



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR
DIVISION DE DESARROLLO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS



PRODUCTIVIDAD **LGAC: BIOTECNOLOGIA AGROPECUARIA**



Avenida Independencia Nacional # 151, Autlán de Navarro, Jalisco; C.P. 48900, Tels. (317) 382-50-10 Y 382-50-49
<http://www.cucsur.udg.mx>; oscar.mancilla@cucsur.udg.mx; oscar.mancilla@academicos.udg.mx



Short Communication

Evidence of presence and replication of honey bee viruses among wild bee pollinators in subtropical environments

José M. Tapia-González^a, Nuria Morfin^b, José O. Macías-Macías^a, Alvaro De la Mora^b, José C. Tapia-Rivera^a, Ricardo Ayala^c, Francisca Contreras-Escareño^d, Hanan A. Gashout^b, Ernesto Guzman-Novoa^{a,b,†}

^a DEPARTAMENTO de CIENCIAS de LA NATURALEZA, Centro UNIVERSITARIO del Sur, UNIVERSIDAD de GUADALAJARA, Av. Enrique ARREOLA SILVA No. 883, Cd. GUZMAN, JALISCO, Mexico

^b School of ENVIRONMENTAL Sciences, University of Guelph, 50 Stone ROAD EAST, Guelph, ONTARIO N1G 2W1, CANADA

^c Instituto de BIOLOGÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA de México, A.P. 21, Sn. PATRICIO, JAL., Mexico

^d DEPARTAMENTO de Producción AGRÍCOLA, Centro UNIVERSITARIO de LA COSTA Sur, UNIVERSIDAD de GUADALAJARA, AVENIDA INDEPENDENCIA NACIONAL No. 161, AUILAN, JALISCO, Mexico

ARTICLE INFO

Keywords:

Apis MELLIFERA
Bumble bees
Stingless bees
Black queen cell virus
Deformed wing virus
Pollinators

ABSTRACT

We determined the presence of six viruses in different bee species collected in subtropical environments. Deformed wing virus (DWV) and black queen cell virus (BQCV) were detected in > 90% of honey bee samples and in 50–100% of four stingless bee, two bumble bee and one solitary bee species. Additionally, minus DWV and BQCV RNA strands were detected, indicating that the viruses replicate in several hosts. This is the first report of honey bee viruses replicating in six wild bee species in the tropics. If pathogenic to them, viral infections could result in negative impacts in agricultural and unmanaged ecosystems.

1. Introduction

Managed and wild bee species are the most valuable pollinators of flowering plants; however, their populations have been declining at unprecedented rates (Potts et al., 2010), which has serious ecological and economic implications. Therefore, it is critical to study the potential drivers of bee declines. Bee declines have many causes, possibly including honey bee (*Apis MELLIFERA*) pathogens (Kevan et al., 2007; vanEngelsdorp et al., 2009; Guzman-Novoa, 2016) and, among pathogens, the viruses (Cox-Foster et al., 2007; Berthoud et al., 2010; Cornman et al., 2012; Dainat et al., 2012; Dainat and Neumann, 2013; McMennamin and Genersch, 2015). Honey bee viruses are candidates for interspecies transmission because they evolve quickly (Holmes, 2009) and potentially threaten other pollinator populations if they shift hosts.

Recent studies have shown that wild pollinators, including bumble bees, wasps, ants and flies, can be infected with honey bee viruses (Singh et al., 2010; Fürst et al., 2014; Manley et al., 2015; McMahan et al., 2015; Gisder and Genersch, 2017), indicating a possible wider spread and ecological impact. However, most of the research on honey bee viruses that infect bees other than *A. MELLIFERA* has focused on bumble bee species and mainly in temperate and cold climate countries.

There is a need to broaden such studies to other bee species, particularly in tropical and subtropical environments. Mexico is a country rich in bee diversity; there are > 1,800 species of bees within six of the seven families known in the Apoidea super family (Ayala-Barajas and Meléndez-Ramírez, 2017).

Several honey bee viruses infect *A. MELLIFERA* in Mexico. These include chronic bee paralysis virus (CBPV), sacbrood bee virus (SBV), deformed wing virus (DWV), acute bee paralysis virus (ABPV), Israeli acute paralysis virus (IAPV), black queen cell virus (BQCV) and Kashmir bee virus (KBV) (Ball and Bailey, 1997; Guzman-Novoa et al., 2012, 2013; García-Anaya et al., 2016). DWV, ABPV, IAPV, CBPV and KBV have also been detected in populations of *Bombus IMPATIENS* (Sachman-Ruiz et al., 2015), and DWV and BQCV have been found in the stingless bee *SCAPTOTRIGONA MEXICANA* (Guzman-Novoa et al., 2015). Nevertheless, little else is known about the presence and potential multiplication of honey bee viruses in other wild bee pollinators in tropical or subtropical environments.

We determined the presence and replication of DWV, BQCV, ABPV, IAPV, CBPV and SBV in eight species of bees, including honey bees, bumble bees, stingless bees and solitary bees, that are widely distributed in central Mexico.

[†] Corresponding author at: Departamento de Ciencias de la Naturaleza, Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Av. Enrique Arreola Silva No. 883, Cd. Guzman, Jalisco, Mexico.

E-MAIL ADDRESS: eguzman@uoguelph.ca (E. Guzman-Novoa).

<https://doi.org/10.1016/j.jip.2019.107256>

Received 2 July 2019; Received in revised form 3 October 2019; Accepted 4 October 2019

Available online 12 October 2019

© 2019 Elsevier Inc. All rights reserved.

Original Article

EFFECT OF DIFFERENT SUBSTRATES ON THE ACCEPTANCE OF GRAFTED LARVAE IN COMMERCIAL HONEY BEE (*APIS MELLIFERA*) QUEEN REARING

Celia A. Contreras-Martinez¹
Francisca Contreras-Escareño¹
José O. Macias-Macias^{2*}
Jose M. Tapia-Gonzalez²
Tatiana Petukhova³
Ernesto Guzman-Novoa⁴

¹Universidad de Guadalajara. Departamento de Producción Agrícola. Centro Universitario de la Costa Sur. Av. Independencia Nacional 151. Autlán de Navarro Jalisco. México

²Universidad de Guadalajara. Departamento de Ciencias de la Naturaleza. Centro Universitario del Sur. Av. Enrique Arreola Silva 883. Ciudad Guzman, Jalisco, México

³Department of Population Medicine, OVC, University of Guelph, 50 Stone Road East, Guelph, N1G 2W1, Ontario, Canada

⁴School of Environmental Sciences, University of Guelph, 50 Stone Road East, Guelph, N1G 2W1, Ontario, Canada

*corresponding author: joseoc@cusur.udg.mx
Received: 8 April 2017; accepted: 27 October 2017

Abstract

The need for the increased production of honey bee (*Apis mellifera*) queens has led beekeepers to use different substrates in artificial queen cups where larvae destined to become queens are deposited (grafting). However, not enough scientific evidence exists that indicates that this practice is useful and what substance offers the best results. This study was conducted to determine with the Doolittle queen rearing method the acceptance rate of larvae deposited on different substrates during grafting and to determine if the sugar content and pH of the substrates used affect the acceptance of larvae in cell builder colonies. The evaluated substrates were coconut water, apple nectar, royal jelly, cola soda and distilled water, plus control (without substrate). Grafted larvae of the six treatments were introduced into cell builder colonies and their acceptance verified after 72 h. Apple nectar provided the highest rate of larvae acceptance with 81.06%, followed by cola soda with 62.93%, coconut water with 60.90%, royal jelly with 57.82% and distilled water with 58.99%. The larvae acceptance rates of all substrates were significantly higher than the control, which had an acceptance rate of 47.04%. No significant relationship was found between the sugar content of the substrates and larvae acceptance. However, although not significant, a high negative correlation was found between the substrate pH and the number of accepted larvae ($Rho = -0.90$, $p = 0.07$). These results suggest that the use of liquid acidic substrates during larvae grafting, in particular apple nectar, may increase the production of honey bee queens.

Keywords: *Apis mellifera*, grafting, larvae, queen rearing, substrates

INTRODUCTION

The honey bee (*Apis mellifera*) queen is almost in all cases the single mother of bees in honey bee colonies (Winston, 1987). The queen's egg-laying rate tends to be high during her first year of life but decreases as she ages (Laidlaw

& Page, 1997). Therefore, one of the most effective management practices to maintain populous, healthy and productive colonies is frequent requeening. In general, requeening colonies once a year is recommended as a good general practice, particularly in latitudes where queens lay all-year round. This practice however

***Steinernema ralatorei* n. sp.¹ Isolated from Sugarcane Areas at Veracruz, Mexico**

P. Fabian Grifaldo-Alcantara*, Raquel Alatorre-Rosas, Obdulia Segura-León, and Francisco Hernandez-Rosas²

Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Fitosanidad, Codigo postal 56230, Carretera Mexico-Texcoco, Montecillo, Estado de México

Abstract. A *Galleria mellonella* (L.) baiting method was used to collect the entomopathogenic nematode, *Steinernema ralatorei*, from sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) areas in the municipality of Paso del Macho, Veracruz, Mexico. Based on morphological, morphometric and molecular analyses, we found that three isolates of the nematode were similar and belonged to the *bicornutum-ceratophorum-riobrave* group. The nematode was characterized by an elongated, bottle-shaped anterior region in some first- and second-generation males and females, which occurs in a ratio of 1:3 (one individual with the characteristic to three normal individuals); this feature has not been reported for other *Steinernema* species. However, the body length of infective juveniles ($591.7 \pm 37.2 \mu\text{m}$; range of $532.6\text{-}692.4 \mu\text{m}$) and the formula of lateral fields (2, 4, 5, 6, 8, 6, 5, 4, 2) were similar to *S. riobrave*, followed by *S. papillatum*. The body length of males was $1753.4 \pm 143.3 \mu\text{m}$ (range of $1585.9\text{-}2078.6 \mu\text{m}$). Males had long, golden yellow spicules, $68.6 \pm 8.1 \mu\text{m}$ ($56.9\text{-}76.9 \mu\text{m}$) in length, with variability in the shape of the manubrium. Analysis of ITS-rDNA, targeting the 5.8S, 12S, and 28S rDNA regions, and morphometric analyses confirmed the nematode should be placed in group IV, close to *S. riobrave*, as a new species in the family Steinernematidae.

Introduction

Entomopathogenic nematodes of the genera *Steinernema* and *Heterorhabditis* are lethal parasites of insects and widely distributed globally (Hominick et al. 1996). Ability to locate a host insect, great reproductive capacity and virulence because of association with bacteria of the genera *Xenorhabdus* spp. (Steinernematidae) and *Photorhabdus* spp. (Heterorhabditidae) make the nematodes an alternative for insect control (Gaugler and Kaya 1990, Kaya and Gaugler 1993, Burnell and Stock 2000). For example, entomopathogenic nematodes might be an alternative for management of insects such as the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae), that has been abundant since 1987-1990 in sugar plantations at Los Mochis Sinaloa and La

¹Rhabditida: Steinernematidae

²Colegio de Posgraduados, Campus Cordoba, Kilometro 348, Carretera Federal Cordoba-Veracruz, Codigo postal 94946, Veracruz, México.

*Corresponding author: Telephone 5804-5900, FAX 58 04 59 68, e-mail fgrifaldo80@gmail.com



DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE *Trifolium repens* EN ASOCIACIÓN CON *Lolium perenne* PARA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

Ricardo Martínez Martínez^{135*}, Perpetuo Álvarez Vázquez, Claudia Yanet Wilson García, Ricardo Vicente Pérez, Enrique-Octavio García Flores y Florencia García Alonso

Resumen

Se determinó la dinámica de crecimiento y rendimiento de forraje de trébol blanco (*Trifolium repens*) en asociación con Ballico perenne (*Lolium perenne*), para la alimentación de rumiantes. El estudio se realizó en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos, Texcoco, Estado de México; tuvo una duración de siete semanas. El área experimental se conformó de tres parcelas de aproximadamente 9x7 m, las cuales fueron regadas cada 15 días. Las variables que se evaluaron fueron: rendimiento del forraje (RF), tasa de crecimiento (TC), composición morfológica (CM), relación hoja-tallo (H/T), altura de la planta (AP) y área foliar (AF). Los datos fueron analizados con los programas Microsoft Excel y SAS para determinar tendencias y diferencias entre las especies. El rendimiento de forraje se incrementó a través del tiempo con un rendimiento inicial de 1,300 kg de MS/ha y final de 5,600 kg de MS/ha. La TC tuvo un comportamiento similar al rendimiento de forraje total. El trébol blanco contribuyó con un 62%, material muerto con 27%, las malezas con 7% y el que menos aportó fue el pasto Ballico perenne con 4%. La relación hoja-tallo en el trébol registró mayor promedio en comparación con el Ballico. El mayor promedio en área foliar por tallo lo registró la especie trébol con 753.8 cm². Las alturas tuvieron un comportamiento irregular. El trébol es la especie forrajera que más aporta al rendimiento total de MS en una pradera asociada trébol-Ballico. En conclusión, el rendimiento total de MS, TC, relación H/T, altura y área foliar por tallo, tuvieron una tendencia a incrementarse semanalmente.

Palabras clave: forrajes, alimentación animal, dinámica, crecimiento foliar

¹³⁵ Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur. Avenida Independencia Nacional, No. 151, Centro, C.P. 48900, Autlán de Navarro, Jal. *ricardo.mmartinez@academicos.udg.mx



Metales pesados en el agua de riego de la cuenca del río Ayuquila-Tuxcacuesco-Armería

MANCILLA-VILLA, Oscar†, FREGOSO-ZAMORANO, Blanca, HUESO-GUERRERO, Judith, GUEVARA-GUTIERREZ, Rubén, PALOMERA-GARCIA, Carlos, OLGUIN-LOPEZ, José, ORTEGA-ESCOBAR, Héctor & FALLAD-CHAVEZ, Jalil

Universidad de Guadalajara

Recibido 28 de Abril, 2015; Aceptado 9 de Junio, 2015

Resumen

Los altos niveles de concentración de metales pesados en agua utilizada para riego representan un problema importante para la agricultura y la salud humana, así como para la biodiversidad, por tal motivo se realizó el presente trabajo con relación con la calidad del agua en la cuenca del río Ayuquila-Tuxcacuesco-Armería. El estudio se realizó entre febrero y abril de 2014, se tomaron 40 muestras de agua. Se analizaron el potencial de hidrógeno, la conductividad eléctrica (CE), aniones y cationes, así como As y metales pesados totales: Cd, Hg y Pb. Los metales pesados se determinaron utilizando la metodología recomendada por la EPA (Environmental Protection Agency) y APHA (American Public Health Association). Se comparó la calidad del agua con los criterios de la NOM-001-ECOL-1996, de EPA (1986) y SEDUE (1989). Los resultados mostraron valores bajos en la concentración de metales pesados en agua para riego agrícola y uso urbano, no así para aguas naturales, pues 100% de las muestras presentaron concentraciones por encima de los límites permisibles para Hg y 92.5 % para Pb. La mayor concentración la presentó el Hg con valores de 0.0039 mg L-1 a 0.0203 mg L-1, mientras que la menor con valores de 0.0007 mg L-1 a 0.0086 mg L-1 fue para el Pb.

Metales pesados, agua de riego, límites permisibles

Abstract

High levels of heavy metals concentrations in water used for irrigation represent an important agriculture and human health problem as well as for biodiversity, for that reason this paper regarding water quality in the basin was conducted river Ayuquila-Tuxcacuesco-Armería. The study was conducted between February and April 2014, 40 water samples were taken. Hydrogen potential analyzed, electrical conductivity (EC), anions, cations and total As and heavy metals Cd, Hg and Pb. Heavy metals were determined using the recommended EPA (Environmental Protection Agency) and APHA (American Public Health Association) methodology. Water quality criteria NOM-001-ECOL-1996, EPA (1986) and SEDUESOL (1989) was compared. The results showed low values in the concentration of heavy metals in water for agricultural irrigation and urban use, not for natural waters, for 100% of the samples had levels above the permissible limits for Hg and 92.5% for Pb. The higher the concentration presented with values of 0.0039 Hg mg L-1 to 0.0203 mg L-1, while lower values of 0.0007 mg L-1 to 0.0086 mg L-1 was for Pb.

Heavy metals, irrigation water, allowable limits

Citación: MANCILLA-VILLA, Oscar, FREGOSO-ZAMORANO, Blanca, HUESO-GUERRERO, Judith, GUEVARA-GUTIERREZ, Rubén, PALOMERA-GARCIA, Carlos, OLGUIN-LOPEZ, José, ORTEGA-ESCOBAR, Héctor & FALLAD-CHAVEZ, Jalil. Metales pesados en el agua de riego de la cuenca del río Ayuquila-Tuxcacuesco-Armería. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico 2015, 2-3:235-242

† Investigador contribuyendo como primer autor.



**EFECTO DE EXTRACTO DE TANINOS CONDENSADOS *in vitro* EN HUEVOS
DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES DE OVINOS**

**[EFFECT OF EXTRACT OF CONDENSED TANNINS *in vitro* IN EGGS OF
GASTROINTESTINAL NEMATODOS DE OVINOS]**

Ricardo Martínez-Martínez¹, Ricardo Vicente-Pérez¹, Enrique Octavio García-Flores¹, Pedro Fabián Grifaldo-Alcántara¹, Haidel Vargas-Madriz¹, José de Jesús Pérez-Bautista², Ramón Soriano-Robles³, Florencia García-Alonso⁴

¹Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur. Departamento de Producción Agrícola. Av. Independencia Nacional 151 CP 48900 Autlán de Navarro, Jalisco. ²Universidad Politécnica de Huejutla, Municipio de Huejutla, Hidalgo. ³Universidad Autónoma Metropolitana, Avenida San Rafael Atlixco 186, Colonia Vicentina, 09340 Iztapalapa, CDMX. ⁴Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense. Carr. Huejutla-Chalahuiyapa S/N, Col. Tepoxteco, 43000 Huejutla de Reyes, Hidalgo. ⁵Autor para correspondencia: (marmarric@hotmail.com).

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar *in vitro* el efecto antiparasitario de un extracto comercial de taninos condensados (TC) SilvaFeed[®], en la eclosión de huevos de nematodos gastrointestinales del género *Strongylida* de ovinos. Los tratamientos fueron; A (125 mg mL⁻¹), B (250 mg mL⁻¹), C (500 mg mL⁻¹), D (testigo solución buffer de fosfato, PBS) sin antihelmíntico. Los datos obtenidos en el conteo de huevos, se analizaron con una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, y prueba de Tukey utilizando SAS. Los resultados para actividad ovicida mostraron que el mejor tratamiento fue el C con un 74% de eficiencia, en tanto que en el testigo todos los huevos eclosionaron. En el resto de los tratamientos con extracto de TC, los huevos eclosionaron a larvas, pero inmediatamente después murieron. Se concluye que el tratamiento C (500 mg mL⁻¹ de TC de SilvaFeed[®]) es efectiva para evitar la eclosión de huevos de NGI, por lo cual es una alternativa para ser usado como antihelmíntico en ovinos.

Palabras clave: Actividad ovicida, compuesto secundario, eclosión, huevos de NGI.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate *in vitro* the antiparasitic effect of a commercial extract of condensed tannins (TC) SilvaFeed[®], in the hatching of eggs of gastrointestinal nematodes of the genus *Strongylida* of sheep. The treatments were; A (125 mg mL⁻¹), B (250 mg mL⁻¹), C (500 mg mL⁻¹), D (control phosphate buffer solution, PBS) without anthelmintic. The data obtained in the egg count were analyzed with a nonparametric test of Kruskal-Wallis, and Tukey test using the SAS statistical package. The results for ovicidal activity showed that the best treatment was C with a 74% efficiency, while in the control all the eggs hatched. In the rest of the treatments with TC extract, the eggs hatched to larvae but immediately afterwards they died. It is concluded that treatment C (500 mg mL⁻¹ of TC of SilvaFeed[®]) is effective to avoid the hatching of eggs of NGI, reason why it is an alternative to be used as anthelmintic in sheep.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVINOS DE PELO USANDO UN EXTRACTO COMERCIAL DE TANINO CONDENSADO

PRODUCTIVE BEHAVIOR OF HAIR SHEEP USING A COMMERCIAL EXTRACT OF CONDENSED TANNIN

Martínez-Martínez, R.^{1*}, Ortega-Cerrilla, M.E.², Herrera-Haro, J.G.², Kawas-Garza, J.R.³, Alcalá-Canto, J.⁴, Huerta-Jiménez, M.⁵, Robles-Robles, J.M.⁶, Ayala-Monter, M.A.², Gómez-Vázquez, A.⁷, Hernández-Garay, A.^{2†}

¹Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur, Ave. Independencia Nacional No. 151 Autlán de Navarro, Jalisco. ²Colegio de Postgraduados. ³Universidad Autónoma de Nuevo León. ⁴Universidad Nacional Autónoma de México. ⁵Catedrático CONACYT, Universidad Autónoma de Chihuahua. ⁶Universidad Benemérita Autónoma de Puebla. ⁷División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

*Autor de correspondencia: ricardo.mmartinez@academicos.udg.mx

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la viabilidad de usar taninos condensados (TC) comerciales SilvaFeed[®] al agregarlos a la dieta de ovinos en 4% en MS. El estudio tuvo una duración de 60 d, se utilizaron 22 ovinos, en un diseño completamente al azar con 11 repeticiones por tratamiento. Se evaluó comportamiento productivo (ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia), grasa dorsal (EGD) y área del ojo de la costilla (AM). Las dietas fueron formuladas de acuerdo a los requerimientos de los ovinos siendo iso-proteicas e iso-energéticas. Los datos fueron analizados con PROC GLM de SAS. La inclusión de 4% de TC a las dietas mostró que el consumo de la MS, fue de 1200 g d⁻¹, la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, AM y EGD no fueron diferentes entre tratamientos (P>0.05). Este estudio indicó que la inclusión de 4% de TC a la dieta de ovinos no afectó las variables productivas.

Palabras clave: Ganancia de Peso, Productividad, ovinos, taninos condensados

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 5, mayo, 2018. pp. 46-50.
Recibido: marzo, 2018. Aceptado: mayo, 2018.

USO DE ACEITES ESENCIALES EN ANIMALES DE GRANJA

**RICARDO MARTÍNEZ MARTÍNEZ, MARÍA ESTHER ORTEGA CERRILLA,
JOSÉ GUADALUPE HERRERA HARO, JORGE RAMSY KAWAS GARZA,
JUAN JOSÉ ZÁRATE RAMOS y RAMÓN SORIANO ROBLES**

RESUMEN

Los aceites esenciales obtenidos de las plantas han mostrado tener propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiparasitarias, antiinflamatorias, antidiarreicas y antimicóticas. Se ha observado que mejoran la conversión alimenticia, estimulan enzimas digestivas y dan mejor sabor a los alimentos. Diversos estudios en diferentes especies pecuarias han demostrado sus beneficios para mejorar la digestibilidad, conversión

alimenticia y productividad de los animales, así como su efecto antioxidante y antiparasitario, que los hace una alternativa viable al uso de aditivos y fármacos utilizados hasta ahora en la producción animal. En esta revisión se mencionan los principales aceites esenciales utilizados en la producción animal, así como los resultados obtenidos al emplearlos en diferentes especies animales.

El uso de algunos aditivos y suplementos empleados en la producción animal, tales como antibióticos, coccidios-tatos e histomoniatos, ha sido restringido (OMS, 2005), debido a que el uso excesivo de algunos de ellos, como los antibióticos utilizados para promover el crecimiento en los animales, ha favorecido que se presente resistencia en algunos microorganismos patógenos, lo que puede poner en riesgo la salud humana (Wallace, 2004; Castanon, 2007). Al no poder usar ya estos compuestos, se ha tenido que buscar alternativas en productos naturales y plantas medicinales que tengan efectos similares, sin que representen

un riesgo para el consumidor. Los aceites esenciales que se obtienen de diversas plantas, pueden ser una alternativa.

La mayoría de los aceites esenciales son metabolitos secundarios de plantas, cuyos componentes químicos activos son diversos. Es posible obtenerlos por métodos tales como destilación por vapor o extracción con solventes. Para que el uso de aceites esenciales en la alimentación de los animales tenga efectos positivos, es menester conocer sus mecanismos de acción y la dosis a la cual mejoran la productividad de los animales (Greathead, 2003; FDA, 2004).

Entre los beneficios que tiene el uso de aceites esenciales en la

alimentación animal se encuentran sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiparasitarias, antiinflamatorias, antidiarreicas y antimicóticas. Se ha observado que ellos mejoran la conversión alimenticia, estimulan enzimas digestivas y dan mejor sabor a los alimentos (Botsoglou *et al.*, 2003; Giannenas *et al.*, 2003; Hernández *et al.*, 2004; Van-Zyl *et al.*, 2004; Jang *et al.*, 2007; Windisch *et al.*, 2008; Bentancourt *et al.*, 2012; Shiva *et al.*, 2012).

El objetivo de esta revisión es describir qué son los aceites esenciales, cuáles se han usado para mejorar la producción animal y los resultados que se han obtenido al utilizarlos.

PALABRAS CLAVE / Aceites Esenciales / Compuestos Secundarios / Producción Animal /

Recibido: 09/07/2014. Modificado: 10/09/2015. Aceptado: 11/09/2015.

Ricardo Martínez Martínez. Licenciado en Producción Animal, M.C. y estudiante de Doctorado. Colegio de Postgraduados (CP), Montecillo, Texcoco, México.

María Esther Ortega Cerrilla. Médica Veterinaria Zootecnista, M.Sc. y Ph.D., Colegio de Postgraduados (CP), Texcoco, México. Profesora Investigadora, CP, México. Dirección: Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carretera México Texcoco, CP 56230 Montecillo, Texcoco, México. e-mail: meoc@colpos.mx

José Guadalupe. Herrera Haro. Ingeniero Agrónomo Zootecnista, M.Sc. y D.C., CO, México. Profesor Investigador, CP, Texcoco, México.

Jorge Ramsy Kawas Garza. Ingeniero Agrónomo Zootecnista, M.C. y Ph.D., Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Profesor investigador, UANL, México.

Juan Zarate Ramos. Médico Veterinario Zootecnista, M.C. y D.C., UANL, México. Profesor investigador, UANL, México.

Ramón Robles Soriano. Licenciado en Producción Animal y Ph.D. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Iztapalapa, México. Profesor investigador, UAM, México.



ISSN NO. 2320-5407

Journal Homepage: - www.journalijar.com
**INTERNATIONAL JOURNAL OF
 ADVANCED RESEARCH (IJAR)**

Article DOI: 10.21474/IJAR01/1434
 DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/1434>

**RESEARCH ARTICLE**

**PATHOGENICITY EFFECT OF THE ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE *STEINERNEMA SPP.*
 (RHABDITIDA: STEINERNEMATIDAE) AS BIOLOGICAL CONTROL OF *SCYPHOPHORUS
 ACUPUNCTATUS*, PEST OF AGAVE *TEQUILANA* WEBER.**

Eva Judith Hueso Guerrero¹, Patricia Stock², Jalil Fallad Chávez¹ and Mancilla Villa Oscar Raul¹.

1. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur, Jalisco, México. Tel: 317 38 25010 ext. 57134.
2. Department of Entomology, Universidad of Arizona, Forbes 410, PO Box 210036, Tucson, AZ, USA.

Manuscript Info**Manuscript History**

Received: 12 June 2016
 Final Accepted: 19 July 2016
 Published: August 2016

Key words:-

Steinernema riobrave, picudo negro,
Agave tequilana.

Abstract

The weevil *Scyphophorus acupunctatus* (Gyllenhal), is a insect pest attacks the *Agave tequilana*. The damage is due to larvae bore into the stem forming galleries and feeding on it as the root of the agave, to avoid the effects of environmental pollution caused by chemical insecticides, some studies suggest the search for alternatives as the use of biological control by of entomopathogenic nematodes application. In the present study, entomopathogenic nematode isolates were found on dead larvae weevil as well in adults. The molecular and phylogenetic comparative analysis studies, showed that all three native isolates were identified as members of the *Steinernema riobrave*. Likewise, EPN pathogenicity of against the weevil was quantified, considering the criterion of overlapping fiducial limits and CL_{50} was determined that the weevil larvae have increased susceptibility for the isolate *Steinernema sp.* AN4, *Steinernema sp.* AN2 and exotic strain *S. carpocapsae* All (Florida) that had a lower CL_{50} , besides not present significant differences between them. This findings had determined the effect of exotic strain as well native isolate, which showed to have potential on the use as biocontrol for *S. acupunctatus* larvae.

Copy Right, IJAR, 2016.. All rights reserved.

Introduction:-

The agave weevil *Scyphophorus acupunctatus* (Gyllenhal), is an insect that attacks the *Agave tequilana* plant whereas tequila is made. Weevils' damage are located at the bottom of the plant, either in the bud, leaves, head and/or root. The larvae bore forming stalk galleries and feeding out from the root of the agave plant. From a study conducted by Solis, regarding plants' damages, the results suggest this pest might cause up to 24.5% of the volume of damaged agave head in the state of Jalisco, Mexico (Solis *et al.*, 2001).

Since the 70's, this weevil is been reported on Sisal (*Agave sisalana*) and Henequén (*Agave fourcroydes* Lem.) plants (Hopkinson & Maseru, 1970). Another study reports that at the same time that *A. tequilana* were introduced at the State of Morelos, Mexico, black weevil populations infesting the crops and were reported up to 100 insects per plant.

Corresponding Author:- Eva Judith Hueso Guerrero

Address:- Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur, Jalisco, México. Tel: 317 38 25010 ext. 57134.



CAPÍTULO

COMPOSICION QUIMICA DE ARBOLES FORRAJEROS PARA OVINOS, EN AYUTITA, JALISCO

Ricardo Martínez-Martínez¹
Ricardo Vicente-Pérez¹
Enrique O. Garcia-Flores¹
Pedro. F. Grifaldo-Alcántara¹
Haidel Vargas-Madriz¹
Florencia García-Alonso²

RESUMEN

El uso de forrajes de árboles nativos que están los potreros o acahuales de los productores de ovinos es de suma importancia ya que es una fuente muy importante de alimento para estos animales. Sin embargo, muchos productores desconocen los beneficios que estos árboles tienen ya que por un lado desconocen el manejo para poder aprovechar la biomasa disponible de estos árboles cuando existe, para así poder aprovecharlos en época de escases de forraje y por otro lado los productores desconocen la calidad nutricional de cada árbol. Por ello es importante saber o conocer la calidad nutricional que aportan estos árboles y para ello se realizó un análisis químico proximal de estos forrajes (*Coursetia Glandulosa* A. Gray, *Guazuma ulmifolia* Lam, *Leucaena leucocephala*, *Prosopis velutina* Wooton, *Cojoba arbórea*, *Pithecellobium dulce*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Crataegus monogyna*, *Ziziphus amole*, *Acacia Farneciana*), se encontró que tienen proteína cruda que va de 12 a 18 %. Por lo anterior se recomienda que los productores de la localidad de Ayutita incluyan en las dietas de los ovinos estos árboles y así poder aprovechar un recurso local y tener de estas maneras un sistema de producción ovina sustentable.

Palabras clave: Calidad nutricional, bromatología, rumiantes.

INTRODUCCIÓN

Como se sabe en la ovinocultura en México los sistemas extensivos como semi-extensivo, la alimentación se basa en pasto y ramoneo de ciertos árboles y arbustivas, y en pocas ocasiones los sistemas son estabulados y los ovinos alimentados con alimentos concentrados, esto, sin embargo, hace que este sistema intensivo sea muy caro para el productor principalmente en cuanto a la alimentación (FAO, 2010).

De acuerdo a las estadísticas del SIAP (2018), en los últimos 10 años y en varios estados del país como el Estado de México (30%), Puebla (10%), Hidalgo (25 %), Veracruz (15%), Jalisco (4.2%) entre otros, la ovinocultura ha tomado gran relevancia ya que se ha venido incrementado la producción de ovinos para el abasto de carne para la población. Por esto muchos productores sean grandes o pequeños se han dedicado a la ovinocultura, sin embargo, existen numerosos problemas a los que se enfrentan los pequeños productores en esta actividad, siendo los más importantes la sanidad y la alimentación la cual representa en costos del sistema de producción de ovinos del 60 al 70%, lo cual repercute en la economía del productor (Álvarez *et al.*, 2003). El estado de Jalisco no es la excepción a la problemática de escases de forrajes y pastos para alimentar a los ovinos. Los sistemas de producción de ovinos que predominan los extensivos y

¹Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Av Independencia Nacional 151, Centro, C.P. 48900. Autlán de Navarro, Jal.

²Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense. Carr. Huejutla-Chalahuiyapa S/N, Col. Tepoxteco, C.P. 43000, Huejutla de Reyes, Hidalgo

Busqueda de Nematodos entomopatógenos (Steinernematidae y Heterorhabditidae) en cultivos agrícolas

HUESO-Eva*†, FALLAD-Jalil, MANCILLA-Oscar y SEPULVEDA-José

Laboratorio de Biotecnología, Departamento de Producción Agrícola, CUCSUR, Universidad de Guadalajara, Av. Independencia Nacional 151, Autlán, Jalisco 48900, Tel: (317) 38 25010 ext. 57139 y 57134. Fax: (317) 3823200

Recibido Enero 30, 2015; Aceptado Mayo 28, 2015

Resumen

Los problemas de contaminación ambiental causados por la aplicación de insecticidas químicos comúnmente utilizados en el control plagas insectiles lleva a la necesidad de alternativas al control químico. El presente estudio tuvo como objetivo establecer la existencia de poblaciones de nematodos entomopatógenos (NEP) nativos en los cultivos agrícolas de Autlán, Jalisco así como la identificación a nivel de género los aislados nativos y la determinación del grado de patogenicidad. Se recolectaron 50 muestras de suelo procedentes de los cultivos de la región. La recuperación de NEP se realizó mediante trampas cebadas con larvas de *Galleria mellonella* que resultaron ser susceptibles a la presencia de NEP. Se lograron 12 aislados de NEP nativos, distribuidos en los distintos cultivos. Los aislados pertenecen a los géneros *Steinernema spp.* y *Heterorhabditis spp.*, ocho aislados presentaron más de 90 % de patogenicidad contra larvas de *G. mellonella*.

Control biológico, patogenicidad, entomopatógenos.

Citación: HUESO-Eva, FALLAD-Jalil, MANCILLA-Oscar y SEPULVEDA-José. Busqueda de Nematodos entomopatógenos (Steinernematidae y Heterorhabditidae) en cultivos agrícolas. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales 2015, 1-1: 68-74

Abstract

The environmental pollution problems caused by chemical insecticide application using on insect plague control is compelling us to the need of alternatives for the chemical control. The present study has as primary objectives to establish the existence of native entomopathogenic nematode populations (NEP) in Autlán, Jalisco agricultural soils, as well to the identification to genus level of native insulates, and its determine the degree of its pathogenicity. A total of 50 samples of soil were collected. The NEP recovery was performed by using traps baited with *Galleria mellonella* larvae were found to be very susceptible to the presence of NEP. 12 isolates native NEPs were achieved, distributed in the different crops. The isolates belong to the genders of *Steinernema spp.* and *Heterorhabditis spp.*, eight native insulates showed above 90 % of pathogenicity against larvae of *G. mellonella*.

Biological control, pathogenicity, entomopathogenic.

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jhueso812@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

ABSTRACT

Grifaldo-Alcántara, P. F., R. Alatorre-Rosas, J. A. Villanueva-Jiménez, F. Hernández-Rosas, S. P. Stock, and G. Ramírez-Valverde. 2019. Evaluation of two nematode strains (Steinernematidae: Heterorhabditidae) for the control of spittlebug (Hemiptera: Cercopidae) nymphs in sugarcane. *Nematropica* 49:83-90.

The spittlebug or froghopper is an important pest of sugarcane that encompasses a complex of species in the genera *Aeneolamia* and *Prosapia* (Hemiptera: Cercopidae). Control of these insects is carried out with chemical insecticides; however, effective control is not always achieved. Also, entomopathogenic fungi, such as *Metarhizium ansopliae*, have been applied, and the use of entomopathogenic nematodes (EPN) has been proposed. In this study, we assessed the field virulence of two native strains, *Steinernema* sp. CP13ES (group IV, bicornutum-certophorum-riobrave) and *Heterorhabditis indica* CP13JA, collected from sugarcane fields of Constanca and La Gloria sugarcane mills in Veracruz, Mexico. Field trials were conducted in two areas of these sugarcane mills. Both strains were mixed with the adjuvant Break-Thru® and were sprayed in sugarcane plots infested with spittlebug nymphs. In the first trial, we tested the efficacy of the two EPN strains in conjunction with a dispersant agent to select the most appropriate strain. In the second trial, we evaluated *Steinernema* sp. strain considering 1-m² field plots. Results from trial 1 showed that both strains were significantly similar ($P > 0.05$) in their virulence: *H. indica*, recorded 73% mortality and *Steinernema* sp. 62%. Results from trial 2 demonstrated that the *Steinernema* strain was able to maintain a significantly lower ($P = 0.25$) spittlebug population for 4 days when compared to the control, whereas the nymph populations doubled during the same time period. These studies show the potential of the native EPN for field control of spittlebug nymphs in Mexico.

Key words: Bioinsecticide, biological control, entomopathogenic nematodes, froghopper, spittlebug

INTRODUCCIÓN

El salivazo o mosca pinta es un complejo de especies plaga de los géneros *Aeneolamia* y *Prosapia* (Hemiptera: Cercopidae) (Bustillo *et al.*, 2011). Su distribución comprende desde el sureste de los Estados Unidos de América hasta el noreste de Argentina (Peck *et al.*, 2001). La diversidad de especies varía dependiendo de la región y/o condiciones microambientales. En el estado de Veracruz, México, este complejo lo representan especies del género *Aeneolamia*, (*A. albofasciata* y *A. contigua*) y del género *Prosapia* (*P. teapana* y *P. similans*). Las ninfas de esta plaga se alimentan de las raicillas. Aunque el daño más relevante lo hacen los adultos en la lámina foliar, al inyectar saliva con enzimas proteolíticas que secan el área cercana donde insertan el estilete; esto puede ocasionar hasta un 70% de reducción en la productividad de la caña de azúcar, con pérdidas monetarias que fluctúan de 840 a 2100 millones de dólares anuales (Thompson, 2004; Gómez, 2007).

El control de esta plaga considera primordialmente la aplicación de insecticidas y el uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium ansopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae) para combatir adultos, e incluye el uso de trampas pegajosas para la captura masiva de adultos, y el paso de la rastra fitosanitaria para facilitar la desecación de huevecillos (Allard *et al.*, 1990; Samson *et al.*, 2006; Tiago *et al.*, 2011). Sin embargo, estos métodos no ofrecen un control satisfactorio de los estados ninfales, los cuales se encuentran protegidos por una sustancia proteica espumosa, denominada "saliva" (Alatorre-Rosas y Hernández-Rosas, 2015). Otra de las alternativas biológicas para el control del salivazo es la utilización de nematodos entomopatógenos (NEP), los cuales han demostrado ser efectivos en el control de esta plaga en Brasil y Colombia (Leite *et al.*, 2005; Salguero *et al.*, 2012). En México se han aislado varias cepas de NEP, sin embargo, aún no se explora suficientemente su potencial para el control de esta plaga a nivel local (Leite *et al.*,

Virulence, Exposure Time, Penetration, and Propagation of *Steinernema ralatorei* Grifaldo¹ in the Sugarcane Borer, *Diatraea saccharalis* Fabricius²

Virulencia, Tiempo de Exposición, Penetración y Propagación de *Steinernema ralatorei* Grifaldo¹ en el Barrenador del Tallo de la Caña de Azúcar, *Diatraea saccharalis* Fabricius²

Pedro F. Grifaldo-Alcántara³, Raquel Alatorre-Rosas⁴, Francisco Hernández-Rosas⁵, Jesús Alberto Acuña-Soto⁴, Ricardo Martínez-Martínez³, Amado Pérez-Rodríguez⁴, Ausencio Azuara-Domínguez^{6*} y Haidel Vargas-Madriz^{3*}

Resumen. En México, la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) es uno de los cultivos industriales más importantes por la derrama económica que genera. En este cultivo, el estado larval de *Diatraea saccharalis* Fabricius causa daños severos en el interior del tallo de la planta de caña, donde es difícil su control con insecticidas químicos e insectos benéficos. No obstante, hay antecedentes de la mortalidad de este insecto con algunas especies de nematodos. En el presente trabajo se determinó la concentración letal media (CL₅₀), el tiempo de exposición, la capacidad de penetración y propagación de *Steinernema ralatorei* Grifaldo en larvas de *D. saccharalis*. Se desarrollaron cuatro experimentos utilizando tres cepas de *S. ralatorei* Grifaldo y larvas de cuarto estadio de *D. saccharalis*. No se encontraron diferencias significativas en la CL₅₀ y en la capacidad de penetración de las cepas de *S. ralatorei* Grifaldo. Hubo diferencias significativas en el tiempo de exposición y en la capacidad de propagación de las cepas en las larvas de *D. saccharalis*. La mortalidad de las larvas de *D. saccharalis* fue mayor a las 12 horas de exposición en las tres cepas de nematodos. La cepa MTB produjo el número mayor de juveniles infectivos (140020) en el interior de las larvas de *D. saccharalis*. Estos resultados muestran el potencial de *S. ralatorei* Grifaldo como un agente de control biológico de *D. saccharalis*.

Abstract. In Mexico, sugarcane (*Saccharum* spp.) is one of the most important industrial crops due to the economic spillover it generates. *Diatraea saccharalis* Fabricius causes severe damage developing inside the stem of the sugarcane where it is difficult to control with chemical insecticides and beneficial insects. To incorporate new control strategies in the integrated management of this insect, the mean lethal concentration (LC₅₀), exposure time, penetration, and spread of *Steinernema ralatorei* Grifaldo in larvae of *D. saccharalis* were determined in four

¹Rhabditida: Steinernematidae

²Lepidoptera: Pyllaridae

³Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur, Autlán de Navarro, Jalisco, 48900, México.

⁴Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, 56230, México.

⁵Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Córdoba, Veracruz, 94946, México.

⁶Tecnológico Nacional de México/I.T. de Cd. Victoria, Ciudad Victoria, Tamaulipas, 87010 México.

*Autor de correspondencia; E-mail: haidel_vargas@hotmail.com; azuarad@gmail.com

New Distribution Records of Phytophagous Mites¹ Associated with Cultivated Blackberries at Zapotitlan de Vadillo, Jalisco, Mexico

Jesús Alberto Acuña-Soto², Haidel Vargas-Madriz^{3*}, Antonio Talavera-Villarreal³, Martha Olivia Lázaro-Dzul², Pedro Fabián Grifaldo-Alcántara³, and Ausencio Azuara-Domínguez⁴

Abstract. For the first time, *Tetranychus ludeni* Zacher and *Acalitus orthomera* (Keifer) were reported in addition to *T. urticae* Koch in cultivated blackberries, *Rubus fruticosus* L., at Zapotitlan de Vadillo, Jalisco, Mexico. A total of 219 organisms were collected, 40 specimens of *A. orthomera*, 117 of *T. ludeni* and 62 of *T. urticae*. Current distribution of the species in the country and damage to cultivation were discussed.

Currently, 45 species of eriophyid mites (de Lillo y Amrine, databases not published) and about 40 spider mites (Migeon and Dorkeld 2018) were reported as associated with *Rubus* sp. (Rosaceae) in the world. *Acalitus essigi* (Hassan), *A. orthomera* (Keifer), *Tetranychus ludeni* Zacher, and *T. urticae* Koch were reported in cultivated blackberry, *Rubus fruticosus* L., in the State of Michoacan, Mexico (Flores-Martínez 2010, Rebollar-Alviter 2011, Arreguín-Zavala 2014, Ayala-Ortega 2017, Lemus-Soriano et al. 2017, DGSV-CNRF 2018, Ayala-Ortega et al. 2019). Unknown species of phytophagous mites occurred in other areas where the crop was produced. The objective of the study was to record the distribution of *A. orthomera* and *T. ludeni* in areas where blackberries are produced in the Municipality of Zapotitlan de Vadillo, Jalisco (19° 25' 00" N -103° 36' 00" O, 1,400 m above sea level).

Thirty leaves and 30 fruit were collected randomly from blackberry, *Rubus fruticosus* var. 'Tupy' in the field. A stereoscopic microscope was used while obtaining mites. Specimens collected were mounted in modified Hoyer's and Berlese medium (Amrine and Manson 1996). Taxonomic identification was based on Tuttle et al. (1976) and Seeman and Beard (2011) for Tetranychidae, and Eriophyidae (Amrine et al. 2003), as well as descriptions of species proposed by Keifer (1951) and Trinidad et al. (2018). The specimens were deposited provisionally in the Agricultural Department, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Three species totaling, 40 specimens of the family Eriophyidae and 179 of Tetranychidae were collected.

¹Acari: Eriophyidae: Tetranychidae

²Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México Texcoco km 36.5, Montecillo, C. P. 56230, Texcoco, México, México.

³Departamento de Producción Agrícola, Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. Av. Independencia Nacional #151 C. P. 48900, Autlán, Jalisco, México.

⁴Postgrado en Biología, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Boulevard Emilio Portes Gil #1301, C. P. 87010, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

*Author of correspondence: haidel_vargas@hotmail.com

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL OSMÓTICO MEDIANTE DIFERENTES FORMULACIONES, EN CUERPOS DE AGUA DE TLAXCALA, PUEBLA Y VERACRUZ, MÉXICO

Oscar Raúl Mancilla-Villa, Edna Karen Medina-Valdovinos, Héctor Manuel Ortega-Escobar, Rubén Darío Guevara-Gutiérrez, Eva Judith Hueso-Guerrero, José Luis Olguín-López, Jalil Fallad-Chávez y José De Jesús Huerta Holague.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue comparar resultados de potencial osmótico obtenidos con distintas fórmulas, comparándolos con valores arrojados por el osmómetro como metodología de referencia. Se determinó también la calidad de las aguas muestreadas, basándose en los resultados de CE y pH. Se colectaron muestras en distintos cuerpos de agua en los estados mexicanos de Tlaxcala, Puebla y Veracruz. Se realizaron muestreos en otoño de 2009, 2010 y 2011, colectándose 548 muestras. A cada muestra se realizaron 13 determinaciones fisicoquímicas: pH, temperatura, presión osmótica; y las restantes corresponden a iones (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}). Para determinar la presión osmótica se utilizaron las ecuaciones de Richards, una

combinación de las leyes de Boyle, de Charles y de Avogadro, la propuesta por Castillo en 2003 y los valores obtenidos con el osmómetro. Referente a concentración iónica en las tres sesiones de muestreo se obtuvieron resultados similares: entre los cationes predominaron Mg^{2+} y Na^+ , y en aniones, Cl^- y HCO_3^- . En CE, el 84% de las muestras se encontraron por debajo de $2000\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, lo que significa que son aguas aptas para uso agrícola teniendo en cuenta la concentración de sales; el 14% restante alcanzaron valores hasta de $9000\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. El 69% de las muestras tuvieron $\text{pH} > 7$. La diferencia entre valores arrojados por los cuatro métodos de cálculo fue mínima y todos los valores fueron inferiores a 1,0Mpa, con un rango de 0,028 a 0,71Mpa.

Introducción

En 2011 se reportó que México recibe $\sim 1,489 \times 10^6 \text{m}^3$ de agua en forma de precipitación al año, tomando en cuenta evapotranspiración, escurrimiento en ríos y arroyos, y los flujos de salida y de entrada de agua con los países vecinos; el país anualmente cuenta con $471,5 \times 10^6 \text{m}^3$ de agua dulce renovable de

los cuales se destinan $\sim 80\%$ para riego agrícola en más de $6 \times 10^6 \text{ha}$ (CONAGUA, 2014). Existen problemas en las distintas zonas agrícolas de riego: la salinización o sodificación de los suelos, la contaminación y sobreexplotación de cuerpos de agua, tanto naturales como subterráneos y superficiales, que se reflejan en un déficit hídrico del suelo, y que son problemas que

limitan de forma directa la supervivencia, crecimiento y productividad de las plantas, y disminuyen los rendimientos de los cultivos agrícolas (Chen y Jiang, 2010).

Dentro del suelo, el agua está involucrada en muchos procesos diferentes. Algunos parecen ser puramente físicos, otros parecen ser de naturaleza predominantemente química, y otros parecen funcionar de

manera simultánea. El aprovechamiento de este recurso entre el suelo y la atmósfera se ve afectado por la presión osmótica de los solutos disueltos, ya que la actividad del agua depende del efecto osmótico, la presencia de solutos y del potencial matricial (Lira-Mendez, 2006). El potencial osmótico es igual en magnitud pero opuesto en signo a la presión osmótica (Day *et al.*, 1967).

PALABRAS CLAVE / Conductividad Eléctrica / Distribución Iónica / Potencial Osmótico /

Recibido: 23/06/2017. Modificado: 20/08/2018. Aceptado: 22/08/2018.

Oscar Raúl Mancilla Villa (Autor de correspondencia). Ingeniero en Recursos Naturales y Agropecuarios, Universidad de Guadalajara (UdG), México. MC y Doctor en Ciencias en Hidrociencias, Colegio de Postgraduados (COLPOS), México. Profesor Investigador, UdG, México. Dirección: Departamento de Producción Agrícola, Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR), UdG. Av. Independencia Nacional 151, C.P. 48900, Atlán de Navarro, Jalisco, México. e-mail: oscar.mancilla@academicos.udg.mx

Edna Karen Medina Valdovinos. Ingeniero en Recursos Naturales y Agropecuarios, UdG.

Héctor Manuel Ortega Escobar. Doctor en Ciencias, Instituto de Agroquímica y Pedología, Academia de Ciencias de la República Ex-Soviética de Uzbekistán. Profesor Investigador COLPOS, México. e-mail: manueloe@colpos.mx

Rubén Darío Guevara Gutiérrez. Ingeniero Agrónomo y MC en Edafología, Colegio de Postgraduados, México Campus Montecillo. Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología, Uni-

versidad de Puebla, México. Profesor Investigador, UdG, México. e-mail: rguevara@cucsur.udg.mx

Eva Judith Hueso Guerrero. Licenciada en Biología, UdG, México. MC en Ciencias Animales y Doctora en Ciencias en Biotecnología y Control Biológico, Universidad de Colima, México. Profesora, UdG. e-mail: jhueso@cucsur.udg.mx

José Luis Olguín López. MC en Gestión Integrada de Cuencas, Universidad Autónoma de Querétaro, México. Profesor Investigador, UdG, México. e-mail: olguin@cucsir.udg.mx

Jalil Fallad-Chávez. Licenciado en Biología, UdG, México. M.Sc. en Tecnología Instruccional, University of Houston, EEUU. Ph. D. en Aprendizaje Organizacional y Tecnología Instruccional, University of New México, EEUU.

José de Jesús Huerta Olague. Ingeniero en Recursos Naturales y Agropecuarios, UdG, México. Consultor particular. e-mail: jhuertaolague@hotmail.com