



Agraria

Vol. 14, núm. 2, mayo-agosto, 2017 • ISSN 0186 8063



Universidad
Autónoma Agraria
Antonio Narro





Revista científica de la Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro, vol. 14, núm. 2, mayo-agosto, 2017.

Centéotl, deidad azteca de la agricultura, es una advocación de Chicomecóatl, diosa del maíz. La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en su afán de rescatar los valores del pasado histórico de México, la ha adoptado como logotipo de su revista científica, como símbolo que evoca y reafirma nuestras raíces culturales.

COMITÉ EDITORIAL

Editor en Jefe

Miguel A. Capó Arteaga

Editor Ejecutivo

Jesús Valdés Reyna

Editor Asociado

Víctor Manuel López González

EDITORES TÉCNICOS

Fitomejoramiento, Unidad Laguna

José Puente Manríquez

Riego y drenaje

Raúl Rodríguez García

Producción animal

Jesús M. Fuentes Rodríguez

Redacción científica en inglés

Érika Patricia Carrizales Ruíz

Edición

Delirio. Servicios Editoriales



Diseño y formación

Leticia Hernández

Cuidado de la edición

Anastasia Rodríguez

Fotografía de portada: Shutterstock (*Cylindropuntia* sp.)

Agraria está indizada, desde 2006, en Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal); en la base de datos PERIÓDICA (de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México D. F.); y en 2007 fue incluida en la base de datos del Centro Internacional de Investigación Científica (CIRS).

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Dirección de Investigación. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, C.P. 25315, Saltillo, Coah., México.

<http://www.uaaan.mx/agraria/>

E-mail: agraria_ne@uaaan.mx

Tel. +52 (844) 411 02 12 y 411 02 80, ext. 2003. Fax +52 (844) 411 02 11

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la institución editora de la publicación.

Se autoriza la reproducción de artículos si se cita la fuente.

Agraria, vol. 14, núm. 2, mayo-agosto, 2017, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a través de la Dirección de Investigación. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, C.P. 25315, Saltillo, Coah., México. <http://www.uaaan.mx/agraria/> E-mail: agraria_ne@uaaan.mx Tels. +52 (844) 411 02 12 y 411 02 80, ext. 2003. Fax: +52 (844) 411 02 11. Editor responsable: Víctor Manuel López González. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título (en trámite); ISSN 0186-8063, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título: en trámite. Certificado de Licitud de Contenido: en trámite, que otorga la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa en Digital Color: Arteaga Norte núm. 225, zona centro, C.P. 25000, Saltillo, Coah. Tel. +52 (844) 481 58 42. Este volumen se terminó de imprimir en agosto de 2017, y consta de 200 ejemplares.



CONTENIDO

PÁGINA

43

Calidad fisiológica de la semilla de maíz, bajo el efecto del desespigue y diferentes densidades de población

Physiological quality of corn seed under the effect of detasseling and different population densities

Humberto de Jesús Moreno-Solano, Leila Minea Vásquez-Siller, Leopoldo Arce-González, María Cristina Vega-Sánchez

51

Efecto del horario de pastoreo extensivo y un antihelmíntico sobre la carga parasitaria gastrointestinal en pequeños rumiantes

Grazing schedule and antihelmintic effect over gastrointestinal parasite burden in small ruminants

Fernando Ruiz-Zárte, Osciél Fabela-Castorena, Armando Jacinto Aguilar-Caballero, Raquel Olivas-Salazar, Jesús Manuel Fuentes-Rodríguez, Ana Verónica Charles-Rodríguez

59

Efectos genéticos en cruzas de variedades de tomate y su reacción a *Fusarium*

Genetic Effects in Tomato varieties and their F1 crosses and their reaction to *Fusarium*

Julio Narcizo Ek-Maas, Alfonso López-Benítez, José Espinoza-Velázquez, Fernando Borrego-Escalante

71

Flora de la isla Monserrat, Baja California Sur, México

Flora of the Island Monserrat, Baja California Sur, México

Víctor Ortiz-Ávila, Gustavo Alberto Arnaud-Franco, Eduardo Estrada-Castillón, Miguel Ángel Mellado-Bosque, Eloy Alejandro Lozano-Cavazos, Guillermo Romero-Figueroa y José Ángel Villarreal-Quintanilla

79

Comportamiento productivo y calidad de la canal de pollos de engorda suplementados con ácidos fúlvicos

Productive behavior and quality carcass of the chicken broiler supplemented with fulvic acids

Héctor Chávez-Morales, José Eduardo García-Martínez, Miguel Mellado-Bosque, Antonio Aguilera-Carbó

Calidad fisiológica de la semilla de maíz, bajo el efecto del desespigue y diferentes densidades de población

Physiological quality of corn seed under the effect of detasseling and different population densities

Humberto de Jesús Moreno-Solano^{1*}, Leila Minea Vásquez-Siller¹,
Leopoldo Arce-González², María Cristina Vega-Sánchez³

Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas¹. E-mail: zeuz_beto@hotmail.com (*Autor responsable),
Departamento de Botánica², Departamento de Fitomejoramiento³. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Calzada Antonio Narro 1923. CP 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

RESUMEN

Las semillas de maíz engloban un conjunto de cualidades fisiológicas deseables que les permiten establecerse en campo con plántulas sanas y vigorosas. Para evaluar la calidad fisiológica de semillas de maíz en germinación y vigor, bajo el efecto de la práctica del desespigue (aplicación y sin aplicación), con diferentes densidades de población (40,000, 50,000 y 60,000 plantas/ha), se midieron las variables siguientes: plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), semillas sin germinar (SSG), longitud media de plúmula (LMP) y longitud media de radícula (LMR). Se realizó un análisis estadístico de acuerdo con el experimento establecido y se observaron diferencias significativas entre la aplicación o ausencia de desespigue ($P=0.0715$), ni entre las tres densidades de población que se estudiaron ($P=0.5407$) en todas las variables, ni en la interacción estimada ($P=0.3476$); sin embargo, se observó que en la variable PN la práctica del desespigue mejora la calidad de la semilla, ya que se obtuvo 97.33% de plántulas normales. Para la interacción, se observó que el mayor porcentaje de plántulas normales bajo la práctica del desespigue se encuentra en la densidad de 50,000 plantas por hectárea, con 99%. Dicha tendencia se constata con los resultados de correlación múltiple, en los que se observó que en las semillas de lote sin desespigar hubo una correlación significativa y negativa en la interacción de las variables PN y PA ($r=-0.8868^{**}$), en lo que respecta a la capacidad de germinación, mientras que la correlación entre las variables PA y LMP fue significativamente positiva ($r=0.6272^*$) respecto al vigor. En las semillas del lote sin desespigar se observó correlación significativa y negativa entre la variable PN y la variable SSG ($r=-0.8345^{**}$) donde se ve reflejada la capacidad de germinación, y también entre la variable LMP con la variable LMR ($r=0.8321^{**}$) donde se refleja el vigor. La capacidad de germinación y el vigor que se determinó en las semillas de la variedad VS - 201, se considera de buena calidad fisiológica.

Palabras clave: capacidad de germinación, vigor, *Zea mays* L.

ABSTRACT

The physiological quality of corn seeds, includes a set of desirable qualities that allow you to settle in field with healthy and vigorous seedlings. The physiological quality of maize seeds germination and vigor under the effect of the practice of detasseling (application without application) and different population densities (40,000, 50,000 and 60,000 plants/ha) was evaluated. By measuring the variables of normal seedlings (PN), abnormal seedlings (PA), seeds without germinating (SSG), average length plumule (LMP) and average length of radicle (LMR). A statistical analysis according to established experiment was performed. No significant differences between the application or absence of desespigue ($P=0.0715$) and between the three population densities studied ($P=0.5407$) in all the variables analyzed, or the estimated interaction ($P=0.3476$) were observed, however, it was observed that in the PN variable in practice detasseling showed trends in the detasseling improves the quality of the seed, the one obtained 97.33% of normal seedlings. For interaction it was observed that the highest percentage of normal seedlings is plants per hectare in the density of 50,000, under practice detasseling with 99%. This trend is observed with the results of multiple correlation, in which, we note that seeds detassel batch without significant negative correlation was found in the interaction of the PN and PA variables ($r=-0.8868^{**}$), reflecting the germination capacity while the correlation between variables and LMP PA was significant and positive ($r=0.6272^*$) where the force is reflected. The seeds of the lot without detassel, significant negative correlation was observed between the PN variable and the GSS ($r=-0.8345^{**}$) variable that reflected the germination capacity and also between the LMP variable with the LMR variable ($r=0.8321^{**}$) where we see reflected the vigor of the seeds. The germination capacity and certain vigor in the seeds of the variety VS - 201 is considered within the percentages of germination and vigor as good physiological quality.

Key words: germination capacity, vigor, *Zea mays* L.

INTRODUCCIÓN

El maíz es una de las plantas domesticadas más importantes; su origen y evolución ha sido un misterio, pues en la actualidad es un cultivo altamente evolucionado, sin que se conozcan sus formas intermedias (Austrias, 2004).

En México, el maíz es uno de los cultivos de mayor importancia desde el punto de vista alimentario, ambiental, económico y social. Por lo que poco más del 47.2% de la superficie agrícola se siembra con este grano, cuya producción es de 22 millones 69 mil 254 toneladas (SIAP, 2013).

Una semilla de calidad es altamente viable, es decir, susceptible de desarrollar una plántula normal, aun bajo condiciones ambientales no ideales, tal como puede ocurrir en el campo, por lo que debe tener propiedades que aseguren su germinación bajo condiciones agroclimáticas (Perreti, 1994).

El concepto de calidad en semillas se refiere a un conjunto de cualidades deseables que debe poseer, para que pueda lograr un buen establecimiento en campo con plantas vigorosas, sanas y representativas de la variedad de que se trate. La calidad de semillas se refiere a atributos tales como: germinación, vigor, sanidad y pureza física y varietal (Quiros y Carrillo, 2004).

Por su parte, Douglas (1982) menciona que la calidad de la semilla es importante, ya que es esencial para la supervivencia de la humanidad y en ella se resguarda el más alto potencial genético que los científicos pudieran llegar a desarrollar. La semilla no solamente es algo que los agricultores siembran, sino que es también la portadora del potencial genético que permite obtener una mayor producción.

Moreno (1996) considera que la calidad fisiológica es un valor comercial por ser el principal atributo a evaluar, ya que consiste en la capacidad de la semilla para germinar y producir una plántula normal.

La calidad fisiológica de una semilla incluye a los atributos de viabilidad, capacidad de germinación y vigor, por lo que es importante que cuente con la capacidad de reproducir una planta para lograr su establecimiento en campo y obtener rendimientos de forraje o grano (Bustamante, 1995).

Por lo anteriormente descrito, en este trabajo se determinó la calidad fisiológica de las semillas de maíz que se produjeron bajo el efecto de la práctica de desespigado y ausencia de éste, a diferentes densidades de población.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de ensayo de semillas MSc Leticia Bustamante García, del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual se encuentra localizado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, en las coordenadas geográficas 25° 21' 13" latitud norte y 101° 1' 56" longitud oeste, con una elevación de 1,742 msnm.

La semilla utilizada fue la variedad sintética VS-201, que se estableció en el ciclo agrícola primavera-verano de 2015. La cosecha se realizó bajo los efectos de desespigado y ausencia de éste, y de las diferentes densidades de población, que fueron de: 40,000, 50,000 y 60,000 plantas por hectárea.

Para el experimento se establecieron ensayos de germinación, que se evaluaron mediante una prueba estándar descrita por ISTA (2004) con algunas modificaciones, las cuales consistieron en aplicar cuatro repeticiones de 25 semillas que se colocaron en toallas de papel Anchor humedecidas con agua destilada que se enrollaron en forma de taco, para luego colocarlas al azar de a cuatro por bola y mantenerlas en una cámara de germinación durante siete días, a una temperatura de 25° C.

Una vez establecidos los ensayos de germinación, se realizaron dos evaluaciones: la primera al cuarto día (primer conteo) para contabilizar el número de PN, y la segunda a los siete días, para contabilizar el número de PN, PA y SSG (ISTA, 2004).

Las PN se obtuvieron del número de plántulas normales de los dos conteos, las PA del número de plántulas anormales, y las SG del total de semillas que no germinaron durante todo el ensayo. En todos los casos, el resultado se expresó en porcentaje (ISTA, 2004).

En este estudio también se midió la LMP, que se obtuvo al medir la longitud de la plúmula de las plántulas normales del ensayo. La LMR, al igual que la LMP, se obtuvo al medir la longitud de la radícula de las plántulas normales del ensayo de germinación, de acuerdo con la técnica aplicada por Perry (1987) citado por Mora *et al.* (2013). El resultado en ambos casos se expresó en centímetros.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial y cuatro repeticiones. Los dos factores o efectos principales estudiados fueron: el Factor A, que corresponde a la práctica del desespigado y sin desespigar, y el Factor B, que correspon-

de a las diferentes densidades de población: 40,000, 50, 000 y 60,000 plantas por hectárea.

Se realizó un análisis de varianza para las variables estudiadas. Los datos se procesaron en el paquete estadístico Statistical Analysis System versión 9.4 (SAS, 2004), y la comparación de medias, a través de la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$). Posteriormente se realizó un análisis de correlación con la prueba de Pearson en los lotes, en cada una de las variables, para así estudiar la asociación entre ellas. Además, se realizó un análisis de regresión para determinar la asociación entre las variables que resultaron significativas en el análisis de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza y comparación de medias indicaron que, para el factor práctica –que incluye el desespigado y el sin desespigar así como su interacción– no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas; en cuanto a la calidad fisiológica de la semilla, se pudo observar que los resultados de la práctica del desespigado tienden a ser mejores en cuanto al porcentaje de plántulas normales, aunque estadísticamente no haya diferencia (Figura 1), (Cuadro 1). Posiblemente los resultados hubieran tenido diferencia significativa si se hubieran utilizado genotipos diferentes, ya que Ruiz *et al.* (2012) asocian genotipos como Jagüey y una población precoz, los cuales son poblaciones de maíz criollo con variación en su capacidad de ger-

minación, que fueron de 89.22% y 92.40%, respectivamente.

Los anteriores resultados indican que este tipo de práctica, bajo las condiciones experimentadas, no tiene efectos contrastantes en la calidad fisiológica de la semilla de maíz de la variedad VS-201. Cabe hacer notar que los resultados de la práctica del desespigado tendieron a ser mejores, lo cual puede ser un indicio de que, al momento de la eliminación de las espigas inmaduras de maíz, los metabolitos destinados al desarrollo de los granos de polen fueron canalizados hacia la formación del grano, y al no haber espigas masculinas, hubo más intercepción de luz por las hojas superiores, lo que permitió el aumento en la producción y calidad del grano, como lo observó Hunter *et al.* (1969).

Para el factor densidades, tampoco se registraron diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas, aunque se pudo observar que existe una variabilidad con los porcentajes indicados entre las tres densidades de población de plantas, de las cuales destacó la de 50,000 plantas ha⁻¹, con un porcentaje máximo de plántulas normales del 97% (Figura 2), (Cuadro 1). Los porcentajes de plántulas normales determinadas en las tres poblaciones indicaron que la siembra de maíz de la variedad VS-201 no fue afectada, en ninguna de las tres poblaciones experimentadas, en su calidad fisiológica asociada a la germinación por efectos de competencia, ya que tales porcentajes se ubicaron en los rangos de germinación de muy buena calidad: por arriba del 90%,

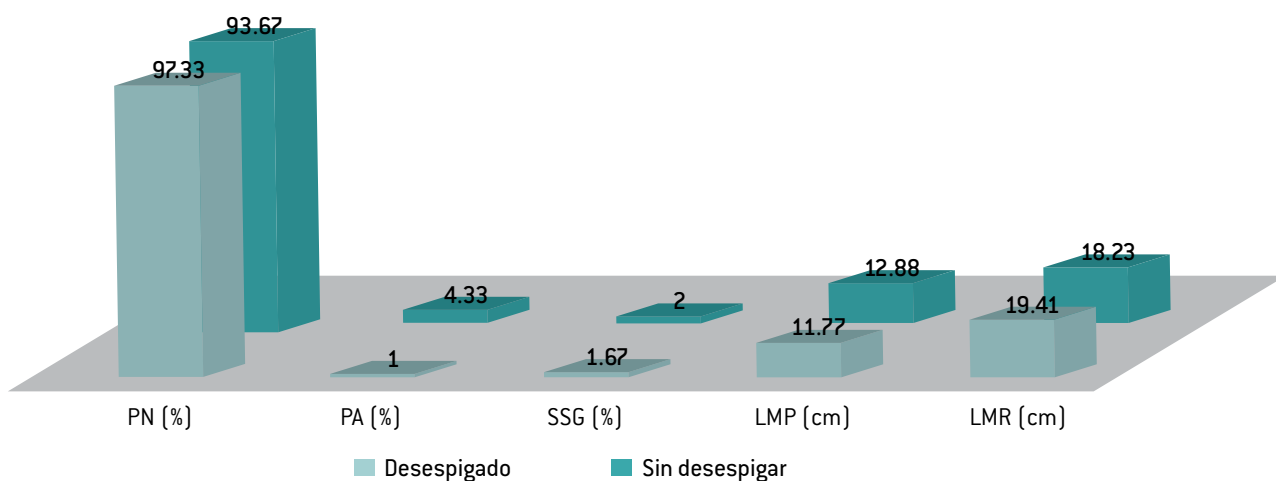


Figura 1.

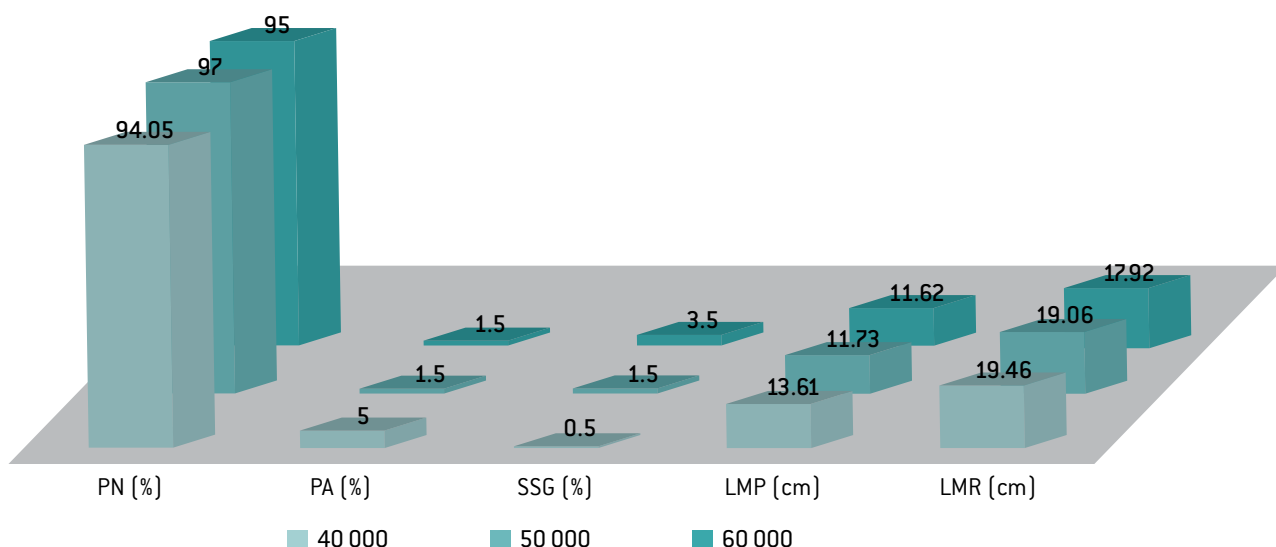


Figura 2.

Cuadro 1. Comparación de medias de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, para el análisis de la calidad fisiológica de la semilla obtenida del experimento de campo (UAAAN, 2015).

Factores	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	LMP (cm)	LMR (cm)
Práctica					
Desespigado	97.33 a	1.00 a	1.67 a	11.77 a	19.41 a
Sin desespigar	93.67 a	4.33 a	2.00 a	12.88 a	18.23 a
DMS	4.022	3.382	2.177	1.964	1.943
Densidades					
40,000	94.50 a	5.00 a	0.50 a	13.61 a	19.46 a
50,000	97.00 a	1.50 a	1.50 a	11.73 a	19.06 a
60,000	95.00 a	1.50 a	3.50 a	11.62 a	17.92 a
DMS	5.985	5.032	3.239	2.922	2.891

Tukey 5%, Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes. PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar; LMP = Longitud media de plúmula; LMR = Longitud media de radícula.

cuando ISTA (2004) menciona que 85% de plántulas normales en un ensayo de germinación es sinónimo de buena calidad en las semillas. Del mismo modo, para la interacción de los factores: práctica y densidades de población, no se encontraron diferencias significativas entre las variables estudiadas en este experimento; sin embargo, se observó el mejor porcentaje de plántulas normales en la interacción desespigado con densidad de población de 50,000 plan-

tas/ha, ya que se obtuvo 99% de plántulas normales (Figura 3).

En cuanto al análisis de correlación en las variables estudiadas contrastadas entre sí mismas en el experimento de laboratorio, al analizar el caso en el que no se llevó a cabo la aplicación del desespigue, se observó que existe correlación únicamente en dos interacciones.

La variable PN se correlacionó negativamente con la variable PA ($r = -0.8868^{**}$), mientras que la va-

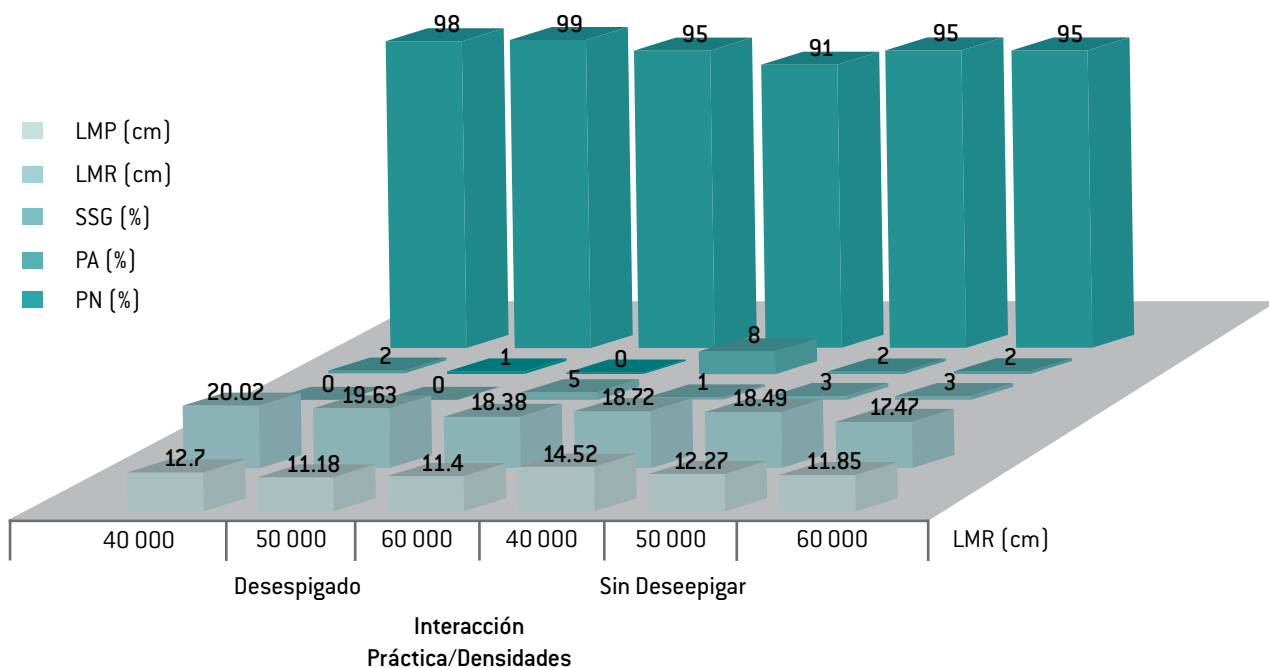


Figura 3.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación de la práctica sin desespigar y las diferentes densidades de población de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, para el estudio de la calidad fisiológica de las semillas.

Variables	PN	PA	SSG	LMP	LMR
PN					
PA	-0.8868 **				
SSG	-0.3269	-0.1466			
LMP	-0.5065	0.6272 *	-0.1984		
LMR	0.4310	-0.4605	0.0191	-0.2689	

*, ** Niveles de significancia al 0.05 y al 0.01; PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar; LMP = Longitud media de plúmula y LMR = Longitud media de radícula.

riable PA con la variable LMP ($r=0.6272^*$) se correlacionó positivamente (Cuadro 2). En la Figura 4 se puede observar gráficamente el análisis de regresión de la interacción de la variable PN con la variable PA, el cual nos indica que, al aumentar el porcentaje de las plántulas normales, el de las plántulas anormales tiende a disminuir, lo que se deduce como un indicativo de la capacidad de germinación de las semillas. La Figura 5 representa el comportamiento de la

variable PA con respecto a la variable LMP, el cual expresa que a medida que aumenta el porcentaje de plántulas anormales, la longitud media de la plúmula se reduce, lo que hace evidente la capacidad de germinación de la variedad VS-201 como característica de su calidad fisiológica.

Por otra parte, al analizar el caso en el que se llevó a cabo la aplicación del desespigue, se observó que existe correlación en dos interacciones: en la que la variable

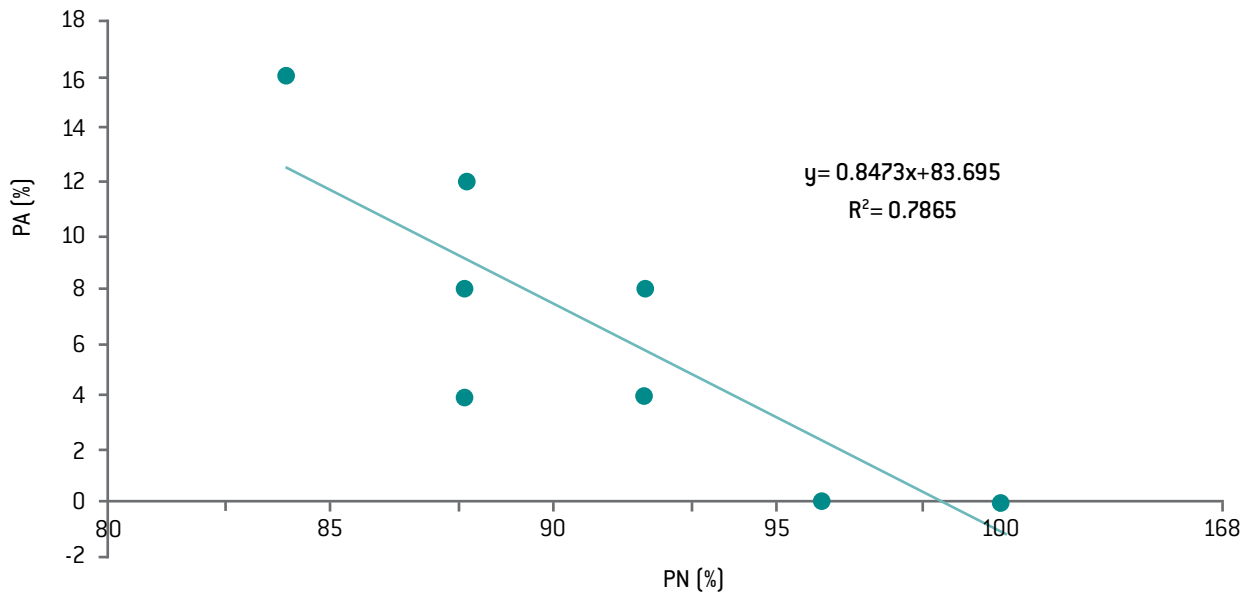


Figura 4.

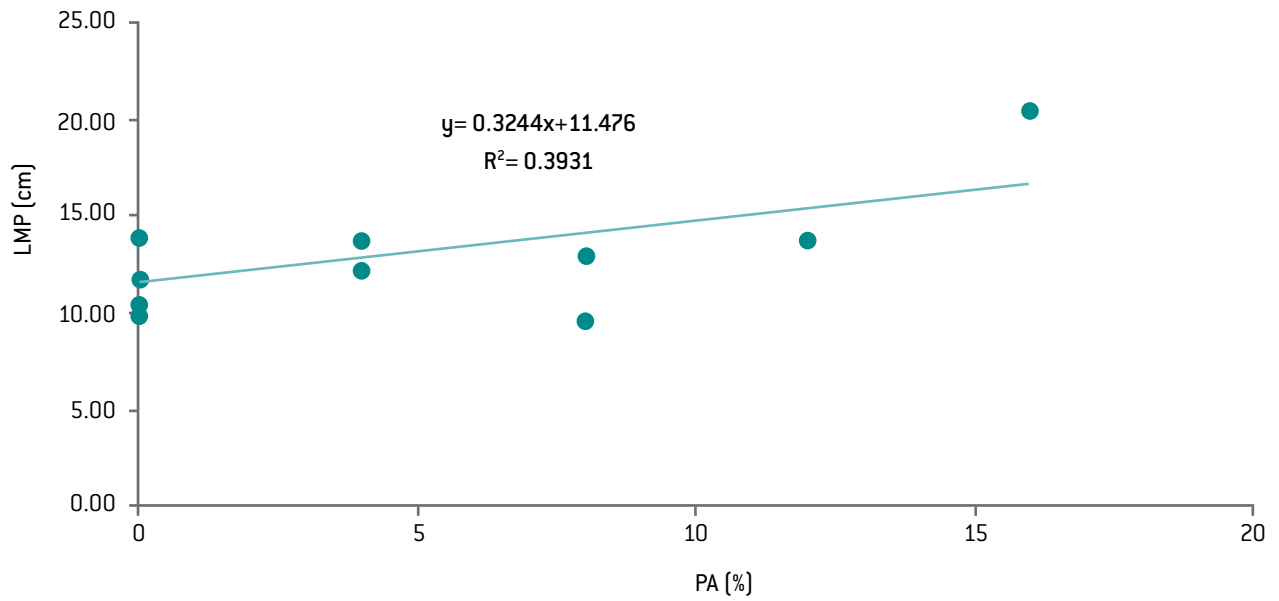


Figura 5.

PN se correlacionó de forma negativa con la variable SSG ($r = -0.8345^{**}$), y en la que la variable LMP lo hizo de manera positiva con la variable LMR ($r = 0.8321^{**}$) (Cuadro 3). En él se puede observar gráficamente el análisis de regresión de la interacción entre la variable PN con respecto a la variable SSG, el cual indica que, al aumentar el porcentaje de plántulas normales, el de semillas sin germinar disminuye. En la Figura 6 se puede

observar la capacidad de la germinación que tiene este material, ya que cuando se realiza el desespigue hay mayor porcentaje de germinación; por otra parte, la interacción entre las variables LMP y LMR expresa que a medida que aumenta la longitud media de la plúmula, se observa un aumento en la longitud media de la radícula, el cual se traduce en un crecimiento proporcional de la radícula y la plúmula (Figura 7).

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de la práctica desespigado y las diferentes densidades de población, de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, para el estudio de la calidad fisiológica de las semillas.

Variabes	PN	PA	SSG	LMP	LMR
PN					
PA	-0.2582				
SSG	-0.8345 **	-0.3168			
LMP	-0.3264	0.1696	0.2237		
LMR	-0.0145	0.0855	-0.0344	0.8321 **	

*, ** Niveles de significancia al 0.05 y al 0.01; PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar; LMP = Longitud media de plúmula y LMR = Longitud media de radícula.

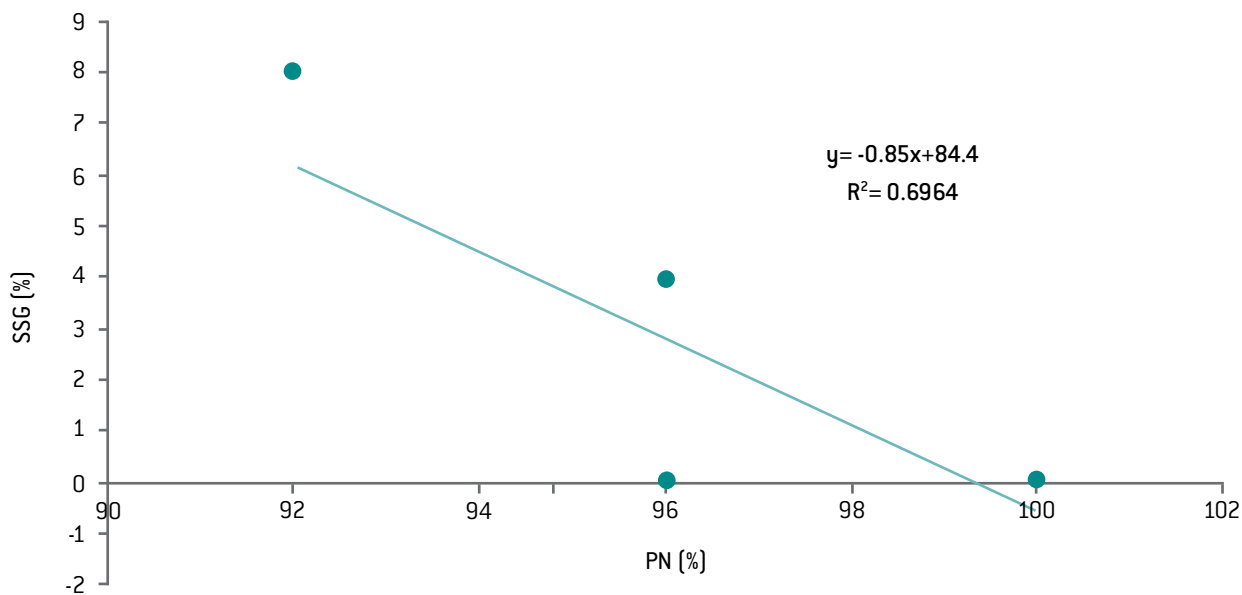


Figura 6.

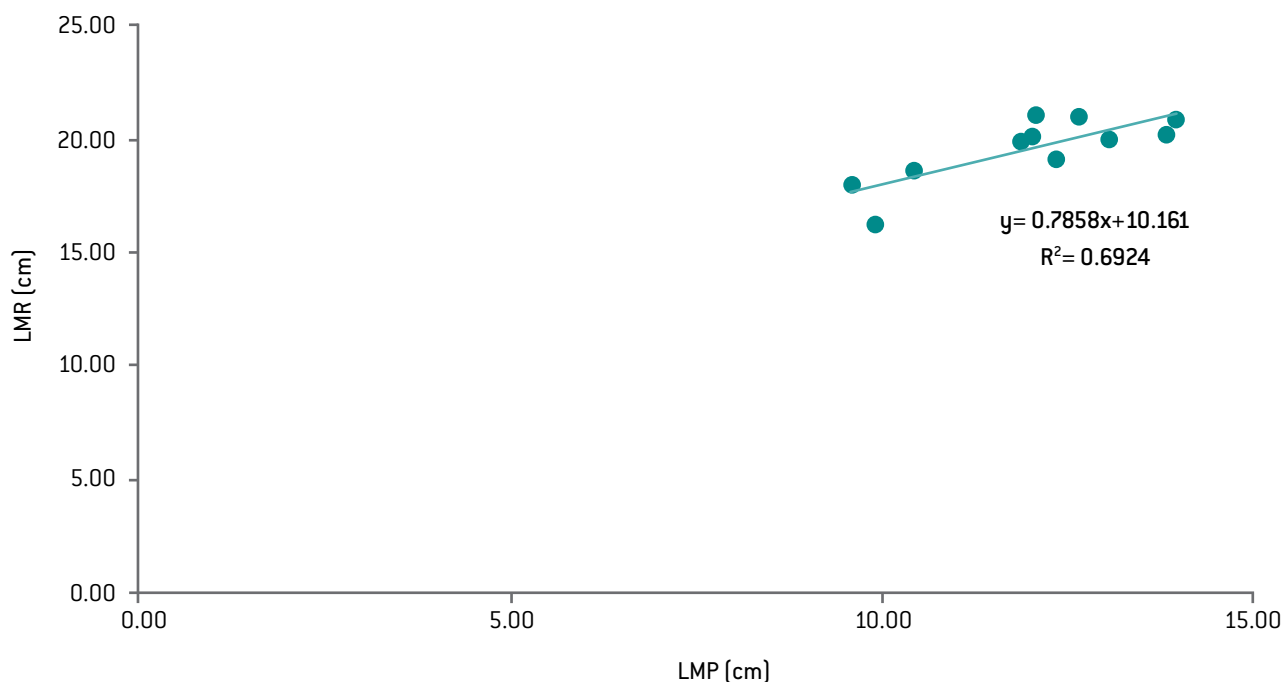


Figura 7.

CONCLUSIONES

La calidad fisiológica de la semilla de maíz de la variedad VS-201 no se vio afectada por el efecto de la práctica del desespigue, ni al ser sometida a competencia entre plantas, bajo las densidades de población de 40,000, 50,000 y 60,000 plantas/ha.

Los resultados de germinación y vigor de la semilla que se analizó indicaron que su calidad fisiológica es apta para la siembra.

LITERATURA CITADA

- AUSTRIAS, M.A. 2004. Maíz: de alimento sagrado a negocio del hombre. Ed. Acción ecológica. Quito, Ecuador. 111 p.
- BUSTAMANTE, G. L. A. 1995. Pruebas de germinación y vigor en semillas y sus aplicaciones. Curso de actualización sobre tecnología de semillas. Memoria. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- DOUGLAS, J. E. 1982. Programa de semillas. Guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Serie CIAT. 82. Cali, Colombia, pp. 1, 123-163.
- HUNTER, R. B., Daynard, T. B., Hume, D. J., Tanner, J. W., Curtis, J. D. & Kannennbere, I. W. (1969). Effect of tassel removal on grain yield of corn. *Crop Sci.* 9: 405-406.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). 2004. International Rules for Seed Testing. Ed. 2004. Battersdorf, CH-Switzerland. 700 p.
- MORA, M. E., Torres, T. M. A., Zamora, V. V. M., Espinoza, V. J. y Facio, P. F. 2013. Capacidad de germinación de semillas y vigor de plántulas en familias de maíz poliembriónico y de alto contenido de aceite. *Revista Agraria* 10(1): 19-26.
- MORENO, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª edición. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. 393 p.
- PERRETI, A. 1994. Manual para el análisis de semillas. INTA. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 281 p.
- QUIROS, O. W. y A. O. Carrillo. 2004. La importancia del insumo de semilla de buena calidad. Oficina Nacional de Semillas. Publicación informativa. Costa Rica. 7 p.
- RUIZ, T. N. A., Rincón, S. F., Bautista, M. V. M., Martínez, R. J. M., Burciaga, D. H. C. y Olvera, E. M. 2012. Calidad fisiológica de semilla en dos poblaciones de maíz criollo mejorado. *Revista Agraria* 9 (2): 43-48.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS INSTITUTE INC. 2004. SAS/STAT 9.4 User's Guide Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 5121 p.
- SISTEMA DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP). 2013. Anuario estadístico de la producción agrícola 2008 (en línea). Consultado 10 de diciembre 2015. Disponible en <http://www.siap.gob.mx>.

Efecto del horario de pastoreo extensivo y un antihelmíntico sobre la carga parasitaria gastrointestinal en pequeños rumiantes

Grazing schedule and antihelmintic effect over gastrointestinal parasite burden in small ruminants

Fernando Ruiz-Zárate^{1*}, Osciel Fabela-Castorena², Armando Jacinto Aguilar-Caballero³, Raquel Olivas-Salazar¹, Jesús Manuel Fuentes-Rodríguez¹, Ana Verónica Charles-Rodríguez¹

¹Departamento de Producción Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. frzarat@gmail.com (*Autor responsable). ²Tesista de licenciatura del programa de zootecnia.

³Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carr. Mérida-Xmatkuil km 15.5. CP 97315, Mérida, Yucatán.

RESUMEN

Para evaluar el efecto del horario de pastoreo y el de un antihelmíntico en la carga parasitaria gastrointestinal de cabras Murciano Granadinas y Boer (n=83) y ovejas Dorper (n=20) sin preñar y que recién destetaron, regularmente desparsitadas con Ivermectina, se formaron dos grupos: A) Pastoreo matutino, n=51 (9:00 a 13:00 h) y B) Pastoreo vespertino, n=52 (13:00-17:00 h). Ambos grupos se subdividieron en dos. Al inicio del estudio uno recibió tratamiento antihelmíntico: 1 mL de Levamisol al 10%, inyectable, por cada 20 kg PV; el otro, un placebo. Los efectos principales que se evaluaron fueron: horario de pastoreo (matutino vs vespertino) y antihelmíntico (con vs sin), y las variables de respuesta: número de huevos por gramo de heces fecales (HPG) transformados por log₁₀ (n+1), paquete celular sanguíneo o hematocrito (PCS), condición corporal (CC) y lectura FAMACHA. El horario de pastoreo afectó (P<.0001) a HPG con 316.4 y 215.9, número de huevos por gramo de heces transformados para el horario matutino y vespertino, respectivamente; de igual manera, por el antihelmíntico afectó (P=.02) con 239.8 y 292.5, número de huevos por gramo de heces transformados para los animales con y sin antihelmíntico, respectivamente. El PCS no fue alterado (P>.05) por los efectos principales, ya que se obtuvo 19.33 y 20.82% para el horario matutino y vespertino, y 20.85 y 19.30 para con y sin antihelmíntico, respectivamente. La CC fue diferente (Chi²=.04) en el horario de pastoreo: a favor del grupo en horario vespertino, pero no por la dosis de antihelmíntico. Los valores de FAMACHA no presentaron diferencia estadística con los efectos principales. El pastoreo vespertino y el uso de un antihelmíntico fueron favorables al disminuir la carga de PGI. Se sugiere que no se utilice siempre el mismo principio activo en los antihelmínticos.

Palabras clave: cabras, ovejas, PGI, NGI, desparasitante

ABSTRACT

To evaluate the effect of the grazing schedule and an anthelmintic over gastrointestinal parasite burden, in Saltillo, Coahuila, México (25° 21' LN y 101° 2' LO) Murciano Granadina and Boer does (n= 83) and Dorper sheep (n=20) no pregnant and no lactating, regularly dewormed with ivermectina, they form two groups: A) grazing during the morning, n= 51 (9:00-13:00 h) and grazing during the afternoon, n= 52 (13:00-17:00 h). These two groups were subdivided in two; at the starting of the study one of them received a shot of levamisol 10% injectable 1 mL per 20 kg BW and the other group received a saline solution as placebo. The principal effects were: grazing schedule (morning vs afternoon) and anthelmintic (with vs without); the response variables were: the number of eggs per gram of feces (EPG) transformed by log₁₀ (n+1), packed cell volume (PCV) or hematocrit, Body condition score (BCS) and FAMACHA. The grazing schedule affected (P<.0001) EPG with 316.4 and 215.9, EPG transformed for the morning and afternoon grazing; so, EPG was affected (P=.02) by the anthelmintic with 239.8 and 292.5 EPG for animals with and without anthelmintic respectively. PCV was no affected (>.05) by the principal effects: it was obtained 19.33 and 20.82 for morning and afternoon grazing schedule; 20.85 and 19.30 % for animals with and without anthelmintic respectively. BCS was different (X²= .04) in the grazing schedule favoring the afternoon grazing schedule, but no the anthelmintic doses. FAMACHA was not different with the principal effects. The afternoon grazing schedule and the anthelmintic favored in diminishing EPG. It is suggested not utilize the same active principle in anthelmintic drugs.

Key words: goats, sheep, GIP, GIN, de-wormer

INTRODUCCIÓN

El estado de Coahuila es el de mayor producción de carne y leche de cabra en México (INEGI, 2009); sin embargo, los ovinos no siguen la misma tendencia ya que, debido a su baja población, no son contribuyentes importantes a la economía del estado, lo cual puede deberse a las condiciones semidesérticas de la región, donde las cabras cuentan con mejores mecanismos para sobrevivir bajo débiles sistemas de producción (Aboul-Naga, 2014). La mayoría de los pequeños rumiantes en México y en el mundo se manejan principalmente en pastoreo extensivo con encierro nocturno, ya que su dieta la integran básicamente plantas nativas (Íñiguez, 2004). Los nematodos gastrointestinales (NGI) y la disponibilidad de forraje son las principales limitantes en la producción de ovinos y caprinos bajo pastoreo (Aguilar-Caballero *et al.*, 2013). Los parásitos gastrointestinales (PGI) en los animales causan pérdidas económicas considerables (Bowman, 2006), ya que pueden reducir la ganancia de peso (GDP) de 30% a 50% en los cabritos, y 20% la producción de leche; además, son causa de la mortalidad de los cabritos en crecimiento hasta en 50% (Torres-Acosta *et al.*, 2012). Es plenamente conocido el hecho de que los PGI adquieren resistencia a los productos químicos (Waller y Thamsborg, 2004) cuando se exagera en su aplicación, por lo que han surgido propuestas para limitar el uso de estos compuestos para, en su lugar, utilizar métodos “verdes” u orgánicos como: la resistencia genética del hospedero, nutrición del hospedero (Aguilar-Caballero *et al.*, 2013; Datta *et al.*, 1998; Coop. y Kyriazakis, 2001; Haile *et al.*, 2002; Arsenos *et al.*, 2007), compuestos no nutricionales (Githiori *et al.*, 2006; Rochfort *et al.*, 2008), hierbas antihelmínticas con poca validación científica, control biológico y manejo del pastoreo (Barger, 1999; Waller y Thamsborg, 2004; Waller, 2006). Aunque no plenamente identificados, existen algunos compuestos vegetales no nutricionales tales como: enzimas vegetales (proteasas) y metabolitos secundarios (alcaloides, glucósidos y taninos) que, dependiendo de la dosis, han demostrado propiedades antihelmínticas (Githiori *et al.*, 2006). Para disminuir la carga parasitaria en pequeños rumiantes se recomiendan estrategias de pastoreo ligero (Eysker *et al.*, 2005). Estos autores estudiaron en las praderas la cinética helmíntica de varios géneros de nematodos gastrointestinales para identificar los meses del año con mayor riesgo de causar infección. Para el control de PGI

en pequeños rumiantes en pastoreo, se recomienda utilizar diferentes estrategias, incluyendo el uso controlado de antihelmínticos (Cabaret *et al.*, 2002; Jackson y Miller, 2006; Rochfort *et al.*, 2008). En virtud de que las larvas de los PGI buscan la humedad de las plantas y a medida que aumenta la temperatura ambiental durante el día la humedad baja al suelo, entonces las larvas también descienden, lo que provoca que las plantas queden libres de los PGI en la parte superior y pueden ser consumidas sin causar daño. Por lo anterior, es necesario encontrar alternativas sustentables en el manejo sanitario de los pequeños rumiantes en pastoreo, por lo que el presente estudio tiene como objetivo determinar el efecto de un antihelmíntico y el horario de pastoreo en el control de PGI en ovinos y caprinos en pastoreo, con encierro nocturno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo de agosto a diciembre de 2014, en la unidad caprina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, México (25° 21' LN y 101° 2" LO), a una altura de 1770 msnm, con un clima árido seco: 280 mm y 20° C de precipitación pluvial y temperatura media anual, respectivamente, donde las lluvias se intensifican en los meses de junio a septiembre y los meses más fríos son de diciembre a febrero (García, 1984).

Manejo de animales y grupos

La unidad tiene en total 123 caprinos y 80 ovinos. Para este estudio se seleccionaron animales sin preñar y que recién destetaron. Se utilizaron cabras Murciano Granadinas y Boer (N= 83) mayores de ocho meses de edad, y ovejas Dorper mayores de seis meses (N= 20) en pastoreo extensivo y con encierro nocturno, las cuales se distribuyeron en dos grupos: A) Pastoreo matutino, n= 51 (9:00-13:00 h) y B) Pastoreo vespertino, n= 52 (13:00-17:00 h). Ambos grupos fueron subdivididos en dos, de los cuales uno recibió tratamiento antihelmíntico y el otro no recibió desparasitante, y sí un placebo de solución alcalina. En el Cuadro 1 se explica la formación de los grupos y tratamientos.

Alimentación

Los animales se pastorearon en praderas con vegetación dominada por especies de gramíneas del género *Boutelova*, plantas anuales como *Kochia scoparia* y

Cuadro 1. Distribución de los animales y formación de los tratamientos.

Tratamientos							
1 Mat* con desp**.		2 Mat sin desp.		3 Vesp*** con desp.		4 Vesp sin desp.	
Ovinos	Caprinos	Ovinos	Caprinos	Ovinos	Caprinos	Ovinos	Caprinos
5	20	5	21	5	21	5	21

*Matutino, **Desparasitante, ***Vespertino.

perenes como *Prosopis juliflora*, y por agaves y opuntias. En época de lluvias se sembró avena y cebada para que los animales pastorearan después de cosechar el grano. Adicional al pastoreo, en el corral los animales recibieron una suplementación de un alimento comercial, a razón de 0.250 kg d⁻¹ anim⁻¹, con 14% de proteína total. Todos los animales, antes o después del pastoreo, recibieron el mismo manejo sanitario y alimenticio con agua a libre acceso.

El manejo sanitario consistió en la aplicación de vacunas (bacterina triple) contra *Pasteurella*, carbón sintomático y edema maligno, antes de la época de lluvias e invierno.

Muestreos

El primer día del estudio, los animales asignados al tratamiento antihelmíntico fueron desparasitados con levamisol inyectable (10%), a razón de 1 mL por cada 20 kg de peso vivo, para así eliminar las cargas parasitarias. El día cero, 12 d y 14 d hasta el final del estudio (77 d), todos los animales fueron sometidos a diferentes muestreos: de sangre por venipunción en la yugular para determinar hematocrito; de heces fecales directamente del recto con la técnica de McMaster, para determinar número de huevos por gramo de heces (hpg) de acuerdo a Aguilar-Caballero *et al.* (2003); de lectura FAMACHA de acuerdo a Jackson y Miller (2006), para que junto con el valor del hematocrito se estime el nivel de anemia y condición corporal (CC) de animal según Honhold *et al.* (1989); Torres-Acosta *et al.* (2014).

Análisis estadístico

Los efectos principales fueron: horario de pastoreo y dosis de antihelmíntico o desparasitante. Puesto que el número de ovinos fue muy reducido en relación con los caprinos, la especie animal no se tomó en

cuenta en la evaluación. Las variables de respuesta fueron: cuenta de HPG, hematocrito, condición corporal (CC) y valores FAMACHA que se analizaron a través de la prueba de T de Student. Las cuentas de HPG, previo a su análisis, se transformaron a log₁₀ (n+1). Para su análisis se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 (dos horarios de pastoreo y dos dosis de desparasitante); para las variables no paramétricas (CC y FAMACHA) se utilizó la prueba de Kruskal Wallis (SAS, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones climáticas

Altas precipitaciones pluviales junto con alta temperatura favorecen la presencia de PGI en la vegetación y, por lo tanto, los pequeños rumiantes, ahí pastoreando, pueden consumirlos e infectarse (Waller y Thamsborg, 2004). En la Figura 1 se puede apreciar que ambos factores climáticos tuvieron una tendencia a la baja de agosto a diciembre, por lo que puede evidenciarse que la presencia de PGI en los animales del estudio tuvo la misma tendencia.

Carga parasitaria

La carga parasitaria gastrointestinal (HPG) fue afectada por el horario de pastoreo (P<.0001) y por la aplicación del desparasitante o antihelmíntico (P=.02); el tiempo de muestreo también fue diferente para esta variable, así como las interacciones (P<0.05) horario de pastoreo x dosis de antihelmíntico x tiempo de muestreo. El Cuadro 2 presenta los resultados del conteo de huevos por gramo de heces transformados (log₁₀, n+1); el pastoreo matutino y la no aplicación del antihelmíntico favoreció la carga

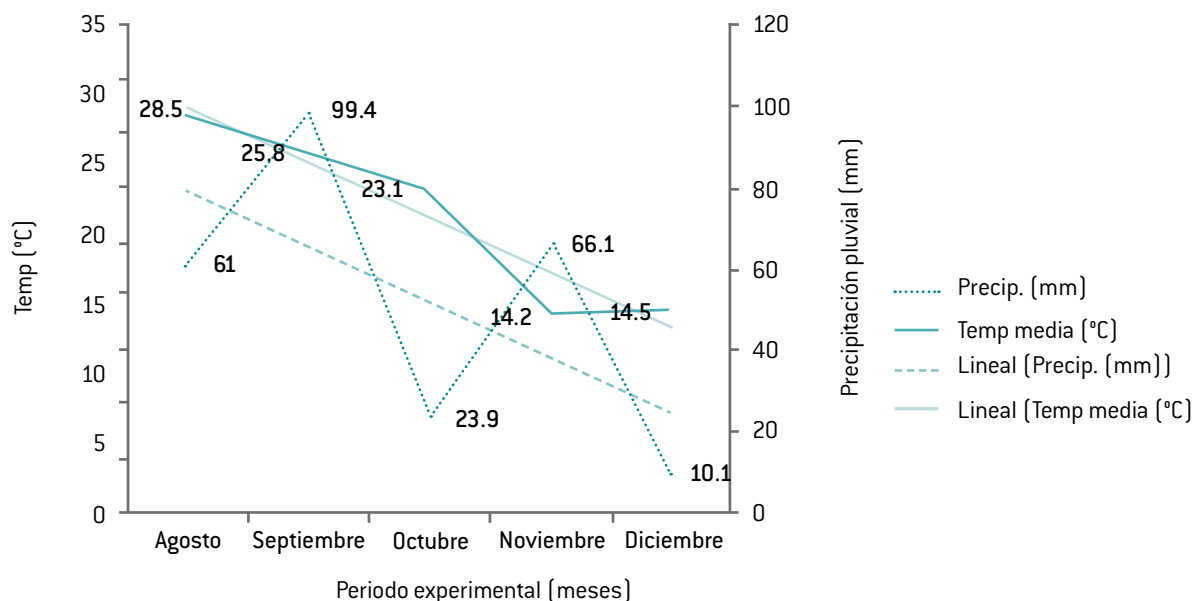


Figura 1. Temperatura media anual y precipitación pluvial durante los meses de agosto a diciembre de 2014.

Cuadro 2. Media de mínimos cuadrados, error estándar y probabilidad estadística de número de huevos por gramo de heces fecales (hpg) transformados por $\log_{10}(n+1)$ de pequeños rumiantes pastoreados de 9:00-13:00 (matutino) y de 13:00-17:00 h (vespertino), con y sin antihelmíntico.

Efecto principal	MMC*	EE*	P***
Pastoreo matutino	316.4 ^a	16.3	<.0001
Pastoreo vespertino	215.9 ^b	16.1	<.0001
Con antihelmíntico	239.8 ^a	17.1	.02
Sin antihelmíntico	292.5 ^b	15.2	.02

*Media de mínimos cuadrados, **Error estándar, ***Probabilidad estadística. ^{a, b}Columnas con el mismo efecto principal y con literal diferente son estadísticamente diferentes ($P < .05$).

parasitaria en los pequeños rumiantes. Cabe mencionar que dentro del manejo rutinario del rebaño comúnmente se utilizaba Ivermectina como principio activo en los productos antihelmínticos. Como estrategias sustentables de control de PGI, Van Wyk *et al.* (2006) sugieren pastorear los animales en lugares libres de parásitos después de haber monitoreado su presencia; además, mencionan verificar las con-

diciones climatológicas que indiquen baja presencia de larvas de PGI, como sería el horario de pastoreo cuando la humedad relativa es baja. Aunque también mencionan la efectividad de los antihelmínticos contra los PGI.

Después del efecto del químico, la población volvió a incrementarse y, al final, la carga en todos los grupos bajó, lo cual es posible por las condiciones climáticas (frío y baja o nula precipitación pluvial) de la época del año. Los animales en pastoreo matutino presentaron más alta carga que los de pastoreo vespertino.

Hematocrito

Esta variable no fue afectada ($P > .05$) por el horario de pastoreo, el antihelmíntico o el tiempo de muestreo. El Cuadro 3 muestra estos valores. Los valores de hematocrito estimados en el presente estudio no fueron altos (Torres-Acosta *et al.*, 2014), ya que corresponden a una lectura de FAMACHA de 4, aproximadamente, lo que indica alto grado de anemia; sin embargo, no llegó al límite bajo.

La Figura 3 presenta la tendencia que tuvo el valor de hematocrito (%) para los animales con los dos horarios de pastoreo, con y sin antihelmíntico durante el periodo experimental. Los cuatro grupos presentan una misma tendencia a la baja. Se esperaba



Figura 2. Carga parasitaria gastrointestinal (log₁₀; n+1) en pequeños rumiantes pastoreados de 9:00-13:00 h (matutino) y de 13:00-17:00 h (vespertino) con y sin desparasitante (antihelmíntico).

Cuadro 3. Media de mínimos cuadrados, error estándar y probabilidad estadística del paquete celular (hematocrito) de pequeños rumiantes pastoreados de 9:00-13:00 (matutino) y de 13:00-17 h (vespertino) con y sin aplicación de un desparasitante.

Efecto principal	MMC*	EE*	P***
Pastoreo matutino	19.33 ^a	0.74	.15
Pastoreo vespertino	20.82 ^a	0.74	.15
Con antihelmíntico	20.85 ^a	0.78	.13
Sin antihelmíntico	19.30 ^a	0.69	.13

*Media de mínimos cuadrados, **Error estándar, ***Probabilidad estadística, ^{a,b}Columnas con el mismo efecto principal y con la misma literal son estadísticamente iguales (>0.5).

un comportamiento contrario a la carga parasitaria (Torres-Acosta *et al.*, 2014), sin embargo, no fue así.

El valor de hematocrito se usa como indicador del nivel de anemia en los animales, sin embargo, esta anemia pueden causarla varios factores y no necesariamente los PGI (Van Wyk y Bath, 2002); asimismo, Guzmán y Callacná (2013) mencionan que los valores hematológicos en las cabras varían de acuerdo con su estado fisiológico y alimenticio, además de su estado de salud. Estos resultados reflejan que la disponibilidad y calidad del forraje en el campo fue disminuyendo conforme avanzó el periodo

experimental al final del otoño, lo que provocó una baja en el paquete celular sanguíneo de los animales.

Condición corporal (CC) y FAMACHA

La condición corporal promedio general fue de 3.5, lo cual ubica a los animales en una CC buena, ya que 1= a un animal emaciado y 5 = a un animal obeso; sin embargo, fue mejor ($X^2 = .04$) en el grupo con horario de pastoreo vespertino que en el grupo de animales con horario matutino; en el caso de los animales con y sin antihelmíntico no hubo diferencia estadística ($X^2 = .08$), mientras que en el de la FAMACHA, ésta fue de 2.5 en promedio general, lo que indica que los animales estaban cercanos al límite de un estado anémico, ya que 1 = a un animal sin anemia y 5 = un animal altamente anémico; sin embargo, no hubo diferencia ($X^2 > .05$) en los grupos de animales que salieron a pastorear en la mañana (matutino) o en la tarde (vespertino); tampoco hubo diferencia con los animales con o sin antihelmíntico. Los valores de ambas variables en este estudio reflejan que los animales en general estaban en buenas condiciones. Estos dos métodos se recomiendan para seleccionar animales en riesgo de tener una alta carga parasitaria y para poder establecer estrategias de una desparasitación selectiva (Van Wyk y Bath, 2002; Torres-Acosta *et al.*, 2014).

En el Cuadro 4 se presentan las sumas de rangos de la prueba de Kruskal-Walils, donde se observa que sólo la CC fue estadísticamente más alta en el pastoreo vespertino que en el matutino; en las otras observaciones no hubo significancia.

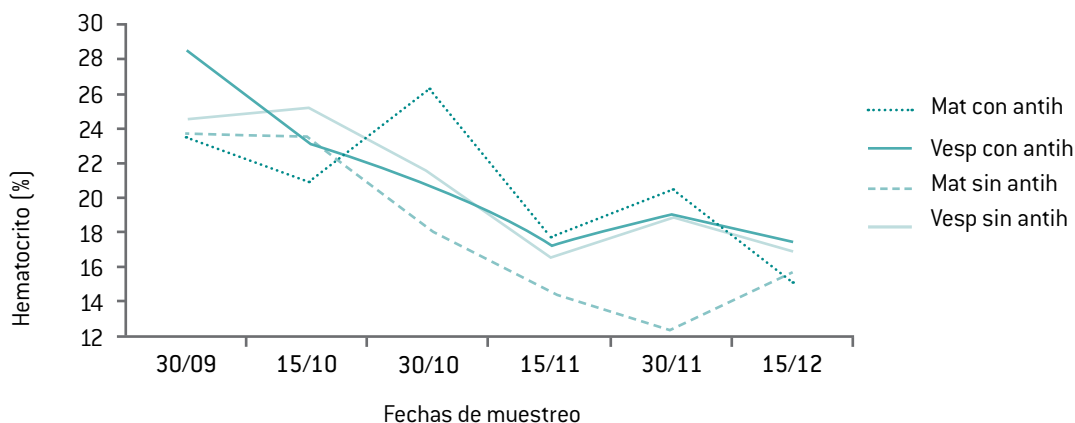


Figura 3. Hematocrito [paquete celular] de pequeños rumiantes pastoreados de 9:00-13:00 h [matutino] y de 13:00-17:00 h [vespertino] con y sin desparasitante [antihelmíntico].

Cuadro 4. Suma de rangos de la prueba de Kruskal Wallis y valor de Chi cuadrada para Condición corporal (CC) y FAMACHA de pequeños rumiantes pastoreados de 9:00-13:00 [matutino] y de 13:00-17:00 h [vespertino] y con y sin antihelmíntico.

Variable	Pastoreo		X ²	Antihelmíntico		X ²
	Matutino	Vespertino		Con	Sin	
CC	34627.5	39677.5	.04	31051.5	43253.5	.08
FAMACHA	37988.0	36317.0	.20	33973.0	40332.0	.30

CONCLUSIONES

El pastoreo vespertino y el uso de un antihelmíntico favorecieron la disminución de la carga de PGI en los animales. El uso de los antihelmínticos sigue siendo eficiente en el control de PGI, siempre y cuando no se abuse de su uso ni se utilice siempre el mismo principio activo en los productos comerciales.

LITERATURA CITADA

- ABOUL-NAGA, A., M. A. Osman, V. Alary, F. Hassan, I. Daoud. 2014. Raising goats as adaptation process to long drought incidence at the coastal zone of western desert in Egypt. *Small Rum. Res.* 121:106-110.
- AGUILAR-CABALLERO, A.J., Torres-Acosta, J.F.J., Cámara-Sarmiento, R., Sandoval-Castro, C., Ortega-Pacheco, A. 2013. Suplementación alimenticia para el control de

los nematodos gastrointestinales en ovinos bajo pastoreo en México. Chay-Canul, A., Casanova-Lugo, F. En: *La contribución del sector pecuario a la seguridad alimentaria en México.* UJAT. ISBN: 978-607-606-120-6. Pp. 249-256.

AGUILAR-CABALLERO, A.J., Torres-Acosta, J.F., Sandoval-Castro, C., Vargas-Magaña, J. and May-Martínez, M. 2003. Efecto de la suplementación durante la época de lluvia sobre la tolerancia y resistencia de cabritos criollos infectados naturalmente con NGI en dos épocas (lluvia-seca) en Yucatán, México. XVIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. 8-10 de octubre, Puebla, México.

ARSENOS, A., P. Fortomaris, E. Papadopoulos, D. Kufidis, C. Stamataris, D. Zygoyiannis. 2007. Meat quality of lambs of indigenous dairy Greek breeds as influenced by dietary protein and gastrointestinal nematode challenge. *Meat Science* 76: 779-786.

- BARGER, I.A. 1999. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. *Int. J. Parasitol.* 29: 41-47.
- BOWMAN, D.D. 2006. Successful and currently ongoing parasite eradication program. *Vet. Parasitol.* 139: 293-307.
- CABARET, J., M. Bouilhol, C. Mage. 2002. Managing helminthes of ruminants in organic farming. *Vet. Res.* 33: 625-640.
- COOP, R.L. y I. Kyriazakis. 2001. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. *TRENDS in Parasitol. Review.* 17: 325-330.
- DATTA, F.U., J.V. Nolan, J.B. Rowe, G.D. Gray. 1998. Protein supplementation improves the performance of parasitised sheep fed a straw-based diet. *Int. J. Parasitol.* 28: 1269-1278.
- EYSKER, M., N. Bakker, F.N.J. Kooyman, H.W. Ploeger. 2005. The possibilities and limitations of evasive grazing as a control measure for parasitic gastroenteritis in small ruminants in temperate climates. *Vet. Parasitol.* 129: 95-104.
- GARCÍA, E., 1984. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 4a edición. Ed. Offset Larios, México, pág. 103.
- GITHIORI, J. B., Athanasiadou S., Thamsborg S. M. 2006. Use of plants in novel aproches for control of gastrointestinal helminths in livestock with emphasis on small ruminants. *Vet. Parasitol.* 139: 308-320.
- GUZMÁN, M. L.E., Callacná, C.M.A. 2013. Valores hematológicos de cabras criollas en dos estados fisiológicos reproductivos. *Scientia Agropecuaria.* 4: 285-292
- HONHOLD, N., Petit, H. y Halliwell, R.W. 1989. Condition scoring scheme for small east African goats in Zimbabwe. *Trop. Anim. Hlth. Prod.* 21: 121-127.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2009. Aguascalientes, Ags. Cuadros 64, 68.
- ÍNIGUEZ, L. 2004. Goats in resource-poor systems in the dry environments of West Asia, Central Asia and Inter-Andean valleys. *Small Rum. Res.* 51: 137-144.
- JACKSON, F., J. Miller. 2006. Alternative approaches to control-Quo vadit? *Vet. Parasitol.* 139: 371-384.
- ROCHFORT, S., A.J. Parker, F.R. Dunshea. 2008. Plant bioactives for ruminant health and productivity. *Phytochemistry* 69: 299-322.
- SAS (Statistical Analysis System) SAS Institute Inc. 2004. SAS/ACCESS® 9.1 for windows. Cary, N. C. SAS Institute, Inc.
- TORRES-ACOSTA, J.F.J., Mendoza-de-Gives, P., Aguilar-Caballero, A.J., Cuéllar-Ordaz, J.A. 2012. Anthelmintic resistance in sheep farms: Update of the situation in the American continent. *Vet. Parasitol.* 189: 89-96.
- TORRES-ACOSTA, J.F.J., M. Pérez-Cruz, H.L. Canul-Ku, N- Soto-Barrientos, R. Cámara-Sarmiento, A.J. Aguilar-Caballero, I. Lozano-Argáes, C. Le-Bigot. 2014. Building a combined target selective treatment scheme against gastrointestinal nematodes in tropical goats. *Small Rum. Res.* 121: 27-35.
- VAN WYK, J.A., G.F Bath, 2002. The FAMACHA® system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Vet. Res.* 33: 509-529.
- VAN WYK, T.A., H. Hoste, R.M. Kaplan, R.B. Besier. 2006. Targeted selective treatment for worm management-Howdo we sell rational programs to farmers? *Vet. Parasitol.* 139: 336-346.
- WALLER, P.J. 2006. Sustainable nematode control strategies for ruminant livestock by grazing management and biological control. *Anim. Feed Sci. Tech.* 126: 277-289.
- WALLER, P.J. y S.M. Thamsborg. 2004. Nematode control in 'green' ruminant production systems. *TRENDS in Parasitol. Review.* 20: 493-497.

Efectos genéticos en cruzas de variedades de tomate y su reacción a *Fusarium*

Genetic Effects in Tomato varieties and their F₁ crosses and their reaction to *Fusarium*

Julio Narcizo Ek-Maas¹, Alfonso López-Benítez¹, José Espinoza-Velázquez¹,
Fernando Borrego-Escalante¹

¹Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923. Buenavista, CP 25315, Saltillo, Coah., México. E-mail: julionems89@hotmail.com (*Autor responsable)

RESUMEN

El tomate es una especie ampliamente cultivada debido a su diversidad de usos tanto en forma directa como industrial. En este trabajo se estimó aptitud combinatoria para características de rendimiento de nueve variedades de tomate saladette, bola y cherry y sus 36 cruzas F₁, así como su reacción a la raza 3 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Los híbridos F₁ y sus progenitores se evaluaron en campo, en el ciclo primavera-verano (PV 2014). La inoculación del hongo se hizo en plántulas de 30 días de emergidas: se sumergieron sus raíces durante 10 min en una suspensión de 1 x 10⁶ conidios por mL de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, raza 3. Las variables que se evaluaron fueron: rendimiento (RDT), peso promedio de fruto (PPF), peso total de fruto por planta (PTFPP), número de frutos por planta (NFPP), diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE). Los resultados mostraron diferencias ($p \leq 0.01$) en ACG para todos los caracteres, a excepción de RDT y PTFPP. Para ACE se observaron diferencias de ($p \leq 0.01$) para NFPP, DP, DE y de ($p \leq 0.05$) para RDT y PTFPP. Los progenitores con mayor ACG fueron SALTILLO 1, MOLINO y D4, con frutos tipo bola. La contribución a la varianza de RDT y PTFPP para la fuente de variación genotipos se constituyó por efectos no aditivos (ACE); los efectos aditivos (ACG) se presentaron en mayor proporción para PPF, NFPP, DP, DE. El área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) mostró un resultado menor al progenitor VITA, con un porcentaje por día de 780, y el híbrido D4 x VITA reportó 740; por lo tanto, los valores menores corresponden a los más resistentes.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum* L., *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, resistencia genética

ABSTRACT

Tomato is a species widely cultivated because of its diversity of uses as direct consumption as well as industrial uses. In this work there was estimated combining ability for agronomic and yield traits of nine varieties of tomatoes (saladette, ball and cherry) and their 36 F₁ hybrids as well as their reaction to race 3 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. The hybrids F₁ and their progenitor were evaluated in the field in the cycle spring-summer 2014. Seedlings were inoculated at 30 days old by immersion the root for 30 min in a 1 x 10⁶ conidia per ml of suspension of race 3 of the fungus. Evaluated variables were Yield (RDT), fruit average weight (PPF), total weight of fruit per plant (PTFPP), number of fruits per plant (NFPP), fruit polar diameter (DP), equatorial diameter (DE). Results showed differences ($p \leq 0.01$) in GCA for all traits but RDT and PTFPP. For SCA differences ($p \leq 0.01$) were found for NFPP, DP, DE; and differences ($p \leq 0.05$) for RDT and PTFPP. Progenitors having the greatest GCA were Saltillo 1, Molino and D4 which have fruit ball type. The contribution to the variance of RDT and PTFPP for the source of variation genotypes was formed by non-additive effects (ACE) and additive effects (ACG) occurred in greater proportion to PPF, NFPP, DP, DE. The area under the disease progress curve (ABCPE), showed with lower results the parent VITA with 780 percent per day; and the hybrid D4 x VITA reported 740; therefore, the lower values correspond to the more resistant.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, genetic resist

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicon* L.) es la especie hortícola más ampliamente cultivada debido a sus altos rendimientos, su gran redituabilidad económica y su diversidad de usos tanto en forma directa como industrial. Rodríguez *et al.* (2004) señalan que el mejoramiento genético del tomate está esencialmente orientado a incrementar los rendimientos, tolerancia a condiciones ambientales adversas bióticas y abióticas. Características como rendimiento, resistencia a enfermedades, a estrés abiótico y calidad de frutos como sabor, viscosidad, color, materia seca, sólidos solubles y pH, se han mejorado genéticamente con el propósito de favorecer tanto el consumo directo como el procesamiento industrial. También se busca mejorar las características agronómicas como tamaño y firmeza del fruto y porte uniforme de las plantas para facilitar una cosecha mecanizada (Saavedra *et al.*, 2006; Saavedra y González, 2006; Cámara, 2007). El empleo actual de los diseños dialélicos tienen su origen en el desarrollo de los conceptos de aptitud combinatoria general (ACG), y aptitud combinatoria específica (ACE), establecidos por Sprague y Tatum (1942), quienes definen la ACG como el comportamiento promedio de una línea o clon en combinaciones híbridas, y la ACE como las desviaciones de ciertas cruza que son mejores o peores con base en el comportamiento promedio de las líneas o clones que intervienen en el cruzamiento.

La marchitez vascular del tomate que causa *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* (Fol), se encuentra distribuida en todo el mundo donde se cultiva el tomate, lo que causa grandes pérdidas en el cultivo. La propagación de este hongo la favorecen las temperaturas cálidas asociadas a alta humedad relativa. El hongo penetra en la planta a nivel del suelo, ya sea por el tallo o por las raíces superficiales y luego se traslada por haces vasculares a toda la planta (González, 2003). Los marchitamientos que provoca se deben a la presencia y actividad del patógeno en los tejidos vasculares xilémicos de las plantas. En pocas semanas el patógeno puede ocasionar la muerte de plantas completas o de sus órganos, que se localizan por arriba del punto de invasión vascular en la mayoría de las plantas (Romero, 1993).

MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético para el presente trabajo consistió de nueve líneas de tomate: cuatro del tipo bola, tres de saladette y dos de Cherry (Cuadro 1). Este material se utilizó para obtener la generación F1, con un cruzamiento dialélico durante el ciclo PV 2013, en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

Los cruzamientos se efectuaron con base en el método II modelo I de Griffing (1956). Los frutos de cada cruza se cosecharon en etapa de madurez comercial, a los que se les extrajo la semilla F1; posteriormente

Cuadro 1. Variedades de tomate utilizadas como progenitores y empleadas en los cruzamientos dialélicos.

No.	Variedades	Hábito	Tipo de fruto
1	D4	Determinado	Bola
2	IR9	Indeterminado	Saladette
3	D6	Determinado	Cherry
4	IR13	Indeterminado	Saladette
5	MOLINO	Determinado	Bola
6	VITA	Indeterminado	Cherry
7	SALTILLO1	Semi-indeterminado	Bola
8	SALTILLO2	Semi-indeterminado	Bola
9	NOVA	Determinado	Saladette

se evaluó la generación F1 en campo, para obtener las características agronómicas y de rendimiento, y en el invernadero para detectar su reacción a la inoculación con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

Evaluación del material genético

En el ciclo PV 2014 se realizó la evaluación de los 45 materiales: nueve progenitores y 36 cruza F1 en un lote experimental de la UAAAN, en Buenavista, Saitillo, Coah., México, localizado entre las coordenadas geográficas 25° 22' latitud Norte y 101° 02' longitud Oeste, y a una altitud de 1742 msnm, con un clima muy seco: BW hw (x') (e) y semicálido. Las plantas de tomate se podaron a dos tallos. El experimento se estableció bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de cinco plantas, en surcos de 1.5 m de largo, con una distancia entre surco de 1 m y .30 cm entre plantas, de las que se evaluaron las tres plantas centrales de cada genotipo.

Variabes de rendimiento evaluadas

Rendimiento (RDT). Se evaluó el rendimiento en t ha⁻¹ considerando la producción de tres plantas centrales y una densidad de siembra de 33,333 plantas por ha.

Peso promedio de frutos (PPF). El peso total que se obtuvo se dividió entre el número de frutos totales de cada genotipo por planta y se midió con una báscula digital.

Peso total de fruto por planta (PTFPP). Este valor se determinó con base al peso de los frutos obtenidos de cinco cortes, que se dividió entre las tres plantas muestreadas.

Número de frutos por planta (NFPP). Se determinó por el número de frutos obtenidos de cada genotipo entre el número de plantas muestreadas.

Diámetro polar (DP). Se tomó una muestra de cinco frutos al azar por cada progenitor y cruza de la tercera cosecha, a los cuales se les midió con un calibrador vernier convencional para obtener su media, que se reportó en milímetros (mm).

Diámetro ecuatorial (DE). Se determinó de forma similar a la variable diámetro polar: con la medición perpendicular al eje de los polos.

El análisis de varianza para calcular la ACG y ACE con p (p+1)/2 combinaciones, se realizó de acuerdo con el método II de Griffing (1956), considerando el modelo I en el que los progenitores se escogen deliberadamente.

El modelo para el análisis de aptitud combinatoria fue:

$$X_{ijkl} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + b_k + (gb)_{ijk} + 1/bc + \sum \sum e_{ijkl}$$

$$l, j = 1, 2, \dots, p$$

$$K = 1, 2, \dots, b$$

$$I = 1, 2, \dots, c$$

Dónde: X_{ijkl} = valor fenotípico observado;

μ = media general del experimento,

g_i y g_j = efecto de ACG de los progenitores,

S_{ij} = efecto de ACE para el cruzamiento $i \times j$ ($S_{ij} = S_{ji}$),

B_k = efecto del bloque k ,

$(gb)_{ijk}$ = efecto de la interacción del genotipo ij y

el bloque k , $1/bc \sum \sum e_{ijkl}$ = efecto residual de la observación $ijkl$.

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tuckey al 0.05 de probabilidad. El análisis estadístico se realizó con el programa Statistical Analysis System (SAS Versión 9.0.), y se utilizó el programa Diallel-SAS (Zhang y Kang, 2003) para los análisis de varianza y estimación de efectos.

Reacción a la inoculación con la raza 3 de Fol

Este experimento se estableció en el invernadero No. 7 de la UAAAN. Se inocularon los nueve progenitores y sus 36 híbridos F₁ a los 30 días posteriores a la siembra: tres plantas de cada material con tres repeticiones. Primero se extrajeron con cuidado las plántulas de las celdas semilleros y con una piceta se eliminó el exceso de sustrato, luego se cortaron dos centímetros de las puntas de las raíces y se sumergieron por 10 minutos en una suspensión de 1×10^6 conidios por mL, de una cepa de la raza 3 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Después de la inoculación, las plántulas fueron trasplantadas en charolas de plástico de 5 L de capacidad que contenían suelo estéril y *peat moss* en proporción de 1:1. La reacción a la inoculación *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* se registró 16 días después de la inoculación según Marlatt *et al.* (1996) (Cuadro 2).

Los valores de la escala asignados a los síntomas en las plántulas se transformaron a un índice de enfermedad en porcentaje para cada uno de los progenitores y cruza, que se obtuvieron de la siguiente manera:

$$IE = \left[\left(\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \right) 0.2 \right] 100$$

Donde:

X_i = Severidad de la enfermedad en la i -ésima plántula

n = Número de plántulas evaluadas

0.2 = Factor de corrección para porcentajes de enfermedad

Cuadro 2. Niveles de severidad de los síntomas de la marchitez por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) en el cultivo de tomate.

Niveles	Intensidad de la enfermedad
0	Planta libre de síntomas
1	Planta ligera clorosis en hojas inferiores
2	Planta con ligera clorosis y ligera marchitez y achaparramiento
3	Clorosis moderada, marchitamiento y achaparramiento
4	Severa clorosis, marchitamiento y achaparramiento
5	Planta muerta

Fuente: Marlatt et al. [1996].

Los índices de enfermedad que se obtuvieron en las diferentes cruza y progenitores se utilizaron para determinar el avance de la enfermedad y la respuesta a la inoculación del patógeno, el cual se obtuvo mediante el cálculo del área bajo la curva de crecimiento de la enfermedad (ABCDE), de acuerdo con Shaner y Finney (1977).

$$ABCDE = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(X_{i+1}) + X_i}{2} \right] (T_{i+1} - T_i)$$

Donde:

X_i = Proporción de enfermedad en la i -ésima observación

$T_{i+1} - T_1$ = Tiempo entre dos lecturas

n = Número de evaluaciones

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuadrados medios del análisis genético dialélico (Cuadro 3) mostraron diferencias ($p \leq 0.01$) de ACG para las variables PPF, NFPP, DP y DE, lo que puede explicarse por la gran diversidad en la genética manifiesta, y por la expresión de sus caracteres fenotípicos como tipo y forma del fruto, hábito de crecimiento de la planta. Las variables RDT y PT-FPP no presentaron diferencias significativas, en lo que probablemente influyó el número de cortes, que por lo general fueron cinco, además de que los rendimientos fluctuaron entre 40 y 50 t ha⁻¹, además, aunque los frutos tipo cherry presentaron tomates más pequeños pero fueron más numerosos, con lo que aseguraron una mayor producción.

El cuadrado medio para ACE mostró diferencias ($p \leq 0.01$) para NFPP, DP, DE y diferencias ($p \leq 0.05$) en RDT y PT-FPP; con respecto a PPF no se observaron

diferencias significativas. Debido a la interacción entre los genes, resultó una correcta complementación y mejor expresión fenotípica al incrementar el número de frutos, lo cual ocasionó mayor peso total por planta debido a la presencia de un hábito intermedio entre determinado e indeterminado, y una resistencia de mayor peso y más racimos fuertes de frutos.

En la fuente de variación genotipos, la contribución a la variable RDT fue de 15.97% para los efectos aditivos (ACG) y 84.03% por efectos no aditivos (ACE); en PPF fue de 64.97% y 35.03% para los efectos de ACG y ACE. En cuanto a PT-FPP, obtuvo 15.95% de ACG y 84.05% de ACE, y respecto a la variable NFPP, tuvo 56.15% de ACG y 43.85% de ACE. Algunos autores como García y Vallejo (1990) encontraron diferencias significativas tanto para ACG y mayor dominio para ACE en las variables producción por planta y peso promedio de fruto; además, en la variable número de frutos por planta encontraron diferencias para los dos tipos de AC. Para el tamaño y forma del fruto, la variable DP contribuyó con un ACG de 68.94% y 31.06% de ACE, y en la variable DE aportó 60.72% para ACG y 39.28% para ACE. Amaral et al. (1996), con el análisis dialélico evaluaron las características de peso del fruto comercial (CFW), espesor medio de la pulpa (ATP) y el número promedio de lóculos por fruto (NLF) de seis genotipos, las cuales presentaron efectos genéticos no aditivos para CFW, efectos genéticos aditivos para ATP, en tanto que para NLF mostraron un valor igual para efectos aditivos y no aditivos.

En la estimación de los efectos de ACG de las líneas progenitoras del cruzamiento dialélico analizado bajo el método II modelo I de Griffing (1956), se observó (Cuadro 4) que la variable RDT en la va-

Cuadro 3. Cuadrados medios y nivel de significancia del análisis dialéctico de nueve progenitores de tomate y sus 36 cruzas evaluadas en la localidad de Saltillo, Coahuila en el ciclo P-V-2014.

F.V	G.L	RDT	PPF	PTFPP	NFPP	DP	DE
REP	2	2885.88**	7226.42**	8.15**	356.01	4.70	7.94
GEN	44	555.53*	3007.59*	1.57*	746.12**	273.66**	166.45**
ACG	8	488.00	10747.26**	0.44	1306.71**	1037.57**	555.87**
ACE	36	570.539*	1287.66	0.51*	399.33**	103.90**	79.91**
ERROR	88	352.99	966.99	0.32	173.52	52.94	38.26
TOTAL	178	4852.94	23235.92	10.99	3981.69	1472.78	848.43
C.V.		39.01	37.11	39.03	33.14	15.41	14.20
MEDIA		48.16	83.80	1.44	39.75	47.23	43.56

*, ** Significativo y altamente significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01. FV= Fuente de Variación; GL= Grados de Libertad; REP= Repetición; ACG= Aptitud combinatoria general; ACE= Aptitud combinatoria específica; CV= Coeficiente de variación.

Cuadro 4. Se presenta la estimación de los efectos de ACG del cruzamiento dialéctico analizado bajo el método II modelo I de Griffing (1956).

Variedades	RDT	PPF	PTFPP	NFPP	DP	DE
D4	-0.49	13.93**	-0.01	-7.56**	-2.53*	4.08**
IR9	0.52	2.22	0.02	-0.95	5.86**	0.00
D6	-4.78	-14.34**	-0.14	4.71*	-5.00**	-3.55**
IR13	-1.56	-0.90	-0.05	-1.95	7.55**	-1.49
MOLINO	4.95	6.85	0.15	-2.04	-2.21	2.56**
VITA	-4.84	-34.98**	-0.14	19.99**	-9.96**	-7.22**
SALTILLO1	6.56*	27.42**	0.20*	-7.04**	-0.68	6.48**
SALTILLO2	-1.06	9.76	-0.03	-4.65*	3.29**	0.66
NOVA	0.69	-9.21	0.02	-0.50	3.67**	-1.51

*, ** Significativo y altamente significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

riedad SALTILLO 1 obtuvo el valor más alto de ACG, con una diferencia ($p \leq 0.05$), mientras que las líneas MOLINO, NOVA e IR9 presentaron valores positivos. SALTILLO 1 y D4 presentaron los valores más altos para PPF ($p \leq 0.01$), y los progenitores SALTILLO 2, MOLINO e IR9 presentaron valores positivos.

Respecto a la variable PTFPP, los progenitores SALTILLO 1, MOLINO, IR9 y NOVA presentaron valores positivos, en tanto que el resto de los ma-

teriales reportaron valores negativos, lo que indica que estos progenitores no son aptos para programas de cruzamientos, aun cuando se aprovechen sus efectos aditivos. La característica NFPP encontró a VITA y D6 como sobresalientes ($p \leq 0.01$) y ($p \leq 0.05$), en tanto que las variedades D4 y SALTILLO 1 presentaron valores altos negativos. Lo anterior resalta a los progenitores SALTILLO 1 e IR9 que presentan valores positivos altos para las siguientes variables:

RDT, PPF, PTFFP y NFPP, lo que indica que son buena fuente de germoplasma para desarrollar futuros programas de mejoramiento. Todo lo contrario sucede con los progenitores IR13, VITA y D6 que tuvieron valores negativos para las cuatro variables arriba mencionadas. Para DP, los progenitores IR13, IR9, NOVA y SALTILLO 2 presentaron diferencias ($p \leq 0.01$); en contraste, VITA y D6 tuvieron valores negativos con diferencias ($p \leq 0.01$), así como D4, con diferencia ($p \leq 0.05$). Respecto a DE, los progenitores SALTILLO 1, D4 y MOLINO presentaron una diferencia ($p \leq 0.01$); en contraparte VITA y D6 presentaron diferencias de ($p \leq 0.05$) con resultados negativos.

En la estimación de los efectos de ACE del cruzamiento dialélico analizado bajo el método II modelo I de Griffing (1956), (Cuadro 5), para RDT se encontraron resultados positivos y significativos para los híbridos D6 x SALTILLO 2 y MOLINO x SALTILLO 1, con 31.05 y 24.20; en SALTILLO 1 X SALTILLO 2 mostró -25.50 con ($p \leq 0.01$). García y Vallejo (1990) mencionan que los sistemas de interacción, especialmente de complementación entre los genes responsables de la expresión del carácter, en ACE pueden reflejar resultados de efectos negativos en progenitores superiores o en híbridos inferiores. En PPF, las cruzas con valores positivos altos fueron de 49.45 ($p \leq 0.01$) para IR13 x SALTILLO 2 y de 34.06 ($p \leq 0.05$) para D6 x SALTILLO 2. En la variable PTFFP, las cruzas con valor positivo se presentaron para los híbridos D6 x SALTILLO 2 y MOLINO x SALTILLO 1 con valores de 0.93 y 0.73, y una diferencia de ($p \leq 0.05$) y ($p \leq 0.01$), respectivamente. Respecto a NFPP, se encontró a VITA x SALTILLO 2 con significancia ($p \leq 0.01$) y valor de 31.25, y a SALTILLO 1 x NOVA y con significancia ($p \leq 0.05$) y valor de 22.79. Leyva *et al.* (2013), señalan que la productividad en tomate se atribuye al número de frutos por planta y tamaño del fruto. En este caso, las cruzas presentaron un diámetro de fruto intermedio entre tomates tipo bola y tomates cherry, con lo que se generó mayor cantidad y tamaño aceptable en la generación F_1 .

Para DP se presentó valor positivo con significancia ($p \leq 0.01$) en SALTILLO 2 x NOVA con 11.01, así como IR9 x D6 con 9.77. En cuanto a DE, la cruce D6 x SALTILLO 2 y SALTILLO 1 x SALTILLO 2 presentaron valor positivo, con significancia ($p \leq 0.01$) respecto a los demás, y sus valores fueron de 11.27 y 8.57. Martínez *et al.* (1989), al utilizar el método experimental 2, modelo I (Griffing, 1956), para un cru-

zamiento dialélico, encontraron diferencias ($p \leq 0.01$) en los efectos de ACG y de ACE para todos los caracteres similares a los mencionados, a excepción del carácter producción de frutos de primera (frutos de más de 180 g).

Bajo el diseño de bloques al azar, se analizaron en nueve genotipos de tomate los cuadrados medios del ANOVA para la reacción a la inoculación de Fol (Cuadro 6). En el estudio la fuente de variación genotipo presentó diferencia ($P \leq 0.05$), lo cual se debió a la variabilidad presente en cada uno de los genotipos estudiados: algunos con hábito determinado e indeterminado (este último genera más follaje y es probable que genere mecanismos de defensa contra Fol), otros con marchitamiento involuntario o desprendimiento de hojas o vasos vasculares.

El área bajo la curva de desarrollo de una enfermedad (ABCDE) se considera como un parámetro epidemiológico que se utiliza en el estudio de la resistencia de las plantas a las enfermedades (Haynes y Weingartner, 2004). El Cuadro 7 en el Área Bajo la Curva del Desarrollo de la Enfermedad (ABCDE), se encontró a VITA con 780 y SALTILLO 2 con 800 porcentaje por día, respectivamente en el avance total en los cinco conteos realizados, confirmando con esto diferentes niveles de resistencia horizontal presente en todos los progenitores evaluados. Vanderplank (1984) señala a la resistencia horizontal como una forma de reducción de la tasa del incremento de la enfermedad de cada uno de los sitios de infección en la planta y, por lo tanto, retrasa la propagación de la enfermedad y el desarrollo de las epifitias en el campo, destacando que este tipo de resistencia no evita que las plantas sean infectadas. Ambos genotipos pueden ser elegidos para seguir un proceso de mejoramiento donde se aprovechen los genes de resistencia a este patógeno. Escalante y Farrera (2004) señalan que los menores valores de ABCDE corresponden a los materiales con menor incidencia de enfermedad, es decir con mayor nivel de resistencia.

En la Figura 1 se presenta la comparación del ABCDE de los nueve progenitores; los genotipos VITA y D6 con una mayor incidencia al inicio de enfermedad con respecto al resto de genotipos, esto pudo ser debido a que se caracterizaron por tener raíces cortas. La enfermedad continuó avanzando siendo el genotipo D6. Los progenitores VITA y SALTILLO 2 registraron menor grado de susceptibilidad; sin embargo, se puede observar que todos los progenitores son susceptibles a esta enfermedad.

Cuadro 5. Estimación de los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de 36 híbridos F1 evaluados en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante el ciclo P-V 2014.

Cruzas	RDT	PPF	PTFPF	NFPF	DP	DE
D4xIR9	-7.09	5.21	-0.21	-5.24	-9.83**	-2.84
D4xD6	-8.62	-3.46	-0.26	-10.90	-3.84	-4.08
D4xIR13	-7.07	4.39	-0.21	-4.90	0.28	-1.00
D4xMOLINO	-4.98	-21.74	-0.15	5.19	-2.02	-4.79
D4xVITA	-2.25	-15.15	-0.07	-0.51	0.59	-0.28
D4xSALTILLO1	0.67	19.01	0.02	-1.81	6.64	6.96*
D4xSALTILLO2	3.93	0.70	0.12	1.46	1.21	-2.23
D4xNOVA	2.80	-14.54	0.08	9.31	-4.30	0.35
IR9xD6	-2.48	13.27	-0.07	-13.18	9.77**	2.80
IR9xIR13	0.77	-11.79	0.03	2.49	2.42	0.40
IR9xMOLINO	0.29	11.40	0.01	-4.42	2.85	-0.05
IR9xVITA	-11.39	-24.37	-0.34	16.88*	-8.54*	-5.01
IR9xSALTILLO1	-9.11	-3.19	-0.27	-5.42	-1.42	-3.17
IR9xSALTILLO2	14.52	14.30	0.43	2.52	7.09	3.38
IR9xNOVA	-6.25	0.75	-0.19	-3.96	4.90	-1.18
D6xIR13	-5.97	-8.82	-0.18	-6.18	-0.05	2.63
D6xMOLINO	5.81	8.11	0.18	-4.08	0.58	2.57
D6xVITA	4.62	20.40	0.14	-9.78	5.92	0.41
D6xSALTILLO1	5.55	-4.91	0.17	-0.75	0.18	-0.74
D6xSALTILLO2	31.05**	34.06*	0.93**	0.52	6.21	11.27**
D6xNOVA	-16.23	1.95	-0.49	-16.63*	0.50	-1.56
IR13xMOLINO	-1.94	1.40	-0.06	-2.08	6.36	-0.56
IR13xVITA	2.65	-3.38	0.08	-1.78	-1.03	2.82
IR13xSALTILLO1	17.51	6.06	0.52	5.25	4.69	5.60
IR13xSALTILLO2	11.26	49.45**	0.34	-6.81	0.86	5.14
IR13xNOVA	-5.97	-5.01	-0.18	-1.63	-1.65	-0.42
MOLINOxVITA	-6.77	-9.74	-0.21	-5.69	-0.47	-0.77
MOLINOxSALTILLO1	24.20*	11.39	0.73*	8.34	3.52	7.01*
MOLINOxSALTILLO2	1.26	-21.33	0.04	6.28	0.09	-4.71
MOLINOxNOVA	-16.70	-11.18	-0.50	-2.21	-7.42*	-0.14
VITAxSALTILLO1	8.54	9.83	0.26	-13.36*	5.40	2.38
VITAxSALTILLO2	3.73	-27.31	0.11	31.25**	-5.36	0.20
VITAxNOVA	6.46	-27.31	0.19	-12.24	-4.14	-1.76
SALTILLO1xSALTILLO2	-25.50**	21.13	-0.76**	-13.05	0.89	8.57**
SALTILLO1xNOVA	18.05	30.09	0.54	22.79**	-5.09	-1.45
SALTILLO2xNOVA	23.58*	-22.61	0.71*	7.40	11.01**	2.43

*, ** Significativo y altamente significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente. Reacción de progenitores a la inoculación con Fol.

Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza para la reacción del avance de la enfermedad de los nueve progenitores a la inoculación de Fol.

FV	G.L	C.M
REPETICIÓN	3	150.00
GENOTIPO	8	366.321*
ERROR	24	130.21
C.V	27.76	
MEDIA	41.11	

** Altamente significativo a 0.01; FV= Fuente de Variación; GL= Grados de Libertad; C.M= Cuadrado Medio; C.V= Coeficiente de Variación.

Cuadro 7. Área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (ABCDE) e incidencia de la enfermedad de los nueve progenitores a *Fusarium oxysporum* f. *sp. lycopersici* (Fol).

Variedades	ABCDE total %/48 días	Incidencia de la enfermedad %/48 días
D4	1020	0.41
IR9	1160	0.23
D6	1580	0.29
IR13	980	0.22
MOLINO	1320	0.44
VITA	780	0.14
SALTILLO1	980	0.28
SALTILLO2	800	0.27
NOVA	860	0.19

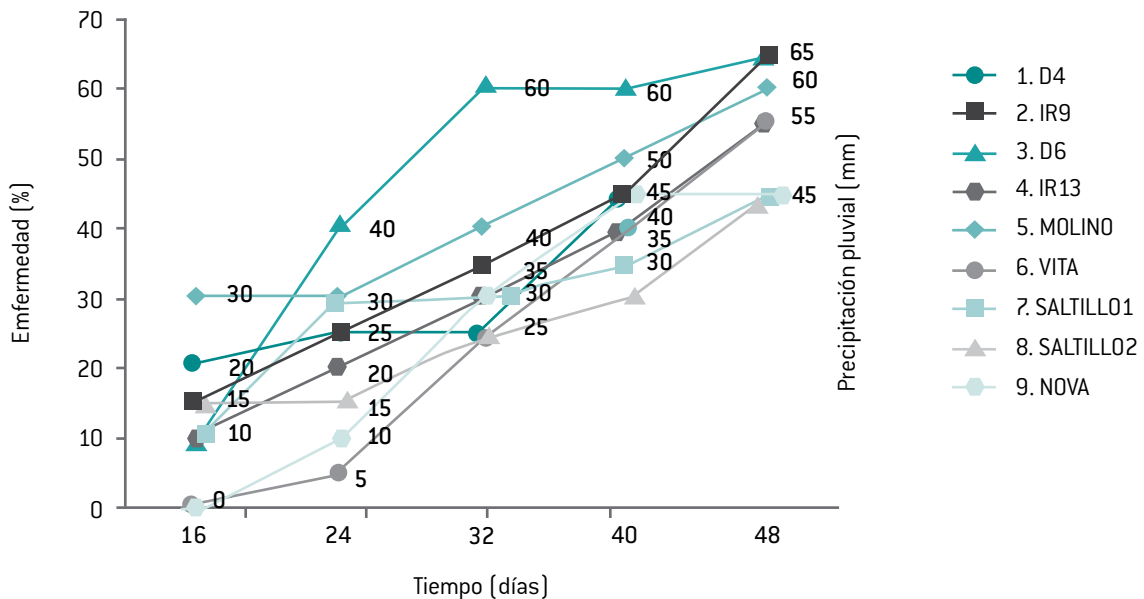


Figura 1. Área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (ABCDE) de nueve genotipos progenitores frente a Fol.

Reacción de híbridos F₁ a la inoculación con Fol

Los cuadrados medios del ANOVA para la reacción a la inoculación de Fol en 36 híbridos F₁ (Cuadro. 8), en las fuentes de variación genotipo presentó diferencias ($P \leq 0.01$), las cuales pueden atribuirse a la variabilidad presente en cada uno de los genotipos, algunos de hábito determinado e indeterminado.

En relación con el área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad en los híbridos (Cuadro 9), ésta indica que la enfermedad progresó más lento en algunas cruzas que en otras. La craza con menor nivel de incidencia fue D4 x VITA, con valor de 740 por día, con una incidencia media de 30% por cada conteo, se-

Cuadro 8. Cuadrados medios del análisis de varianza para la reacción del avance de la enfermedad en 36 cruzas a la inoculación de Fol.

F.V	G.L	C.M
REPETICIÓN	3	1891.95**
GENOTIPO	35	1144.65**
ERROR	105	128.54
C.V	18.71	
MEDIA	60.61	

guida del híbrido VITA x SALTILLO 2 con valor de 760, de lo que se deduce que los genotipos presentaron resistentes a la infección debido a los genes menores presentes en sus progenitores, de los cuales VITA fue el de menor grado de infección ante *Fusarium*.

En la Figura 2 se presenta el ABCDE de 10 cruzas F₁. Con base en los resultados, hubo cinco cruzas sobresalientes en resistencia y cinco de los híbridos como susceptibles al hongo, de los que se muestran D4 x SALTILLO 1 y D6 x SALTILLO 1, como los más infectados. Los híbridos que contrarrestaron el avance del patógeno fueron IR13 x VITA e IR13 x MOLINO, probablemente debido a los genes de resistencia heredados de sus progenitores. Apodaca *et al.* (2001) encontraron un crecimiento rápido de dos días de Fol a la concentración de 1.75×10^4 microconidios, al inocular semillas de tomate expuestas sobre papel filtro; en otras evaluaciones en tomate, descubrieron un mejor desarrollo de infección y virulencia a 25° C de Fol. Estos estudios estiman y determinan el comportamiento de la enfermedad y pueden descubrir nuevas razas.

En estudios particulares de severidad de aislamientos de *Fusarium* en una región de Brasil, se encontró la raza 3 de *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, nunca antes documentada. Los lotes de semillas comerciales importadas a Brasil pueden ser la fuente de contaminación, por lo que la forma más acertada de controlar la infección de Fol es teniendo variedades adaptadas a dicha región (Reis y Boiteux, 2005).

Cuadro 9. Área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (ABCDE) de diez cruzas seleccionadas y sobresalientes ante Fol.

Cruzas	ABCDE total %/48 días	Incidencia de la enfermedad %/48 días
D4xVITA	740	0.30
VITAxSALTILLO2	760	0.38
VITAxSALTILLO1	860	0.19
IR13xVITA	860	0.25
D6xVITA	940	0.27
MOLINOxVITA	1000	0.33
IR9xVITA	1020	0.29
VITAxNOVA	1100	0.31
IR13xMOLINO	1160	0.39
IR13xSALTILLO2	1230	0.23

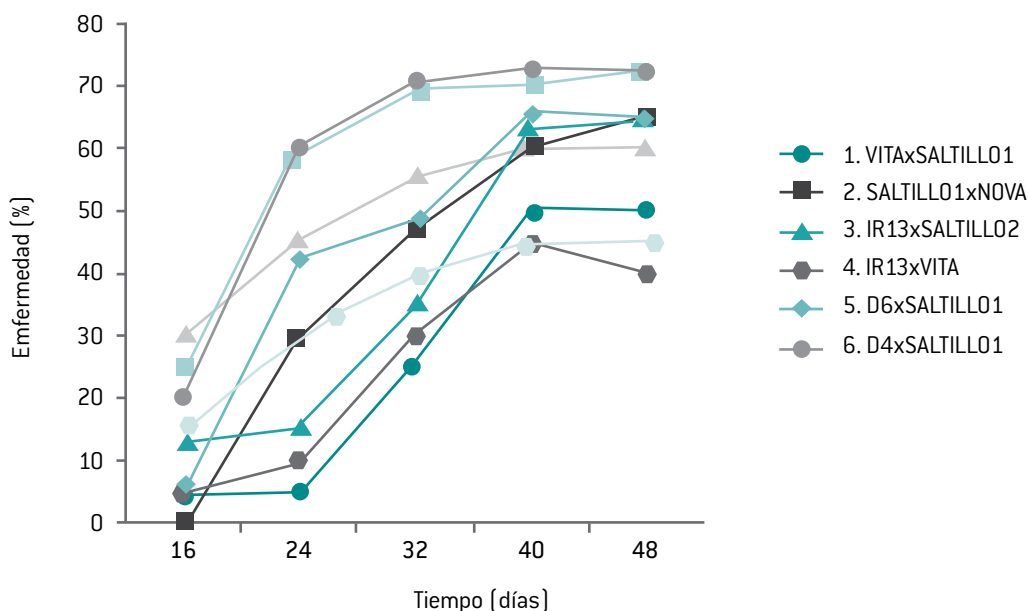


Figura 2. Área Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad (ABCDE) de 10 cruzas frente a Fol.

CONCLUSIÓN

Los efectos de ACE fueron superiores a los efectos de ACG, lo cual sugiere considerar el mejoramiento de los progenitores por hibridación. La variedad SALTILLO 2 mostró la mayor ACE y las más altas combinaciones híbridas, por lo que se sugiere considerarlo en un programa de mejoramiento donde se aprovechen los efectos aditivos y de dominancia como el método de mejoramiento por hibridación. La variedad D4 mostró el mayor efecto de ACG y alto rendimiento, por lo que cabe la posibilidad de que pueda ser usada en un programa de mejoramiento genético, como el método de Pedigree diseñado para explotar la acción génica aditiva. Las cruzas que dieron mayor rendimiento fueron: IR13 x SALTILLO 1, VITA x NOVA e IR9 x SALTILLO2 con 83.88, 73.46 y 73.38 t ha⁻¹, respectivamente. Para a FOL, el genotipo VITA mostró índice de enfermedad de 780, y los híbridos D4 x VITA y VITA x SALTILLO 2 reportaron 740 y 760, lo que se considera un nivel de resistencia parcial, aprovechable con el propósito de desarrollar genotipos con resistencia horizontal.

LITERATURA CITADA

- AMARAL, A. T., V. W. Días, C. A. Scapim, D. J. Henriques, & C. Damiao. 1996. Análise dialélica da capacidade de combinatoria de cultivares de tomateiro. *Bragantia*, Campinas, 55(1):67-73.
- APODACA, M. A., E. Zavaleta, & S. Osada. 2001. Comparación de Técnicas Para Evaluar *in vitro* la Patogenicidad de *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* y Efecto de la Temperatura. *Revista Mexicana de Fitopatología* 19(2): 196-202.
- CÁMARA, H. 2007. Innovation in processing tomato: the lab and the field. *Acta Horticulturae* 2 758:97-102.
- ESCALANTE, O. M., & P. R. Farrera. 2004. Epidemiología del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans* Mont de Bray) de la papa en zonas productoras del Estado Táchira, Venezuela. *Bioagro* 16:47-54.
- GARCÍA, A., & F. A. Vallejo. 1990. Habilidad combinatoria para el carácter producción por planta y sus componentes primarios en un cruzamiento dialélico de siete líneas de tomate Chonto *Lycopersicon esculentum* Mill. *Rev. Acta Agro.* 40(1-2): 32-41.
- GONZÁLES, P. 2003. Enfermedades del tomate. Marchita vascular del tomate (en línea). Facultad de agronomía / Unidad de Fitopatología. Montevideo. Uruguay. Consultado 10 agosto 2003. Disponible en http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/enfermedades/fusarium_tom.html
- GRIFFING, B. 1956. Concepts of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. Biol. Sci.* 9: 463-493.
- HAYNES, K.G., & D. P. Weingartner. 2004. The use of area under the disease progress curve to assess resistance

- to late blight in potato germplasm. *Amer J Potato Res* 81:137-141.
- LEYVA, R., C. Constán-Aguilar, B. Blasco, E. Sánchez-Rodríguez, L. Romero, T. Soriano, & J. M. Ruíz. 2013. Effects of climatic control on tomato yield and nutritional quality in Mediterranean greenhouse. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 63–70.
- MARLATT, M., J. Correll, & P. Kaufman. 1996. Two genetically distinct populations of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 in the United States. *Plant. Dis.* 80:1336-1342.
- MARTÍNEZ, B.A., R. Sanint, & F. A. Vallejo. 1989. Análisis de la heterosis y de la habilidad combinatoria entre diferentes cultivares de tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., a partir de un cruzamiento dialélico. *Acta Agron.* Vol. 39(1-2):24-33.
- REIS, A. H., L. S. Boiteux, & C. A. López. 2005. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 on tomato in Brazil. *Fitopatología Brasileira* 30: 426-428.
- RODRÍGUEZ, E., A. Carballo, G. A. Baca, A. G. Martínez, & M. R. Rosas. 2004. Genetic parameters of mean fruit weight and their components of tomato. *Act. Hort.* 637:145-148.
- ROMERO, C. S. 1993. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma de Chapingo. Dirección General del Patronato Universitario. Texcoco, Estado de México. 347 p.
- SAAVEDRA, D., G. Escaff, P. Cortacáns, & C. Ruiz-Tagle. 2006. Recent Development in Processing Tomato Production in Chile. *Acta Horticulturae* 724:335-8.
- SAAVEDRA, D., & M. González. 2006. Seminario internacional: Producción de tomate para procesamiento. Serie Actas Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago (Chile).
- SHANNER, G., & R. Finney. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox. *Phytopathology* 67:1051-1056.
- SPRAGUE, G. F., & L. A. Tatum. 1942. General vs Specific Combining Ability in Single Crosses of Corn. *J. Amer. Soc. Agron.* 34: 923-932.
- VANDERPLANK, J. E. 1984. Disease Resistance in Plants. Second Edition. Academic Press, Inc. Orlando, San Diego, San Francisco, N. Y., London. p. 194.
- ZHANG, Y., & M. S. Kang. 2003. DIALLEL-SAS: A program for Griffing's diallel methods: Handbook of formulas and software for plant geneticists and breeders. *In*: Kang, M. S. (ed). FPP. New York. London. Oxford. 347p.

Flora de la isla Monserrat, Baja California Sur, México

Flora of the Island Monserrat, Baja California Sur, México



Víctor Ortiz-Ávila¹, Gustavo Alberto Arnaud-Franco^{*1}, Eduardo Estrada-Castillón², Miguel Ángel Mellado-Bosque³, Eloy Alejandro Lozano-Cavazos³, Guillermo Romero-Figueroa⁴ y José Ángel Villarreal-Quintanilla³

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, B.C.S. México. CP 23096. Tel.: 01 (612) 123 8484 Ext. 3318, garnaudo4@cibnor.mx [*Autor responsable]. ²Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional Km. 145, Linares, Nuevo León, México. ³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. ⁴Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, Ensenada, Baja California, México.

RESUMEN

Con el propósito de identificar la distribución y abundancia de la flora de la isla Monserrat considerando las geoformas presentes: laderas, mesetas, terrazas marinas, cañadas, arroyos y playas, se establecieron 66 transectos de muestreo, a partir de lo cual se registraron 114 especies pertenecientes a 92 géneros y 38 familias, incluidas seis formas de crecimiento. Un total de 69 especies presentaron alguna categoría especial, 34 de ellas son endémicas y sólo dos forman parte de la NOM-059-Semarnat-2010, mientras que doce están incluidas en los listados del CITES, de las cuales once son cactáceas. Las cañadas son las geoformas en las que se obtuvieron los mayores Índices de Valor de Importancia, Shannon-Wiener, H' , IVI, y donde se desarrollan especies únicas con formas de crecimiento principalmente arbóreo. En contraste, las terrazas marinas presentan una comunidad de matorral xerófilo poco desarrollada. Las cañadas son las áreas de mayor afectación antrópica por lo que se consideraron como sitios críticos.

Palabras clave: Parque Nacional Bahía de Loreto, geoformas, áreas críticas, islas, península de Baja California, comunidades vegetales.

ABSTRACT

Based on the geoforms of the Island Monserrat, a study of the description was carried out, distribution and revision of the status: endemics, Mexican Official Norm ECOL-059-2010 (NOM) of the Semarnat and in the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) of the flora was carried out, for this study, vegetation belt transects as well as random sampling were established, registering a total of 114 plant, in 92 genera, and 38 families of vascular plants included in six growth forms; 69 species reported are under special category, of which 34 are endemic (peninsula or islands), two are in the nom and 12 in cites list. From 66 vegetation belt transects established in the study area, Shannon-Wiener, H' and Lloyd-Gheraldi indexes were obtained, which indicate a high diversity, resulting the gullies with the highest diversity indexes and important value indexes values and also with more species under a special category compared with other geoforms, and for instant, they can be considered as critical areas. The study of Monserrat island flora permits us to have a general knowledge of its natural resources in order to carrying out a better management, in such a way, directly in its biological conservation, to permit the continuation of the biological and process in it, under of most minimum human interference conditions.

Key words: Parque Nacional Bahía de Loreto, topofoms, critical areas, islands, Península de Baja California, vegetation communities.

INTRODUCCIÓN

El aislamiento geográfico de los ecosistemas islños origina que la biodiversidad presente no tenga un flujo genético al exterior o interior, lo cual favorece su diferenciación y, consecuente, el endemismo de las plantas (Salm y Clark, 1994), pero al mismo tiempo, los expone a factores estocásticos (como huracanes) y a la acción del hombre, lo que hace que las islas sean consideradas ecosistemas frágiles. Para comprender la existencia de la flora en estas áreas, Radhakrishnan *et al.* (1998) y Mueller-Dombois (1999) remarcan la importancia de su relación con la geomorfología, dado que esto proporciona un mayor entendimiento de los procesos de desarrollo de las comunidades vegetales. Por otra parte, García (1993), Osorio *et al.* (1996), Valiente-Banuet *et al.* (1995), López y Morales (1993), Key *et al.* (1984) y McAuliffe *et al.* (1991 y 1994) mostraron la importancia de la relación de la vegetación y geoformas en regiones continentales.

La isla Monserrat forma parte del Parque Nacional Bahía de Loreto (PNBL), que se localiza en el municipio de Loreto, B.C.S. Presenta un alto número de endemismos, principalmente de flora (Anónimo, 1999); sin embargo, el desconocimiento de su vegetación en términos de su abundancia y diversidad, así como del estado de conservación en que se encuentra, es casi nulo. Sólo Shreve y Wiggins (1964), Wiggins (1980) y Case *et al.* (2002), hacen referencia de su flora, pero únicamente en cuanto a la descripción de especies. La isla no cuenta con fuentes de agua y no está habitada, aunque es frecuentemente visitada por pescadores y turistas, lo que origina diversas problemáticas derivadas de la tala de vegetación (para obtener leña), introducción de especies exóticas (flora y fauna) y uso de áreas para campismo (que origina la formación de senderos y compactación de suelos), lo que propicia modificaciones del suelo (erosión), así como la extracción de frutos y semillas de cactáceas.

En este contexto, el objetivo de este estudio fue identificar la relación de las geoformas presentes en la isla Monserrat con la distribución y abundancia de su vegetación, además de identificar áreas que pudieran ser consideradas críticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La isla Monserrat (25°41'00" N y 111°03'00" O) se localiza en el golfo de California a 13.70 km de la pe-

nínsula de Baja California, presenta una elevación de 223 msnm y una superficie de 19.86 km² (Figura 1) (Carreño y Helnes, 2002); con base en la clasificación de Köppen modificada por García (1973), el clima de la isla corresponde al tipo Bw(h" hW (e), el cual es muy seco, cálido y extremoso; la precipitación ocurre en dos periodos del año, mayormente en verano y en menor grado en invierno, con un promedio de precipitación total del mes más lluvioso (septiembre) de 59.9 mm, y de los meses más secos (abril-mayo) de 0.2 mm; la precipitación anual es de 185 mm y la temperatura media anual es de 33.02°.

El origen de la isla fue resultado de un proceso tectónico de elevación y movimiento de fallas del suelo marino; está compuesta, en su mayoría, por rocas volcánicas del mioceno y sedimentos marinos del plioceno y pleistoceno; probablemente su separación de la península de Baja California se dio en el pleistoceno tardío (Gastil y Krummenacher, 1977; Gastil *et al.*, 1983). La isla está constituida por una cadena montañosa que la recorre a lo largo: tiende a ser inclinada hacia la vertiente occidental, pero más abrupta hacia la vertiente oriental y hacia su parte sur, donde se localizan los cerros más altos; sus playas son poco desarrolladas y pedregosas, con cantos rodados de 1-30 cm de diámetro. Sólo existe una playa arenosa. La presencia de terrazas marinas en las partes altas de la isla están compuestas de sedimentos calcáreos marinos; son zonas planas, con pendientes de no más de 4° de inclinación y con rocas que van de los 30 cm a los 2 m de diámetro que se localizan en zonas elevadas de la isla, las cuales tienen cortes abruptos que forman desfiladeros.

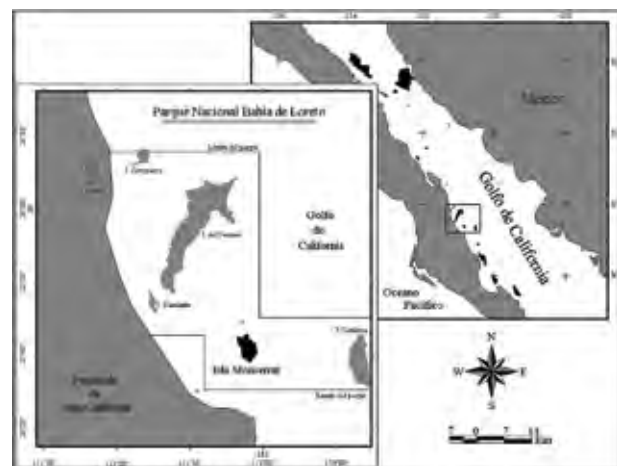


Figura 1. Ubicación de la isla Monserrat del Parque Nacional Bahía de Loreto, en el municipio de Loreto, B. C. S. México.

Rzedowski (1981) describe la vegetación de la isla del tipo Desierto Sonorense, con dominancia de matorral espinoso y cactáceas columnares. El matorral más desarrollado se encuentra en las cañadas, cuyas especies más comunes son: *Opuntia* sp., *Cylindropuntia* sp., *Pachycereus pringlei* y *Bursera microphylla*. La única zona con dunas arenosas (al norte de la isla) presenta una vegetación de matorral costero.

Muestreo

Los sitios de muestreo se seleccionaron con base en fotografías aéreas, escala 1:70,000, que se corroboraron en campo. Se identificaron las geoformas presentes y su distribución en la isla, las cuales se denominaron: laderas, mesetas, terrazas marinas, cañadas, arroyos y playas. Se ubicaron 66 transectos de 5 x 40 m, en los cuales se registraron todos los individuos perennes, a los que se les midió la altura y la cobertura; se registró cada geoforma así como el crecimiento de los individuos que en ellas habitan y se agruparon en: árboles (Ar), arbustos (Ab), herbáceas perennes (Hp), suculentas (Su) y trepadoras (Tr); además se registró la vegetación circundante al transecto. Con los datos obtenidos se estimaron los índices de abundancia (IVI) e índices de diversidad (Shannon-Wiener, H' y J'), con el fin de realizar comparaciones entre las geoformas y, por último, se identificaron las especies presentes en la NOM-059-Semarnat-2001 y en el listado del Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción florística

De los transectos realizados de diciembre de 2003 a mayo de 2005 en la isla Monserrat, se registraron un total de 114 especies pertenecientes a 92 géneros y 38 familias. Las familias más abundantes fueron: Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Cactaceae y Poaceae, y los géneros con mayor diversidad de especies: *Euphorbia*, *Porophyllum*, *Opuntia* y *Perityle*. Las herbáceas perennes y arbustos fueron las formas de crecimiento más representativas. De las 69 especies (60.52%) con algún tipo de categoría, 34 fueron endémicas en diverso grado: a la península e islas 32 y sólo dos a las islas; cinco géneros fueron monoespecíficos y 16 estuvieron reportados con una especie para la isla y península (Wiggins, 1980; Case *et al.*, 2002, Herbario: Annetta Mary Carter del Cibnor) (Cuadro 1). En la NOM-059-Semarnat-2010 se encontraron listadas dos especies que existen en la isla y península, mientras que fueron 12 en la lista del CITES, de las cuales once son cactáceas.

El matorral xerófilo es la vegetación dominante en la isla: en algunos sitios prevalecen las herbáceas del género *Marina*, *Atriplex* y algunas gramíneas, mientras que en otras zonas predominan los arbustos de los géneros: *Gossypium*, *Jatropha*, *Encelia*, *Simmondsia*, *Fouquieria*, y árboles de *Bursera*, los cuales son más abundantes en las zonas con pendientes poco inclinadas (menores de 25°). En las laderas con pendientes pronunciadas (mayores de

Cuadro 1. Resumen de taxa con alguna categoría especial.

Categoría	#	A la península e islas	A las islas	Más de una categoría
Una especie	16			
Endémicas	34	32	2	
Género monotípico	5			
NOM-059-Semarnat	2			
CITES	12			
Total	69			9

45°), el desarrollo de la vegetación es escaso. En las laderas de exposición norte la vegetación es más abundante, con mayores coberturas. En términos generales, el matorral de la isla es una comunidad con dominancia de herbáceas perennes y arbustivas, donde la matacora (*Jatropha cuneata*) es la especie dominante.

Un tipo de matorral xerófilo sarcocaula se desarrolla principalmente en cañadas y fondos de cañadas, donde predominan: *Lysiloma candida*, *Bursera microphylla*, *Jatropha cuneata*, y trepadoras como: *Antigonon leptopus*, *Passiflora arida*, *Janusia californica* y *Matelea pringlei*.

En los arroyos la vegetación es más copiosa, ya que presenta una mayor cantidad de especies, de las cuales algunas son únicas; los árboles son la forma de crecimiento más abundante y característica, ya que el palo blanco (*Lysiloma candida*) alcanza alturas de más de 5 m, mientras que el palo fierro (*Olneya tesota*), llega a medir de 4 a 5 metros de altura y a tener una coberturas de más de 5 m².

En las zonas de abanicos aluviales, donde el suelo presenta una capa de materia orgánica, la vegetación es predominantemente del tipo arbustivo y domina el lomboy blanco (*Jatropha cinerea*).

El matorral costero se desarrolla en suelos arenosos de las dunas al norte de la isla, y está compuesto principalmente por el pasto grama (*Jouvea pilosa*) y el cenizo (*Atriplex barclayana*), y por diversas herbáceas anuales que crecen en época de lluvias. El matorral toma diversas composiciones florísticas y formas de crecimiento, que van desde el matorral xerófilo hasta un matorral de tipo sarcocaula.

Las terrazas marinas presentan una comunidad de matorral xerófilo poco desarrollada, con un promedio de 50 cm de altura y coberturas promedio de 1.60 m². En estas zonas, la dominancia está dada por el palo adán (*Fouquieria diguetii*) y la matacora (*Jatropha cuneata*), además se registran los únicos individuos de la biznaga gigante (*Ferocactus digueti*). En la costa norte se presenta el único individuo de mangle rojo (*Rizophora mangle*) de Monserrat.

Vegetación de los transectos de estudio

Con el muestreo de los 66 transectos se cubrió una superficie de 13,200 m² y se registraron en total 5,607 individuos pertenecientes a 51 especies. Los arbustos y las herbáceas perennes fueron los más abundantes (18 y 15 especies, respectivamente), seguidos por las suculentas y árboles con nueve y siete, respectivamente, y por las trepadoras con sólo dos.

La especie más abundante en todas las geoformas fue: *Jatropha cuneata*, la cual registró 503 individuos. *Encelia farinosa* se desarrolla en mesetas con poca pendiente (menores de 10°) y es abundante en el norte de la isla; *Stenocereus gumosus* en manchones que abarcan amplias extensiones, los cuales se pueden observar principalmente en las laderas con poca pendiente (15-20°) de la vertiente este y norte de la isla, y *Lysiloma candida*, una de las pocas especies arbóreas de la isla, es típica de arroyos y algunos fondos de cañada.

El índice de Shannon-Wiener muestra una alta diversidad en la isla ($H = 2.95$); sin embargo, la distribución de la vegetación es heterogénea, así como la morfología de cada especie, la cual varía según las condiciones ambientales que predominen en el microambiente de cada geoforma. En este sentido, destacan los efectos de los componentes abióticos que forman y caracterizan a cada una de las especies.

El índice de valor de importancia más alto se registró para las especies: *Fouquieria diguetii*, *Olneya tesota*, *Jatropha cinerea*, *Bursera microphylla*, *Cercidium microphyllum*, *Stenocereus thurberi*, *Bursera hindsiana*, *Colubrina viridis* y *Maytenus Phyllanthoides*, las cuales en su mayoría son arbóreas y sus doseles sobresalen del dosel medio de la vegetación que caracteriza al matorral xerófilo de la isla. En algunas de estas especies como *J. cinerea*, *B. microphylla*, *C. microphyllum* y *B. hindsiana* se observó pseudonodricismo (protección contra las condiciones medioambientales adversas), importante en la protección, germinación y establecimiento de otras especies vegetales.

En el estrato vertical, las especies dominantes son: *Pachycereus pringlei*, *Stenocereus thurberi*, *Fouquieria diguetii*, *Olneya tesota* y *Jatropha cinerea*, a pesar de que en las cañadas *Lysiloma candida* alcanza alturas de hasta 5 m; sin embargo, en este estrato la altura promedio fue de 64.65 cm, debido al gran número de individuos menores de un metro que se presentan en los transectos.

Cañadas y otras geoformas

El Cuadro 2 presenta los valores estadísticos de las especies, tanto de las cañadas como de las otras geoformas agrupadas, donde los índices obtenidos fueron mayores para las cañadas; sin embargo, los índices de Shannon-Wiener muestran alta diversidad; en las cañadas (incluidos los arroyos) se desarrollan especies únicas y de crecimiento principalmente arbóreo, y es donde se presentaron los mayores IVI (Cuadro 3).

Cuadro 2. Comparación de los valores estadísticos de las especies registradas entre cañadas y otras geoformas.

Índices	Cañadas	Otras geoformas
H'	2.97	2.41
H'_{max}	3.56	3.40
J'	0.84	0.71

El análisis de la composición estructural de las cañadas muestra una vegetación exuberante, donde el promedio de altura es de 1.60 m y el de cobertura de 4.19 m². La asociación de especies característica de estas zonas es: *Lysiloma candida*, *Jatropha cuneata*, *Colubrina viridis*, *Cercidium praecox* y *C. microphyllum*. En estos sitios, durante la época de lluvias las trepadoras como *Antigonon leptopus* y *Cardiospermum corindum* crecen abundantemente sobre los doseles de otras especies. Por su parte, el conjunto de las otras geoformas (playas, mesetas, terrazas marinas y laderas) presentan un promedio de alturas de 93.07 cm y de cobertura (dosel) de 2.59 m² (Cuadro 3).

Estatus de las especies

Del listado que se presenta, 41 especies vegetales (53.51%) tienen una categoría especial, de las cuales los endemismos y las categorías presentes en la NOM-059-Semarnat-2010 y CITES son las más importantes. De los 28 endemismos que presenta la isla, sólo *Ferocactus digueti* var. *digueti* y *Salvia platycheilia* son exclusivas de las islas del golfo de California. Las otras 26 son endémicas a la isla y península. *F. digueti*, que es poco abundante, se distribuye únicamente en cuatro de las ocho terrazas marinas presentes en la isla con sólo 32 individuos, y tiene alturas promedio de 1.30 m. Por su parte, *S. platycheilia* no es abundante y sólo se reporta como observada, y su distribución se presenta en las cañadas de la vertiente oriental, y en menor grado, en la vertiente occidental de la isla. De las especies endémicas a la isla y península, se encuentra *Peniocereus johnstonii*, cactácea que no presenta ninguna categoría de conservación y su distribución y abundancia es escasa; *Lysiloma candida* presenta su mayor abundancia y distribución en las cañadas, mientras que *Ebenopsis confinis* (falso palo fierro) está bien representada tanto en las cañadas como en algunas mesetas de la isla, y se asocia con suelos de origen volcánico.

Entre las especies presentes en la NOM-059-Semarnat-2010 se encuentran el palo fierro (*Olneya tesota*) representada en arroyos, y el mangle rojo (*Rizophora mangle*), del cual solo está presente un individuo en la isla. En lo que respecta al listado del CITES, se encuentran presentes 12 especies: 11 cactáceas y *Euphorbia xantii*, que es abundante en las cañadas.

CONCLUSIONES

La isla Monserrat presenta una topografía (geoformas) que le da un carácter especial para el desarrollo de su vegetación, por lo que se considera, junto con otras islas del golfo, uno de los ecosistemas insulares ecológicamente menos perturbado del mundo (Anónimo, 1999). El aislamiento geográfico ha provocado que en mayor o menor grado, la biodiversidad se encuentre aislada genéticamente (Salm y Clark, 1994), lo que ha favorecido un alto endemismo de plantas.

Si bien la literatura que relaciona geomorfología y flora es aún escasa, resulta evidente su relación, lo cual implica un mayor entendimiento de los ecosistemas y de los procesos de desarrollo de las comunidades vegetales. En este sentido, Radhakrishnan *et al.* (1998) y Mueller-Dombois (1999) refirman la importancia de las geoformas en el estudio de la vegetación y de sus procesos de adaptación y desarrollo como una nueva estrategia para la investigación y conservación de los ecosistemas isleños. Por otra parte, García (1993), Osorio *et al.* (1996), Valiente-Banuet *et al.* (1995), López y Morales (1993), Key *et al.* (1984), McAuliffe *et al.* (1991 y 1994), mostraron la importancia de la relación de vegetación y geoformas en regiones continentales.

Los resultados muestran que las cañadas, fondos de cañada y arroyos presentan los índices de diversidad, abundancia de especies y promedios morfométricos más altos, así como especies únicas; cabe mencionar que estas geoformas son las que presentan mayor actividad antrópica, en su mayoría por pescadores, quienes aprovechan el recurso principalmente para combustible (Obs. Per.). Se desconoce hasta el momento el daño que estas actividades provocan a las geoformas y la vegetación que sustentan, por lo que se pueden considerar áreas críticas.

Este estudio sirve de base para entender los procesos de adaptación y distribución de las comunidades vegetales en condiciones geomórficas particulares, como es el caso de las islas, de tal manera que las

Cuadro 3. Comparación del número de individuos, promedios e IVI de las especies registradas en las diversas geoformas de isla Monserrat.

Clave	Cañadas				Otras geoformas			
	n	PA(m)	PC(m ²)	IVI	n	PA(m)	PC(m ²)	IVI
ANTLEP	1	0	5.06	0	*	*	*	*
ATRBAR	*	*	*	*	54	0.25	0.49	0.44
BURHIN	1	1.45	4.34	34.92	6	1.73	4.59	28.44
BURMIC	18	1.89	11.11	116.82	16	1.06	3.77	14.26
CARCOR	3	0.34	1.14	0.00	*	*	*	*
CARARI	9	0.94	2.10	11.00	*	*	*	*
CERMIC	13	1.47	6.97	56.96	4	1.29	4.75	21.80
CERPRA	19	1.15	3.97	25.37	33	0.99	2.77	9.82
CITFLA	11	1.32	2.89	21.16	6	0.97	1.49	5.19
COCPPOS	*	*	*	*	1	0.20	0.01	0
COLVIR	31	1.84	4.14	42.27	4	1.20	3.43	14.71
CROCAL	11	0.97	0.22	1.21	*	*	*	*
DESFRO	11	1.37	0.22	1.65	5	0.93	0.27	0.91
DITLAN	44	0.37	0.11	0.23	2	0.33	0.12	0.14
ENCFAR	*	*	*	*	149	0.61	0.34	0.74
EUPMAG	4	1.66	0.25	2.29	1	0.55	0.44	0.86
EUPXAN	19	1.11	0.79	4.87	*	*	*	*
FOUDIG	10	2.58	5.86	83.81	38	2.12	6.83	51.71
GOSHAR	6	0.74	1.10	4.54	58	0.90	2.32	7.45
HIBDEN	25	0.52	0.72	2.08	18	0.49	0.20	0.36
JANCAL	21	0.54	0.97	2.91	1	1.00	0.50	1.80
JATCIN	16	2.13	6.25	73.89	*	*	*	*
JATCUN	162	0.95	2.13	11.27	341	0.84	1.96	5.93
JOUPIL	*	*	*	*	10	0.32	0.91	1.04
LIPPAL	17	0.97	0.98	5.29	*	*	*	*
LOPSCH	53	1.38	1.44	11.01	*	*	*	*
LYCBER	28	1.08	2.02	12.07	11	1.28	2.69	12.29
LYSCAN	77	0.65	1.22	4.36	0	*	*	*
MAMDIO	14	0.17	0.04	0.04	34	0.14	0.01	0.00
MARPAR	*	*	*	*	8	0.18	0.48	0.31
MAYPHY	13	1.58	4.45	39.07	*	*	*	*

OLNTES	7	2.49	6.37	88.23	4	1.60	6.40	36.58
OPUCHO	14	0.54	0.17	0.49	62	0.79	1.03	2.90
PACPRI	6	3.18	0.24	4.16	1	2.00	0.06	0.44
PALLEU	*	*	*	*	8	0.08	0.03	0.01
PEDMAC	*	*	*	*	7	0.49	0.13	0.22
POROCH	3	0.56	0.21	0.64	26	0.33	0.08	0.09
SIMCHI	13	0.85	0.95	4.49	59	0.68	0.70	1.71
STEHAL	2	1.10	1.92	11.76	*	*	*	*
STEGUM							2.23	7.03
STETHU	4	3.03	3.15	52.96	2	1.85	3.25	21.46
VIGDEL	13	0.78	1.00	4.33	*	*	*	*
Total	787				990			

n = abundancia, PA = Promedio de altura, PC = Promedio de cobertura, IVI = Índice de valor de importancia

características abióticas, y en particular las geológicas, son importantes para considerarlas en la planificación de proyectos de conservación (Wilson, 1994; Sharples, 1998; Baretino *et al.*, 1999, 2000; Osborne, 2000). Además, esta investigación demuestra que se requiere un mayor conocimiento de los recursos presentes para permitir la continuación de los procesos biológicos y evolutivos, sobre todo en ecosistemas frágiles como los isleños, a fin de realizar un mejor manejo del área, de tal manera que incida directamente en su conservación biológica, así como de su paisaje, para el disfrute, esparcimiento y elevación de la calidad de vida de sus habitantes y visitantes.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte del proyecto: Conservación de las Islas del Golfo de California, del Cibnor, financiado por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C., y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt); se agradece a los Sres. Reymundo Domínguez Cadena y Miguel Salvador Domínguez León, del Herbario: Annetta Mary Carter del Cibnor, por la ayuda en la identificación de las plantas; al personal del Parque Nacional Bahía de Loreto por el apoyo logístico, al técnico Abelino Cota Castro por su valioso apoyo en campo y a las personas de las poblaciones de Ligüi y Loreto por su hospitalidad y ayuda con las lanchas.

LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 1999. Programa de Manejo de las Islas del Golfo de California. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 216 pp.
- ANÓNIMO. 2005. Convenio Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre. 2005. página de Internet: <http://www.cites.org/>.
- BARETTINO, D., Vallejo, M. y Gallegos, E. 1999. Towards the Balances Management and Conservation of the Geological Heritage in the New Millenium. Sociedad Geológica de España. Madrid, Spain: 459 pp.
- BARETTINO, D., W. A. P. Wimbleton y E. Gallegos. 2000. Geological Heritage: its Conservation and Management: Instituto Tecnológico Geominero de España: Madrid, Spain. 212 pp.
- CARREÑO, A. L. y J. Helenes. 2002. Geology and ages of the islands. Pp14-40. En: Case, T. J.; M. L. Cody y E. Ezcurra (editores). Island Biogeography of the Sea of Cortés. Oxford Unive. Press. Nueva York.
- CASE, T. J. M. L. Cody y E. Ezcurra. 2002. Island Biogeography of the Sea of Cortés. Oxford Unive. Press. Nueva York. 669 pp.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 85 pp.

- GARCÍA, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Koeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 2ª Ed. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. México. 252 pp.
- GARCÍA, F. O. 1993. Influencia de la dinámica del paisaje en la distribución de las comunidades vegetales en la cuenca del río Zapotitlán, Puebla. Centro de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 53-70.
- GASTIL, R. G. y D. Krummenacher. 1977. Reconnaissance geology of coastal Sonora between Puerto Lobos and Bahía Kino. Geological Society of American Bulletin 88: 189-198.
- GASTIL, R. G. y J. Minch y R. P. Phillips. 1983. The geology and ages of islands. In: T. J. Case y M. L. Cody (eds.), Island Biogeography in the sea of Cortez. University of California Press. Berkeley. 13 -15.
- KEY, L. J., L. F. Delph, D. B. Thompson y E. P. Van Hoo-genstyn. 1984. Edaphic and the perennial plant community of Sonora Desert Bajada. Southwestern Naturalist. 29:211-222.
- KREBS, C. J. 1989. Ecological Methodology. Harper & Row, New York. 268-290 p.
- LÓPEZ, R. B. y F. O. Morales. 1993. Ecología del paisaje en la parte noroccidental de la Sierra Nevada. Investigaciones Geográficas: Boletín- Instituto de Geografía, UNAM. Special Issue. 75-87.
- MCAULIFFE, J. R. 1991. Demographic shifts and plant succession along a late Holocene Soil chronosequence in the Sonoran Desert of Baja California. Journal of Arid Environment. 20: 165-178.
- MCAULIFFE, J. R. 1994. Landscape evolution, soil formation and ecological patterns and processes in Sonora Desert Bajadas. Ecological Monographs. 64: 111-148.
- MUELLER-DOMBOIS, D. 1999. Biodiversity and environmental gradients across the tropical Pacific Islands: A new strategy for research and conservation. Naturwissenschaften. 86 (6):253-261.
- OSBORNE, R. A. L. 2000. Geodiversity: "green" geology in action. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. 122: 149-173.
- OSORIO, O. B., A. Valiente-Banuet, P. Dávila y R. Medina. 1996. Tipos de vegetación y diversidad beta en el valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. Bol. Soc. Bot. 59: 35-58.
- RADHAKRISHNAN K., A. G. Pandurangan., S. Rajasekharan y P. Pushpangadan. 1998. Ecofloristic studies of Lakshadweep Islands, India. Journal of Economic and Taxonomic Botany. 22 (1): 37-48.
- RZEDOWSKI, J. 1981. Vegetación de México. Ed. Limusa, D. F. 186 pp.
- SALM R. y R. CLARK. 1994. A Guide for Managing Marine Protected Area. I. U. C. N. Gland, Switzerland. 222 pp.
- SHARPLES, C. 1998. Concepts and Principles of Geoconservation. Tasmania, Australia: Parks and Wildlife Services. Department of Environment and Land Management. Tasmania, Australia. 86 pp.
- SHREVE, F. y I. L. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. 2 vols. Stanford University Press. 1740 pp.
- VALIENTE-BANUET, A., P. Dávila., M. C. Arizmendi., J. L. León., A. Breceda, y J. Cancino. 1995. Influencia de la evolución de una pendiente de piemonte en una vegetación de cardonal de *Pachycereus pringlei* en Baja California Sur, México. Investigaciones Geográficas. Número especial. 3: 101-113.
- WIGGINS, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. 1706 pp.
- WILSON, C. 1994. Hearth heritage honservation. Milton Keynes, UK. The Open University: 222 pp.

Comportamiento productivo y calidad de la canal de pollos de engorda suplementados con ácidos fúlvicos

Productive behavior and quality carcass of the chicken broiler supplemented with fulvic acids

Héctor Chávez-Morales¹, José Eduardo García-Martínez^{2*},
Miguel Mellado-Bosque², Antonio Aguilera-Carbó²

¹Alumno del Programa de Posgrado en Producción Agropecuaria, ²Departamento de Nutrición Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923. Buenavista, Saltillo, Coah., México. CP 25315, Tel.: +52-844-411 0324. E-mail: egarcia@uaaan.mx [*Autor responsable].

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la adición de ácidos fúlvicos (AF) en la dieta de pollos de engorda sobre su comportamiento productivo. Para ello se emplearon cinco dosis: 0, 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4% de AF en el alimento, para evaluar la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CMS), conversión alimenticia (CA) y la calidad de la canal (proteína cruda PC y grasa GC) en la pechuga y pierna + muslo. Se utilizaron 180 pollos machos de un día de edad, de la línea Ross 308, con una etapa de producción de 42 días. Las dietas fueron a base de maíz y harina de soya, más una premezcla de vitaminas, aminoácidos y minerales. Para el análisis estadístico de los resultados se empleó un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones para toda la etapa de producción. Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación demuestran que, al adicionar 2% de AF, se obtuvo una mejor respuesta en cuanto a CMS, GDP y CA, contrario a lo que sucedió en los demás tratamientos; asimismo, se observaron mejores niveles de proteína en la pechuga y una reducción de grasa en las principales piezas de la canal.

Palabras clave: pollos de engorda, AF, calidad de la canal, comportamiento productivo.

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the effect of fulvic acids (FA) in the diet of broiler chickens. The following doses were tested: 0, 0.1, 0.2, 0.3 and 0.4% AF in the diet on feed intake (FI), weight gain (WG) and feed efficiency (FE, feed/gain). Also, crude protein (CP) and fat (F) in main pieces of broiler chicken (breast and leg + thigh) were evaluated. 180 one-day-old male chickens from the Ross 308 line were fed during 42 days with diets based on corn, soybean meal and a premix (vitamins, amino acids and trace minerals). The sas program was used for statistical analysis of results, through a completely random design, for five treatments with three replications. Results obtained demonstrated that the best response in terms of WG, FE and carcass quality was obtained with the addition of 2% FA. Higher levels of CP were also observed in the chicken breast and a reduction of carcass fat was also obtained.

Key words: broilers, fulvic acids, carcass quality, productive behavior

INTRODUCCIÓN

La avicultura es una actividad pecuaria de gran importancia económica del país, con una tasa anual de crecimiento de 4.9% en los últimos diez años. Este sector se caracteriza por un consumo nacional aproximado de más de tres millones de toneladas, que representa más de 43% del consumo de carne en el país, por lo que ocupa el cuarto lugar mundial en la producción de carne blanca, debido especialmente por sus precios, los que resultan altamente competitivos con respecto a otros cárnicos. Este elevado crecimiento de la producción obedece a un fuerte nivel de tecnificación, similar al observado en países desarrollados, lo que se refleja en una alta eficiencia y en costos de producción bajos, a diferencia de otras áreas del sector pecuario (Sagarpa, 2009).

A la luz de la alta tecnificación, la industria avícola se ha obligado a buscar nuevas alternativas para la alimentación de los animales: aditivos nutricionales o no nutricionales que coadyuven al mejor desarrollo productivo y fisiológico del animal de forma orgánica, para así suprimir los aditivos de fármacos como promotores de crecimiento que usualmente están presentes en los alimentos de origen animal, lo cual lleva

a una mejor calidad del producto para el consumidor y, a la vez, a la reducción de los costos de producción con base en la nutrición; algunos de estos aditivos orgánicos son los ácidos fúlvicos (Giraldo *et al.*, 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se alimentaron 180 pollos machos de un día de edad, de la línea comercial Ross-Ross. La etapa de producción duró 42 días, la cual se dividió en dos fases experimentales: iniciación (del día 1 al 21) y finalización (del 22 al 42). Las dietas se elaboraron a partir de maíz, soya y melaza + [™]VIT-AA-MIN POLLO I y [™]VIT-AA-MIN POLLO II (Cuadros 1 y 2), a las que se les adicionó las dosis de: 0, 0.1, 0.2, 0.3, y 0.4% de ácidos fúlvicos.

Las variables estudiadas fueron: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia en los pollos de engorda y concentración de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y grasa (G) en las piezas principales: pechuga y pierna más muslo. Estas variables fueron analizadas en el laboratorio de nutrición animal por medio de la metodología AOAC (1980).

Cuadro 1. Composición de la dieta experimental en etapa de iniciación.

Ingredientes	Costo/kg	% en dieta
Maíz	5.20	39.415
Soya	7.00	44.159
Melaza	1.80	5.000
Aceite	15.00	3.881
Vitamina I	17.68	4.000
Pixafil	49.65	0.120
Metionina	56.30	0.157
CaCo ₃	1.00	1.738
Ca (H ₂ P ₀ 4) ₂	9.67	1.030
NaCl	1.20	0.500
Costo total por kilogramo= 6.79095		

Cuadro 2. Composición de la dieta experimental en etapa de finalización.

Ingredientes	Costo/kg	% en dieta
Maíz	5.20	48.540
Soya	7.00	35.580
Melaza	1.80	5.000
Aceite	15.00	3.560
Vitamina I	17.68	4.000
Pixafil	49.65	0.120
Metionina	56.30	0.420
CaCo ₃	1.00	1.740
Ca (H ₂ P ₀ 4) ₂	9.67	0.540
NaCl	1.20	0.500
Costo total por kilogramo= 6.71583		

En el análisis estadístico se empleó un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones para cada una de las etapas (iniciación y finalización), con 12 pollos para cada repetición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento productivo

Los efectos de AF sobre el comportamiento productivo durante la etapa de producción: consumo de materia seca (CMS), ganancia de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA) se detallan en el Cuadro 3. Estos datos muestran efectos significativos ($P < 0.05$) para la adición de AF sobre CMS, GDP y CA. En el mismo cuadro se presentan los resultados de la calidad de la canal: proteína cruda en pechuga (PCPe), grasa cruda en pechuga (GCPe), proteína cruda en pierna y muslo (PCPi+Mu), grasa cruda en pierna y muslo (GCPi+Mu). Estos datos muestran efectos significativos ($P < 0.05$) para la adición de AF sobre PCPe, GCPe y GCPi+Mu, mientras que para PCPi+Mu no se observaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$).

Con la dosis de 0% de AF se registró el mayor CMS, con una media 4.5 kg/ave, mientras que el tratamiento que contenía 0.4% mostró la media más baja, con 3.7 kg/ave. El incremento progresivo de la

dosis de AF en la dieta de los pollos, disminuyó el consumo de materia seca (Figura 1). Los resultados observados en el presente estudio concuerdan con los registrados por Ozturk *et al.* (2012), quienes reportan una disminución en el CMS en pollos de engorda (1-42 días) al incrementar la dosis desde 0, 0.5, 1.0 y 1.5 g/kg de SH. Algo semejante observaron Kucukersan *et al.* (2005), quienes encontraron efectos significativos al adicionar 60 g ton⁻¹ de SH sobre la producción de huevo en gallinas de postura; también observaron una disminución del CMS al adicionar SH, con lo que obtuvieron una mejor CA KgA/KgH para el tratamiento que contenía SH.

Por su parte, Arafat *et al.* (2015) señalan que la adición de SH, a una dosis de 2.0, 4.0 y 6.0 mg kg⁻¹, no afectó el CMS en gallinas de postura. De igual manera, Ozturk *et al.* (2014) demostraron que, al añadir dosis de 7.5, 15.0 y 22.5 g/kg de SH sobre el CMS en pollos de engorda, no se obtuvieron efectos significativos.

En relación con la GDP, también se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) con una media de 3.3 kg/ave para la dosis de 0.1% de AF, que fue la que presentó la mayor GDP, en comparación al resto de los tratamientos, mientras que la media más baja se presentó para la dosis de 0.4% de AF, con un valor de 2.5 kg/ave (Figura 2).

Cuadro 3. Comportamiento productivo y en canal, de pollos de engorda Ross 308, suplementados con diferentes niveles de ácidos fúlvicos adicionados a la dieta.

Variables	Adición de ácidos fúlvicos (%)					ECM
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	
Comportamiento productivo						
CMS (Kg/ave)	4.5 ^A	4.2 ^{AB}	3.9 ^B	3.8 ^B	3.7 ^B	0.029
GDP (Kg/ave)	3.1 ^{AB}	3.3 ^A	3.1 ^{AB}	2.9 ^A	2.5 ^C	0.012
CA (Kg/ave)	1.4 ^{CB}	1.3 ^{AB}	1.2 ^A	1.3 ^{AB}	1.5 ^C	0.008
Comportamiento en canal						
PCPe (%)	25.5 ^{CB}	27.8 ^A	27.8 ^A	27.0 ^{AB}	25.2 ^C	0.394
GCPe (%)	12.0 ^C	1.6 ^B	1.1 ^A	1.0 ^A	1.1 ^A	0.011
PCPi+Mu (%)	24	22.6	22.7	22.9	22.2	0.428
GCPI+Mu (%)	2.6 ^C	2.6 ^C	1.9 ^B	2.2 ^{CB}	1.4 ^A	0.022

CMS (Kg/ave)=Consumo de Materia Seca (kilogramos por ave). GDP (Kg/ave)=Ganancia de Peso (kilogramos por ave). CA (kgA/kgI)=Conversión Alimenticia (kilogramos de alimento por kilogramos de incremento). PCPe (%)=Proteína Cruda en Pechuga (Porciento). GCPe (%)=Grasa en Pechuga (Porciento). PCPi+mu (%)=Proteína Cruda en Pierna+muslo (Porciento). GCPI+mu (%)=Grasa en Pierna+muslo (Porciento).

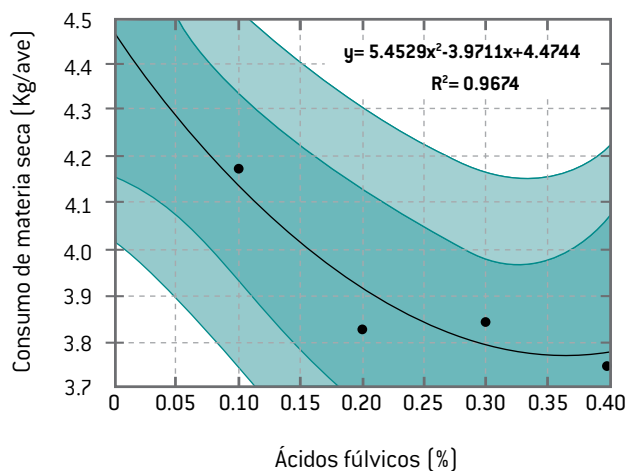


Figura 1. Consumo de materia seca en pollos de engorda Ross 308, suplementados con diferentes niveles ácidos fúlvicos adicionados a la dieta.

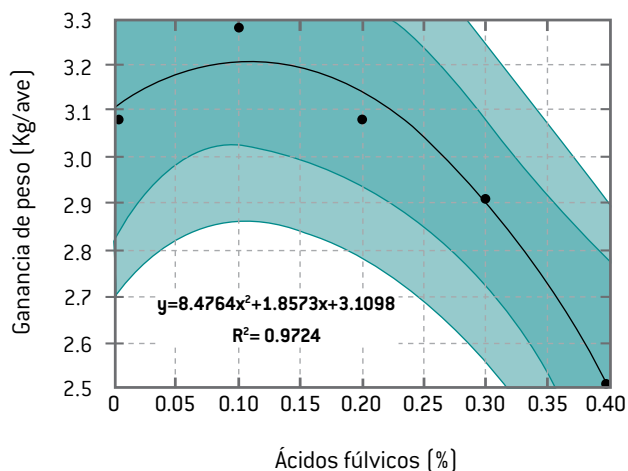


Figura 2. Ganancia de peso en pollos de engorda Ross 308, suplementados con diferentes niveles de ácidos fúlvicos adicionados a la dieta.

Estos resultados muestran un incremento en la GDP al adicionar 0.1% de AF, en comparación con el control (0%); sin embargo, al aumentar la dosis en: 0.2, 0.3 y 0.4%, la GDP se deprimió. Los datos de la presente investigación concuerdan con los de Ozturk *et al.* (2012), quienes observaron también mayores GDP conforme se añadían mayores dosis de SH: 0.5, 1.0 y 1.5%. Asimismo Mozafar *et al.* (2012) obtuvieron resultados significativos muy semejantes cuando adicionaron 0.3% de AH a la dieta de los pollos de engorda, pues tuvieron una media de 2.374 kg/ave, más elevada que la que presentó el testigo (0% de AH), en la cual la media fue de 2.147 kg/ave. De igual manera, Mirnawati *et al.* (2013) presentan resultados con la misma tendencia al añadir AH a la dieta de pollos de engorda, ya que lograron mayor GDP en las aves suplementadas. Así mismo Abdel (2012), con una adición de 20 ml/kg, encontró resultados significativos muy semejantes a los mencionados para la producción de codorniz japonesa, ya que se observó mayor GDP en las codornices suplementadas con respecto al control 0ml/kg.

La adición de AF afectó ($P < 0.05$) la CA, ya que se observó que la mejor CA se alcanzó con la dosis de 0.2% de AF, con una media de 1.2 kgA/KgI, mientras que la adición del 0.4% de AF presentó los valores más elevados con una media de 1.5 kgA/KgI, en comparación a los demás tratamientos. Estos datos demuestran que al adicionar AF en dosis bajas (0.1 y 0.2%) mejoran la CA, sin embargo, con dosis más elevadas (0.3 y 0.4%) disminuye sustancialmente (Figura 3).

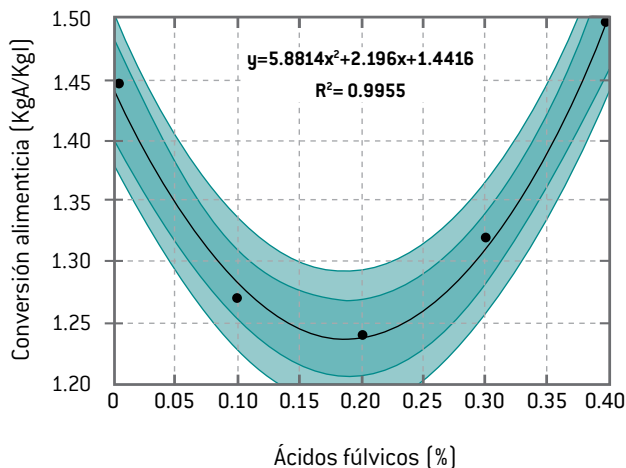


Figura 3. Conversión alimenticia en pollos de engorda Ross 308, suplementados con diferentes niveles de ácidos fúlvicos adicionados a la dieta.

Mozafar *et al.* (2012) reportan algo semejante, aunque ellos sólo estudiaron dosis hasta 0.3%, por lo que no se alcanzó a manifestar la disminución en la CA en dosis mayores (0.4%), tal como sucedió en este estudio. Por otra parte, Ozturk *et al.* (2012) también encontraron efectos significativos, ya que la inclusión de SH al 0.15% obtuvo una mejor CA para la etapa (0-42 días) en pollos de engorda, con una media de 1.80 (kgA/KgI). Así mismo, Ozturk *et al.* (2010) obtuvieron una media de 2.03 KgA/KgI, al adicionar 300 ppm de SH en la dieta de pollos de engorda, que fue la más baja en comparación del resto de los tratamientos. De igual manera, al adicionar 20 ml/kg de SH, Abdel (2012) obtuvo una mejoría en CA para la producción de codorniz japonesa, con una media de 2.30 ± 0.04 KgA/KgI, que fue más baja que la reportada por el testigo (0% de SH), que tuvo una media de 2.78 ± 0.05 KgA/KgI. Kucukersan *et al.* (2005) tuvieron efectos significativos al adicionar 60 g/ton sobre el alimento de las gallinas de postura, ya que obtuvieron una media de 2.18 ± 0.07 kgA/kgH, menor que la presentada por el testigo (0% de AH), cuya media fue de 2.33 ± 0.04 . Por otra parte, Ayhan y Dogan (2008), Kunavue y Lien (2012), Esenbuğa *et al.* (2008) y Ozturk *et al.* (2012) no encontraron diferencias significativas sobre la producción animal, al adicionar diferentes niveles de sustancias húmicas (AF o AH): 2.5 kg/ton, 200 ppm, 0.1, 0.2, 0.3% y 0.5, 1.0, 1.5 g/kg.

Los resultados obtenidos en esta investigación, sobre el comportamiento productivo probablemente se deban, según Abdel (2012), a que las sustancias húmicas pueden ser una alternativa eficaz para la salud del tracto gastrointestinal de los pollos de engorda, en el cual se forma una película protectora sobre la mucosa del epitelio que ayuda a reducir las infecciones y toxinas, y se asegura un mejor aprovechamiento de los nutrientes; también las SH pueden influir en el metabolismo de las proteínas y los carbohidratos en los microbios, lo que se traduce en una destrucción directa de las células bacterianas o partículas virales, lo cual ayuda a tener un mayor crecimiento en los pollos de engorda. Al respecto, Islam *et al.* (2005) experimentaron con la adición de sustancias húmicas en ratas que tuvieron un incremento de peso debido al aumento del epitelio ileal, lo cual se tradujo en un mejor consumo de alimento y en una mayor retención de nitrógeno. Por otra parte, Kocabağlı *et al.* (2002), Chang *et al.* (2014) y Vučkits *et al.* (2010) dedujeron que al utilizar sustancias húmicas (AF o AH) se podría aumentar la absorción

de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes debido a sus propiedades quelantes, lo cual promueve un incremento en el crecimiento de pollos de engorda.

Los resultados sobre las variables del comportamiento en canal mostraron que para la variable PCPe se obtuvieron efectos significativos ($P < 0.05$), con valores más altos en los tratamientos con dosis de 0.1 y 0.2% de AF, en los que se obtuvo una media igual para ambos de 27.8%; por otra parte, la adición de 0.4% de AF presentó una media con el valor más bajo en PCPe (25.2%)

Con respecto a los valores elevados de proteína que contiene la carne de pollo (Figura 4), es importante resaltar la importancia del consumo de carnes blancas, como lo menciona Sigler *et al.* (2015), ya que la carne de pollo es uno de los alimentos más nutritivos debido a esta característica, además de tener un costo relativamente bajo comparado con los cárnicos de mayor consumo. Al respecto, la FAO (2013) menciona que la carne de pollo no sólo proporciona una alta fuente de proteína barata y rica en aminoácidos esenciales como el ácido fólico, la lisina y la niacina entre otros, sino que también contiene vitaminas como B12 y vitamina K, lo que contribuye a un mejor desarrollo del cuerpo humano. Los datos observados en la presente investigación resultan interesantes debido a que se obtuvo un incremento de proteína y disminuyó la grasa al adicionar 0.2% de AF a la dieta de los pollos de engorda. Por otra parte, Ozturk *et al.* (2010) mencionan que al adicionar 150, 300 y 450 ppm de SH sobre el agua de bebida de los pollos de engorda no se mostraron efectos sobre

el incremento de PC en la pechuga; de igual manera, Ozturk *et al.* (2012) reportan efectos negativos al adicionar dosis de 0.5, 1 y 1.5 g/Kg de SH sobre la dieta de pollos de engorda, ya que obtuvieron como resultado una tendencia a disminuir el porcentaje de PC en la pechuga, al adicionar los niveles de SH antes mencionados.

Con relación a la GCPe, ésta también mostró resultados significativos ($P < 0.05$). Las dosis 0.2, 0.3 y 0.4% fueron iguales entre sí, mientras que las de 0.0 y 0.1% de AF fueron diferentes, con una media de 1.1% de GCPe, que a diferencia del tratamiento control (2.0%), disminuyó un 45% (Figura 5). La disminución de la grasa en las principales piezas de los pollos de engorda: pechuga y pierna+muslo, les da un valor más alto, ya que su consumo contribuye en una mejoría de la salud, mientras que las carnes con elevados niveles de grasa tienen un efecto contrario, como lo menciona la FAO (2013), que señala que al consumir grandes cantidades de grasa (más de 500 g/semana) puede ser nocivo para la salud; también menciona que la carne de pollo no contiene grasas trans, uno de los posibles factores causantes de enfermedades coronarias. De igual manera, Martínez y Mora (2010) explican que al consumir carne de pollo se obtiene una mayor cantidad de ácidos grasos monoinsaturados y una reducción al contenido de grasas saturadas, las cuales están asociadas a las enfermedades cardiovasculares. Haciendo hincapié a los datos obtenidos en el presente estudio, se mostró que al adicionar AF en la dieta hay una tendencia a reducir los niveles de grasa, según lo menciona Wang *et al.* (2008), quienes en-

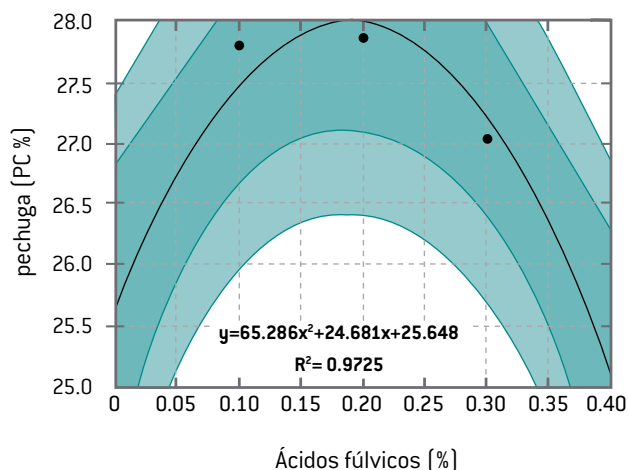


Figura 4. Porcentaje de proteína en pechuga en pollos de engorda Ross 308, suplementados con diferentes niveles de ácidos fúlvicos adicionados a la dieta.

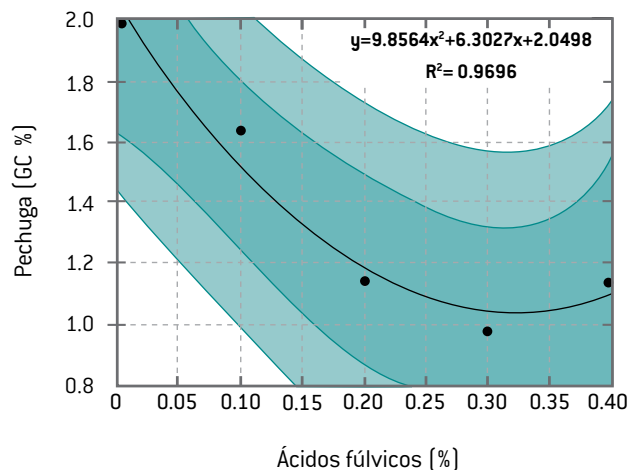


Figura 5. Porcentaje de grasa en pechuga en pollos de engorda Ross 308, suplementados con diferentes niveles de ácidos fúlvicos adicionados a la dieta.

contraron que al suministrar dosis de 5 y 10% de SH en cerdos decrecían los niveles de grasa de la canal, en comparación con el testigo (0% de SH).

Por otra parte, los resultados que se muestran en el presente trabajo no concuerdan con Ozturk *et al.* (2010), quienes no observaron efectos significativos al añadir dosis de 150, 300 y 450 ppm de SH sobre el agua de bebida de los pollos de engorda, ya que presentaron una media más alta con 2.81% de GC en pechuga para la dosis de 300 ppm, y una más baja en el testigo con 2.38% de GC en pechuga. De igual manera, Ozturk *et al.* (2012) no encontraron efectos significativos en su investigación al adicionar dosis de 0.5, 1 y 1.5 g/kg de SH en la dieta en pollos de engorda, pero a su vez observaron un descenso numérico de la grasa con respecto al testigo (0 g/kg), el cual obtuvo la media más alta con 2.81% de GC y la media más baja para la dosis 1 g/kg con 2.67% de GC en pechuga. Así mismo, Kocabağlı *et al.* (2002) no observaron efectos significativos en los pollos de engorda al suministrarles cantidades de SH en dosis de 2.5 kg/ton de alimento en las diferentes etapas, ya que mostraron la media más baja para el control (0 kg/ton) con 1.97% de GC en la canal, y una media de 2.14% de GC en la canal entre las diferentes etapas. De igual forma, Ozturk *et al.* (2014) demostraron que al añadir dosis de 7.5, 15.0 y 22.5 g/kg de SH sobre el alimento no se obtuvieron resultados significativos para la disminución de la grasa en la canal, y también observaron en las medias una tendencia a incrementar los niveles de GC en la canal al aumentar las dosis de SH.

Para la variable PCPi+Mu no se encontraron diferencias significativas en comparación con los diferentes tratamientos, ya que presentó una media entre resultados de 22.56% de PCPi+Mu (Figura 6). Al analizar los resultados obtenidos en la presente investigación, éstos concuerdan con los encontrados por Ozturk *et al.* (2010), los cuales indican que al añadir 150, 300 y 450 ppm de SH sobre el agua de bebida de los pollos de engorda no se manifiestan efectos sobre el incremento de PC en el muslo. Del mismo modo, Nagaraju *et al.* (2014) demostraron que al incluir 0.05, 0.075 y 0.1% de AH en la dieta no se obtienen efectos significativos en el aprovechamiento de la PC en el metabolismo de los pollos de engorda.

Por otra parte, Ozturk *et al.* (2012), al adicionar 1.5 g/kg de SH sobre el alimento reportaron un incremento sobre la PC en la canal para el muslo, y obtuvieron una media de 17.59% de PC, la más alta en comparación con el resto de los tratamientos.

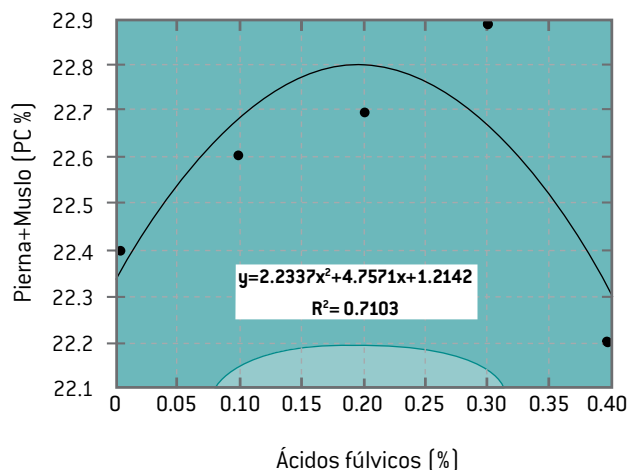


Figura 6. Porcentaje de proteína cruda en Pierna+Muslo en pollos de engorda Ross 308, suplementados con diferentes niveles de ácidos fólvicos adicionados a la dieta.

Por otro lado, para la variable GCPi+Mu, en esta investigación se encontró que con la dosis de 0.4% de AF se obtuvo una media de 1.4% de GC, la más baja respecto a los demás tratamientos, y en relación a la adición de 0 y 0.1% de AF los valores fueron los más altos, con una media de 2.6% de GC (Figura 7). Los resultados observados en el presente estudio concuerdan con los encontrados por Wang *et al.* (2008), quienes encontraron efectos significativos para la producción de cerdos al observar que, al suministrar dosis de 5 y 10% de SH, decrecían los niveles de grasa dorsal, en comparación con el testigo (0% de SH); algo semejante observaron Bai *et al.* (2013) al utilizar dosis de 0.1, 0.2, 0.4, y 0.6% de AF, ya que obtuvieron niveles más bajos para la grasa dorsal en cerdos, a diferencia del testigo (0% de AF). También dedujeron que al aumentar más las dosis (0.8% de AF) se volvían a incrementar los niveles de grasa. Por otra parte, Abdel (2012) también obtuvo resultados positivos al añadir SH en la dieta de codornices japonesas al encontrar que, a diferencia del testigo (0 ml/kg de SH), con dosis de 10, 20 y 30 ml/kg de SH disminuía la grasa de la canal.

Por otra parte, los datos encontrados en el presente trabajo no concuerdan con los reportados por Nagaraju *et al.* (2014), en los cuales observaron que al añadir cantidades de AH en dosis de 0.05, 0.075 y 0.1% no influyeron sobre la grasa abdominal de los pollos de engorda. Asimismo, Kocabağlı *et al.* (2002) observaron que la suministrando de SH en dosis de 2.5 kg/ton de alimento no afectó la grasa abdominal de los pollos de engorda.

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre el comportamiento en canal probablemente se deban, según Ozturk *et al.* (2010), a que las sustancias húmicas deprimen la ingesta de alimento. A menor cantidad de energía metabolizable y proteína ingerida, menor cantidad de energía producida y acumulada sobre la canal. Por otra parte, Chang *et al.* (2014) concluyeron que la suplementación con AF en la dieta disminuyó el espesor de grasa dorsal de los cerdos en la etapa de finalización, y que la reducción está relacionada con los AF como responsables del aumento de la actividad de la lipasa sensible a hormonas (HSL), y de la disminución de la actividad de la lipoproteína lipasa (LPL) en el tejido adiposo. Al respecto, Wang *et al.* (2008) mencionan que las sustancias húmicas podrían influir sobre la distribución de lípidos y proteínas. Finalmente, los resultados inconsistentes observados entre los diferentes estudios pueden atribuirse principalmente al tipo de SH (AH, AF, humatos) utilizadas en cada investigación, así como a los diferentes niveles de adición, especies, edades, sexo, dieta establecida y duración de la suplementación.

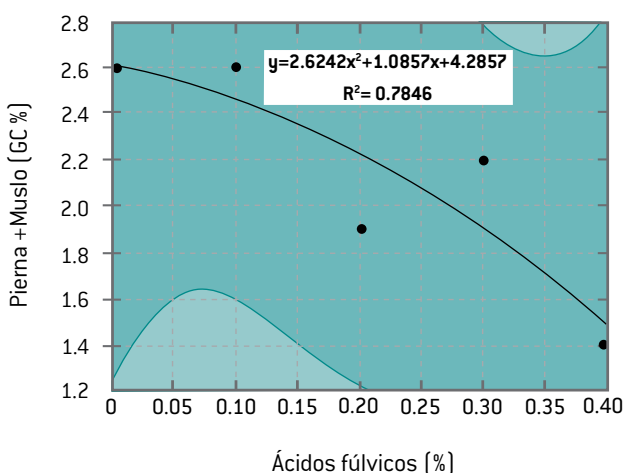


Figura 7. Porcentaje de grasa cruda en Pierna+Muslo en pollos de engorda Ross 308, suplementados con diferentes niveles de ácidos fúlvicos adicionados a la dieta.

CONCLUSIONES

Con la adición del 2% de ácidos fúlvicos se obtuvo la mejor respuesta en cuanto a CMS, GDP y CA, a la vez que se observaron los mejores niveles de proteína y una reducción de grasa en las principales piezas de la canal de los pollos.

Por otra parte, se detectó que los ácidos fúlvicos pueden ser una nueva alternativa como aditivos alimenticios orgánicos que pueden sustituir a los fármacos como promotores de crecimiento, ya que se obtiene una mejor calidad de carne para el consumidor, a la vez que se reducen los costos de producción.

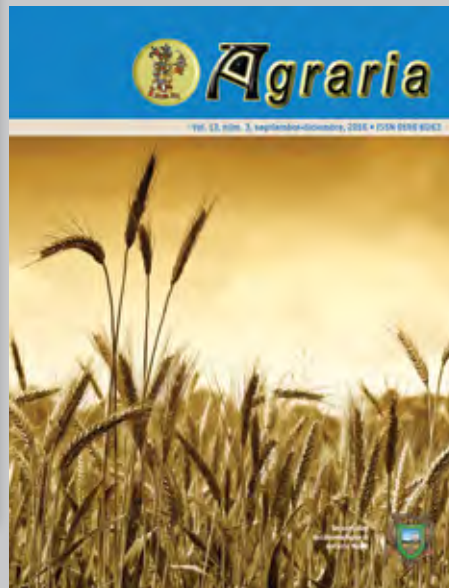
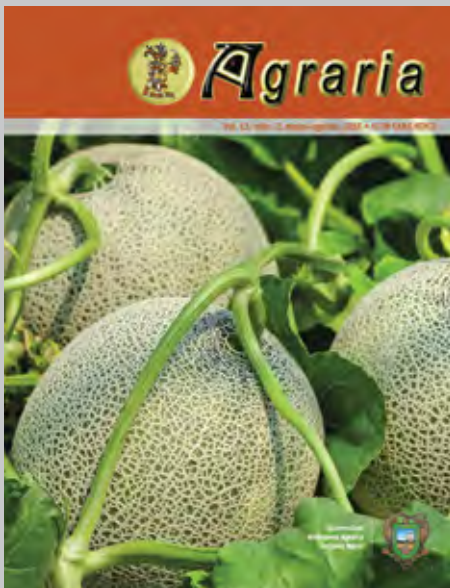
LITERATURA CITADA

- ABDEL-M.A.A. 2012. Effect of dietary humic substances supplementation on performance and immunity of japanese quail. *Egypt. Poult. Sci.* 32: 645-660.
- ARAFAT, R., S. Khan, G Abbas, and J. Iqbal. 2015. "Effect of Dietary Humic Acid via Drinking Water on the Performance and Egg Quality of Commercial Layers." *American Journal of Biology and Life Sciences* 3: 26-30. <http://www.openscienceonline.com/journal/ajbls>.
- AYHAN, C. y S. Dogan. 2009. The effects of humates on fattening performance, carcass quality and some blood parameters of broilers. *Journal of Animal Veterinary Advances* 8: 282-284.
- BAI, H. X., Q. F. Chang, B. M. Shi, y A. S. Shan. 2013. Effects of fulvic acid on growth performance and meat quality in growing-finishing pigs. *Livest. Sci.* 158: 118-123.
- CANELLAS, L.P., Olivares F.L., Aguiar N.O., Jones D.L., Nebbioso A., Mazzei P y Piccolo A. 20015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. Elsevier B.V. G Model Horti-6040, 13 p.
- CAMPOS, A., S. Salguero, L. Albino y H. Rostagno. 2008. Aminoácidos en la Nutrición de Pollos de Engorde: Proteína ideal. Congreso de Colegio Latinoamericano de Nutrición Animal. Cancún, México.
- CANCHO, B., M.S. García y J. Silma. 2000. El uso de los antibióticos en la alimentación animal: perspectiva actual. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 3: 39-47.
- CHANG, Q., Z. Lu, M. He, R. Gao, H. Bai, B. Shi and A. Shan. 2014. Effects of dietary supplementation of fulvic acid on lipid metabolism of finishing pigs. *Institute of Animal Nutrition, Northeast Agricultural University. Journal of Animal Science.* 92: 4921-4926.
- CHURCH, D.C., W.G. Pond y K.R. Pond. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México. Limusa. 2010.
- CARRO, M. D. y M. J. Ranilla. 2002. Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas. Departamento de Producción Animal I, Universidad de León, España.
- CARPENA, O. (1969). Estado actual de la química de las sustancias húmicas. Discurso leído en la solemne apertura del curso académico 1969-1970.

- DHANAPAL S. y Sekar D. 2013. Humic acids and its role in plant tissue culture at low nutrient level. *Journal of Academia and Industrial Research (JAIR)*. 2:338-340.
- ESENBUĞA, N., M. Macit, M. Karaoglu, M. I. Aksu, and O.C. Bilgin. 2008. "Effects of dietary humate supplementation to broilers on performance, slaughter, carcass and meat colour." *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88:1201-1207.
- FAO. 2013. *Revisión del desarrollo avícola*. ISBN 978-92-5-308067-0.
- FASSBENDER, H.W. *Química de suelos. Con énfasis en suelos de América Latina*. Instituto interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica. Editorial IICA. 1975.
- FND. 2014. *Financiera nacional de desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero*. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de la Información. Panorama de productos de ave.
- GIRALDO, M., C. A. Polo., J. E. Vargas., D. Salazar., A. F. Bustamante y W. Narváez. 2007. Acidificantes orgánicos como aditivos en la dieta de pollos de engorde. *Revista Colombiana de ciencias pecuarias. Rev. Ciencias Pecuarias*. 20:4., y E. Avila. 2011. Evaluation of three feeding programs for broilers based on sorghum- soybean diets with different protein percentages. *Vet. Méx.*42:4.
- ISLAM, K.M.S., A. Schuhmacher y J.M. Gropp. 2005. Humic Acid Substances in Animal Agriculture. *Pakistan Journal of Nutrition* 4: 126-134.
- KOCABAGLI, N., M. Alp, N. Acar, R. Kahraman. 2002. The effects of dietary humate supplementation on broiler growth and carcass yield. *Poult. Sci*. 81: 227-230.
- KUCUKERSAN, S., A. Kucukersan, I. Colpan, E. Goncuoglu, Z. Reisli y D. Yesilbag. 2005. The effects of humic acid on egg production and egg traits of laying hen. *Vet. Med. Czech*. 50: 406-410.
- KUNAVUE, N. y T. F. Lien. 2012. Effects of Fulvic Acid and Probiotic on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Blood Parameters and Immunity of Pigs. *J Anim Sci Adv*. 2: 711-721.
- LÓPEZ, R., G. González., R.E. Vázquez., E. Sáenz., J.A. Vidales., R. Carranza y M. Ortega. 2014. Metodología para obtener AH y fúlvicos y su caracterización mediante espectrofotometría infrarroja. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm. 8*. pp. 1397-1407.
- MARTÍNEZ, T. y D. Mora. 2010. Conocimientos y opiniones sobre la carne de pollo de dos comunidades rural-urbana de Costa Rica. *Rev. Costar Salud Pública*; 19:3-11.
- MCDONALD, P., R.A. Edwards, J.F.D Greenhalgh, y C.A. Morgan. *Nutrición animal*. Quinta edición. Zaragoza España. Editorial Acribia. 1993.
- MCDONALD, P., R.A. Edwards., J.F.D Greenhalgh. Y C.A. Morgan. *Nutrición animal*. Sexta edición. Zaragoza España. Editorial Acribia, S.A. 2006.
- MCMURPHYA, G., C. Duffa, M. A. Harrisa, S. R. Sandersa, N. K. Chiraseb, C. R. Baileya y R. M. Ibrahima. 2009. Effect of Humic/Fulvic Acid in Beef Cattle Finishing Diets on Animal Performance, Ruminal Ammonia and Serum Urea Nitrogen Concentration. *Journal of Applied Animal Research* 35: 97-100.
- MIRANDA, S., H. Rincon, R. Muños, A. Higuera, A.M Arzalluz y H. Urdaneta 2007. Parámetros productivos y química sanguínea en pollos de engorde alimentados con tres niveles diéticos de harina de granos de frijol (*vigna unguiculata* (L.) walp.) durante la fase de crecimiento. *Revista Científica, FCV-LUZ* 17:150-160.
- MIRNAWATI, Y Rizal and, Y. Marlida. 2013. "Effects of Humic Acid Addition via Drinking Water on the Performance of Broilers Fed Diets Containing Fermented and Non-Fermented Palm Kernel Cake." *Archiva Zootechnica* 161:41-53.
- MIŚTA, D., A. Rząsa, T. Szmańko, W. Zawadzki, M. Styczyńska, A. Pinal, y B. Króliczewska. 2012. *Ann. Anim. Sci.* 12: 117-126.
- MORA, I. 2008. *Nutrición animal*. Editorial universal estatal a distancia San José Costa Rica.
- MOZAFAR, Seyed, S. M. Taklimi, Hassan Ghahri, and Mohammad Asadi Isakan. 2012. "Influence of Different Levels of Humic Acid and Esterified Glucomannan on Growth Performance and Intestinal Morphology of Broiler Chickens". *Agricultural Sciences* 3:663-668.
- NAGARAJU, R., B. S. V. Reddy, R. Gloridoss, B. N. Suresh y C. Ramesh. 2014. "Effect of Dietary Supplementation of Humic Acids on Performance of Broilers," *Indian Journal of Animal Sciences* 84: 447-452.
- NRC, National Research Council. 1994. *Nutrients Requirements of Poultry*. 9th. ed. National Academic Press, Washington D.C., pp. 155.
- OECD/FAO (2014). *OECD-FAO, Perspectivas Agrícolas 2014*, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2014-es.
- OZTURK, E. y Coskun L. 2006. Effects of humic acids on broiler performance and digestive tract traits. *Book of Abstracts of the 57th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*; Antalya, Turkey. p. 301.
- OZTURK, E., N. Ocak, I. Coskun, S. Turhan y G. Erener. 2010. Effects of humic substances supplementation provided through drinking water on performance, carcass traits and meat quality of broilers. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 94: 78-85.
- OZTURK, E., Ocak N., Turhan A., Erener G., Altop A. y Cankaya S. 2012. Performance, carcass, gastrointestinal

- tract and meat quality traits, and selected blood parameters of broilers fed diets supplemented with humic substances. *J. Sci. Food Agric.* 92: 59-65.
- OZTURK, E., I. Coskun, N. Ocak, G. Erener, M. Dervisoğlu, and S. Turhan. 2014. "Performance, Meat Quality, Meat Mineral Contents and Caecal Microbial Population Responses to Humic Substances Administered in Drinking Water in Broilers." *British Poultry Science* 55: 668-674.
- PEÑA, E.M., J. Havel y J. Patocka. 2005. Humic substance-compound of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *Journal of Applied Biomedicine* 3: 13-24.
- PESTI, G. 2009. Impact of dietary amino acid and crude protein levels in broiler feeds on biological performance. Department of Poultry Science. The University of Georgia, Athens 30602-2772.
- ROSALES, L. A., M. A. Segura., González G., Potisek M. C., Orozco J. A. y Preciado P. 2015. Influencia de los AF sobre la estabilidad de agregados y la raíz de melón en casa sombra. *Interciencia* 40: 317-323.
- ROSTAGNO, H. S., Albino, L.F.T., Donzeles, J.L. *et al.* 2011. Tablas Brasileñas para Aves y cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales. 3a ed. Viciosa. MG, Brasil. 259 p.
- SAGARPA. 2009. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo en México.
- SAGARPA. 2012. Aumentó 89.5% el consumo de carne por persona en México en dos décadas. Unidad de comunicación social delegación Jalisco. Boletín de prensa.
- SALVADOR, E. y V. Guevara. 2013. Desarrollo y validación de un modelo de predicción del requerimiento óptimo de aminoácidos esenciales y del comportamiento productivo en ponedoras comerciales. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 24: 264-276.
- SANMIGUEL, R.A. y I. S. Rondon. 2014. Supplementation with humic substances in laying hens during molt. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 9: 169-178.
- SHIMADA, A. nutrición animal. 2ª. ed. México, Trillas, 2009. Stevenson, F. J. 1982. Humus chemistry. Genesis, composition, reactions. John Wiley & Sons. Inc. New York, USA.
- STGLER, S., S. Gómez, A.D. Alarcón, L. Ángeles, E. Piña, A. Shimada y O. Mora. 2015. Efecto del ácido lipoico sobre parámetros productivos y calidad de la canal en el pollo de engorda. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 6: 207-219.
- STEVENSON, F. J. 1994. Humus chemistry. Genesis, composition, reactions. 2nd. ed. John Wiley & Sons. Inc. New York, USA.
- TRCKOVA, M., L. Matlova, H. Hudcova, M. Faldyna, Z. Zraly, L. Dvorska, V. Beran y I. Pavlik. 2005. Peat as a feed supplement for animals: a review. *Vet. Med. Czech*, 50: 361-377.
- TRONCOSO, H. 2015. El uso de aditivos en la alimentación de bovinos. Depto. de Nutrición Animal y Bioquímica, FMVZ, UNAM. Entorno Ganadero N° 46, BM Editores.
- VUCKITS, A. V., I. Hullár, A. Bersényi, E. Andrásófszky, M. Kulcsár, and J. Szabó. 2010. "Effect of fulvic and humic acids on performance, immune response and thyroid function in rats." *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94:721-728.
- WANG, Q., Y. J. Chen, J. S. Yoo, H. J. Kim, J. H. Cho, and I. H. Kim. 2008. "Effects of Supplemental Humic Substances on Growth Performance, Blood Characteristics and Meat Quality in Finishing Pigs." *Livestock Science*. 117:270-274.

PUBLICACIONES 2016-2017



Agraria está indizada, desde 2006, en Latindex [Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal]; en la base de datos PERIÓDICA [de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México D. F.]; y en 2007 fue incluida en la base de datos del Centro Internacional de Investigación Científica [CIRS].



**Universidad
Autónoma Agraria
Antonio Narro**

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dirección de Investigación. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, C.P. 25315,

Saltillo, Coah., México

E-mail: agraria_ne@uaaan.mx

Tel. +52 (844) 411 02 12 y 411 02 80, ext. 2003. Fax +52 (844) 411 02 11



- 43** Calidad fisiológica de la semilla de maíz, bajo el efecto del desespigue y diferentes densidades de población
Physiological quality of corn seed under the effect of detasseling and different population densities
Humberto de Jesús Moreno-Solano, Leila Minea Vásquez-Siller, Leopoldo Arce-González, María Cristina Vega-Sánchez
- 51** Efecto del horario de pastoreo extensivo y un antihelmíntico sobre la carga parasitaria gastrointestinal en pequeños rumiantes
Grazing schedule and antihelmintic effect over gastrointestinal parasite burden in small ruminants
Fernando Ruiz-Zárate, Osciel Fabela-Castorena, Armando Jacinto Aguilar-Caballero, Raquel Olivas-Salazar, Jesús Manuel Fuentes-Rodríguez, Ana Verónica Charles-Rodríguez
- 59** Efectos genéticos en cruizas de variedades de tomate y su reacción a *Fusarium*
Genetic Effects in Tomato varieties and their F1 crosses and their reaction to *Fusarium*
Julio Narcizo Ek-Maas, Alfonso López-Benítez, José Espinoza-Velázquez, Fernando Borrego-Escalante
- 71** Flora de la isla Monserrat, Baja California Sur, México
Flora of the Island Monserrat, Baja California Sur, México
Víctor Ortiz-Ávila, Gustavo Alberto Arnaud-Franco, Eduardo Estrada-Castillón, Miguel Ángel Mellado-Bosque, Eloy Alejandro Lozano-Cavazos, Guillermo Romero-Figueroa y José Ángel Villarreal-Quintanilla
- 79** Comportamiento productivo y calidad de la canal de pollos de engorda suplementados con ácidos fúlvicos
Productive behavior and quality carcass of the chicken broiler supplemented with fulvic acids
Héctor Chávez-Morales, José Eduardo García-Martínez, Miguel Mellado-Bosque, Antonio Aguilera-Carbó

Agraria es una publicación cuatrimestral de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, creada para difundir resultados de investigación nacionales e internacionales, originales e inéditos, escritos en español e inglés, sobre temas relacionados con las ciencias agrícolas, pecuarias y forestales, incluyendo las áreas de ingeniería, agro industria, biotecnología y socioeconómicas. Estos materiales pueden ser artículos científicos, notas de investigación o ensayos científico. Los materiales que se envíen para su publicación deberán ceñirse a las normas editoriales y estarán sujetos a estricta revisión por pares, como requisito previo a su publicación.

