, and fatty acid composition of three botanical sources of w-3 fatty acid planted in the Yungas ecosystem of tropical Argentina. *Tropical Science*, 47: 183–187.
- Boica, J. L. A., Neves, C. E., Sardinha de S. H. B., Antonio, R. Z. and A. C. Morais. 2015. Antixenosis and tolerance to *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) in common bean cultivars. *Florida Entomologist*, 98(2): 464–472.
- CBI-MFA (CBI Ministry Foreign Affairs). 2015. CBI Tailored Intelligence: *Chia from Bolivia. A modern super seed in a classic pork cycle?*. CBI Market Intelligence. The Hague, Netherlands.
- Combs, M. and C. Cassady. 2015. *Chia offers opportunity for farmers, consumers*. Cooperative, Extension Service. Center for Crop Diversification. University of Kentucky. KY, USA.
- Defago, de P. T. M., Cabrera, N., Laguzzy, M. S. e C. R. Novara. 2000. Aspectos morfológicos y poblacionales de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) en condiciones de laboratorio. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29(2): 285–294.
- Gassen, D. N., 1989. *Insectos subterráneos prejudiciais ás culturas no sul do Brasil*. Passo Fundo. EMBRAPA, CNPT. 49 p.
- Gutiérrez, T. R., Ramirez, V. L. M., Vega L. S., Fontecha J., Rodríguez, M. L. and A. M. Escobar. 2014. Contenido de ácidos grasos en semillas de chíá cultivada en cuatro estados de México. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(1): 199–207.
- Krisan, J. L. 1986. Introduction: biology, distribution, and identification of pest *Diabrotica*. Pp. 1–24. In: Krisan, J. L. and A. T. Miller (Eds.). *Methods for study of pest Diabrotica*. Springer-Verlag, New York, USA.
- Mattioli, F. 2010. *Diabrotica speciosa* en el cultivo del maíz. Boletín Técnico. Dekalb-Monsanto, Argentina. <http://www.dekalb.com.ar/> Fecha de consulta: 2-Febrero-2016.
- Muñoz, A. L., Cobos, A., Díaz, O. and J. M. Aguilera. 2013. Chia seed (*Salvia hispanica*): An ancient grain and a new functional food. *Food Reviews International*, 29: 294–308.
- Neves, C. E., Sardinha, de S. H. B., Barbosa, C. J. and A. L. J. Boica. 2014. Antibiosis resistance of soybean genotypes to *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). *African Journal of Agricultural Research*, 9(14): 1130–1134.
- Orozco, de R. G. 1993. Evaluación de herbicidas para el control de malezas en chíá (*Salvia hispanica* L.) en condiciones de temporal en Acatic, Jalisco. Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara, Zapopán, Jalisco.
- Ríos, J. 2014. El boom de la chíá. *La Gaceta de la Universidad de Guadalajara*. 13: 3.
- Rulfo, J. M. 1937. La chíá. *Agricultura*, 1: 28–37.
- Segura-Campos, R. M., Ciau-Solis, N., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L. and D. Betancur-Ancona. 2014. Physicochemical caracterización of chia (*Salvia hispanica* L.) seed oil from Yucatán, México. *Agricultural Sciences*, 5(3): 220–226.
- Silveira, C. M. y M. M. Salas-Mellado. 2014. Chemical characterization of chia (*Salvia hispanica* L.) for use in food products. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(5): 263–269.

- Sreedhar, R. V., Kumari, P., Rupwate, D. S., Rajasekharan, R. and M. Srinivasan. 2015. Exploring triacylglycerol biosynthetic Pathway in developing seeds of chia (*Salvia hispanica* L.): A transcriptomic approach. *Plos One*, 10(4): 1-18. [doi:10.1371/journal.pone.0123580](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123580)
- Ventura, U. M. and R. M. Gomes. 2004. Population study of *Diabrotica speciosa* (Ger.) (Coleoptera: Chrysomelidae) in fall/winter Season. *Ciencia Rural*, 34(6): 1939–1943.
- 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.