

HORN FLY (*Haematobia irritans*) INCIDENCE ON COWS SPRAYED WITH CREOSOTE-BUSH (*Larrea tridentata* (DC.) Coville) LEAF EXTRACT

INCIDENCIA DE MOSCA DEL CUERNO (*Haematobia irritans*) EN VACAS ASPERJADAS CON EXTRACTO DE HOJA DE GOBERNADORA (*Larrea tridentata* (DC.) Coville)

Ema Maldonado-Simán, Manuel R. Chavarría-Sánchez, Pedro A. Martínez-Hernández*, Ricardo D. Améndola Massiotti, Roberto González-Garduño, Eduardo Hernández-Valencia

Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo. 56230. Carretera México- Texcoco km 38.5. Chapingo, México. (pedroarturo@correo.chapingo.mx).

ABSTRACT

Horn fly (*Haematobia irritans*) is a widespread external parasite of grazing cattle; and integration of alternative biological control of this pest could help reduce the risk of resistance to chemical control. The objective of this experiment was to determine skin reaction to horn fly load on grazing dairy cattle sprayed with a 20 % creosote bush (*Larrea tridentata* (DC.) Coville) leaf extracts solution. To evaluate skin reaction a 10-month heifer with six paired circles marked on her skin was used, five sprays at five-day interval were applied; response variables were any harmful effect on skin and hair. To evaluate horn fly load effects there were two treatments: spraying or not of a 20 % creosote bush leaf extract, with six and seven cows for the no-spray and sprayed treatments, respectively. Five sprays at eight-day interval were applied, horn fly load was determined nine times; t tests were done for each time. Hair tips in sprayed circles turned green without harmful effects. Leaf extract sprayed cows showed from 9.5 to 68 % reduction ($p \leq 0.05$) in horn fly load compared to no-spray cows; however, not all the times horn fly count was registered, no-spray cows showed higher horn fly load than leaf extract sprayed cows. Spraying a 20 % creosote bush leaf extract showed some biological control of horn fly load with no skin harmful effects on grazing dairy cattle.

Key words: horn fly, *Larrea tridentata*, grazing cows, dairy production.

RESUMEN

La mosca del cuerno (*Haematobia irritans*) es un parásito externo, con distribución amplia en el ganado en pastoreo. La integración de control biológico alternativo de esta plaga podría reducir el riesgo de resistencia a control químico. El objetivo de este experimento fue determinar la reacción epidérmica a la mosca del cuerno en vacas lecheras, en pastoreo, asperjadas con un extracto de gobernadora (*Larrea tridentata* (DC.) Coville) al 20 %. Para evaluar la reacción epidérmica se usó una vaquilla de 10 meses, con seis círculos pareados marcados en la piel y se aplicaron cinco aspersiones en intervalos de cinco días; las variables de respuesta fueron cualquier efecto nocivo en la piel y el pelaje. Para evaluar los efectos de la mosca del cuerno hubo dos tratamientos: la aspersión o no con un extracto de hoja de gobernadora al 20 %, con seis y siete vacas para los tratamientos sin y con aspersión, respectivamente. Cinco aspersiones se aplicaron en intervalos de ocho días y la incidencia de la mosca del cuerno se determinó nueve veces. La prueba de t se realizó en cada caso. Las puntas del pelo en los círculos asperjados se tornaron verdes sin efectos nocivos. Las vacas asperjadas con el extracto de hojas mostraron reducción de 9.5 a 68.0 % ($p \leq 0.05$) en la incidencia de mosca del cuerno comparadas con las no asperjadas; sin embargo, no todas las veces se registró la incidencia de la mosca del cuerno, y las vacas sin asperjar mostraron una mayor incidencia de mosca del cuerno que las vacas asperjadas. La aspersión del extracto de hoja de gobernadora al 20 % muestra cierto control biológico de la incidencia de la mosca del cuerno sin efectos perjudiciales en la piel del ganado lechero en pastoreo.

Palabras clave: mosca de los cuernos, *Larrea tridentata*, vacas en pastoreo, producción lechera.

*Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: enero, 2017. Aprobado: noviembre, 2017.

Publicado como NOTA CIENTÍFICA en Agrobiencia 52: 323-331. 2018.

INTRODUCTION

Horn fly (*Haematobia irritans*) is an external parasite of cattle that causes discomfort and stress by sucking blood and making sores, which might be infested by screwworms (Bruce, 1942). As all flies that bite intermittently, the horn fly is also a potential disease vector. When flies are chased they temporarily fly away, but they return soon to the animal's hide (Jensen *et al.*, 2004). Horn fly infestation on grazing cattle decreases weight gain due to blood sucking and energy spend fighting flies (Kunz *et al.*, 1984). In North and South America, horn fly shows two population peaks from spring to autumn (Guglielmone *et al.*, 1997). Horn fly load on cattle is different among breeds (Steelman *et al.*, 1991) and this difference is associated to hair density and amount of skin sebum (Steelman *et al.*, 1997). Presley *et al.* (1996) concluded that differences in horn fly load among cattle breeds could be associated to physiological and anatomical attributes of each breed.

Insecticide control of horn fly has been an economic option, as benefits surpass the cost; however, in the long run, continuous insecticide use might bring resistance build-up decreasing control effectiveness (Byford *et al.*, 1999). All along the Gulf of Mexico, central to south Pacific Mexican coast and in north-central Mexico horn fly resistance to some common insecticides has been registered (Kunz *et al.*, 1995; Cruz-Vázquez *et al.*, 2002; Maldonado *et al.*, 2005). Resistance patterns vary among these Mexican regions as frequency and intensity of horn fly control programs are not the same either (García *et al.*, 2004).

In addition to resistance, there is food safety, animal welfare and environmental issues that determine pesticide use and management in livestock production operations, demanding innovative external parasite control that complies with policies on these topics (Pruett *et al.*, 2003). Rodríguez and Niemeyer (2005) stated that the search for alternative pest control strategies should not be based on resistance concern only but also on the need to comply with environmental and food safety protocols, foreseeing the incorporation of bio-pesticides in any pest control program. Khater and Khater (2009) added that plant extracts should be taken as strong alternatives to synthetic pesticides as plant oils are environmental friendly due to be

INTRODUCCIÓN

La mosca del cuerno (*Haematobia irritans*) es un parásito externo del ganado que causa incomodidad y estrés, al chupar sangre y producir llagas que podrían ser invadidas por el gusano barrenador (Bruce, 1942). Como todas las moscas que muerden intermitentemente, la mosca del cuerno también es un vector potencial de enfermedades. Cuando las moscas son perseguidas, vuelan temporalmente, pero regresan pronto a la piel del animal (Jensen *et al.*, 2004). La infestación de la mosca del cuerno en ganado en pastoreo reduce la ganancia de peso debido a la succión de sangre y a la energía usada en ahuyentarlas (Kunz *et al.*, 1984). La mosca del cuerno muestra dos picos poblacionales desde primavera hasta otoño en América del Norte y Sudamérica (Guglielmone *et al.*, 1997). La carga de la mosca del cuerno en el ganado es diferente entre razas (Steelman *et al.*, 1991), esta diferencia está asociada a la densidad de pelo y la cantidad de sebo en la piel (Steelman *et al.*, 1997). Presley *et al.* (1996) concluyeron que las diferencias en la carga de la mosca del cuerno entre razas de ganado podrían estar asociadas a atributos fisiológicos y anatómicos de cada raza.

El control de la mosca del cuerno con insecticidas ha sido una opción económica, ya que los beneficios superan el costo; sin embargo, el uso continuo de insecticidas a largo plazo podría generar resistencia, que disminuya la efectividad del control (Byford *et al.*, 1999). A lo largo del Golfo de México, en la costa mexicana del centro al sur del Pacífico y en el centro-norte de México, se ha registrado resistencia de la mosca del cuerno a algunos insecticidas comunes (Kunz *et al.*, 1995; Cruz-Vázquez *et al.*, 2002; Maldonado *et al.*, 2005). Los patrones de resistencia varían entre esas regiones mexicanas, pues la frecuencia y la intensidad de los programas de control de la mosca del cuerno tampoco son las mismas (García *et al.*, 2004).

Además de la resistencia, hay temas de seguridad alimentaria, bienestar animal y ambientales que determinan el uso y manejo de pesticidas en las operaciones de producción ganadera, que demandan un control innovador de parásitos externos que cumpla con las políticas sobre estos temas (Pruett *et al.*, 2003). Rodríguez y Niemeyer (2005) afirmaron que la búsqueda de estrategias alternativas de control de plagas no debería basarse solo en la resistencia, sino también en la necesidad de cumplir con los protocolos ambientales y de seguridad alimentaria, previendo la incorporación

species specific, of easy and fast degradation and with lower risk of resistance. Choochote *et al.* (2004) concluded that bio-insecticides are alternatives to chemical pesticides as they are harmless to non-target organisms and to the environment and they are biodegradable. Integrated pest control should include ecological bases, then bio-pesticides from plant extracts might represent a best option as they have shown minimum negative environmental impact (Koul and Walia, 2009).

Creosote-bush (*Larrea tridentata* (DC.) Coville) is a shrub of the Zygophyllaceae family, distributed widely in the Sonoran desert with allelopathy potential (Brinker, 1993). Saldívar (2003) did an extensive and comprehensive review on Creosote-bush leaf and root extract uses, among them: insect repellent, fungus and bacteria growth inhibition, bactericide, fungicide and insecticide. The ability of Creosote-bush to thrive in a very harsh desert environment was associated to the inhibitory impacts this plant might have on other living organisms (Barbour, 1969).

Rhoades (1977) found that Creosote-bush leaves, as it is common in xerophyte species, were coated with a thick resin layer synthesized by glandular trichomes during the development of the leaves, and might represent up to 20 % of the leaf dry weight. Cortez-Rocha *et al.* (1993) indicated that ground Creosote-bush leaves might help in preventing insect attack on harvested grains. Viglianco *et al.* (2006) found that crude extracts of Creosote-bush showed some insect repellent potential. Arteaga *et al.* (2005) concluded that Creosote-bush extracts are useful in the industry and in traditional medicine.

The aim of this study was to determine skin reaction and horn fly load on grazing dairy cattle, sprayed with a solution of Creosote-bush leaf extract, to provide field data of the suitability of this leaf extract as a biological control of horn fly. The hypothesis was that spraying a solution of Creosote-bush leaf extract on grazing dairy cattle would reduce horn fly load and then could be a biological control of this pest.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in the grazing dairy production unit of the experimental farm of the University of Chapingo

de bioplaguicidas en cualquier programa de control de plagas. Khater y Khater (2009) agregaron que los extractos de plantas deberían tomarse como sólidas alternativas a los pesticidas sintéticos, ya que los aceites vegetales son amigables con el ambiente porque son específicos de la especie, de fácil y rápida degradación y con riesgo menor de resistencia. Choochote *et al.* (2004) concluyeron que los bioinsecticidas son alternativos a los pesticidas químicos ya que son inofensivos para los organismos no objetivo y el ambiente y son biodegradables. El control integrado de plagas debe incluir bases ecológicas, por lo que los biopesticidas de extractos de plantas podrían ser una mejor opción, porque han mostrado impacto ambiental negativo mínimo (Koul y Walia, 2009).

El arbusto de gobernadora (*Larrea tridentata* (DC.) Coville) es de la familia Zygophyllaceae, con amplia distribución en el desierto de Sonora y con potencial alelopático (Brinker, 1993). Saldívar (2003) realizó una revisión extensa y exhaustiva sobre el uso de extractos de hojas y raíz del arbusto gobernadora como repelente de insectos, inhibición del crecimiento de hongos y bacterias, bactericida, fungicida e insecticida. La capacidad del arbusto gobernadora para prosperar en ambiente desértico extremo se ha asociado a los impactos inhibitorios que podría tener sobre otros organismos vivos (Barbour, 1969).

Rhoades (1977) encontró que las hojas del arbusto gobernadora, como es común en las especies xerófitas, están recubiertas con una capa gruesa de resina, que sintetizan los tricomas glandulares durante el desarrollo de las hojas, y podría representar hasta 20 % del peso seco de la hoja. Cortez-Rocha *et al.* (1993) indicaron que las hojas trituradas del arbusto gobernadora podrían ayudar a prevenir la invasión de insectos en los granos cosechados. Viglianco *et al.* (2006) encontraron que los extractos crudos de arbustos gobernadora mostraron cierto potencial repelente de insectos. Arteaga *et al.* (2005) concluyeron que los extractos del arbusto gobernadora son útiles en la industria y en la medicina tradicional.

El objetivo de este estudio fue determinar la reacción de la piel y la incidencia de la mosca del cuerno en ganado lechero, en pastoreo, asperjado con una solución de extracto de hojas de gobernadora, para proporcionar datos de campo de la idoneidad del extracto de esa hoja en el control biológico de la mosca del cuerno. La hipótesis fue que la solución de extracto de hoja de gobernadora asperjada en ganado lechero en

(19° 29' N, 98° 53' W, altitude of 2250 m, climate is sub-humid temperate, mean annual temperature of 18 °C, mild winters, six months (spring and summer) of rainy season and 645 mm of annual rainfall) (CONAGUA, 2015). Handling and treatment of experimental animals complied Mexican regulation for humanitarian treatment and animal welfare (DOF, 2001). Two independent experiments were carried out, one was to test skin reaction to the Creosote-bush leaf extract and the other to monitor horn fly load during the warmest part of summer on grazing dairy cows sprayed with Creosote-bush leaf extract. The extract was obtained from oven-dried and ground (1mm mesh) leaves (250 g) that were set into ethyl alcohol (1 L) for 48 h, and the infusion was placed in a rotatory-evaporator to get the extract at 90-95 % concentration.

In the skin reaction, experiment two treatments were compared: control and 20 % Creosote-bush leaf extract solution spray. Control treatment was plain water spray. On the skin of a 10-month heifer, six areas were marked, three per side (left and right) on the neck, middle and rear of the animal; each area was divided into two circles of 63.6 cm² each. A graduated handheld one-nozzle sprayer was used, a spray hood made out of a pet bottle was fitted to the nozzle to avoid spray drift and to assure a homogeneous spray of the whole surface of the targeted circle, 10 mL of water or leaf extract solution were sprayed each time. A total of five sprayings at five-day interval were done, spraying was always done at 10:00 h. Minutes before each application of water or leaf extract two persons independent from each other filled out a checklist to define their appreciation of some hair and skin changes within the sprayed areas. Checklist items were: hair colour change, brittle hair, hair loss, signs of pain when pressing with fingertip on sprayed skin surface, spots or change in skin colour, reddish skin, abraded or lacerated skin and swollen spots. Each circle was a replicate, and statistical analysis was based on frequency of responses (Saris and Gallhofer, 2007). At the end of the skin reaction experiment and once it was found that 20 % Creosote-bush leaf extract solution was not harmful to skin and hair of cattle, the second experiment was set up.

In the second experiment treatments were: spraying or not (control) of a water solution with 20 % Creosote-bush leaf extract. Experimental design was a completely random with seven and six replicates for the sprayed and control treatments, respectively. Experimental unit was a Holstein mature lactating cow grazing alfalfa-orchard grass pastures. The experiment lasted from June to July, the warmest months of summer, when horn fly load on cattle tends to be the highest (Maldonado *et al.*, 2006). Cows in the control treatment were sprayed with plain water; from 50 to 60 ml of water (control) or leaf extract solution were sprayed on each cow's side, two graduated handheld one nozzle sprayers were used, one for the control and the other for the

pastoreo reduce la incidencia de la mosca del cuerno y podría ser un control biológico de esta plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la unidad de producción lechera de pastoreo de la granja experimental de la Universidad Autónoma Chapingo (19° 29' N, 98° 53' O, altitud de 2250 m, clima templado subhúmedo, temperatura media anual de 18 °C, inviernos suaves, temporada de lluvias de seis meses (primavera y verano) y 645 mm de precipitación anual) (CONAGUA, 2015). El manejo y tratamiento de animales de experimentación cumplió con la regulación mexicana para el tratamiento humanitario y el bienestar animal (DOF, 2001). Dos experimentos independientes se desarrollaron: uno para probar la reacción de la piel al extracto de hojas de gobernadora y otro para controlar la incidencia de la mosca durante el periodo más cálido del verano, en vacas lecheras en pastoreo asperjadas con extracto de hojas de gobernadora. El extracto se obtuvo de hojas deshidratadas en horno y molidas (malla de 1 mm) (250 g), colocadas en alcohol etílico (1 L) por 48 h, y la infusión se mantuvo en un evaporador rotatorio para obtener el extracto a 90-95 % de concentración.

Dos tratamientos se compararon para conocer la reacción de la piel: testigo y aspersión de solución de extracto de hojas de gobernadora al 20 %. El tratamiento testigo fue aspersión de agua. En la piel de una vaquilla de 10 meses, seis áreas se marcaron, tres por lado (izquierdo y derecho) en el cuello, el centro y la parte posterior del animal; cada área se dividió en dos círculos de 63.6 cm² cada uno. El aspersor usado fue manual, con graduación de volumen y boquilla. En la boquilla se instaló una campana hecha con una botella de plástico PET, para evitar la dispersión del rociado y asegurar un mojado homogéneo de la superficie del círculo objetivo. Cada vez se asperjaron 10 mL de agua o solución del extracto de hoja; el total fue cinco aspersiones, en intervalos de cinco días, aplicadas siempre a las 10:00 h. Minutos antes de cada aplicación de agua o extracto de hojas, dos personas, por separado, completaron una lista de cotejo para definir su apreciación de algunos cambios en el pelo y la piel de las áreas asperjadas. Los elementos de la lista fueron: cambio de color del pelo, pelo quebradizo, pérdida de pelo, signos de dolor al presionar con la yema del dedo sobre la superficie de la piel asperjada, manchas o cambios en el color de la piel, piel rojiza, erosionada o lacerada y zonas hinchadas. Cada círculo fue una réplica, y el análisis estadístico se basó en la frecuencia de las respuestas (Saris y Gallhofer, 2007). Al final se evaluó la reacción de la piel, una vez que se determinó que la dilución al 20 % del extracto de hoja de gobernadora no dañaba la piel o el pelo del ganado se estableció el segundo experimento.

En el segundo experimento los tratamientos fueron: aspersión o no (testigo) de una solución acuosa con 20 % de extracto de hoja

leaf extract solution treatments. Spraying was parallel to the top line of the cow's body and from ear to tail implantations. Five sprayings were done at a week interval, starting on June 18th, 2011.

The response variable was horn fly count per cow, two persons one from each side of the cow were recording with a mechanical counter the number of horn flies present on the surface of the skin of the cow (Maldonado *et al.*, 2006). Horn fly load was recorded nine times, first count was a week before the first spraying, the second four days after the first spraying, thereafter fly count was done two times between consecutive sprayings: just before the cow was sprayed again and four days after being sprayed. Horn fly counts were compared by *t* Test (Witte and Witte, 2015), an independent analysis was done for each time fly count was measured.

RESULTS AND DISCUSSION

From the third spraying on, both observers indicated that in all leaf extract sprayed circles, hair tips showed a green colour, implying that the extract adhered to the outer part of hairs; however, no other changes were registered by any of the two persons in any of the five sprayings done. Arteaga *et al.* (2005) agree in not finding any toxicity or harmful effect on large animals with external application of Creosote-bush extracts at different concentration, they pointed out that toxicity might develop with forced ingestion of Creosote-bush extract above therapeutic dosages used by traditional medicine. Saldívar (2003) in his review found that topical application of a cream containing Creosote-bush extract was not harmful or toxic to humans and other large animals.

As the adherence of some Creosote-bush leaf extract solution to hairs' outer end showed no harmful effects on cows' wellbeing, a 20 % Creosote-bush leaf extract solution might be taken as a safe and therapeutic dosage.

Control and leaf extract sprayed cows started the experiment with the same ($p > 0.05$) horn fly load a week before the first spraying, an overall mean of 32.5 flies per cow. Both groups of cows showed a similar general seasonal pattern of horn fly load, there was a steady increment in horn fly load as the summer went by up to a peak, then at the end of the season there was a drop in horn fly count (Figure 1). Season long trend in leaf extract sprayed cows was to show a lower horn fly count than control cows; however, after the first spraying, in four out of the eight times

de gobernadora. El diseño experimental fue completamente al azar con siete y seis repeticiones para los tratamientos con aspersión del extracto y testigo, respectivamente. La unidad experimental fue una vaca Holstein lactante madura que pastaba en praderas de alfalfa. El experimento se desarrolló de junio a julio, que son los meses más cálidos del verano y cuando la incidencia de la mosca del cuerno tiende a ser la más alta en el ganado (Maldonado *et al.*, 2006). Las vacas en el tratamiento testigo se asperjaron con 50 a 60 mL de agua, y en el otro tratamiento se asperjaron con 50 a 60 mL de solución de extracto de hojas en cada lado de la vaca. Un aspersor de boquilla, con graduación de volumen, se usó para el testigo y otro para el tratamiento con la solución del extracto de hojas. La aspersión fue paralela a la línea superior del cuerpo de la vaca y desde la implantación de la oreja a la de la cola. Cinco aspersiones se hicieron cada semana e iniciaron el 18 de junio de 2011.

La variable de respuesta fue el número de moscas del cuerno por vaca en la superficie de la piel; el registro lo hicieron dos personas, una en cada lado de la vaca, con un contador mecánico (Maldonado *et al.*, 2006). La incidencia de la mosca del cuerno se registró nueve veces, el primero fue una semana antes de la primera aspersión, el segundo fue 4 d después de la primera aspersión; luego el recuento fue dos veces entre aspersiones consecutivas, justo antes de que la vaca fuera asperjada de nuevo, y 4 d después del asperjado. Los recuentos de las moscas del cuerno se compararon con la prueba *t* de Student (Witte y Witte, 2015); un análisis independiente se realizó para cada cuantificación de moscas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ambos observadores indicaron desde la tercera aspersión que las puntas del pelo mostraban coloración verde en todos los círculos asperjados con el extracto de hojas. Esto implicaba que el extracto se adhirió al exterior de los pelos; sin embargo, ninguno de los dos observadores registró otros cambios en cualquiera de las cinco aspersiones. Arteaga *et al.* (2005) tampoco observaron toxicidad o efecto nocivo en animales grandes por la aplicación externa de extractos de gobernadora en concentraciones variables; ellos señalaron que la toxicidad podría desarrollarse con la ingesta forzada del extracto de gobernadora en dosis superiores a las terapéuticas usadas en medicina tradicional. Saldívar (2003) en su revisión encontró que la aplicación tópica de una crema que contenía extracto de gobernadora no fue dañina ni tóxica para humanos o animales grandes.

Como la adherencia de parte de la solución del extracto de hoja de gobernadora al extremo externo

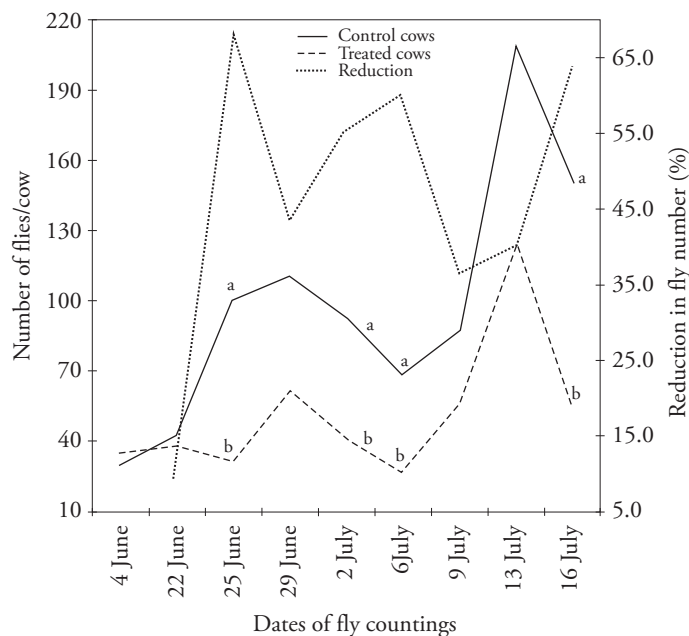


Figure 1. Horn fly count on grazing dairy cows with (treated) and without (control) spraying of a 20 % Creosote-bush leaf extract solution. Fly counts with different letter were different ($p \leq 0.05$).

Figura 1. Conteo de mosca del cuerno en vacas lecheras en pastoreo sin asperjar (testigo) y asperjadas (tratadas) con solución al 20 % de extracto de hojas de gobernadora. Los conteos de moscas con diferentes letras fueron diferentes ($p \leq 0.05$).

horn fly load was registered, leaf extract sprayed cows showed a significant ($p \leq 0.05$) lower amount of horn flies than control cows. On these occasions, the reductions in horn fly count went from 9.5 to 68 % relative to the amount of horn flies found on control cows (Figure 1).

The seasonal trend in horn fly load shown by both groups of cows (control and leaf extract sprayed) is similar to that observed by Maldonado *et al.* (2006), they explained this seasonal trend on basis of increasing favourable climatic conditions as air temperature and relative humidity, for the growth and dispersion of horn fly individuals. The Creosote-bush leaf extract application decreased horn fly load on cows, however the seasonal pattern of horn fly population on cows was the same.

Replications were few and the length of the study was short, however the reduction range of 9.5 to 68 % of horn fly and the trend to lower efficacy after some weeks of application were also found by Madzimure *et al.* (2013) using other plant extracts. These authors suggested that standard changes in the population of the specific pathogen and washing off of plant extracts by environmental factors as rains might explain this response pattern. Malik *et al.* (2007) suggested that the commercial viability of any bio-pesticide should not be ruled out if the population reduction is within the range of 30 to 85 % considering the easy availability of plant material and the eco-friendliness of the

del pelo no mostró efectos nocivos en las vacas, la solución al 20 % de ese extracto puede tomarse como dosis segura y terapéutica.

Las vacas testigo y las asperjadas con el extracto comenzaron con la misma incidencia de moscas del cuerno ($p > 0.05$) una semana antes de la primera aspersión, con media general de 32.5 moscas por vaca. Ambos grupos de vacas mostraron un patrón estacional general similar en la incidencia de moscas del cuerno, y al avanzar el verano hubo aumento constante en la incidencia de moscas de cuerno y al final de la temporada el recuento disminuyó (Figura 1). La tendencia a lo largo de la temporada fue que las vacas asperjadas mostraran menor incidencia de mosca del cuerno en comparación a las vacas del tratamiento testigo; sin embargo, después de la primera aspersión, solo en cuatro de las ocho veces que se registró la incidencia de la mosca del cuerno, las vacas rociadas con el extracto mostraron una cantidad menor de moscas del cuerno ($p \leq 0.05$) que las vacas testigo. En estas ocasiones, las reducciones en el recuento de la mosca del cuerno pasaron de 9.5 a 68.0 % en relación con la cantidad en las vacas testigo (Figura 1).

La tendencia estacional en la incidencia de la mosca del cuerno de ambos grupos de vacas (testigo y asperjadas con el extracto de las hojas) fue similar al que observaron Maldonado *et al.* (2006); ellos explicaron esta tendencia estacional con base en el aumento de las condiciones climáticas favorables, como la temperatura del aire y la humedad relativa, para el crecimiento y la

resultant product. Oyarzún *et al.* (2008) and later on Khater and Khater (2009) emphasized that in the evaluation of plant extracts as bio-pesticides, environment degradation readiness, susceptibility to resistance development and extent to be species specific should be included in addition to control extent of the pest.

Crude leaf neem extract (Miller and Chamberlain, 1989; Singh and Kaur, 2016) was proposed as an alternative bio-pesticide based on its biodegradable attributes and minimal pollution potential, in addition to its toxicity to *H. irritans* larvae and myiasis-causing *Chrysomya bezziana* larvae. Koul *et al.* (2008) registered that the efficacy of bio-pesticides could fall short when compared to synthetic pesticides; Rodríguez and Niemeyer (2005) added that bio-pesticides should be taken as one component of an integrated pest management among others like the strategic use of chemical pesticides.

Saldívar (2003) indicated that there were some *in vitro* evidences that Creosote-bush leaf extract showed direct effect inhibiting insect, bacteria and fungus proliferation; however, Cortez-Rocha *et al.* (1993) and Viglianco *et al.* (2006) observed that Creosote-bush leaf powder and extract showed an adult insect repellent and antifeedant action rather than a biocide one. Then, in our study, the reduction of horn fly load on cows sprayed with Creosote-bush leaf extract could be explained on basis of having an adult insect repellent and/or antifeedant action. Besides, horn fly larvae develop away from the host animal (Mendes and Linhares, 1999) so the Creosote-bush leaf extract applied to cows could not have any biocide action on larvae. Creosote-bush leaf extract seems to be a promising bio-pesticide as some plant essential oils (Malik *et al.*, 2007; Palacios *et al.*, 2009) and extract of *Larrea cuenifolia* from South America (Batallán *et al.*, 2013) a component in the development and implementation of new strategies against horn fly.

CONCLUSIONS

Creosote-bush (*L. tridentata* (D.C.) Coville) crude leaf extract sprayed on grazing dairy cows could be a suitable biological control of horn fly *Haematobia irritans* load on cattle, without skin side-effects, and a component of an integrated pest management with sound ecological basis.

dispersión de la mosca del cuerno. La aplicación del extracto de hoja de gobernadora disminuyó la incidencia de la mosca del cuerno en las vacas; sin embargo, el patrón estacional de la población de moscas del cuerno en las vacas fue el mismo.

Las repeticiones fueron pocas y la duración del estudio fue corto; sin embargo, el intervalo de reducción de 9.5 a 68 % de la mosca del cuerno y la tendencia a la menor eficacia después de algunas semanas de aplicación también los observaron Madzimure *et al.* (2013) con otros extractos de plantas. Estos autores sugirieron que los cambios estándar en la población del patógeno específico y el lavado de extractos de plantas por factores ambientales, como las lluvias, podrían explicar este patrón de respuesta. Malik *et al.* (2007) sugirieron que la viabilidad comercial de cualquier plaguicida biológico no debería descartarse si la reducción de la población está en el intervalo de 30 a 85 %, considerando que el material vegetal está fácilmente disponible y el producto resultante es ecológicamente amigable. Oyarzún *et al.* (2008) y Khater y Khater (2009) enfatizaron que en la evaluación de extractos de plantas como bioplaguicidas deben considerarse, además del grado de control que ejerza, la facilidad de degradación en el ambiente, la susceptibilidad para desarrollar la resistencia y el nivel de especificidad en el ataque a la especie objetivo.

El extracto crudo de la hoja de neem (Miller y Chamberlain, 1989; Singh y Kaur, 2016) se propuso como un bioplaguicida alternativo con base en sus atributos biodegradables, su potencial mínimo de contaminación y su toxicidad para larvas de *H. irritans* y las larvas de *Chrysomya bezziana* que causan miasis. Koul *et al.* (2008) señalaron que la eficacia de los bioplaguicidas podría ser insuficiente en comparación con los pesticidas sintéticos. Rodríguez y Niemeyer (2005) agregaron que los bioplaguicidas deben tomarse como componentes de un manejo integrado de plagas, o en el uso estratégico de plaguicidas químicos.

Saldívar (2003) indicó que existen evidencias *in vitro* de que el extracto de hoja de gobernadora mostró un efecto directo de inhibición sobre la proliferación de insectos, bacterias y hongos; sin embargo, Cortez-Rocha *et al.* (1993) y Viglianco *et al.* (2006) observaron que el polvo y el extracto de hoja de gobernadora mostraron una acción repelente y antialimentaria contra insectos adultos en lugar de una acción biocida. Así, en nuestro estudio, la reducción en la incidencia de mosca del cuerno en las vacas asperjadas con extracto

LITERATURE CITED

- Artega, S., A. Andrade-Cetto, and R. Cárdenas. 2005. *Larrea tridentata* (Creosote bush), an abundant plant of Mexican and US-American deserts and its metabolite nordihydroguaiaretic acid. *J. Ethnopharmacol.* 98: 231-239.
- Barbour, M. G. 1969. Age and space distribution of the desert shrub *Larrea divaricata*. *Ecology* 50: 679-685.
- Batallan, G., R. Torre, F. Flores, B. Königheim, F. Ludueña-Almeida, C. Tonn, and W. Almirón. 2013. Larvicidal activity of crude extracts from *Larrea cuneifolia* (Zygophyllaceae) and of its metabolite nordihydroguaiaretic acid against the vector *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 46: 84-87.
- Brinker, F. 1993. *Larrea tridentata* (D.C.) Coville (Chaparral or Creosote Bush), *British J. Phytother.* 3: 10-30.
- Bruce, W. G. 1942. The horn fly. *In: Yearbook of Agriculture* 1942. United States Department of Agriculture, Washington, D.C. pp: 626-630.
- Byford, R. L., M. Craig E., S. M. De Rouen, M. D. Kimball, D. G. Morrison, W. E. Wyatt, and L. D. Foil. 1999. Influence of permethrin, diazinon and ivermectin treatments on insecticide resistance in the horn fly (Diptera: Muscidae). *Int. J. Parasitol.* 29: 125-135.
- Choochote, W., B. Tuetun, D. Kanjanapothi, E. Rattanachanpichai, U. Chaithong, P. Chaiwong, A. Jitpakdi, P. Tippawangkosol, D. Riyong, and B. Pitasawat. 2004. Potential of crude seed extract of celery, *Apium graveolens* L., against the mosquito *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *J. Vector Ecol.* 29: 340-346.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2015. Mapa de estaciones meteorológicas. <http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa>
- Cortez-Rocha, M., O., G. Sánchez-Maríñez, M., I. Villaescusa-Moreno, and F. J. Cinco-Moroyoqui. 1993. Plant powders as stored grain protectants against *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). *Southwest. Entomol.* 18: 73-75.
- Cruz-Vázquez, C., G. Altamira, M. Ramos, L. Medina, Z. García-Vázquez, and J. George. 2002. Susceptibility of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) to permethrin in dairies in Aguascalientes, Mexico. *J. Med. Entomol.* 39: 939-941.
- García, C. A., A. C. Covarrubias, A. V. Flores, Z. G. Vázquez, S. Kunz, y A. M. Ledezma. 2004. Horn fly (*Haematobia irritans*) resistance to cypermethrin and diazinon in the state of Tamaulipas, Mexico: current situation. *Vet. Méx.* 35: 237-244.
- Guglielmone, A. A., M. Volpogni M., O. Anziani S., A. Mangold J., R. Giorgi E., and S. Flores G. 1997. Seasonal variation of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) in a recently infested region of central Argentina. *Bull. Entomol. Res.* 87: 55-59.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2001. NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. 22/08/2001.
- Jensen, K., J. B. Jespersen, M. A. Birkett, J. A. Pickett, G. Thomas, L. J. Wadhams, and C. M. Woodcock. 2004. Variation in the load of the horn fly, *Haematobia irritans*, in cattle herds is determined by the presence or absence of individual heifers. *Med. Vet. Entomol.* 18: 275-280.

de hojas de gobernadora podría explicarse por ser un repelente de insectos adultos, tener acción antialimentaria o ambos. Además, las larvas de la mosca del cuerno se desarrollan lejos del animal huésped (Mendes y Linhares, 1999); por lo que, el extracto de las hojas de gobernadora aplicado a las vacas no podría haber tenido una acción biocida sobre las larvas. El extracto de las hojas de gobernadora parece ser un plaguicida promisorio, como algunos aceites esenciales de plantas (Malik *et al.*, 2007; Palacios *et al.*, 2009) y extracto de *L. cuneifolia* de América del Sur (Batallán *et al.*, 2013), como componente para el desarrollo e implementación de nuevas estrategias contra la mosca del cuerno.

CONCLUSIONES

El extracto crudo de hojas de gobernadora asperjado en vacas lecheras en pastoreo podría ser un control biológico adecuado de la incidencia de la mosca del cuerno en ganado, sin efectos secundarios en la piel, y un componente del manejo integrado de plagas con bases ecológicas.

—Fin de la versión en Español—



- Khater, H. F., and D. F. Khater. 2009. The insecticidal activity of four medicinal plants against the blowfly *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). *Int. J. Dermatol.* 48: 492-497.
- Koul, O., S. Walia, and G. S. Dhaliwal. 2008. Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. *Biopest. Int.* 4: 63-84.
- Koul, O., and S. Walia. 2009. Comparing impacts of plant extracts and pure allelochemicals and implications for pest control. *In: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources.* CAB Reviews, London 4: 1-30.
- Kunz, S. E., M. O. Estrada, and H. F. Sanchez. 1995. Status of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) insecticide resistance in northeastern Mexico. *J. Med. Entomol.* 32: 726-729.
- Kunz, S. E., A. J. Miller, P. L. Sims, and D. C. Meyerhoeffer. 1984. Economics of controlling horn flies (Diptera: Muscidae) in range cattle management. *J. Econ. Entomol.* 77: 657-660.
- Madzimume, J., E. T. Nyahangare, H. Hamudikuwanda, T. Hove, S. R. Belmain, P. C. Stevenson, and B. M. Mvumi. 2013. Efficacy of *Strychnos spinosa* (Lam.) and *Solanum incanum* L. aqueous fruit extracts against cattle ticks. *Trop. Anim. Health Prod.* 45: 1341-1347.
- Maldonado, S., E., R. Améndola Massiotti, J. A. Cadena Meneses, L. Bermúdez Villanueva, y S. E. Kunz. 2006. Observaciones preliminares de la fluctuación estacional de

- Haematobia irritans* en el Centro de México. Rev. Cient. FCV-LUZ 16: 31-38.
- Maldonado, S., E., C. Apodaca S., L. Sumano H., L. Bermúdez V., V. García Z., y E. Gutiérrez O. 2005. Susceptibilidad de *Haematobia irritans* a Permetrina y Diazinón al norte de Veracruz y centro de Nuevo León, México. Vet. Méx. 36: 217-227.
- Malik, A., N. Singh, and S. Satya. 2007. House fly (*Musca domestica*): a review of control strategies for a challenging pest. J. Environ. Sci. Health 42: 453-469.
- Mendes, J., and A. X. Linhares. 1999. Diapause, pupation sites and parasitism of the horn fly, *Haematobia irritans*, in south-eastern Brazil. Med. Vet. Entomol. 13: 180-185.
- Miller, J., A., and W. F. Chamberlain. 1989. Azadirachtin as a larvicide against the horn fly, stable fly, and house fly. J. Econ. Entomol. 82: 1375-1378.
- Oyarzún, M., P., A. Quiroz, and M. A. Birkett. 2008. Insecticide resistance in the horn fly: alternative control strategies. Med. Vet. Entomol. 22: 188-202.
- Palacios, S., A., A. Bertoni, Y. Rossi, R. Santander, and A. Urzua. 2009. Efficacy of essential oils from edible plants as insecticides against the housefly, *Musca domestica* L. Molecules 14: 1938-1947.
- Presley, S., M., F. W. Knapp, J. A. Boling, and J. C. Burg. 1996. Effects of the horn fly (Diptera: Muscidae) on physiological and nutritional responses of beef steers: continuous fly population levels. J. Econ. Entomol. 89: 138-143.
- Pruett, J. H., C. D. Steelman, J. A. Miller, J. M. Pound, and J. E. George. 2003. Distribution of horn flies on individual cows as a percentage of the total horn fly population. Vet. Parasitol. 116: 251-258.
- Rhoades, D. F. 1977. The antiherbivore chemistry of *Larrea*. In: Mabry T., J., J. H. Hunziker, and D. R. DiFeo (eds). Creosote Bush Bush-Biology and Chemistry of *Larrea* in New World Deserts. Dowden, Hutchinson and Ross Inc. Stroudsburg, PA. pp: 135-175.
- Rodríguez, L., C., and H. M. Niemeyer. 2005. Integrated pest management, semiochemicals and microbial pest-control agents in Latin American agriculture. Crop Prot. 24: 615-623.
- Saldívar, R., H. L. 2003. Estado actual del conocimiento sobre las propiedades biocidas de la gobernadora [*Larrea tridentata* (DC) Coville]. Rev. Mex. Fitopatol. 21: 214-222.
- Saris, W. E., and I. N. Gallhofer. 2007. Design, Evaluation, and Analysis of Questionnaires for Survey Research. John Wiley & Sons. New York. 376 p.
- Singh, A., and J. Kaur. 2016. The bioefficacy of crude extracts of *Azadirachta indica* (Meliaceae) on the survival and development of myiasis-causing larvae of *Chrysomya bezziana* (Diptera: Calliphoridae). Trop. Anim. Health Prod. 48: 17-124.
- Steelman, C., D., A. H. Brown, E. E. Gbur, and G. Tolley. 1991. Interactive response of the horn fly (Diptera: Muscidae) and selected breeds of beef cattle. J. Econ. Entomol. 84: 1275- 1282.
- Steelman, C., D., M. A. Brown, E. E. Gbur, and G. Tolley. 1997. The effects of hair density of beef cattle on *Haematobia irritans* horn fly populations. Med. Vet. Entomol. 1: 257-264.
- Viglianco, A., I., R. J. Novo, C. I. Cragnolini, y M. Nassetta. 2006. Actividad biológica de extractos crudos de *Larrea divaricata* Cav. y *Capparis atamisquea* Kuntze sobre *Sitophilus oryzae* (L.). Agriscientia 23: 83-89.
- Witte, S., R., and J. S. Witte. 2015. Statistics. 10th edition. John Wiley & Sons. New York. 496 p.