

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LAS PEROXIDASAS EN *Gerbera x hybrida* CON INCIDENCIA DE *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856 (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

Santa Mayra Alcantar-Acosta¹, Martha Elena Mora-Herrera¹, Sotero Aguilar-Medel¹, Azucena Rivera-Colín² y Jaime Mejía-Carranza¹✉

¹Centro Universitario UAEM Tenancingo, Universidad Autónoma del Estado de México. Km 1.5 Carretera Tenancingo- Villa Guerrero, Tenancingo, Estado de México. C. P. 52400.

²Servicios Integrales de Horticultura Ornamental S. A. de C. V. Carretera libre Toluca-Ixtapan de la Sal km 64, los Arroyos, Villa Guerrero, estado de México, México.

✉ Autor de correspondencia: jmejiac@uaemex.mx

RESUMEN. Las plantas para contrarrestar el estrés por insectos inducen respuestas de defensa como las enzimas antioxidantes. Las enzimas peroxidasas (POX) pueden catalizar la biosíntesis de lignina de la pared celular, lo que implica una barrera al daño por insectos como la mosca blanca, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856 (Hemiptera: Aleyrodidae). La gerbera, *Gerbera x hybrida*, entre poblaciones, manifiesta variación natural a la infestación por *T. vaporariorum*, elemento intrínseco que posibilita resistencia o susceptibilidad a plagas. El objetivo de esta investigación fue evaluar la actividad enzimática de las peroxidasas en diez genotipos de gerbera, sin (SI) y con (CI) incidencia de mosca blanca. Se analizaron el número de adultos y ninfas, y la actividad enzimática mediante espectrofotometría, en un diseño de bloques al azar. Los resultados mostraron diferencias significativas ($P > 0.0001$) en la actividad enzimática de las POX en SI y CI. Constitutivamente, SI de mosca blanca todos los híbridos presentaron variación en la actividad enzimática de las POX ($P > 0.0001$). En promedio, hubo un incremento en la actividad enzimática de las POX del 262 % de SI a CI de la mosca blanca. Ambas variables CI y POX se correlacionaron negativamente en 55 %, lo que sugiere una participación importante de la enzima en la resistencia o susceptibilidad a la mosca blanca.

Palabras clave: Gerbera, mosca blanca, mecanismos de defensa, variación natural.

Peroxidase enzymatic activity in *Gerbera x hybrida* with incidence of *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) (Hemiptera: Aleyrodidae)

ABSTRACT. Plants to cope with insect stress induce defense responses such as antioxidant enzymes. Peroxidase enzymes (POX) can catalyze in cell wall lignin biosynthesis as a barrier to insect damage such as whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856 (Hemiptera: Aleyrodidae). The gerbera, *Gerbera x hybrida* among populations shows natural variation to the infestation by *T. vaporariorum*, intrinsic element that could confer resistance or susceptibility to pests. The objective of this research was to evaluate the enzymatic POX activity in ten gerbera genotypes, without (SI) and with (CI) incidence of whitefly. The number of adults and nymphs, and the enzymatic activity by spectrophotometry in a random block design, were analyzed. The results showed significant differences ($P < 0.0001$) in SI and CI of the enzymatic POX activity. Constitutively, without incidence of whitefly (SI), all hybrids showed variation in enzymatic POX activity ($P > 0.0001$). On average, there was an increase in enzymatic POX activity of 262 % from SI to CI of whitefly. Both CI and POX variables were negatively correlated in 55 %, which suggests a key participation of the enzyme in the resistance or susceptibility to the whitefly.

Keyword: Gerbera, whitefly, defense mechanisms, natural variation.

INTRODUCCIÓN

Las plantas y los insectos han coexistido por al menos 100 millones de años y han desarrollado gran variedad de interacciones, frecuentemente, las plantas son dañadas por los insectos (Stotz *et al.*, 1999). Las plantas invierten gran parte de su energía para protegerse contra plagas, y han

desarrollado mecanismos de defensa que incluyen barreras físicas y/o químicas para minimizar el daño (Camarena, 2009; Sandhyarani y Usha, 2013). Estas respuestas pueden ser: *constitutivas*, es decir siempre están presentes independientemente de la presencia o ausencia de un daño; o *inducidas*, las cuales solo son activadas cuando es necesario, por ejemplo, después del ataque de un insecto (Mithöfer y Boland, 2012; Mithöfer y Maffei, 2016). Casi todas las reacciones inducidas implican reacciones químicas de defensa. En esta situación, las plantas tienen que reconocer la presencia de la plaga y desencadenar una cascada de señales para inducir respuestas (Mithöfer y Maffei, 2016).

La producción de Especies Reactivas de Oxígeno (ERO) en las plantas se da como respuesta de defensa a estímulos externos, tales como daño mecánico, infección por patógenos o la alimentación por herbívoros, incluso por factores abióticos (Benezer-Benezer *et al.*, 2008). Altos niveles de ERO, tales como el superóxido (O_2^-) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2), inactivan enzimas y dañan importantes componentes celulares (Arora *et al.*, 2002). Para contrarrestar el estallido de la oxidación debido a la producción de ERO, las plantas tienen mecanismos de defensa antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos; el primero, incluye a enzimas como superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT), peroxidasas (POX); mientras que el mecanismo no enzimático está representado por productos del metabolismo primario con moléculas de bajo peso molecular como los tocoferoles, glutatión y ácido ascórbico (Mittler, 2002) y también por productos del metabolismo secundario como los compuestos fenólicos (Rehman *et al.*, 2012). Enzimas como las peroxidasas participan en la resistencia relacionada con el estrés, en la destoxificación de peróxidos y en la síntesis de polímeros de pared celular (lignina y suberina), que constituyen barreras físicas para estrés biótico y abiótico (Dicko *et al.*, 2005). La actividad enzimática de las peroxidasas en especies vegetales se modifica como mecanismo de defensa a insectos, específicamente, plantas con estrés por incidencia de mosca blanca, aumentan la actividad enzimática de las peroxidasas en comparación de plantas control (Taggar *et al.*, 2012; Zhao *et al.*, 2016).

Trialeurodes vaporariorum es una plaga polífaga que causa daños a nivel mundial, el uso indiscriminado de insecticidas dirigidos hacia su control ha ocasionado serios problemas ambientales y riesgos para la salud (Cardona *et al.*, 2005). La resistencia varietal de las plantas contra el daño por insectos se considera un método potencial para reducir y controlar plagas (Cardona y Sotelo, 2005), en consecuencia, disminuir el uso de pesticidas y costos de producción. El objetivo de esta investigación fue medir la actividad enzimática de las peroxidasas en diez genotipos de gerbera (*Gerbera x hybrida*) con infestación de *T. vaporariorum*.

MATERIALES Y MÉTODO

Localización del experimento. La investigación se realizó de junio a diciembre de 2017, en invernaderos y laboratorio de fisiología vegetal del Centro Universitario UAEM Tenancingo de la Universidad Autónoma del Estado de México, que se localizan en el Km 1.5 de la carretera Tenancingo-Villa Guerrero a 18° 97' 03'' N y 99° 61' 17'' O y a una altitud de 2200 msnm.

Material biológico. Se emplearon 10 híbridos de gerbera, obtenidos por micro propagación, siete desarrollados por Rivera (2015), identificados como, Sofia (Sof), Estrella (Est), Andrea (And), Magda (Mag), Lisieka (Lis), Carmín (Car) y Morelia (Mor); y tres híbridos comerciales de nombre Dino (Din), Opera (Ope) y Completa (Com). Cuando las plántulas, en cultivo *in vitro*, tuvieron dos meses fueron establecidas bajo invernadero en macetas de plástico de 20 l con sustrato peat moss y perlita expandida (2:1 [v/v]) para la horticultura, previamente desinfectado.

Incidencia de la mosca blanca. La infestación con *T. vaporariorum* en gerbera fue por invasión natural del insecto que se manifestó a los 100 días aproximadamente después del establecimiento del cultivo. Para determinar la incidencia del insecto, se cuantificaron todos los estados ninfales

por el envés de la hoja en un cm^2 , el cual se ubicó en el centro de la hoja; y el número de adultos por hoja (modificado de Morales y Cermeli, 2007).

Actividad enzimática de peroxidasas (EC 1. 11. 1.7): Se evaluó la actividad enzimática de la POX en gerbera sin incidencia (SI) (septiembre) y con incidencia (CI) (noviembre) de mosca blanca, de acuerdo al método descrito por Anderson *et al.* (1995). Muestras de hoja madura, de gerbera (50 mg) se maceraron en una proporción de 1 g por 4 ml con buffer de extracción el cual contenía 50 mM de fosfato de potasio pH 7.2, 1 mM de ácido etilen diamino tetracético (EDTA) y 1 % de polyvinylpirrolidona (PVP). Posteriormente, se centrifugaron a 6000 rpm durante cinco minutos, el sobrenadante se usó para cuantificar la actividad enzimática de la POX. La determinación de la actividad enzimática se realizó en un buffer de mezcla de reacción a 25 °C que contenía 50 mM de fosfato de sodio pH 7.0, 3.33 mM de guaiacol, 4 mM de H_2O_2 y 0.020 ml del sobrenadante de la muestra en un volumen final de 3 ml. Como blanco o solución de referencia se utilizó buffer de reacción sin sobrenadante. La actividad enzimática se determinó por la oxidación del sustrato (guaiacol) en presencia de H_2O_2 a 470 nm durante tres minutos en intervalos de 30 segundos (coeficiente de extinción del guaiacol $\epsilon = 26.6 \text{ Mm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, en la ecuación $\text{nmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$). Actividad enzimática POX= (Abs) (ϵ) (volumen final ensayo/volumen de la muestra) (mg de proteína).

Diseño experimental y análisis estadístico. El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar con 10 repeticiones. El análisis de los resultados incluyó análisis de la varianza ($\alpha = 0.05$), comparación de medias Duncan y correlación múltiple, con el empleo del programa estadístico Info Stat (Di Rienzo *et al.*, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incidencia de *Trialeurodes vaporariorum*. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P = <0.0001$) en la ocurrencia de adultos y ninfas de mosca blanca entre los diez híbridos de gerbera evaluados.

La comparación de medias para incidencia de adultos de mosca blanca (Duncan, $\alpha = 0.05$) estadísticamente señaló dos grupos, categorizados por su incidencia baja (Completa, Andrea, Opera, Dino, Sofia, Morelia Carmín, Estrella y Magda) y alta (Lisieka). Los contrastes de incidencia de adultos del insecto fueron en proporción de 0 a 23 entre valores extremos, que corresponden a Completa y a Lisieka, respectivamente (Fig. 1).

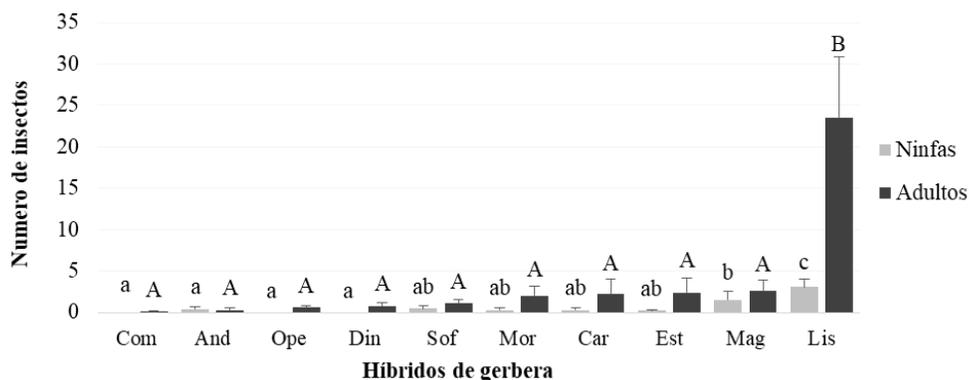


Figura 1. Incidencia de ninfas (número de individuos/ cm^2) y adultos (hoja completa) de *T. vaporariorum* en hojas maduras de *Gerbera x hybrida*, en etapa fenológica inicio de emisión de capitulo floral (noviembre). Comparación de medias con letras minúsculas = ninfas; comparación de medias con letras mayúsculas = adultos.

La ocurrencia de ninfas fue en proporción directa a los adultos de la mosca blanca. Las diferencias que se encontraron entre valores extremos fueron de 0 a 3 entre Completa y Lisieka, respectivamente. No obstante, hubo variación de incidencia ninfal entre los híbridos evaluados. La comparación de medias (Duncan, $\alpha = 0.05$) categorizó cuatro grupos por incidencia ninfal como baja (Completa, Andrea, Opera y Dino), moderada baja (Sofía, Morelia, Carmín y Estrella), moderada (Magda), y alta (Lisieka). Estos resultados son similares a los reportado en genotipos de lenteja negra (*Vigna mungo*) con colonización de *Bemisia tabaci* (Taggar *et al.*, 2012). Al respecto, Sierra *et al.* (2014), demostraron un comportamiento de atracción y disuasión de la mosca blanca hacia ciertos genotipos de aguacate, debido a componentes intrínsecos de las plantas. De igual manera, genotipos evaluados de *Lycopersicon hirsutum* presentan cierta variación genética de resistencia a la mosca blanca *T. vaporariorum* (Bas *et al.*, 1992).

Actividad enzimática de las Peroxididasas. La actividad enzimática de la POX en gerbera fue estadísticamente significativa ($P = 0.0001$), en las mediciones sin incidencia (SI) y con incidencia (CI) de mosca blanca. Constitutivamente, todos los híbridos presentaron variación en la actividad enzimática de la POX sin el estímulo de la mosca blanca, las diferencias fueron en proporciones de 1:19 entre valores extremos correspondientes a Morelia y Dino. En la evaluación CI de mosca blanca, de igual manera, se encontró variación de respuesta en la actividad enzimática de la POX entre los híbridos (Fig. 2). En promedio, se observó un incremento del 262 % de SI a CI de mosca blanca. Los híbridos Morelia y Lisieka proporcionalmente incrementaron POX en 1470 y 435 % respectivamente, de SI a CI, sin embargo, en términos de POX fueron los que presentaron valores menores, lo cual sugiere que mecanismos alternos de defensa pudieran estar involucrados, y/o pudieran ser más susceptibles a este insecto. En contraste, híbridos como Dino y Completa que, SI de mosca blanca presentaron alta actividad enzimática de la POX, sólo tuvieron un incremento del 0.5 y 10 %, respectivamente a la condición CI, estos valores se mantuvieron con una alta actividad enzimática de la POX con respecto a la mayoría de los otros materiales vegetales confiriéndoles el carácter de resistente a *T. vaporariorum*. Un caso particular fue el híbrido Carmín, que inicialmente presentó moderada actividad enzimática de la POX y CI de *T. vaporariorum* incrementó hasta un 134% y resultó ser el híbrido con la mayor actividad enzimática de la POX, lo que indica que existe una respuesta enzimática como defensa contra la incidencia de mosca blanca.

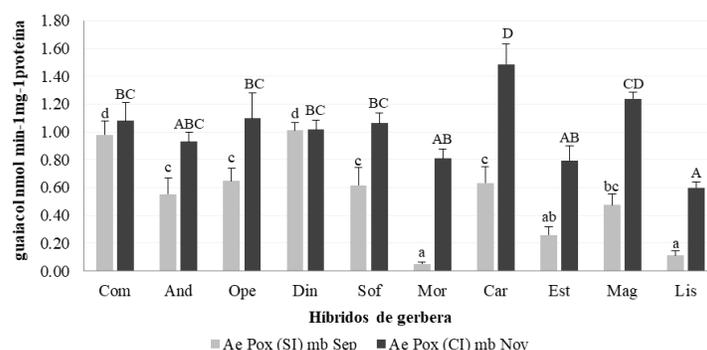


Figura 2. Actividad enzimática de la peroxidasa (POX) en hojas fotosintéticamente activas de *Gerbera x hybrida*; sin (SI) y con (CI) incidencia de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*. Comparación de medias con letras minúsculas = SI; comparación de medias con letras mayúsculas = CI.

Las plantas inducen respuestas de defensa para contrarrestar el estrés por insectos, enzimas antioxidantes están involucradas en estas respuestas de defensa (Zhang *et al.*, 2008). En especies vegetales como lenteja negra (*Vigna mungo* L.) la actividad enzimática de las POX se induce,

mostrando un mayor incremento en los genotipos resistentes al estrés de la mosca blanca *Bemisia tabaci*, que aquellos susceptibles (Taggar *et al.*, 2012). Similarmente, en plantas de tabaco la actividad enzimática de las POX, incrementó después de la incidencia de *B. tabaci*, en comparación de las plantas control (Zhao *et al.*, 2016). Insectos como lepidópteros y áfidos, también inducen un aumento en la actividad de dicha enzima en su hospedante (War *et al.*, 2011; Xu *et al.*, 2014). Particularmente, en gerbera se ha reportado un incremento en la actividad enzimática de la POX bajo condiciones de estrés (Lai *et al.*, 2007). Las enzimas peroxidasas desempeñan un papel importante en la resistencia relacionada con el estrés, participan la síntesis de polímeros de pared celular (lignina y suberina), destoxifican peróxidos producidos a causa del estrés oxidativo en las plantas y además en asociación con fenoles producen fenoxi y otros radicales oxidativos que actúan como elementos disuasorios de alimentación y/o producen toxinas que reducen la digestibilidad del tejido vegetal hacia los insectos (Dicko *et al.*, 2005; War *et al.*, 2011). La capacidad constitutiva y de respuesta de los genotipos de gerbera para aumentar la actividad enzimática de la POX después de la incidencia de *T. vaporariorum* sugiere que inducen este mecanismo de defensa para contrarrestar el daño del insecto y les confiere cierta resistencia.

Por otro lado, la actividad enzimática de la POX se correlacionó negativamente con la incidencia de mosca blanca, ninfas (-0.42), adultos (-0.56), y adultos más ninfas (-0.55), lo que sugiere una participación importante de dichas enzimas en la regulación del daño por insectos (Cuadro 1). Otras investigaciones reportan correlaciones negativas de estas variables (Taggar *et al.*, 2012).

Cuadro 1. Matriz de correlación Pearson de cuatro variables medidas en *Gerbera x hybrida*.

	Ninfas	Adultos	A + n	Ae POX
Ninfas	1.0			
Adultos	0.92*	1.0		
A + n	0.94*	0.99*	1.0	
Ae POX	-0.42	-0.56	-0.55	1.0

A + n= Adultos más ninfas; Ae POX= Actividad enzimática de la Peroxidasa*= valores altamente significativos.

CONCLUSIÓN

La variación encontrada en la actividad enzimática de las peroxidasas tanto con incidencia como sin incidencia de *T. vaporariorum*, sugiere una respuesta diferencial natural entre los genotipos de gerbera evaluados. La incidencia de la mosca blanca en gerbera incrementó de manera generalizada la actividad de la enzima POX, lo que indica una participación importante de la enzima en el mecanismo de defensa hacia el insecto. La correlación negativa entre la actividad enzimática de la POX y la incidencia del *T. vaporariorum*, señala que los genotipos de gerbera que presentaron mayor actividad enzimática tuvieron una menor fluctuación del insecto. Los genotipos Din y Com mostraron actividad enzimática POX alta con y sin incidencia de mosca blanca lo que representa una defensa constitutiva y una ventaja ecológica con respecto a los demás.

AGRADECIMIENTOS

Santa Mayra Alcantar-Acosta agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento para estudios de maestría periodo 2016-2018.

LITERATURA CITADA

Anderson, D. M., P. K. Tottempudi y R. C. Stewart. 1995. Changes in Isoenzyme Profiles of catalase, peroxidase, and glutathione reductase during acclimation to chilling in Mesocotyls of Maize Seedlings. *Plant Physiology*, 109: 1247-1257.

- Arora, A., Sairam, R. K. and G. C. Srivastava. 2002. Oxidative stress and antioxidative system in plants. *Current science*, 82(10):1227-1238.
- Bas, N., Mollema, C. and P. Lindhout. 1992. Resistance in *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) increases with plant age. *Euphytica*, 64(3): 189-195. DOI: 10.1007/BF00046048.
- Benezer-Benezer, M., Castro-Mercado, E. y E. García-Pineda. 2008. La producción de Especies Reactivas de Oxígeno durante la expresión de la resistencia a enfermedades en plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 26(1): 56-60.
- Camarena, G. G. 2009. Señales en la interacción planta-insecto. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(1): 81-85.
- Cardona, C., Rodríguez, I. V., Bueno, J. M. y X. Tapia. 2005. *Biología y manejo de la mosca blanca Trialeurodes vaporariorum en habichuela y frijol*. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Boletín CIAT, 50 pp.
- Cardona, C. y G. Sotelo. 2005. Mecanismos de resistencia a insectos: naturaleza e importancia en la formulación de estrategias de mejoramiento para incorporar resistencia a salivazo en *Brachiaria*. *Pasturas Tropicales*, 27(2): 2-9.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. and C. W. Robledo. 2016. InfoStat versión 2016. *Grupo InfoStat*, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Available in: <http://www.infostat.com.ar>.
- Dicko, H. M., Gruppen, H., Barro, C., Traoke, A. S., Van Berkel, J. H. W. and A. G. J. Voragen. 2005. Impact of phenolic compounds and related enzymes in sorghum varieties for resistance and susceptibility to biotic and abiotic stresses. *Journal of Chemical Ecology*, 31(11): 2671-2688. DOI: 10.1007/s10886-005-7619-5.
- Mithöfer, A. y E. M. Maffei. 2016. General Mechanisms of plant defense and plant toxins. *In plant toxins*, (1-22) Springer. DOI: 10.1007/978-94-007-6728-7_21-1.
- Mithöfer, A. y W. Boland. 2012. Plant defense against herbivores: chemical aspects. *Annual Review of Plant Biology*, 63: 431-450. DOI: 10.1146/annurev-arplant-042110-103854.
- Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in plant science*, 7(9): 405-410. DOI: 10.1016/S1360-1385(02)02312-9.
- Morales, P. y M. Cermeli, 2007. Evaluación de la preferencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cinco cultivos agrícolas. *Entomotrópica*, 16(2): 73-78.
- Lai Q. X., Bao, Z. Y., Zhu, Z. J., Qian, Q. Q. y B. Z. Mao. 2007. Effects of osmotic stress on antioxidant enzymes activities in leaf discs of PSAG12-IPT modified gerbera. *Journal of Zhejiang University Science B.*, 8(7): 458-464. DOI: 10.1631/jzus.2007.B0458.
- Rehman, F., Khan, F. A. y S. M. A. Badruddin. 2012. Role of phenolics in plant defense against insect herbivory. Pp. 309-313. *In*: L. Khemani, M. Srivastava, and S. Srivastava (Eds.). *Chemistry of Phytopotentials: Health, Energy and Environmental Perspectives*. Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-642-23394-4_65.
- Rivera, C. A. 2015. Generación de híbridos de gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de México, Estado de México, México.
- Sandhyarani, U. y P. R. Usha. 2013. Insect herbivory induced foliar oxidative stress: Changes in primary compounds, secondary metabolites and reactive oxygen species in sweet potato *Ipomoea batata* (L). *Allelopathy Journal*, 31(1): 157-168.
- Sierra, P. V., Quiroga, L. F. y E. H. Varón. 2014. Preferencia de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp.) por cultivares de aguacate (*Persea americana* Mill.) en Fresno, Tolima. *Corpoica Ciencia Tecnológica Agropecuaria*, 15(2): 197-206

- Stotz, U. H., Kroymann, J. y T. Mitchell-Olds. 1999. Plant insect interactions. *Current Opinion in Plant Biology*, 2:268-272.
- Taggar, G. K., Gill, R. S., Gupta, A. K. y J. S. Sandhu. 2012. Fluctuations in peroxidase and catalase activities of resistant and susceptible black gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper) genotypes elicited by *Bemisia tabaci* (Gennadius) feeding. *Plant signaling & Behavior*, 7(10): 1321-1329 DOI: 10.4161/psb.21435.
- Tscharntke, T., Thiessen, S., Dolch, R. y W. Boland. 2001. Herbivory, induced resistance, and interplant signal transfer in *Alnus glutinosa*. *Biochemical Systematics and ecology*, 29:1025-1047.
- War, A. R., Paulraj, M. G., War, M. Y. y S. Ignacimuthu, 2011. Herbivore and elicitor induced resistance in groundnut to Asian armyworm, *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Plant Signaling & Behavior*, 6(11): 1769-1777. DOI: 10.4161/psb.6.11.17323.
- Xu X. L., Zhang, Y. D., Fu, Y. G., Lu, F. P., Lu, H. y Q. Cheng. 2014. Effect of aphid invasion on protective enzyme activities of different watermelon varieties. *Northern Horticulture*. 01. Available in: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotol-BFY201401034.htm.
- Zhang, S. Z., Hua, B. Z. y F. Zhang. 2008. Induction of the activities of antioxidative enzymes and the levels of malondialdehyde in cucumber seedlings as a consequence of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) infestation. *Arthropod-Plant Interactions*, 2: 209-213 DOI: 10.1007/s11829-008-9044-5.
- Zhao, H., Sun, X., Xue, M., Zhang, X. y Q. Li. 2016. Antioxidant enzyme responses induced by whiteflies in tobacco plants in defense against aphids: Catalase May Play a Dominant Role. *PLoS one*, 11(10): 1-17. DOI: /10.1371/journal.pone.0165454.