



Agraria

Vol. 13, núm. 3, septiembre-diciembre, 2016 • ISSN 0186 8063



Universidad
Autónoma Agraria
Antonio Narro





Revista científica de la Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro, vol. 13, núm. 3, septiembre-diciembre, 2016.

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 Ruiz

Edición

Delirio. Servicios Editoriales



Diseño y formación

Leticia Hernández

Cuidado de la edición

Anastasia Rodríguez

Apoyo editorial

Omar Soto Cepeda

Fotografía de portada: Shutterstock

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. 13, núm. 3, septiembre-diciembre 2016, 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 septiembre de 2016, y consta de 200 ejemplares.



CONTENIDO

PÁGINA

73

Conductividad eléctrica y tasa de imbibición de semillas de trigos forrajeros

Electrical conductivity and seed imbibition rate of seed wheat

Miguel Ángel Valdez-Hernández, María Alejandra Torres-Tapia,

Víctor Manuel Zamora-Villa, Modesto Colín-Rico, Mario Ernesto Vásquez-Badillo

79

Descripción varietal de tres genotipos de trigo forrajero para el noreste de México

Varietal description of three fodder wheat genotypes for northeast México

María Alejandra Torres-Tapia, Miguel Ángel Valdez-Hernández,

Víctor Manuel Zamora-Villa, Modesto Colín-Rico, Mario Ernesto Vásquez-Badillo

87

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, Osciell Fabela-Castorena, Armando Jacinto Aguilar-Caballero,

Raquel Olivas-Salazar, Jesús Manuel Fuentes-Rodríguez, Ana Verónica Charles-Rodríguez

95

El rango social de las cabras anovulatorias no afecta su respuesta estral al ser sometidas al efecto macho

The social rank goats not affect their estrous response when are subjected to the male effect

Andrés Sánchez-Hernández, Fernando Wenseslao-Ortiz, Reynaldo Flores,

José A. Flores-Cabrera

101

Producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* mill) hidropónico en un invernadero y parcela a campo abierto con riego automatizado

Production of hydroponic tomato (*Lycopersicon esculentum* mill) in a greenhouse and open field plot with automatized irrigation

Rocío de Jesús Díaz-Aguilar, Ofelia Begovich-Mendoza, Ricardo Casas-Carrillo,

Mario Ángel Siller-González Pico, Javier Ruiz-León

Conductividad eléctrica y tasa de imbibición de semillas de trigos forrajeros

Electrical conductivity and seed imbibition rate of seed wheat

Miguel Ángel Valdez-Hernández¹, María Alejandra Torres-Tapia^{2*},
Víctor Manuel Zamora-Villa³, Modesto Colín-Rico³,
Mario Ernesto Vásquez-Badillo²

¹Maestría en Tecnología de Granos y Semillas, ²Centro de Capacitación de Tecnología de Granos y Semillas, ³Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 25315. Tel. (844)4110377 y 78. E-mail: atorres_tapia@hotmail.com
[*Autor responsable].

RESUMEN

Con el propósito llevar a cabo este estudio para determinar la tasa de imbibición, el volumen de agua absorbida y la conductividad eléctrica para obtener su respuesta y valor máximo, se seleccionaron cinco trigos (cuatro líneas forrajeras y una variedad de grano), los cuales se evaluaron en condiciones de laboratorio, a intervalos de cuatro horas, bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Los datos se analizaron como completamente al azar para cada lectura, y como parcelas divididas en completamente al azar para el conjunto de éstas; se consideraron las lecturas como parcela grande y genotipos como parcela chica. Los resultados mostraron significancia ($p < 0.01$) entre lecturas y genotipos para las tres variables, y hubo significancia en la interacción lecturas-genotipos para conductividad eléctrica. La respuesta del agua absorbida fue lineal, mientras que para la tasa de imbibición y la conductividad eléctrica, la respuesta fue de tipo cuadrático. Los valores máximos de la tasa de imbibición en los trigos oscilaron entre las 9.58 y 13.56 horas. La conductividad eléctrica se presentó entre 6.93 y 9.87 horas. Hubo altas correlaciones positivas y significativas entre las tres variables, por lo que se concluyó que, dada la alta correlación positiva y significativa entre la tasa de imbibición y la conductividad eléctrica, cualquiera de ellas puede usarse como indicador de la otra.

Palabras clave: conductividad eléctrica, tasa de imbibición, semilla, trigo

ABSTRACT

Five wheat (four forage lines and a variety of grain) were used to determine the rate of imbibition, water volume absorbed and electrical conductivity for its response and maximum value. They were evaluated in laboratory conditions under a completely random design with three repetitions at intervals of four hours. Data were analyzed as a completely random for each reading and divided into completely random for all readings taken, taking readings as large plot and genotypes as small plot plots. The results showed significant ($p < 0.01$) between readings and genotypes for the three variables and there was significance in the reading * interaction genotypes for electrical conductivity. The response was linear absorbed water, while the rate of imbibition for the electrical conductivity and the response was quadratic. The maximum values of the rate of imbibition wheat ranged between 9.58 and 13.56 hours. The electrical conductivity is provided between 6.93 and 9.87 hours. High significant positive correlations were found between the three variables, concluding that given the high positive and significant correlation between the rate of imbibition and electrical conductivity either may be used as another indicator.

Key words: electrical conductivity, imbibition rate, seed, wheat.

INTRODUCCIÓN

El fitomejoramiento produce genotipos con nuevas combinaciones de genes cuyo potencial genético está contenido y es transmitido mediante la semilla, estructura que, sin lugar a dudas, es uno de los componentes esenciales de la agricultura (Copeland y McDonald, 2001). Otro componente vital para la producción agrícola es el agua, sin la cual es imposible la germinación.

La germinación es un proceso que inicia con la imbibición de la semilla y termina con la emergencia de la nueva plántula. La imbibición se caracteriza por la rápida hidratación de la semilla, la cual tradicionalmente se calcula al medir el porcentaje de incremento de peso a través del tiempo, con respecto al peso inicial.

En algunos cultivos, la tasa de imbibición no se relacionó con el porcentaje de germinación (Méndez-Natera *et al.*, 2008), y en otros se ha encontrado respuesta en invernadero y laboratorio, pero no en condiciones de campo (Giri y Schillinger, 2003). Durante la imbibición se presenta una lixiviación de sustancias desde la semilla, principalmente potasio, fosfatos, azúcares y aminoácidos (Schmidt y Tracy, 1989); la cantidad de estos electrolitos se mide por la conductividad eléctrica (CE), que se ha evaluado como un método para medir la viabilidad y vigor de plántulas en trigo y otros cultivos. Al respecto, existen estudios en los que se correlaciona el incremento de la CE con un decremento de la germinación y vigor de la semilla en varias especies, y otros en los cuales las semillas con baja viabilidad muestran alta conductividad eléctrica, debido probablemente a la falta de habilidad para reorganizar completa y rápidamente las membranas celulares durante el inicio de la imbibición (Tajbakhsh, 2000). Para ambas variables no se ha encontrado reporte donde se determine su valor máximo.

Con el acondicionamiento de la semilla se busca iniciar el proceso de germinación sin llegar a concluirlo; como procedimiento general, se hidrata parcialmente la semilla para luego secarla y, posteriormente, usarla en la siembra. Esta estrategia se usa sobre todo en regiones donde se siembra bajo condiciones de temporal, para asegurar el establecimiento del cultivo; sin embargo, no se tiene un sustento sólido respecto al tiempo óptimo de imbibición, aunque existen reportes en los que se señala que el trigo se acondiciona a intervalos de 12 horas (Giri y Schillinger, 2003). En este estudio se propone determinar la tasa de imbibición y conductividad eléctrica, y que los máximos

encontrados pudieran usarse como indicadores del tiempo de imbibición necesario para el adecuado hidroacondicionamiento de la semilla, los cuales son específicos para cada genotipo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los genotipos de trigo harinero evaluados en laboratorio constaron de cuatro líneas forrajeras: AN-236-99, AN-263-99, AN-363-09 y AN-373-09, todas ellas sin aristas en la espiga, y la variedad Bacanora, con barbas o aristas. Las líneas las desarrolló el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el propósito de obtener mayor producción de biomasa.

La determinación de la tasa de imbibición involucró el registro del peso inicial en gramos de 100 semillas, las cuales se colocaron en vasos de precipitado de 150 mL, a los que posteriormente se les agregó 100 mL de agua destilada; se les dejó imbibir a temperatura ambiente, y transcurridas cuatro horas, se les decantó el agua en una probeta graduada a través de un colador, para luego registrar el volumen sobrante del inicial; a la semilla se le quitó con papel absorbente el resto posible de agua superficial, se pesó nuevamente y se registró el peso adquirido en gramos. Una vez evaluado lo anterior, nuevamente se agregaron 100 mL de agua destilada a la semilla de cada repetición. Este proceso se realizó cada cuatro horas en todos los genotipos hasta observar una germinación fisiológica del 50% más uno, tomando la anotación del volumen absorbido y peso adquirido en este lapso. Para determinar la CE, antes de realizar el procedimiento de extracción y peso de la semilla descrito se usó un conductímetro marca Hanna HI 8733, y las lecturas se asentaron en micro Siemens por centímetro (mS/cm).

De cada genotipo se tuvieron tres repeticiones en un arreglo completamente al azar.

En cada lectura se calculó la tasa de imbibición como porcentaje de incremento de peso (W_f) con respecto al peso inicial (W_i). Como los genotipos mostraron distintos contenidos de humedad inicial (H_i), se ajustó cada cálculo (AA) con la fórmula empleada por Domínguez-Domínguez *et al.* (2007), expresándola finalmente como porcentaje, según la ecuación 1.

$$AA = \frac{wf - wi}{wi \left(1 - \frac{Hi}{100} \right)} \quad \text{Ecuación 1}$$

Para las tres variables determinadas en ambas especies, se realizaron análisis de varianza de cada lectura como un completamente al azar, y para el total de las lecturas se analizó como parcelas divididas en arreglo completamente al azar, considerando los tiempos de imbibición como parcela grande y los genotipos como parcela chica, con el fin de determinar la existencia de diferencias en el comportamiento de los genotipos y posible interacción con los tiempos de imbibición. Las medias se compararon mediante la prueba de diferencia mínima significativa (Steel y Torrie, 1996); con los promedios de las repeticiones en cada lectura se realizó un análisis de regresión para establecer el efecto del tiempo de humedecimiento sobre las variables, determinar el tipo de efecto presente y obtener su ecuación de predicción. De las ecuaciones de predicción para la tasa de imbibición y conductividad eléctrica se calculó su máximo mediante el método de la segunda derivada (Stewart, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza mostraron alta significancia entre genotipos y tiempos de imbibición para las tres variables evaluadas, y en la interacción tiempos por genotipos con la CE sólo se encontró significancia de ($p < 0.01$); tal interacción se explica con el comportamiento diferencial exhibido por los genotipos

AN-373-09 y AN-366-09, que iniciaron con alta CE y posteriormente la disminuyeron, en tanto que la línea AN-236-99 tuvo un comportamiento a la alza, que superó a las líneas antes mencionadas en las lecturas finales.

Se observó una tendencia en el comportamiento del genotipo AN-236-99 para las variables evaluadas: en el volumen de agua absorbida, las líneas AN-236-99 y AN-263-99 se ubicaron en el primer grupo de significancia (DMS al 0.05), seguidas de las AN-366-09 y AN-373-09 en el segundo grupo y, finalmente, la variedad Bacanora en el último grupo. En la tasa de imbibición, AN-236-99 se ubicó de nuevo en el primer grupo, seguida por Bacanora en el segundo y AN-373-09 en el tercero, en tanto que AN-263-99 y AN-366-09 se ubicaron en el último grupo estadístico. Esto puede visualizarse en la Figura 1, donde se aprecia que las dos líneas inferiores (AN-263-99 y AN-366-09) tuvieron prácticamente la misma tendencia, y el comportamiento de AN-236-99 fue superior en todos los tiempos en que se determinó la tasa.

Respecto a la CE, la variedad Bacanora se ubicó en el primer grupo de significancia, seguida de las líneas AN-373-09, AN-366-09 y AN-236-99 en el segundo y con la AN-263-99 en el tercer y último grupo. Estos comportamientos se aprecian en la Figura 2. Es interesante hacer notar que la determinación de las variables en los trigos se realizó hasta llegar a las 26 horas, tiempo en el cual todos los

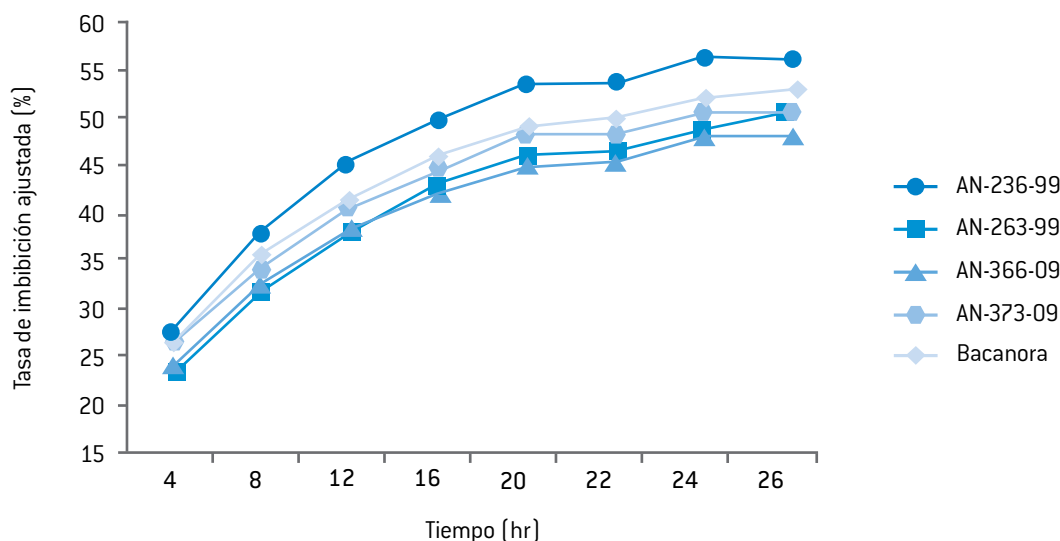


Figura 1. Tasa de imbibición ajustada por el contenido de humedad de la semilla de los genotipos de trigo.

genotipos alcanzaron el 50 más uno de porcentaje de germinación, aunque existieron genotipos como AN-236-99, AN-366-09 y AN-373-09 que finalizaron el proceso en 24 horas.

Los análisis de regresión mostraron una tendencia lineal para el volumen de agua absorbida, en tanto que para la tasa de imbibición y la conductividad eléctrica de los genotipos de trigo mostraron que la respuesta fue de tipo cuadrático (Cuadro 1), con coeficientes de determinación superiores al 0.95. Méndez-Natera *et al.* (2008) reportan una respuesta cuadrática y valores de $R^2 = 90.9$ para maíz, lo cual coincide con el presente estudio. Al obtener el valor máximo de las anteriores respuestas, se obtuvo que la máxima tasa de imbibición se presentó entre las 9.58 y 13.56 horas, correspondientes a los genotipos AN-236-99 y AN-263-99, respectivamente.

La CE también presentó una tendencia cuadrática, y sus valores máximos se ubicaron entre las 6.93 y 9.87 horas, correspondientes a las líneas AN-366-09 y AN-236-99, respectivamente, lo que concuerda con Ashraf *et al.* (2001), quienes indican que la lixiviación es más rápida durante las etapas tempranas de imbibición. Para estos genotipos de trigo, la proporción de la CE sobre la tasa de imbibición osciló entre 64.77% (AN-366-09) y 103.03% (AN-236-99), lo que indica que la máxima CE ocurrió desde un 64.77% menos del tiempo necesario para alcanzar la máxima tasa de imbibición.

Estos resultados caracterizan a la AN-236-99 como un genotipo que posee una alta tasa de imbi-

ción cuyo máximo ocurre inclusive antes de alcanzar el máximo de CE, lo cual puede deberse a la falta de habilidad para reorganizar completa y rápidamente las membranas celulares durante el inicio de la imbibición, tal como lo señala Tajbakhsh (2000).

La correlación general entre las variables evaluadas, varió desde un $r=0.83$ entre el volumen de agua absorbida y la conductividad eléctrica, hasta un $r=0.93$ entre la tasa de imbibición y la CE, en tanto que la correlación entre la tasa de imbibición y el volumen de agua absorbida se encontró una $r=0.90$, todas positivas y significativas.

Al obtener la correlación entre la tasa de imbibición y la CE para cada genotipo, se encontró un valor positivo y significativo de $r=0.98$ para los genotipos AN-366-09 y AN-373-09, en tanto que el valor positivo de $r=0.99$ lo alcanzaron la línea AN-263-99 y Bacanora, mientras que la línea AN-236-99 mostró una correlación perfecta y positiva ($r=1.00$) entre estas variables.

Estos resultados sugieren que, dada la positiva y alta correlación encontrada entre las variables evaluadas, cualquiera de ellas puede usarse como un indicador del comportamiento de la variable de interés para el investigador, o bien usar alguna de ellas para calcular indirectamente el comportamiento de la otra variable.

La ocurrencia de la máxima tasa de imbibición pudiera marcar un punto de saturación inicial y el tramo de arranque de una segunda etapa del proceso de germinación (actividad enzimática), acerca de lo

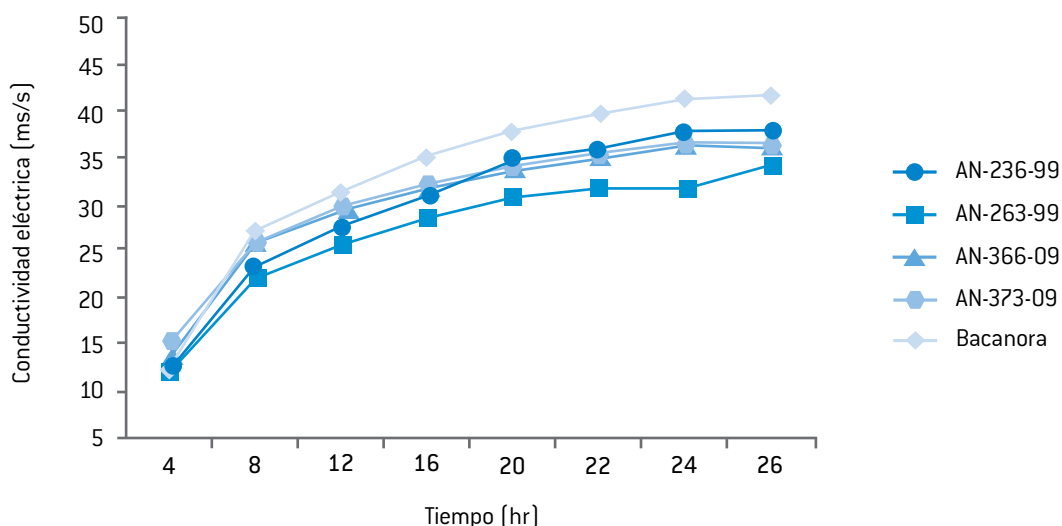


Figura 2. Conductividad eléctrica de los genotipos de trigo evaluados.

Cuadro 1. Funciones de respuesta de la tasa de imbibición y conductividad eléctrica, coeficientes de determinación (R²) y tiempo donde se presentó la máxima respuesta (T.Max.) en genotipos de trigo.

Genotipo	Respuesta	R ²	T. Max.
Tasa de imbibición			
AN-236-99	$32.542 + 1.092X - 0.057 X^2$	0.996	9.58
AN-263-99	$25.642 + 1.058X - 0.039 X^2$	0.994	13.56
AN-366-09	$27.504 + 0.920X - 0.043 X^2$	0.993	10.70
AN-373-09	$29.675 + 0.951X - 0.043 X^2$	0.997	11.06
Bacanora	$29.477 + 1.025X - 0.043 X^2$	0.995	11.92
Conductividad eléctrica			
AN-236-99	$16.803 + 0.967X - 0.049X^2$	0.983	9.87
AN-263-99	$17.324 + 0.742X - 0.040X^2$	0.976	9.27
AN-366-09	$21.250 + 0.749X - 0.054X^2$	0.955	6.93
AN-373-09	$21.746 + 0.726X - 0.050X^2$	0.967	7.26
Bacanora	$19.898 + 1.028X - 0.060X^2$	0.966	8.57

cual es necesario realizar más estudios; al respecto, Méndez-Natera *et al.* (2008) sólo la mencionan como un periodo de retraso en la absorción de agua (Fase II del proceso de germinación), mismo que puede presentarse también en semillas muertas y latentes, pero al contrario de semillas que están en proceso de germinación, ellas no entran en la Fase III, la cual está asociada con la protrusión de la radícula.

En este estudio las semillas no presentaron latencia y se propone que el tiempo de ocurrencia de la tasa máxima de imbibición pueda considerarse como el tiempo máximo para los tratamientos de hidroacondicionamiento en los genotipos, respecto a lo cual es necesaria más evidencia, ya que resultados preliminares han mostrado que un triticale hidroacondicionado por 14 horas (la mitad del tiempo de ocurrencia de su tasa máxima de imbibición), presenta protrusión de la radícula (datos preliminares no mostrados).

Por su parte, dado que la CE ocurrió dentro en las primeras 10 horas de imbibición, pudiera representar una opción de mayor confianza para determinar los tiempos óptimos de hidroacondicionamiento de los genotipos estudiados, ya que presenta una correlación positiva y significativa con la tasa de imbibición, pero sin representar un riesgo de que se inicie la protrusión de la radícula.

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados permiten concluir que es necesario determinar la ocurrencia de la máxima tasa de imbibición y CE como punto de partida para aplicar el hidroacondicionamiento acorde a cada genotipo. Por la alta correlación positiva y significativa entre la tasa de imbibición y la CE, cualquiera de ellas puede usarse como indicador de la otra en este cereal. La mayor CE se presentó entre un 60% antes del tiempo requerido para alcanzar la máxima tasa de imbibición, hasta igualar el tiempo requerido para alcanzar la máxima tasa de imbibición.

LITERATURA CITADA

- ASHRAF M. and S. Nisar. Germination patterns and electrolytes leakage during imbibitions of intact and naked seeds of *Salvadora oleoides*. Pak. J. Biol. Sci. No.1. 1998. 287-290.
- COPELAND L. O. and M.B. McDonald. 2001. Principles of seed science and technology. (4th ed.). Kluwer Academic Publishers.
- DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ S., Domínguez-López A., González-Huerta A. y S. Navarro-Galindo, 2007. Cinética de imbibición e isoterma de adsorción de humedad de la

- semilla de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. Vol. 6. No.3. 2007. 309-316.
- GIRI G.S. and Schillinger W.F., 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. *Crop Sci.* 43:2135-2141.
- MÉNDEZ-NATERA J.R., Merazo-Pinto J.F. y N.J. Montañomata, 2008. Relación entre la tasa de imbibición y el porcentaje de germinación de semillas de maíz (*Zea mays* L.), caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) y quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Mill.). *Revista UDO Agrícola*. 8(1):61-66.
- SCHMIDT D.H. and Tracy W.F., 1989. Duration of imbibitions affects seed leachate conductivity in sweet corn. *Hort. Sci.* 24:346-347.
- STEEL R.G.D. and J.H. Torrie, 1996. *Bioestadística: principios y procedimientos*. (2^{da} Ed.). McGraw-Hill.
- STEWART J., 2008. *Calculus: early transcendentals*. (6th Ed.) Brooks/Cole.
- TAJBAKHSI M., 2000. Relationships between electrical conductivity of imbibed seeds leachate and subsequent seedling growth (viability and vigour) in Omid wheat. *J. Agr. Set. Tech.* 2:67-71.

Descripción varietal de tres genotipos de trigo forrajero para el noreste de México

Varietal description of three fodder wheat genotypes for northeast México



María Alejandra Torres-Tapia^{1*}, Miguel Ángel Valdez-Hernández²,
Víctor Manuel Zamora-Villa³, Modesto Colín-Rico³,
Mario Ernesto Vásquez-Badillo¹

Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas^{1*}, Maestría en Tecnología de Granos y Semillas²,
Departamento de Fitomejoramiento³. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923,
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 25315. Tel. (844)4110377 y 78. Fax. (844)4110236.
E.mail: atorres_tapia@hotmail.com (*Autor responsable) .

RESUMEN

Para poder obtener el registro ante el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas es necesario contar con una descripción varietal que demuestre que el genotipo es nuevo y distinto, para lo cual esta institución realiza un examen después de que el fitomejorador ha concluido su trabajo de mejoramiento.

El presente trabajo tuvo como finalidad obtener la descripción varietal de tres genotipos de trigo forrajero para el noreste de México: AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99 generados por el programa de cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que se compararon con la variedad comercial Bacanora. Se valoraron en tres localidades del noreste del país: Navidad, N.L., Zaragoza y Buenavista, Coah., bajo los lineamientos emitidos por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) (1994).

Se evaluaron 50 plantas en campo y 20 en invernadero, de manera aleatoria y con tres repeticiones, en diferente etapa fenológica. Los resultados de descriptores se analizaron mediante estadística descriptiva, en tanto que los cualitativos se reportaron en porcentaje de acuerdo con cada nivel de caracterización. Los genotipos AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99 se distinguieron en cuatro de cinco caracteres cuantitativos, en comparación al testigo; respecto a los 21 caracteres cualitativos relacionados con Bacanora (testigo), el AN-373-09 se distinguió en seis, el AN-366-09 en nueve y el AN-263-99 en cinco. Los genotipos estudiados se diferencian en al menos una característica, con lo cual cumplen con el requisito de ser una variedad nueva y diferente.

Palabras clave: descriptores varietales, cualitativos, cuantitativos

SUMMARY

To qualify for registration with the Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, it is necessary to have a variety description to show that the genotype is new and different, this test is performed after the breeder has completed its work of improvement. The present study was in order to obtain the varietal description of four genotypes of feed wheat to northeastern Mexico, with AN-373-09, 366-09 and AN-AN-263-99 generated by the program belonging to Cereal Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, and compared with the commercial variety Bacanora. They were assessed at three locations in the northeast (Navidad NL, Zaragoza and Buenavista Coah.), under the guidelines issued by the UPOV (1994), evaluating randomly 50 plants in the field and 20 in the greenhouse with three replications in different phenological stage. The results of quantitative descriptors were analyzed using descriptive statistics and qualitative were reported in percentage of each level of characterization. The AN-373-09, 366-09 and AN-AN-263-99 genotypes were distinguished in four of five quantitative traits compared to the control; AN-373-09 in six of 21; 366-09 in nine AN-21 and AN-21 263-99 in five of all qualitative characteristics related Bacanora (control). The genotypes analyzed differ in at least one characteristic and thereby meet the requirement of being new and different.

Key words: varietal description, qualitative, quantitative

INTRODUCCIÓN

La utilidad de la descripción varietal es importante porque permite que se obtengan los caracteres pertinentes de una variedad vegetal conforme a una guía específica, además de permitir que se evalúe la identidad genética y mostrar que es nueva, distinta, homogénea, estable y diferenciarse en al menos una característica, lo que garantiza las características deseables del material vegetal (Flores *et al.*, 2011), de acuerdo con los requisitos establecidos por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), de tal manera que el fitomejorador pueda recibir la concesión de derechos de obtentor de alguna variedad que haya desarrollado; y en México, permite que se obtenga el registro de nuevas variedades a través del Sistema Nacional de Certificación e Inspección de Semillas (SNICS), después de demostrar que el genotipo que se diferencia en al menos una característica de las variedades ya existentes (Boschi e Ibarra, 2012).

En el noreste de México existe una insuficiente producción de semilla de trigo para satisfacer la demanda de la agroindustria, por tal motivo el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ha desarrollado materiales genéticos de trigo forrajero con alto potencial comercial para contribuir a cubrir las necesidades de importación; así mismo, el Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas colaboró en la descripción varietal de tres genotipos de trigo forrajero: AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99, comparados con un testigo comercial Var. Bacanora mediante los descriptores varietales cualitativos y cuantitativos, que se evaluaron en tres localidades del sureste de Coahuila de acuerdo con la guía del SNICS.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en dos etapas: una en campo, donde se determinaron los descriptores varietales, desde emergencia de plántulas, crecimiento, desarrollo hasta la producción de grano, que se evaluaron en tres ambientes, dos de los cuales fueron a campo abierto: el Campo Experimental del Norte de la UAAAN (localidad 1), a 12 km de la ciudad de Zaragoza, Coahuila, a 100° 55' de longitud Oeste y 28° 33' de latitud Norte, una altitud de 350 msnm, con una temperatura promedio anual 18 a 20°C y una precipitación de 300 a 400 mm; el Campo Experimental

Navidad, Ing. Humberto Treviño Siller, de Navidad, N.L (localidad 2), a 25° 04' de latitud Norte y 100° 37' de longitud Oeste, a una altitud de 1,895 msnm, una temperatura promedio anual 14.6°C y una precipitación promedio anual de 492 mm; en un ambiente semicontrolado en el invernadero No. 8 (localidad 3), en las instalaciones de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, a 1,742 msnm, 25°23' N y 101°00' W, temperatura promedio de 16.8°C y precipitación media anual de 350 a 450 mm. La segunda etapa fue la de laboratorio, donde se evaluaron los descriptores varietales de espigas después de cosecha, en el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la UAAAN.

El material genético consistió en tres nuevos genotipos de trigo y un testigo comercial: AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99, generados por el Programa de Cereales de Departamento de Fitomejoramiento, y la variedad Bacanora, liberada por el INIFAP. El AN-366-09 proviene de la cruce AN-274-99/PELON COLORADO, con la genealogía: CNARRO 0BV-0Z-0Z-0Z-0Z-0NV-64Z; de este mismo cruzamiento proviene AN-373-09, cuya genealogía: CNARRO 0BV-0Z-0Z-0Z-0Z-0NV-81Z. El AN-263-99 proviene de la cruce entre materiales mejorados. El testigo, la variedad Bacanora, tiene características contrastantes.

Para la siembra de campo, en las localidades Zaragoza y Navidad, se preparó el terreno (barbecho y rastreo) de las parcelas experimentales con 10 surcos de 3 m de longitud por 0.3 m de ancho, y se sembró a una densidad de 120 kg de semilla por hectárea; en la parcela de Zaragoza, con una dosis de fertilización 40-40-00 a la siembra y de 60-00-00 al segundo riego de auxilio, lo que hace un total de 100-40-00; en la de Navidad, con una dosis de 32-52-00 a la siembra y de 46-00-00 al segundo riego de auxilio, lo que suma 78-58-00. Ambas parcelas recibieron tres riegos de auxilio, con una lámina total de 40 mm.

En el invernadero No. 8 se sembraron seis surcos por material, de 0.5 m de largo y 0.3 m entre surcos, en camas, a una densidad de 120 kg de semilla por hectárea, con una dosis de fertilización de 30-60-00 a la siembra, y de 30-00-00 en la etapa de embuche, lo que suma un total 60-60-00. Los riegos se aplicaron con base en la necesidad.

METODOLOGÍA EN LA DESCRIPCIÓN VARIETAL

La caracterización se realizó a través de los descriptores recomendados por la UPOV, establecidos en Mé-

xico por el Registro de Variedades y Plantas. Se evaluaron 50 plantas en campo y 20 en invernadero en competencia completa, por repetición; cada material genético constó de tres repeticiones, de acuerdo con la etapa fenológica (Zadocks *et al.*, 1974).

Descriptorios cuantitativos: D5. Época de espigado (EE) (primera espiguilla visible en el 50% de las espigas); D9. Planta: longitud (LP) (tallo, espiga, barbas y aristas); D13. Espiga: longitud (LE) (excluidas las barbas y aristas); D15. Barbas o aristas en la punta de la espiga: longitud (LB); D20. Gluma inferior: longitud del pico (LPGI).

Descriptorios cualitativos: D1. Coleóptilo: pigmentación antociánica; D2. Planta: porte; D3. Hoja bandera: pigmentación antociánica de las aurículas; D4. Planta: frecuencia de plantas con hojas bandera recurvada; D6. Hoja bandera: glaucescencia de la vaina; D7. Espiga: glaucescencia; D8. Tallo: glaucescencia del cuello de la espiga; D10. Tallo: médula en la sección transversal (espiguillas en el tercio medio de la espiga); D11. Espiga: forma del perfil; D12. Espiga: densidad; D14. Barbas o aristas: presencia; D16. Espiga: color; D17. Segmento apical del raquis: velloso en la superficie convexa; D18. Gluma inferior: anchura del hombro (espiguillas en el tercio medio de la espiga); D19. Gluma inferior: forma del hombro; D21. Gluma inferior: forma del pico; D22. Gluma inferior: extensión de velloso interna; D23. Lema inferior: forma del pico; D24. Grano: color; D25. Grano: coloración con fenol; D26. Tipo de estacionalidad.

Los caracteres cuantitativos se analizaron mediante el programa Microsoft Excel, con el que se determinaron los valores máximos y mínimos, la media, la desviación estándar, y el coeficiente de variación para los descriptorios cualitativos; se obtuvieron por medio de los porcentajes de cada nivel de caracterización según el número de plantas muestreadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descriptorios cuantitativos

•**D5. Época de espigado (EE).** La información que se obtuvo durante la época de espigado muestra que los genotipos AN-366-09, AN-263-99 y el testigo Bacanora de las tres localidades tuvieron, en promedio, 91 días; AN-373-09 varió con 98 días a espigado. Los resultados mostraron una diferencia de 15

a 20 días entre localidades para cada genotipo; sin embargo, los días a espigado de estos materiales genéticos se consideraron de tipo medio, semejantes al testigo Bacanora, de 84 a 105 días. Los genotipos son estrechamente influenciados por las condiciones del medio ambiente, dadas por la temperatura y el fotoperiodo en trigo (Villaseñor y Espitia, 2000); las plantas deben acumular cierta cantidad de unidades calor durante el ciclo, como afirma García *et al.* (2010), lo que se refleja en su desarrollo y, por ende, en los días a espigamiento.

•**D9. Planta: longitud (LP).** La información obtenida para este descriptor muestra que los genotipos AN-373-09 y AN-263-99 en las localidades fueron muy similares, porque tuvieron alturas de 77.7 y 79.2 cm en promedio, respectivamente. El AN-373-09, con 96.6 cm, fue el material con la mayor altura, en comparación con su testigo Bacanora, que fue de 65.3 cm.

El AN-373-09 y el AN-263-99 fueron de porte medio, ya que su altura fue de entre 70 y 80 cm, similar a la que reportaron Chávez *et al.* (2012) al describir una variedad de trigo clasificada de porte medio, con una altura entre 70 y 90 cm. Bacanora resultó de porte bajo, con altura de 65 cm, lo que no concuerda con Martínez *et al.* (1989), quienes publicaron en su folleto de liberación que tuvo una altura de 84 y 94 cm. El AN-366-09, al tener 96.6 cm, se consideró de porte alto, lo que coincide con Fuentes *et al.* (2012) en la liberación de una variedad de trigo de 90-100 cm, clasificada como de porte alto.

Cabe señalar en este estudio que las condiciones climáticas tuvieron influencia en la altura de las plantas, ya que en el municipio de Zaragoza presentaron los máximos valores (Localidad 1), por lo que se considera que este ambiente cuenta con las características idóneas para el establecimiento del cultivo.

Las diferencias observadas entre genotipos fueron debido al ambiente en que se desarrollaron, según lo mencionan Machado *et al.* (2006) al referir que la temperatura es uno de los factores del ambiente que influyen en los procesos de crecimiento y desarrollo de las variedades.

•**D13. Espiga: longitud (LE).** Para longitud de espiga, los valores promedio de las localidades fueron: del AN-373-09, de 8.9 cm; del AN-366-09, de 8.2 cm; del AN-263-09 de 8.6 cm, en comparación con la longitud del Bacanora que fue de 7.9 cm. Los primeros tres genotipos tuvieron con una espiga de tamaño mediano, ya que sus longitudes variaron entre los

8 y 9 cm, y son similares al genotipo evaluado por Fuentes *et al.* (2012), con espiga de 8 a 8.5 cm, mientras Bacanora tuvo una longitud corta de 7 y 8 cm, similar a la que reportan Solís *et al.* (2012), quienes describieron a una variedad de trigo con una espiga de entre 7 y 8 cm.

•**D15. Barbas o aristas en la punta de la espiga: longitud (LB).** En las localidades, el AN-373-09 tuvo una longitud promedio 1.8 cm, el AN-366-09 de 1.5 cm, el AN-263-99 no presentó barbas, en tanto que Bacanora tuvo 5 cm en promedio.

Los genotipos AN-373-09 y AN-366-09 presentaron una barba corta, el AN-263-99 no presentó, mientras que el Bacanora presentó una barba media. Las mediciones se hacen en relación con el tamaño de la espiga (Fuentes *et al.*, 2012).

•**D20. Gluma inferior: longitud del pico (LPGI).** Los resultados para este descriptor en las localidades muestran que los materiales genéticos presentaron una longitud de 1 mm, considerada muy corta, en comparación con la del testigo que fue de 4.2 mm, clasificada como media.

Descriptores cualitativos

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de los descriptores cualitativos de los genotipos AN-373-09, AN-366-09, y en el Cuadro 2 los del AN-263-99 y el Bacanora, en las tres localidades.

•**D1. Coleóptilo: pigmentación antociánica.** En las localidades, sólo el AN-263-99 presentó pigmentación antociánica fuerte, con 92% en promedio, mientras que los demás materiales tuvieron un nivel ausente o muy débil. La pigmentación hoy en día ayuda a diferenciar unos genotipos de otros; Ferrer *et al.* (2008), en su trabajo de investigación con antocianinas menciona que ha surgido evolutivamente en el curso de adaptación de las plantas; por su parte Lykholay *et al.* (2014), publica que existen dos grupos de genes encargados de la pigmentación por antocianinas.

Posteriores investigaciones revelaron que las antocianinas inhiben el desarrollo de hongos como el *Ustilago tritici* (Khlestkina *et al.*, 2011), *Fusarium nivale* y *Ophiobolus graminis* y mayor tolerancia al estrés salino (Izdebski, 1992).

•**D2. Planta: porte.** Los genotipos AN-373-09 y AN-366-09 son de porte intermedio, en tanto que el ge-

notipo AN-263-99 y el testigo Bacanora son de tipo semierecto. El porte se determinó visualmente a partir de las hojas y los hijuelos en la fase de ahijamiento (niveles de desarrollo 25-29), del ángulo formado por las hojas exteriores y los hijuelos con un eje central imaginario (UPOV, 1994).

Publicaciones del CIAT (1983) mencionan que de los genotipos de porte intermedio deben de presentar un ángulo mayor a 30°, pero menor a 45°.

•**D3. Hoja bandera: pigmentación antociánica de las aurículas.** En este carácter ningún genotipo presentó pigmentación. A todas las variedades se les consideró en un nivel de ausente o muy débil.

•**D4. Planta: frecuencia de plantas con hojas bandera recurvada.** Este carácter fue fuertemente influenciado por el medio ambiente, debido a las corrientes de aire de los lugares donde se establecieron los cultivos: los genotipos a campo abierto presentaron muy alto porcentaje de hojas banderas curvadas, en el invernadero (localidad 3) los genotipos AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99 presentaron nivel bajo y el testigo Bacanora presentó nivel muy bajo, lo cual se debió a que dentro del invernadero no existían corrientes de aire.

En el trabajo de investigación de Jennings *et al.* (2002) sobre estrategias de mejoramiento en arroz, menciona que la hoja bandera contribuye en gran medida al llenado del grano, debido a que la hoja bandera es una de las más importantes en realización los procesos de asimilación de CO₂ y fotosíntesis.

•**D6. Hoja bandera: glaucescencia de la vaina.** Los genotipos AN-373-09, AN-263-99 y Bacanora presentaron un nivel fuerte de glaucescencia, mientras que AN-366-09 presentó un nivel medio. Hoy en día, la cerocidad de las variedades ayuda a caracterizarlas y poderlas diferenciar entre ellas. Close *et al.* (2003) publicaron que la producción de cera en la planta cumple con la función de foto protección al momento de reflejar el exceso de luz.

•**D7. Espiga: glaucescencia.** El AN-373-09 y el AN-263-99 presentaron un nivel débil, el AN-366-09 un nivel ausente o muy débil y Bacanora un nivel fuerte.

•**D8. Tallo: glaucescencia del cuello de la espiga.** AN-373-09, AN-263-99 y Bacanora mostraron un nivel fuerte, AN-366-09 un nivel débil.

Cuadro 1. Resultados de los descriptores cualitativos de los genotipos AN-373-09 y AN-366-09, en las tres localidades.

Genotipo			AN-373-09				AN-366-09		
Localidad			Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3				
Descriptor	Etapa	Nivel	%	%	%	Nivel	%	%	%
D.1	09-11 VS	Ausente o muy débil	100	100	---	Fuerte	84.5	99	---
D.2	25-29 VG	Intermedio	100	100	100	Intermedio	100	100	100
D.3	49-51 VG	Ausente o muy débil	99	99	100	Ausente o muy débil	98	100	100
D.4	47-51 VG	Muy alto (localidad 1 y 2) Baja (localidad 3)	100	98	35	Muy alto (localidad 1 y 2) Baja (localidad 3)	100	98	35
D.6	60-65 VG	Fuerte	97	96	99	Medio	95	94	97
D.7	60-69 VG	Débil	94	97	98	Ausente o muy débil	97	97	100
D.8	60-69 VG	Fuerte	96	94	96	Débil	95	94	97
D.10	80-92 VS	Delgada	100	100	---	Delgada	100	100	---
D.11	92 VS	Fusiforme	100	100	---	Fusiforme	100	100	---
D.12	80-92 VS- M	Media	100	100	---	Media	100	100	---
D.14	80-92 VG	Aristas presentes	76.6	96.6	---	Aristas presentes	70.6	52	---
D.16	90-92 VG	Coloreada	100	100	---	Coloreada	100	100	---
D.17	80-92 VS	Ausente o muy débil	100	100	---	Ausente o muy débil	100	100	---
D.18	80-92 VS	Medio	97	98	---	Medio	96	98	---
D.19	80-92 VS	Inclinado	98	97	---	Inclinado	99	97	---
D.21	80-92 VS	Ligeramente curvado	100	100	---	Ligeramente curvado	100	100	---
D.22	80-92 VS	Débil	100	100	---	Débil	100	100	---
D.23	80-92 VS	Ligeramente curvado	100	100	---	Ligeramente curvado	100	100	---
D.24	92 VG	Blanco	100	100	---	Blanco	100	100	---
D.25	92 VS	Oscuro	94	82	---	Oscuro	94	87.5	---
D.26	-- VG	Primaveral	100	100	---	Primaveral	100	100	---

M=Medición propiamente dicha; VS= Evaluación visual mediante observación individual de cierto número de plantas o parte de ellas; D1& D26= son los descriptores de trigo recomendados por el SNICS (1994) para el registro.

Cuadro 2. Resultados de los descriptores cualitativos de los genotipos AN-263-99 y Bacanora, en las tres localidades.

Genotipo			AN-263-99				Bacanora		
Localidad			Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Localidad			
Descriptor	Etapas	Nivel	%	%	%	Nivel	%	%	%
D.1	09-11 VS	Ausente o muy débil	100	100	---	Ausente o muy débil	100	100	---
D.2	25-29 VG	Semiirecto	100	100	98	Semiirecto	100	100	100
D.3	49-51 VG	Ausente o muy débil	99	100	100	Ausente o muy débil	100	100	100
D.4	47-51 VG	Muy alto (localidad 1 y 2) Baja (localidad 3)	100	99.3	35	Muy alto (localidad 1 y 2) Baja (localidad 3)	99	100	3
D.6	60-65 VG	Fuerte	94	95	99	Fuerte	100	100	100
D.7	60-69 VG	Débil	95	97	100	Fuerte	99	99	100
D.8	60-69 VG	Fuerte	98	98	100	Fuerte	100	99	100
D.10	80-92 VS	Delgada	100	100	---	Delgada	100	100	---
D.11	92 VS	Fusiforme	100	100	---	Fusiforme	100	100	---
D.12	80-92 VS- M	Media	100	100	---	Densa	100	100	---
D.14	80-92 VG	Ambas ausentes	100	100	---	Barbas presentes	100	100	---
D.16	90-92 VG	Blanca	100	100	---	Blanca	100	100	---
D.17	80-92 VS	Ausente o muy débil	100	100	---	Ausente o muy débil	100	100	---
D.18	80-92 VS	Ancho	95	97	---	Medio	98	99	---
D.19	80-92 VS	Recto	96	95	---	Inclinado	98	99	---
D.21	80-92 VS	Ligeramente curvado	100	100	---	Ligeramente curvado	100	100	---
D.22	80-92 VS	Débil	100	100	---	Débil	100	100	---
D.23	80-92 VS	Ligeramente curvado	100	100	---	Ligeramente curvado	100	100	---
D.24	92 VG	Blanco	100	100	---	Blanco	100	100	---
D.25	92 VS	Oscuro	97.5	93	---	Oscuro	89.5	79.5	---
D.26	-- VG	Primaveral	100	100	---	Primaveral	100	100	---

VG= Evaluación visual mediante una observación única de un grupo de plantas o partes de ellas; M=Medición propiamente dicha; VS= Evaluación visual mediante observación individual de cierto número de plantas o parte de ellas; D1& D26= son los descriptores de trigo recomendados por el SNICS (1994) para el registro.

•**D10. Tallo: médula en la sección transversal (espiquillas en el tercio medio de la espiga).** Todos los materiales tuvieron una médula delgada.

•**D11. Espiga: forma del perfil.** Todos los materiales presentaron espiga tipo fusiforme.

•**D12. Espiga: densidad.** El AN-373-09, el AN-366-09 y el AN-263-99 registraron un tipo de espiga de nivel medio y Bacanora uno denso.

•**D14. Barbas o aristas: presencia.** El AN-373-09 y el AN-366-09 presentaron el nivel de clasificación de aristas presentes, en tanto que el AN-263-99 tuvo ambas ausentes, mientras que el testigo presentó barbas.

•**D16. Espiga: color.** El AN-373-09 y el AN-366-09 presentaron espiga coloreada y los materiales AN-263-99 y Bacanora tuvieron espiga blanca.

•**D17. Segmento apical del raquis: vellosidad en la superficie convexa.** Todos los materiales registraron un nivel ausente o muy débil.

•**D18. Gluma inferior: anchura del hombro (espiquillas en el tercio medio de la espiga).** El AN-373-99, el AN-366 y el Bacanora observaron un nivel medio, mientras que en el AN-263-99 fue ancho.

•**D19. Gluma inferior: forma del hombro (como en D18).** El AN-373-99, el AN-366 y Bacanora presentaron un nivel inclinado y el AN-263-99, recto.

•**D21. Gluma inferior: forma del pico (como en el D18).** Todos registraron un nivel ligeramente curvado.

•**D22. Gluma inferior: extensión de vellosidad interna.** Todos presentaron un nivel débil.

•**D23. Lema inferior: forma del pico (como en D18).** En todos los casos el nivel fue ligeramente curvado.

•**D24. Grano: color.** Todos presentaron color de grano blanco.

•**D25. Grano: coloración con fenol.** Todos los genotipos tuvieron un nivel de coloración fuerte.

•**D26. Tipo de estacionalidad.** Todos mostraron un tipo de estacionalidad primavera.

CONCLUSIONES

Cada uno de los genotipos: el AN-373-09, el AN-366-09 y el AN-263-99, en comparación al testigo Bacanora, difirieron en cuatro de cinco caracteres cuantitativos: longitud de planta (LP), longitud de espiga (LP), longitud de las barbas o aristas en la punta de la espiga (LB), longitud del pico de la gluma inferior (LPGI).

El genotipo AN-373-09, en comparación al testigo, se diferenció en seis de 21 caracteres cualitativos: porte de planta, glaucescencia de espiga, densidad de espiga, presencia de barbas o aristas, color de espiga y forma del hombro de la gluma inferior, por lo que se considera una variedad diferente.

El genotipo AN-366-09, en comparación al testigo, difirió en nueve de 21 caracteres cualitativos: pigmentación antocianica de coleóptilo, porte de planta, glaucescencia de la vaina de la hoja bandera, glaucescencia de la espiga, glaucescencia del cuello de la espiga, densidad de espiga, presencia de barbas o aristas, color de espiga y forma del hombro de la gluma inferior, por lo que se considera una variedad diferente.

El genotipo AN-263-99, en comparación al testigo, se diferenció en cinco de 21 caracteres cualitativos: glaucescencia de la espiga, densidad de espiga, presencia de barbas o aristas, anchura del hombro de la gluma inferior y forma del hombro de la gluma inferior, por lo que se considera una variedad diferente.

LITERATURA CITADA

- BOSCHI, F., & M. Ibarra, M. 2012. Análisis de la distinción, homogeneidad y estabilidad (DHE) de nuevos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Uruguay. *Agrociencia Uruguay*. 16(2):74-81.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1983. Metodologías para obtener semillas de calidad arroz, frijol, maíz, sorgo. Ed. Unidad de semillas CIAT. Cali, Colombia. 198 p.
- CHÁVEZ, G., P. Figueroa, M.A. Camacho, G. Fuentes, J.L. Félix, & V. Valenzuela. 2012. Patronato Oro C2008, trigo cristalino con calidad industrial para el noroeste de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 3(7):1441-1446.
- CLOSE, D. C. & C.L. Beadle. 2003. The ecophysiology of foliar anthocyanin. *The Botanical Review*. 69(2):149-161.
- FERRER, J. L., M.B. Austin, C. Stewart, & J.P. Noel. 2008. Structure and function of enzymes involved in the biosynthesis of phenylpropanoids. *Plant Physiology and Biochemistry*. 46(3):356-370.

- FLORES, A., M.E. Vázquez, F. Borrego, & D. Sánchez. 2011. Análisis de la homogeneidad, distinción y estabilidad de tres variedades sobresalientes de tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2(1):5-16.
- FUENTES, G., P. Figueroa, V. Valenzuela, G. Chávez, J.L. Félix, & J.A. Mendoza. 2012. Huatabampo Oro C2009, nueva variedad de trigo cristalino para el noroeste de México. *Revista fitotecnia mexicana*. 35(4):351-353.
- GARCÍA, G. M., & F.G. Cháirez. 2010. Reporte agrometeorológico. INIFAP. Folleto informativo No. 79. 28p
- IZDEBSKI, R. 1992. Utilization of rye genetic resources – initial material selection. *Hereditas*. 116:179-185.
- JENNINGS, P. R., L.E. Berrio, E. Torres, & E. Corredor. 2002. Una estrategia de mejoramiento para incrementar el potencial de rendimiento en arroz. *Foro Arroceero Latinoamericano*. 8(2):10-13.
- KHLESTKINA, E., E. Antonova, L. Pershina, A. Soloviev, E. Badaeva, A. Börner, & E. Salina. 2011. Variability of Rc (red coleoptile) alleles in wheat and wheat-alien genetic stock collections. *Cereal Research Communication*, 39(4):465-474.
- LYKHOLAY, A. N., I.A. Vladimirov, E.A. Andreeva, V.G. Smirnov, & A.V. Voylokov. 2014. Genetics of anthocyaninless rye. *Russian Journal of Genetics*. 50(10):1102-1106.
- MACHADO, N. B., M.R. Prioli, A.B. Gatti, & V.J. Mendes. 2006. Temperature effects on seed germination in races of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Scientiarum Agronomy*. 28:155-167.
- UPOV. 1994. Guidelines for the conduct of test for distinctness, homogeneity and stability of wheat (*Triticum aestivum* L. emend, Fiori et Paol.). 21p.
- VILLASEÑOR, H. E., y E. Espitia R. 2000. El trigo de temporal en México. Chapingo, Estado de México, México, SAGAR, INIFAP, Campo Experimental Valle de México. 85-98p.
- ZADOKS, J. C., T.T. Chang, & C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed res*. 14(6):415-421.

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

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Producción Animal, Buenavista, Saltillo, Coahuila. frzarat@gmail.com [*Autor responsable]. ²Tesista de licenciatura del programa de zootecnia de la UAAAN. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán. Carr. Mérida-Xmatkuil, Km 15.5. 97315. Mérida, Yuc. México

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 de ovejas Dorper (n=20), sin preñar y que recién destetaron, regularmente desparasitadas 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), los cuales a su vez se subdividieron en dos: al inicio del estudio uno recibió tratamiento antihelmíntico (1 mL de Levamisol al 10%, inyectable, por cada 20 kg PV), y el otro un placebo. Se evaluaron los siguientes efectos principales: horario de pastoreo (matutino vs vespertino) y antihelmíntico (con vs sin), y las variables de respuesta que a continuación se señalan: el número de huevos por gramo de heces fecales (HPG) transformados por log₁₀ (n+1), el paquete celular sanguíneo o hematocrito (PCS), la condición corporal (CC) y la 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; de igual manera afectó (P=.02) el antihelmíntico 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 se afectó (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 favorecieron la disminución de la carga de parásitos gastrointestinales (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 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, no se puede afirmar lo mismo de los ovinos, ya que, por su baja población, no contribuyen de manera importante a la economía del estado; esto puede deberse a las condiciones semidesérticas de la región, ya que 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 el mundo, se manejan principalmente en pastoreo extensivo con encierro nocturno, por lo que su dieta la integran básicamente plantas nativas (Iñiguez, 2004). Para la producción de ovinos y caprinos bajo pastoreo, los nematodos gastrointestinales (NGI) y la disponibilidad de forraje son las principales limitantes (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) entre 30% y 50% en los cabritos, y en 20% la producción de leche, y llegan a ser la causa de hasta 50% de la mortalidad de los cabritos en crecimiento (Torres-Acosta *et al.*, 2012). Es plenamente conocido el hecho de que, cuando se exagera en aplicación de productos químicos, los PGI adquieren resistencia (Waller y Thamsborg, 2004), por lo que algunos autores sugieren limitar el uso de estos compuestos y, en su lugar, proponen el uso de 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 existen algunos compuestos vegetales no nutricionales (bajan el consumo y el comportamiento animal) tales como: enzimas vegetales (proteasas) y metabolitos secundarios (alcaloides, glucósidos y taninos) que no están plenamente identificados, éstos han demostrado propiedades antihelmínticas dependientes de las dosis (Githiori *et al.*, 2006). Para disminuir la carga parasitaria en pequeños rumiantes, algunos autores recomiendan estrategias de pastoreo como el pastoreo ligero (Eysker *et al.*, 2005); éstos estudiaron la cinética helmíntica de varios géneros de nematodos gastrointestinales en las praderas, para así identificar los meses

en que existe mayor riesgo de causar infección en los animales. Para el control de PGI en pequeños rumiantes en pastoreo, se recomiendan diferentes estrategias, incluido el uso controlado de antihelmínticos (Cabaret *et al.*, 2002; Jackson y Miller, 2006; Rochfort *et al.*, 2008). Las larvas de los PGI buscan la humedad de las plantas. A medida que aumenta la temperatura ambiental la humedad baja al suelo, de tal manera que las plantas quedan libres de humedad, y por lo tanto de larvas, lo que permite a los animales consumirlas. Con base en lo anterior, se desprende que es necesario encontrar una alternativa sustentable para el manejo sanitario de los pequeños rumiantes en pastoreo. El presente estudio se realizó para determinar el efecto de un antihelmíntico y del 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 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México (25° 21' LN y 101° 2' LO), a una altura de 1770 msnm. El clima es árido seco, con 280 mm y 20°C de precipitación pluvial y temperatura media anual, respectivamente; las lluvias se intensifican en los meses de junio a septiembre y el frío más fuerte es de diciembre a febrero (García, 1984). El estudio se realizó de agosto a diciembre de 2014.

Manejo de animales y grupos

La unidad tiene en total 123 caprinos y 80 ovinos. Para este estudio se seleccionaron animales no preñados y que recién destetaron. Se utilizaron cabras Murciano Granadinas y Boer (N=83) mayores de ocho meses de edad y ovejas Dorper (N=20) mayores de seis, en pastoreo extensivo con encierro nocturno, que 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 ningún desparasitante, sólo un placebo de solución alcalina. En el Cuadro 1 se explica la formación de los grupos y los tratamientos.

Alimentación

Los animales pastaron en praderas con vegetación dominada por especies de gramíneas del género *Bouteloua*, plantas anuales como *Kochia scoparia*, plantas

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

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

Análisis estadístico

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

respuesta fueron: cuenta de HPG, hematocrito, CC y valores FAMACHA se analizaron a través de la prueba de T de Student. Las cuentas de HPG previo a su análisis fueron transformadas 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 como CC y FAMACHA, se utilizó la prueba de Kruskal Wallis (SAS, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las abundantes precipitaciones pluviales junto con las altas temperaturas favorecen la presencia de PGI en la vegetación y, por lo tanto, los pequeños rumiantes que ahí pastorean, pueden consumirlos e infectarse (Waller y Thamsborg, 2004).

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 parasitaria en los pequeños rumiantes. 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 que es necesario verificar otras condiciones, como las climatológicas, que indiquen baja presencia de larvas de PGI, como sería

Cuadro 2. Media de mínimos cuadrados, error estándar y probabilidad estadística de número de huevos por 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).

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 que haya sucedido 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, ni por el antihelmíntico o el tiempo de muestreo, según se muestra en el Cuadro 3. 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 cuatro, aproximadamente, lo que significa alto grado de anemia; sin embargo, no llega al límite bajo.

La tendencia que tuvo el valor de hematocrito (%) para los animales de los cuatro grupos fue a la baja. Se esperaría 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 pudieron causarla varios factores y no necesariamente PGI. Van Wyk y Bath (2002); Guzmán y Callacná (2013) mencionan que los valores hematológicos en las cabras varían de acuerdo con su estado fisiológico y alimenticio, además del estado de salud. Estos resultados reflejan que la disponibilidad y calidad del forraje en el campo fue dismi-

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).

nuyendo conforme avanzó el periodo experimental al final de otoño, lo 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 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, que indica que los animales estaban cercanos al límite de un estado

anémico, ya que 1 = a un animal sin anemia y 5 = a 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. Se recomienda utilizar estos dos métodos 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-Wallis, donde se observa

Cuadro 4. Suma de rangos de la prueba de Kruskal Wallis y valor de Chi cuadrada para 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

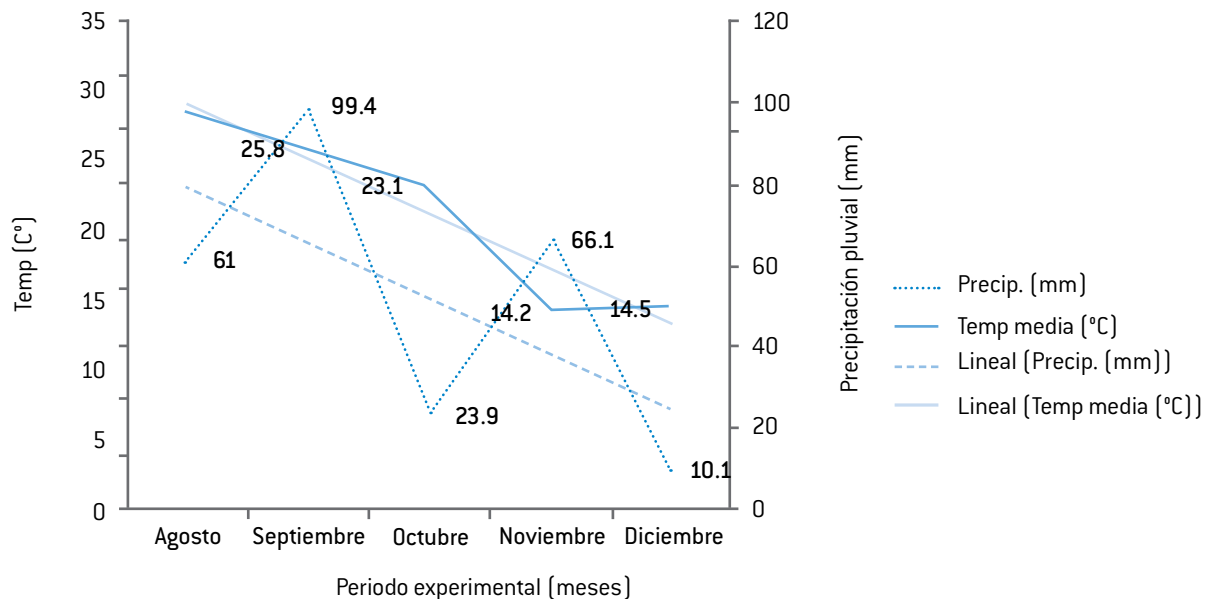


Figura 1. Temperatura media anual y precipitación pluvial durante los meses de agosto a diciembre de 2014.

que sólo la CC fue estadísticamente más alta en el pastoreo vespertino que el matutino; en las otras observaciones no hubo significancia.

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-Martinez, M. 2003a. 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. Papadopoulou, D. Kufidis, C. Stamataris, D. Zygoiannis. 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 Köppen. 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 hematólogicos de cabras criollas en dos estados fisiológicos reproductivos. *Scientia Agropecuaria.* 4: 285-292.
- HAILE, A., S. Tembley, D.O. Anindo, E. Mukasa-Mugerwa, J.E.O. Rege, Alemu Yami, R.L. Baker. 2002. Effects of breed and dietary protein supplementation on the responses to gastrointestinal nematode infections in Ethiopian sheep. *Small Rum. Res.* 44: 247-261.
- 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. 2009. Aguascalientes, Ags. Cuadros 64, 68.
- ÍÑIGUEZ, 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.
- ROCHFORD, 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.

El rango social de las cabras anovulatorias no afecta su respuesta estral al ser sometidas al efecto macho

The social rank goats not affect their estrous response when are subjected to the male effect

Andrés Sánchez-Hernández¹, Fernando Wenseslao-Ortiz², Reynaldo Flores², José A. Flores-Cabrera^{1*}

¹Programa de Postgrado en Ciencias Agrarias, ²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, 27054, Torreón, Coahuila, México. Tel. (871) 7 297641. E-mail: flores_cabrera@yahoo.com.mx (*Autor responsable)

RESUMEN

El presente estudio se realizó para determinar si el rango social afecta la respuesta estral de las hembras caprinas anovulatorias sometidas al efecto macho. Se utilizaron 29 hembras adultas de 2.5 años de edad que estuvieron juntas desde los días de nacidas, y durante todo el tiempo se mantuvieron estabuladas en instalaciones abiertas. El rango de cada cabra se determinó mediante un muestreo de comportamiento cinco horas por día (07:00-12:00 h), durante 10 días consecutivos, en el que se registraron las interacciones agonísticas de las hembras. Con las interacciones conductuales, así como sus consecuencias (ganar o perder la interacción), se calculó el índice de éxito para cada hembra. En el mes de abril (época de reposo sexual natural), un macho sexualmente activo se expuso al grupo de hembras, después de ser tratado durante 2.5 meses de días largos a partir del 1 de noviembre. El macho permaneció con las hembras las 24 horas durante 18 días consecutivos. La actividad estral de todas las hembras de los dos grupos se determinó dos veces por día (8:00 am y 5:00 pm), durante los 18 días. El tiempo transcurrido entre la introducción del macho y el inicio del estro no fue diferente entre las hembras de bajo rango social y entre aquellas de alto rango social ($P < 0.05$). La proporción de hembras que manifestaron actividad estral durante los primeros cinco días de contacto con los machos, fue similar entre las hembras de bajo rango social y las de alto rango social ($P < 0.05$). De igual manera no se registró ninguna diferencia estadística en el porcentaje de hembras que presentaron estro del día 6 al 18, ni en el porcentaje total de hembras en estro entre los dos grupos ($P < 0.05$). El porcentaje de cabras que manifestaron ciclos estrales de corta duración no difirió entre las hembras de bajo rango social y las hembras de alto rango social ($P < 0.05$). De manera similar, la duración de ciclos cortos no fue diferente entre los dos grupos de hembras estimuladas mediante el efecto macho ($P < 0.05$), igual que la duración del primero (0-5) y segundo (6-18) estro, que no se diferenció entre las hembras de bajo rango social y las de alto rango social ($P < 0.05$), por lo que se concluyó que el rango social en las hembras caprinas estimuladas mediante el efecto macho, no afecta su respuesta estral cuando se estimulan con machos sexualmente activos.

Palabras clave: cabras, rango social, anestro, actividad estral, estro

ABSTRACT

The present study was performed to determine if the social rank of female goats affect their estrous response when are subjected to the male effect. A herd of 29 adult females goats were used, which were together from 3 days old and during all time remained in open sheds. On March, the females were observed 2 h daily (09:00-11:00 h) during seven consecutive days to determine all events of agonistic interaction (butts, threats, chases, and avoidance). From these interactive behaviors, the index of success (IS) for each male goat was calculated to establish their social status. In April (period of sexual rest) females were exposed to a sexually active male goat (treated with 2.5 months of long days from November 1 to January 15). The male was in contact 24h/day with females during 18 days. The estrous activity was determined twice daily (8:00 AM and 6:00 PM). The proportion of females who showed estrus activity was not different between groups of low and high social rank ($P > 0.05$). Similarly, estrous latency was not different between the females of low and high social status ($P > 0.05$). The females of medium social rank did not show estrous behavior during the first 5 days. The duration of first estrus (day 0 to 5) did not differ between females of high and low social status ($P > 0.05$). Similarly, no difference was recorded among the females of the three groups in the second period of estrus registered (day 6 to 18 post- introduction of males). The proportion of females that showed estrous cycles of short duration, and their duration were not different between the 3 groups ($P > 0.05$). This results of this study demonstrate that the social status of female goats does not affect your sexual and reproductive when are exposed to sexually active males during seasonal anoestrus.

Key words: goats, social rank, anestrus, oestrus activity, estrus.

INTRODUCCIÓN

Los caprinos se han adaptado en prácticamente todas las regiones del mundo y se encuentran distribuidas en latitudes tropicales, subtropicales, templadas y árticas, por lo que han desarrollado diferentes estrategias reproductivas para asegurar su sobrevivencia. En las latitudes templadas y subtropicales de los hemisferios norte y sur, la mayoría de las razas caprinas tanto silvestres como domésticas presentan una marcada estacionalidad de su actividad sexual (Chemineau *et al.*, 1992; Amoah *et al.*, 1996). Esta estacionalidad reproductiva provoca que la leche, queso y el cabrito se produzcan también estacionalmente, lo que afecta a los productores, a los que viven del comercio de sus productos y, finalmente, a los consumidores.

Durante muchos años se han desarrollado diversos tratamientos para contrarrestar esta estacionalidad de la producción caprina: algunos que privilegian el uso de hormonas exógenas para inducir o sincronizar la actividad reproductiva de las hembras, otros más innovadores que manipulan artificialmente del número de horas luz que los animales perciben diariamente, para así estimular la producción de leche o su actividad reproductiva (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Se puede inducir la actividad sexual de los machos durante el periodo de reposo sexual al exponerlos durante dos meses y medio, en el otoño e invierno (días cortos naturales), a 16 horas de luz por día (días largos artificiales) (Delgadillo *et al.*, 2002). Debido a este tratamiento, los machos manifiestan una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo natural (marzo-abril).

Estos machos sexualmente activos, son muy eficientes para estimular la actividad sexual (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002) y endocrina (Vienna *et al.*, 2009; Fernández-García *et al.*, 2011) de las cabras anéstricas mediante un fenómeno conocido como efecto macho (Flores *et al.*, 2000; Bedos *et al.*, 2010). Sin embargo, las interacciones sociales entre las hembras probablemente juegan un papel importante, ya que podrían modificar la respuesta sexual de estas hembras al estímulo del macho. Existen estudios que indican que las relaciones jerárquicas de los animales dentro del rebaño pueden afectar considerablemente su actividad reproductiva. Por ejemplo, en ovinos, la sola presencia de un carnero dominante, afecta el comportamiento sexual y la fertilidad de los machos subordinados (Fowler y Jenkins, 1976; Synnott y Fulkerson 1984; Unger-

feld y González-Pensado, 2008). Al parecer, lo anterior es debido a que los machos subordinados tienen un acceso limitado a las hembras en estro, en comparación con los carneros dominantes (Preston *et al.*, 2003). En las hembras pasa un fenómeno similar. En hembras del ciervo rojo (*Cervus elaphus*), se ha demostrado que durante la época de reproducción, las hembras dominantes quedan gestantes antes que las subordinadas (Clutton-Brock *et al.*, 1986).

De igual manera, en cabras lecheras se ha demostrado que las hembras dominantes establecen un contacto más estrecho con los machos, por lo que ovulan antes que en las hembras subordinadas (Álvarez *et al.*, 2003; 2009). Sin embargo, no existen estudios de las hembras caprinas estimuladas con machos tratados con días largos sobre el efecto del rango social en la actividad sexual, por lo que en este estudio se investigó el efecto del rango social en la respuesta estral de las hembras sometidas al efecto macho, utilizando machos sexualmente activos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó durante el periodo de anestro en las hembras caprinas (marzo y abril) en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila. Se utilizaron dos machos cabríos criollos adultos de tres años de edad, que se mantuvieron alojados en instalaciones abiertas donde se sometieron a un tratamiento de días largos artificiales (16 h luz/día) a partir del 1 de noviembre de 2013 al 15 de enero de 2014. Durante el estudio, los machos se alimentaron con una dieta que cubrió sus necesidades fisiológicas: heno de alfalfa a libre acceso y de 300 gr de concentrado comercial (14% de P.C.) por día y por animal, y se les proporcionó agua y las sales minerales a libre acceso.

Se utilizó un rebaño conformado por 29 hembras adultas de 2.5 años de edad, las cuales no se separaron desde los tres días de nacidas, y durante todo este tiempo se mantuvieron juntas, estabuladas y en instalaciones abiertas. Durante el estudio, su alimentación consistió en 2.0 kg de heno de alfalfa y 200 gr de concentrado comercial (14% de P.C.) por día y por hembra, y de agua y los minerales a libre acceso. La ciclicidad de las hembras se determinó mediante ultrasonografía transrectal 10 días antes de la introducción de los machos. Para evaluar si una hembra estaba cíclica, durante la ecografía se

determinaba si existía la presencia de, al menos, un cuerpo lúteo en los ovarios. Ninguna hembra resultó con un cuerpo lúteo.

Con el propósito de determinar el rango social de cada cabra, durante el mes de marzo, previo al efecto macho, se realizó un muestreo de comportamiento durante 5 horas por día (07:00-12:00 h), 10 días consecutivos, para así registrar las interacciones agonísticas de las hembras. Durante este proceso se asentó cuál era la iniciadora, la ganadora y la perdedora de cada interacción mediante las siguientes conductas: golpes, amenazas, empujones, huidas y evasiones. A partir de estos registros se creó una matriz de dominio y se calculó un índice de éxito (IE) para cada cabra, de acuerdo con el método adaptado de Álvarez *et al.* (2003) y Barroso *et al.* (2000). El IE de una hembra representa la proporción de sus interacciones agonísticas, que culminan cuando un animal desplaza al otro (ganar la interacción). La cabra que ganó todas sus interacciones tuvo el IE de 1, mientras que la que perdió todas sus interacciones tuvo un IE de 0. Las hembras que tuvieron un índice de éxito de 0 a 0.33 corresponden a animales con bajo rango social, las de 0.34 a 0.66 son de rango social medio y las de 0.67 a 1 son de rango social alto. Para obtener el índice de éxito, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Número de individuos que es capaz de desplazar}}{\text{Índice de éxito}} = \frac{\text{Número de individuos que es capaz de desplazar} + \text{Número de individuos que la desplazaron}}{\text{Índice de éxito}}$$

El mes de abril, época de reposo sexual natural, un macho sexualmente activo, con tratamiento previo de 2.5 meses de días largos a partir del 1 de noviembre, se puso en contacto con el grupo de hembras y permaneció con ellas 24 horas, durante 18 días consecutivos; durante ese lapso, el macho se cambiaba diariamente, en la mañana y en la tarde, por otro sexualmente activo.

Por otro lado, la actividad estral de las hembras del grupo se determinó dos veces por día (8:00 am y 5:00 pm), durante 15 días. El criterio para determinar si una hembra estaba en estro o no, fue su inmovilidad y/o aceptación de la monta del macho (Cheminaeu *et al.*, 1992).

Las proporciones de las hembras que manifestaron actividad estral, así como la proporción de hembras que hicieron un ciclo estral corto se compararon mediante la prueba de Chi-cuadrada. La latencia

al estro y la duración de ciclos cortos y del estro se compararon mediante una prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tiempo transcurrido entre la introducción del macho y el inicio del estro no fue diferente entre las hembras de bajo (84 ± 18.6) y alto (80 ± 8.0) rango social ($P < 0.05$). Las hembras de medio rango social no manifestaron actividad estral en los primeros cinco días. La proporción de hembras que manifestaron actividad estral durante los primeros cinco días de contacto con los machos fue similar entre las hembras de los tres rangos sociales ($P < 0.05$), según se aprecia en la Figura 1.

De igual manera, no se registró ninguna diferencia estadística en el porcentaje de hembras que presentaron estro del día seis al 18, ni en el porcentaje total de hembras en estro entre los tres grupos ($P < 0.05$), como se puede ver en la Figura 1. El porcentaje de cabras que manifestaron ciclos estrales de corta duración no difirió entre las hembras de bajo (45%; 5/11) y alto (37.5%; 3/8) rango social ($P < 0.05$). De manera similar, la duración de ciclos cortos no fue diferente entre los tres grupos de hembras estimuladas mediante el efecto macho (5.1 ± 0.3 y 5.5 ± 0.5 días), para las hembras de bajo y alto rango social, respectivamente ($P < 0.05$). La duración del estro no fue diferente entre las hembras de bajo (19.2 ± 2.9) y alto (24 ± 6.9) rango social ($P < 0.05$).

En el presente estudio se demostró que el rango social de las hembras caprinas anovulatorias no afecta su respuesta estral cuando son estimuladas mediante el efecto macho. En efecto, la mayoría (>85%) de las hembras de los rangos sociales manifestaron actividad estral durante los 18 días que estuvieron en contacto con un macho foto-estimulado. De igual manera, la latencia al estro, así como los porcentajes de hembras que presentaron estro en los primeros cinco días o del seis al 18, no fueron diferentes entre los dos rangos sociales alto y bajo de las hembras.

Los resultados que se obtuvieron en el presente estudio difieren de los reportados por Álvarez *et al.* (2007) en cabras Cashmere en Australia, donde las hembras caprinas de alto y medio rango social manifestaron mayor incidencia de estros que las cabras de bajo rango social. De igual manera, nuestros resultados también son diferentes a los encontrados por

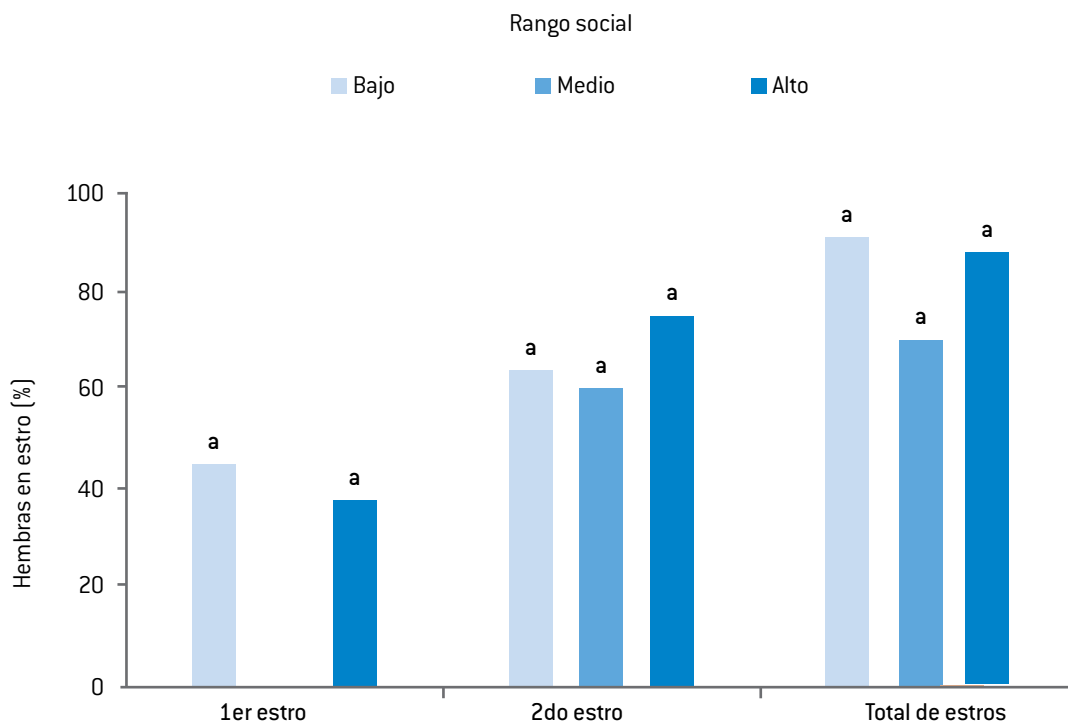


Figura 1. Porcentaje de hembras que presentaron actividad estral del día 0 al 5 [primer estro] y del 6 al 18 [segundo estro], así como el porcentaje total de cabras de Bajo [■], Medio [■] y Alto [■] rango social que manifestaron actividad estral durante los 18 días de contacto con los machos.

Clutton-Brock *et al.* (1982) en hembras de ciervo, donde las hembras dominantes se gestaron antes que las hembras subordinadas. Lo anterior supone una diferencia en la latencia a la respuesta estral y ovulatoria entre los dos rangos sociales, hecho que no se observó en las hembras de este estudio, las cuales no registraron diferencia en la latencia al estro entre las hembras de los dos rangos sociales.

El hecho de que no se hayan encontrado diferencias entre las hembras los dos rangos sociales de nuestro estudio, podría explicarse al menos por dos razones:

1) Las hembras del estudio, a diferencia de las utilizadas por Álvarez *et al.* (2007) y por Clutton-Brock *et al.* (1982), fueron estimuladas por machos sexualmente activos, los cuales se trataron previamente con días largos artificiales para inducir su actividad sexual. En muchos estudios se ha demostrado que estos machos foto-estimulados son muy eficientes para estimular la actividad endocrina y sexual de las cabras anéstricas en condiciones (Flores *et al.*, 2000).

Los machos foto-estimulados inducen la actividad sexual de hembras nulíparas y multíparas por igual (Luna-Orosco *et al.*, 2007). De igual manera, estos machos son capaces de estimular la actividad

endocrina de las cabras anovulatorias sin experiencia sexual de la misma forma que en animales con experiencia sexual (Fernández-García *et al.*, 2011). Incluso, sólo el olor (Vielma *et al.*, 2011) o las vocalizaciones (Delgadillo *et al.*, 2014) de los machos foto-estimulados provocan la actividad endocrina y sexual de las hembras durante el anestro estacional.

2) La otra posibilidad es que, al no separar en el estudio las hembras de alto y bajo rango social al iniciar el efecto macho, las de mayor rango sexual fueron primeramente estimuladas, y éstas estimularán la actividad estral de las cabras de bajo rango mediante el efecto hembra, que según Restall *et al.* (1995) es un fenómeno ampliamente estudiado en ovinos y caprinos. En cambio, en las hembras de Álvarez *et al.* (2007), los animales de cada rango social se separaron y estimularon en corrales aparte; sin embargo, se ha demostrado que cuando se separa un rebaño en el cual ya está bien establecidas las jerarquías, se forman nuevas interacciones y nuevos rangos sociales, lo que podría confundir los efectos reales del de la influencia del rango social en la actividad fisiológica de una animal.

Finalmente, sería interesante determinar el efecto del rango social en otras condiciones fisiológicas,

como el inicio de la pubertad en machos y hembras, en la estacionalidad reproductiva o en animales de una conducción corporal baja.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se concluyó que el rango social en las hembras caprinas estimuladas mediante el efecto macho no afecta su respuesta estral. Es probable que la ausencia de diferencias entre los rangos sociales de las hembras se haya debido al uso de machos foto-estimulados.

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ, L., Martin, G.B., Galindo, F., Zarco, L.A. 2003. Social dominance of female goats affects their response to the male effect. *APPL. ANIM. BEHAV. SCI.* 84:119-126.
- ÁLVAREZ, L., Ramos A.L., Zarco L. 2009. The ovulatory and LH responses to the male effect in dominant and subordinate goats. *Small Rumin. Res.* 83:29-33.
- ÁLVAREZ, L., Zarco, L., Galindo, F., Blache, D., Martin, G.B. 2007. Social rank and response to the "male effect" in the Australian Cashmere goat. *Anim. Reprod. Sci.* 102: 258-266.
- AMOAH, E.A., Geleze, S., Guthrie, P., Rexroad, Jr. C.E., 1996. Breeding season and aspects of reproduction of female goats. *J. Anim. Sci.* 74, 723-728.
- BARROSO, F.G., Alados, C.L., Boza, J. 2000. Social hierarchy in the domestic goat: effect on food habits and production. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 69:35-53.
- BEDOS, M., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Keller, M., Malpoux, B., Poindron, P., Delgadillo, J.A. 2010. Four hours of daily contact with sexually active males is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Horm. Behav.* 58:473-477.
- CHEMINEAU, P., Daveau A., Maurice F., Delgadillo, J.A. 1992. Seasonality of oestrus and ovulation is not deeply modified by submitting Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin. Res.* 8:299-312.
- CLUTTON-BROCK, T.J., Albon, S.D., Binness, F.E. 1986. Great expectations: dominance, breeding success and offspring sex ratios in red deer. *Anim. Behav.* 34: 460-471.
- DELGADILLO, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B. 2002. Induction of sexual activity of lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80: 2780-2786.
- FLORES, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.* 62:1409-1414.
- FERNÁNDEZ-GARCÍA, I.G., Luna-Orozco, J.R., Vielma, J., Duarte, G., Hernández, H., Flores, J.A., Gelez, H., Delgadillo, J.A. 2011. Lack of sexual experience does not reduce the responses of LH, estrus or fertility in anestrus goats exposed to sexually active males. *Horm. Behav.* 60:484-488.
- FOWLER, D.G., Jenkins, L.D. 1976. The effects of dominance and infertility of rams on reproductive performance. *Appl. Anim. Ethol.* 2:327-337.
- LUNA-OROZCO, J.R., Fernández, I.G., Gelez, H., Delgadillo J.A. 2008. Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory response to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 106:352-360.
- RESTALL, B. J., Restall, H., Walkden-Brown, S.W. 1995. The induction of ovulation in anovulatory goats by oestrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 40: 299-303.
- SYNNOTT, A.L., Fulkerson, W.J. 1984. Influence of social interaction between rams on their serving capacity. *Appl. Anim. Ethol.* 11:283-289.
- PRESTON, B.T., Stevenson, I.R., Pemberton, J.M., Coltman, D.W., Wilson, K. 2003. Overt and covert competition in a promiscuous mammal: the importance of weaponry and testes size to male reproductive success. *Proc. R. Soc. Lond.* 270:633-640.
- UNGERFELD, R., González-Pensado, S. P. 2008. Social rank affects reproductive development in male lambs. *Anim. Reprod. Sci.* 109:161-171.
- VIELMA, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrus female goats. *Horm. Behav.* 56:444-449.

Producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* mill) hidropónico en un invernadero y parcela a campo abierto con riego automatizado

Production of hydroponic tomato (*Lycopersicon esculentum* mill) in a greenhouse and open field plot with automatized irrigation



Rocío de Jesús Díaz-Aguilar¹, Ofelia Begovich-Mendoza²,
Ricardo Casas-Carrillo², Mario Ángel Siller-González Pico², Javier Ruiz-León²

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL. Periférico Raúl López Sánchez S/N, Valle Verde, 27059 Torreón, Coah. *Autor responsable e-mail: rociodiazag@hotmail.com. ²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, U. Guadalajara, Av. del Bosque 1145, Col. El Bajío. 45019. Zapopan, Jal. México.

RESUMEN

Este artículo presenta la investigación obtenida al comparar la producción de jitomate, variedad Rio Colossal F1 en hidroponía dentro de un invernadero automatizado y en una parcela, en campo abierto. Esta investigación fue motivada por la poca información que existe sobre esta variedad de jitomate en la literatura. El experimento se llevó a cabo de noviembre de 2014 a marzo de 2015. Para evaluar la producción, se eligieron al azar y en la misma proporción, plantas del invernadero y de la parcela. Las variables que se evaluaron fueron: la altura de la planta, y el peso y diámetro de los frutos. Al comparar la altura de las plantas en ambos experimentos, las más altas fueron las del invernadero, con una diferencia de 14.12 cm respecto a las de la parcela, mientras que en tamaño y peso de los frutos no se encontró diferencia significativa, lo cual se reflejó en una producción similar debido a que, tanto a la parcela como al invernadero se les proporcionó la misma cantidad de nutrientes por el riego automatizado.

Palabras clave: jitomate, producción, automatización, hidroponía

ABSTRACT

This paper presents research results obtained from a comparison between the production of hydroponic tomato Colossal Var Rio F1 inside an automated greenhouse and an open field plot. This is motivated by the scarce information about this tomato variety in literature. The experiment was carried out from November 2014 to March 2015. To evaluate production, we randomly selected from both the greenhouse and plot, plants in the same proportion. The evaluated variables are: plant height, and weight and diameters of fruits. The results for this comparison are: the highest plants are the ones from the greenhouse with an average of 14.12 cm respect to the plot plants; for the size and weight of fruits we did not find any significant difference. The fruit production was similar in both experimental scenarios since nutrients were provided by automatic irrigation with the same amount in both cases.

Key words: tomato, production, automation, hydroponic

INTRODUCCIÓN

El jitomate (*Lycopersicon esculentum* mill), una de las hortalizas de mayor consumo en el mundo, se cultiva ampliamente en invernadero. Esta planta es perenne, de porte arbustivo, que se cultiva como anual; puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y su crecimiento es limitado en las variedades determinadas, e ilimitado en las indeterminadas (Jaramillo N. *et al.*, 2007). En invernaderos se utilizan las variedades de crecimiento indeterminado, pues permiten tener producción durante largos periodos si se manejan de forma adecuada (Castellanos, 2009).

Las funciones de un invernadero son, por un lado, proteger las planta de condiciones climáticas desfavorables y de ciertas plagas o animales, y por otro, la de modificar total o parcialmente ciertas condiciones del clima en su interior, con el propósito de proporcionar a la planta un ambiente adecuado para su desarrollo. La automatización de invernaderos permite al agricultor facilitar ciertas tareas, como: fijar la apertura de las ventanas, lograr una mejor aireación y humificación, programar el riego para las plantas, y monitorear variables tales como la temperatura, la humedad y la radiación solar.

La automatización también permite: realizar investigación para encontrar mejores modelos que describan el comportamiento de ciertas variables climáticas dentro del invernadero (Hasni, 2011); diseñar estrategias de monitoreo y control que permitan mejorar las condiciones climáticas (Coelho, 2005), y alertar fallos de algunos componentes del invernadero.

La aplicación de agua para riego y los fertilizantes necesarios para el cultivo es un factor importante en la producción en invernaderos. La concentración de fertilizantes varía según el estado fenológico de la planta (Nuño, 2007), lo cual se traduce en incrementos significativos de producción, tanto en cantidad como en calidad (Espinoza, 2004).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la producción de jitomate variedad Rio Colosal F1 en hidroponía dentro de un invernadero automatizado, y en una parcela en campo abierto, con riego temporizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el invernadero del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

(CINVESTAV) del IPN, ubicado en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México, con latitud de 20° 40' N, longitud de 103° 27' O y altitud de 1728 m. El cultivo estuvo establecido de noviembre del 2014 a marzo del 2015.

El experimento se llevó a cabo en un invernadero de 12 m por 5 m, con una altura máxima de 5.14 m; cuenta con dos ventanas laterales accionadas con motores, para fijar su apertura a la altura deseada y con riego por goteo temporizado (Figura 1). Tanto el invernadero como la parcela en que se realizó el experimento contaron con una variedad de sensores para realizar mediciones continuas de las siguientes variables climatológicas: temperatura (°C), humedad relativa (% HR), velocidad del viento (m/s) y radiación solar (W/m²).

La temperatura del invernadero se reguló por la apertura de las ventanas y por ventilación forzada, mediante ventiladores, que se activaban al llegar a más de los 30°C y se apagaban cuando la temperatura era inferior a 25°C.

En la Figura 2 se muestra un diagrama del prototipo experimental y las partes principales que lo componen, y el de la parcela, que contó únicamente con riego por goteo temporizado.

El material vegetal experimental fue la variedad Rio Colosal F1 de jitomate, de la casa comercial Caloro Seeds, que es de hábito de crecimiento determinado. La semilla se sembró en charolas germinadoras de plástico de 144 cavidades, en una proporción de 25:75 de sustrato perlita y peat moos.

Durante la emergencia de las plantas y hasta el trasplante, se regó únicamente con agua pura. El trasplante se hizo 30 días después de la siembra, en bolsas de plástico negras calibre 400, con una capacidad de 10 L, tanto en invernadero como en la parcela. En el invernadero, en seis hileras se sembraron 66 plantas de genotipos de hábito determinado, a una distancia de 90 cm entre planta y de 80 cm entre hilera; en la parcela 32 plantas en cuatro hileras, cuya distancia fue similar a la del invernadero.

La preparación del sustrato se realizó con tezontle rojo de diámetros distintos: el 50% de la parte inferior de la bolsa se llenó con grano de 1 cm de diámetro y el 50% de la parte superior, con grano de 0.2-0.5 cm.

Tanto en el invernadero como en la parcela se utilizó riego por goteo, en el cual se incluía la solución nutritiva. El riego se activaba cada hora durante de 4 min, para así aplicar 1.5 L en 10 riegos al día. Cuando las plantas comenzaron a producir frutos,

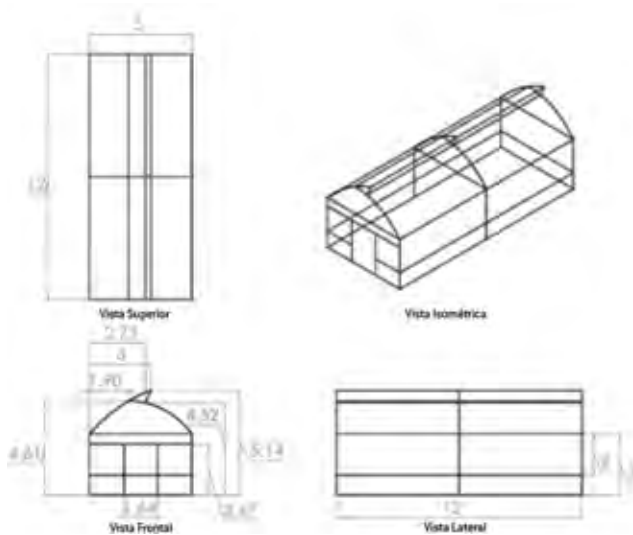


Figura 1. Dimensiones del invernadero.

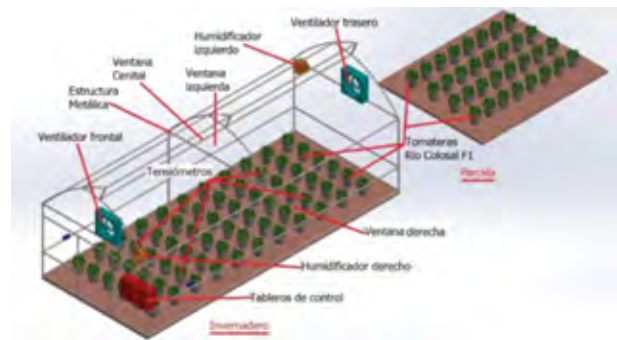


Figura 2. Partes principales del prototipo experimental.

la cantidad de agua que se utilizó a la semana fue de aproximadamente 1200 L para las 98 plantas, lo que representa un gasto de 172 L por día.

La solución nutritiva que se utilizó tenía una concentración de nutrimentos minerales en mg/L de: N=250, P=80, K=160, Ca=280, Mg=50, Fe=0.6, Mn=0.6, Cu=0.03, Zn=0.26, B=0.22, Mo=0.05. Para obtener estas cantidades se utilizaron los siguientes fertilizantes comerciales: nitrato de calcio, nitrato de potasio, sulfato de magnesio, fosfato monoamónico y Ultra Sol Mix.

Aunque la variedad que se estudió fue determinada, las plantas se tutoraron con rafia cuando tenían alrededor de 30 cm de altura. Las plantas de la parcela sufrieron daños por lluvia, lo que provocó que murieran tres. Las variables de las plantas que se evaluaron fueron: altura, diámetro ecuatorial y diámetro polar. En cuanto a plagas, el experimento únicamente registró presencia de mosquita blanca y

paratíosa, las cuales causaron daños mínimos debido a que la variedad es resistente a los virus que transmiten.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran la diferencia en la producción de jitomate dentro y fuera de un ambiente controlado. Para la toma de datos se muestrearon al azar la misma cantidad de plantas tanto en el invernadero como en la parcela. En Cuadro 1 se presentan datos de las plantas del invernadero con los máximos y mínimos respecto a altura de las plantas y características de los frutos.

Se puede observar la variabilidad en cuanto a la altura de las plantas, ya que la diferencia fue de 38 cm entre máximo y mínimo; los frutos también tuvieron diferencias en tamaño y peso.

Cuadro 1. Alturas de las plantas del invernadero y características de los frutos.

Invernadero	Altura de planta (cm)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Peso (gr)
Máximo	90	8.5	6.11	123.75
Mínimo	52	5.52	3.85	39.5

En Cuadro 2 se presentan los valores de la parcela. El crecimiento de las plantas fue menor, comparándolo con los datos obtenidos en el invernadero, aunque se puede observar que el rango entre máximo y mínimo es menor que el del invernadero.

En el Cuadro 3 se presentan los promedios de altura de las plantas y demás características que se evaluaron tanto de la planta y como de los frutos en el invernadero y la parcela.

Cabe mencionar que dentro del invernadero, el crecimiento de las plantas fue mayor (69.37 cm) que en la parcela (55.25 cm), lo cual se puede deber al estrés hídrico que genera una mayor evo-transpiración en las plantas de la parcela, que están sometidas a la radiación solar directa. Este estrés provoca que las plantas cierren sus estomas para evitar la transpiración y, en consecuencia, su crecimiento se reduce (Asgharipour y Armin, 2010). Lo anterior se refuerza debido a que, a pesar de que se aplicaba la misma cantidad de solución a las plantas del invernadero y parcela, las de la parcela crecieron menos. Para complementar lo anterior, se puede mencionar que la radiación solar durante el periodo del 20 al 23 de

marzo de 2015 fue de 800 w/m² para la parcela y de 600 w/m² para el invernadero.

Para evaluar el peso de los frutos, se tomaron 25 jitomates de la parcela y 25 del invernadero de la cuarta cosecha y no se observó diferencia; luego, con un vernier, se clasificaron según su tamaño: respecto al diámetro polar, en el invernadero fue mayor, aunque en la parcela el diámetro ecuatorial fue más grande. En lo que toca a los pesos, no se observó diferencia. El pH influye en el tamaño de los frutos. Los valores superiores a 2.5 dS/m pueden causar efectos negativos en variables de calidad del fruto, como reducción en su tamaño (Yurtseven *et al.*, 2005). En este trabajo, la solución que se aplicó contenía valores menores a 2.5 dS/m.

Por otro lado, según San Martín *et al.* (2012), se sabe que la acumulación de fertilizantes en el sustrato puede incrementar su conductividad eléctrica, lo que provoca que el fruto no se desarrolle al nivel deseado; sin embargo, no se pudieron encontrar en alguna publicación registros de los valores promedio que un fruto de la variedad utilizada debiera alcanzar, con lo cual no se puede inferir nada respecto a la conductividad en el sustrato.

Cuadro 2. Promedios de altura y características de los frutos de la parcela, CINVESTAV, 2015.

Parcela	Altura de planta (cm)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Peso (gr)
Máximo	68	7.19	5.85	111.75
Mínimo	46	4.96	4.17	45.5

Cuadro 3. Promedios de altura y características de los frutos del invernadero y parcela, CINVESTAV, 2015.

	Altura promedio de planta (cm)	Diámetro polar promedio (cm)	Diámetro ecuatorial promedio (cm)	Peso promedio (gr)
Invernadero	69.37	6.87	4.84	69.56
Parcela	55.25	6.14	5.23	69.51

CONCLUSIÓN

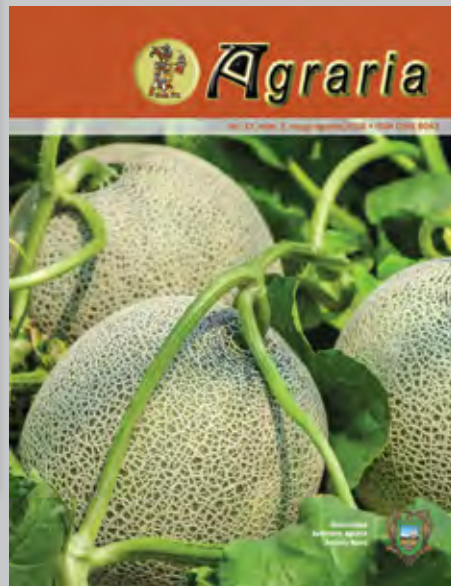
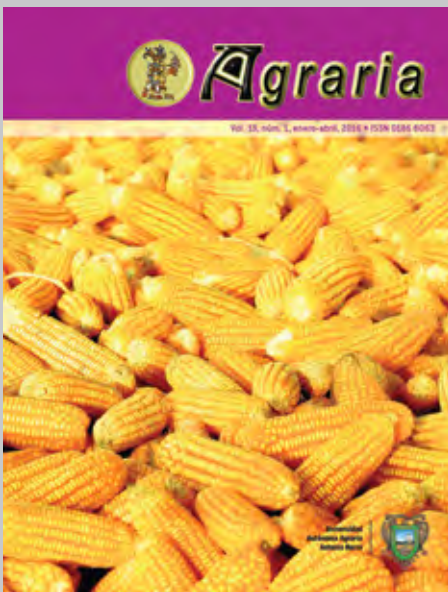
Con base en los resultados obtenidos en las dos áreas experimentales de jitomate variedad Rio Colosal F1, se puede concluir que no existieron diferencias significativas en la producción y las características de los frutos, esto gracias a que las plantas de la parcela e invernadero fueron alimentadas con la misma cantidad de solución, durante el mismo tiempo, lo que fue factible gracias a la automatización.

LITERATURA CITADA

- ASGHARIPOUR, M. R., Armin, M. (2010). Growth and elemental accumulation of tomato seedlings grown in composted solid waste soil amended. 4: 940-101.
- CASTELLANOS, Z. (2009). Manual de producción de jitomate en invernadero. pp 45-46.
- COELHO (2005). Greenhouse air temperature predictive control using the particle swarm optimization algorithm Computers and Electronics in Agriculture. Volume 49, Issue 3, December 2005, pp. 330-344.
- ESPINOZA, Z. C. (2004). Producción de tomate en invernadero. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. p. 19.
- HASNI, A. (2011). Optimization of greenhouse climate model parameters using particle swarm optimization and genetic algorithms. pp. 371-380.
- JARAMILLO, J., Rodríguez, V. P., Guzmán M., Zapata M., Rengifo T. (2007). Manual técnico: Buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. pp. 57-58.
- NUÑO, M.R. (2007). Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, Baja California. p. 11.
- RIO COLOSAL F1 [en línea]. Directorio de hortalizas. [Consulta: 24 abril 2015]. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/directorio/producto/rio-colosal-f1/>
- SAN MARTÍN-HERNÁNDEZ, C. (2012) calidad de tomate (*solanum lycopersicum* l.) producido en hidroponia con diferentes granulometrías de tezontle
- YURTSEVEN, E. (2005). The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central Anatolian tomato species (*Lycopersicon esculentum*). 78: 128-135.

PUBLICACIONES

2016



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



- 73** Conductividad eléctrica y tasa de imbibición de semillas de trigos forrajeros
Electrical conductivity and seed imbibition rate of seed wheat
Miguel Ángel Valdez-Hernández, María Alejandra Torres-Tapia, Víctor Manuel Zamora-Villa, Modesto Colín-Rico, Mario Ernesto Vásquez-Badillo
- 79** Descripción varietal de tres genotipos de trigo forrajero para el noreste de México
Varietal description of three fodder wheat genotypes for northeast México
María Alejandra Torres-Tapia, Miguel Ángel Valdez-Hernández, Víctor Manuel Zamora-Villa, Modesto Colín-Rico, Mario Ernesto Vásquez-Badillo
- 87** 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, Ociel Fabela-Castorena, Armando Jacinto Aguilar-Caballero, Raquel Olivas-Salazar, Jesús Manuel Fuentes-Rodríguez, Ana Verónica Charles-Rodríguez
- 95** El rango social de las cabras anovulatorias no afecta su respuesta estral al ser sometidas al efecto macho
The social rank goats not affect their estrous response when are subjected to the male effect
Andrés Sánchez-Hernández, Fernando Wenseslao-Ortiz, Reynaldo Flores, José A. Flores-Cabrera
- 101** Producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* mill) hidropónico en un invernadero y parcela a campo abierto con riego automatizado
Production of hydroponic tomato (*Lycopersicon esculentum* mill) in a greenhouse and open field plot with automatized irrigation
Rocío de Jesús Díaz-Aguilar, Ofelia Begovich-Mendoza, Ricardo Casas-Carrillo, Mario Ángel Siller-González Pico, Javier Ruiz-León

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.

