



Agraria

Vol. 12, núm. 1, enero-abril, 2015 • ISSN 0186 8063



Universidad
Autónoma Agraria
Antonio Narro





Revista científica de la Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro, vol. 12, núm. 1, enero-abril, 2015.

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

Portada:

Becerras de la raza Charolais en el rancho
Los Ángeles, campo experimental de la
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

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. 12, núm. 1, enero-abril, 2015, 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 abril de 2015, y consta de 200 ejemplares.



CONTENIDO

PÁGINA

- 1** **Cuantificación de biomasa y carbono en la reforestación de Pinus halepensis Mill., campus universitario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**
Biomass and carbon quantification in a reforested area of Pinus halepensis Mill., in the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro campus
Jorge Méndez-González, Luis Alejandro López-Ochoa, Eladio Cornejo-Oviedo, Alejandro Zermeño-González y Juan Abel Nájera-Luna
- 13** **Comportamiento productivo y reproductivo de vacas Charolais con diferentes días al empadre**
Productive and reproductive performance of cows Charolais with different days to breeding
Josué Ávila-Rocha, Roberto García-Elizondo, Ramiro López-Trujillo, Fernando Ruiz-Zárata y Jesús Manuel Fuentes-Rodríguez
- 21** **El abasto de alimentos en las familias campesinas del ejido Los Llanos, municipio de Arteaga, Coahuila, y la incidencia de las actividades productivas y de traspatio**
The food supply in rural families of the ejido Los Llanos, municipality of Arteaga, Coahuila, and the incidence of productive activities and backyard
Edilberto Méndez-de La Cruz, Luis Aguirre-Villaseñor, Francisco Martínez-Gómez, Susana Cepeda-Islas, Rolando Ramírez-Segoviano
- 29** **Comportamiento de lechones en etapa de inicio, alimentados con dietas que contienen yema de huevo y núcleo proteico**
Behavior of initiation pig fed diets with egg yolk and Nupro
Ana Belly Aguilar-Vázquez, Ramón Florencio García-Castillo, Jaime Salinas-Chavira, Luis Rodríguez-Gutiérrez, Ramiro López-Trujillo, Jorge Ramsy Kawas-Garza, José David Hernández-Bustamante, Antonio Valdez-Oyervides
- 35** **Cambios en la vegetación, propiedades del suelo y tasa de infiltración en un agostadero del norte de México, excluido del pastoreo durante 25 años**
Vegetation, soil and infiltration rate change after 25 years of livestock grazing exclusion on a scrubland in northern Mexico
Eliseo Bernabel Suárez-Hernández, José Eduardo García-Martínez, Miguel Mellado-Bosque, José Dueñez-Alanís

Cuantificación de biomasa y carbono en la reforestación de *Pinus halepensis* Mill., campus universitario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Biomass and carbon quantification in a reforested area of *Pinus halepensis* Mill., in the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro campus

Jorge Méndez-González^{1*}, Luis Alejandro López-Ochoa¹, Eladio Cornejo-Oviedo¹, Alejandro Zermeño-González¹ y Juan Abel Nájera-Luna²

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento Forestal. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. jmendezg@hotmail.com [*Autor responsable]. ²División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de El Salto (ITES). Mesa del Tecnológico s/n, El Salto, 34942, Pueblo Nuevo, Durango, México.

RESUMEN

La estimación adecuada de biomasa aérea de árboles juega un papel importante en el manejo de ecosistemas forestales. El objetivo del presente estudio fue cuantificar biomasa aérea de una plantación [270 ± 15 árboles ha^{-1}] de *Pinus halepensis* Mill., con la ecuación alométrica de la forma: 1) $\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) \cdot FC$ y 2) $y_i = \beta_0 \cdot x_i^{\beta_1}$, donde β_0 y β_1 son parámetros de regresión, "y" es biomasa (kg), "x" es diámetro normal (cm) y FC es un factor de corrección ponderado. Los resultados demuestran que la cuantificación de biomasa de *Pinus halepensis* Mill., contrasta cuando se utilizan diferentes métodos de estimación de parámetros: ecuación 1 (Ec. 1) y ecuación 2 (Ec. 2). La Ec. 1 sobrestima la biomasa de *Pinus halepensis* hasta en más de 7%; no obstante, los mejores ajustes ($R^2 > 0.97$) se obtuvieron al utilizar la Ec. 2, con la que se calculó un almacén de $58.3 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1}$. De acuerdo al modelo de Schumacher, el fuste de *Pinus halepensis* contribuye con 3.1 y 1.5 veces más biomasa que hojas y ramas. El máximo incremento de biomasa total se obtendría a los 53 años de edad, lo que representa 2.8, 1.6 y 5.9 ton ha^{-1} de biomasa, carbono y dióxido de carbono, respectivamente.

Palabras clave: biomasa, carbono, crecimiento-incremento, pino aleppo, México.

ABSTRACT

The adequate estimation of aboveground biomass of trees plays an important role in the management of forest systems. The objective of the present study was to quantify the aboveground biomass in a plantation [270 ± 15 trees ha^{-1}] of *Pinus halepensis* Mill., using the allometric equation of the form: 1) $\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) \cdot FC$, and 2) $y_i = \beta_0 \cdot x_i^{\beta_1}$, where β_0 and β_1 are regression parameters, "y" is biomass (kg), "x" is normal diameter (cm) and FC is a weighted correction factor. Results show that the quantification of biomass of *Pinus halepensis* Mill., contrasts when different parameter estimation methods are used (equation 1 and equation 2). Equation 1 overestimates the biomass of *Pinus halepensis* by as much as 7%; however, the best fits ($R^2 > 0.97$) are obtained with equation 2. A store of $58.3 + \text{CO}_2 \text{ ha}^{-1}$ is calculated. According to the Schumacher model, the stem of *Pinus halepensis* contributes 3.1 and 1.5 times more biomass than leaves and branches. The maximum increment in total biomass would be obtained at 53 years of age, representing 2.8, 1.6 and 5.9-ton ha^{-1} of biomass, carbon and carbon dioxide.

Key words: biomass, carbon, growth-increment, aleppo pine, Mexico.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una amenaza para el medio ambiente, los recursos naturales, la economía, la seguridad alimentaria e, incluso, para la salud humana; a éste se le atribuye la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera por arriba de los niveles históricos, los cuales han aumentado de 280 a 379 ppm en los últimos 150 años (IPCC, 2007), aproximadamente 1.5 ppm año⁻¹, lo que ha afectado los patrones globales de precipitación y temperatura.

El dióxido de carbono (CO₂) es uno de los GEI más abundantes, ya que constituye el 72% del total de ellos y causa hasta el 26% del forzamiento radiactivo del sistema climático (Kiehl y Trenberth, 1997). En el proceso de fotosíntesis de las plantas, el CO₂ que se fija en moléculas de carbono constituye, aproximadamente, el 50% de su biomasa seca (Gayoso y Schlegel, 2001); su tasa de fijación es proporcional a la tasa de crecimiento de cada especie (Méndez *et al.*, 2011), y por ende, al potencial que tiene la especie de mitigar los efectos del cambio climático (Brown, 1997; Gayoso y Schlegel, 2001). A las modificaciones producidas en cualquier variable dendrométrica del árbol se les denomina crecimiento, y cuando éste se evalúa en el tiempo, se le conoce como incremento (Zeide, 1993), y es el volumen (o biomasa por derivación de él) el mejor parámetro para expresar el crecimiento de un rodal.

La biomasa vegetal se define como la cantidad total de materia orgánica existente por arriba y por abajo del suelo, expresada como peso anhidro por unidad de área (Brown 1997; FAO, 2004). De esta manera, es importante cuantificar la biomasa en estudios de captura de carbono (Gayoso y Schlegel, 2001), por considerarse un parámetro que caracteriza la productividad de los ecosistemas (Brown, 1997), además de ser base para crear escenarios futuros ante el cambio climático, pues permite conocer el efecto atenuador de los bosques, al secuestrar GEI (Maser *et al.*, 1997).

Los bosques del mundo cubren más de 4 mil millones de ha, es decir, el 31% de la superficie total de la tierra, de las que 264 millones son plantaciones, lo que equivale a sólo el 7% del total (FAO, 2010). Las 31 millones de ha de los bosques de México representan un almacén aproximado de 8 Gt C (Maser *et al.*, 1997); no obstante, este tipo de estudios es escaso en plantaciones forestales, a pesar de ser estratégicas para almacenar carbono de una forma más rápida y eficiente

(Méndez *et al.*, 2011). *Pinus halepensis* Mill. es una especie mediterránea, heliófila, termófila y xerófila adaptada a la sequía, y adaptable a gran rango altitudinal (Herranz, 2000); se ha usado exitosamente para la recuperación de suelos *post* incendio (Montero *et al.*, 2001; Mitsopoulos y Dimitrakopoulos, 2007), y en el área de estudio su introducción data de poco más de cinco décadas; también forma parte de parques urbanos, así como de grandes áreas en plantaciones forestales. El presente estudio tuvo como objetivos: 1) generar ecuaciones alométricas para cuantificar la biomasa aérea, el carbono, los incrementos anuales, y lo que éstos representan en una plantación de *Pinus halepensis* Mill. en la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México, y 2) evaluar la predicción de biomasa con el uso de diferentes procedimientos de estimación de parámetros del modelo alométrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La plantación de *Pinus halepensis* en el área de estudio, que abarca aproximadamente 1000 ha, se estableció en ocho etapas diferentes, entre 1960 y 1977; se localiza dentro de los límites del área natural protegida: Sierra de Zapalinamé, a 7 km al sur de Sotillo, Coahuila, México. El clima es semicálido (BWh (e)), con temperatura media anual de 18 °C y precipitación de 300 mm anuales (Conabio, 1998); suelo xerosol cálcico, con una textura media de 80% de caliche (Semarnat, 1998).

Método destructivo para obtener biomasa en verde

El trabajo de campo se realizó en noviembre de 2010. Se seleccionaron 20 árboles a los que, previo a su derribo, se les midió el diámetro a 1.30 m, y la altura total. Zianis y Mencuccini (2004) y Zianis *et al.* (2005), evidencian que cerca del 30% de estudios de biomasa utilizan entre 11 y 20 árboles, por lo que se optó por este tamaño de muestra. Para obtener el peso en verde del árbol, se utilizó el método destructivo (derribo, desrame y pesaje) (Gutiérrez y Lopera, 2001; Schlegel *et al.*, 2000; Ritson y Sochacki, 2003), que incluyó árboles de todas las categorías de diámetro y altura (Návar *et al.*, 2001). Para evitar pérdida de biomasa (hojas y ramillas) se colocaron sobre el suelo lonas de plástico. Después, el árbol se separó en componentes: hojas, ramas y fuste. Cada componente se pesó en verde, con básculas de diferente capacidad: 150 kg/20 g y 20 kg/2 g; para obtener el contenido de

humedad, de cada componente se extrajo una muestra en fresco de acuerdo con Schlegel *et al.* (2000) y Díaz *et al.* (2007), mientras que, para tal propósito, del fuste se extrajeron rodajas de aproximadamente 5 cm de grosor, que se obtuvieron cada metro de longitud desde la base (0.10 m) hasta la punta del árbol (Méndez *et al.*, 2011).

Determinación de materia seca por componente

Ya en laboratorio, las muestras se secaron en una estufa Hildebrand, a temperatura de 80 °C por 8 días, o hasta alcanzar peso anhidro, para obtener de esta manera el contenido de humedad de cada componente (Schlegel *et al.*, 2000; Pacheco *et al.*, 2007). La biomasa seca de cada componente: hojas (*Bh*), ramas (*Br*), fuste (*Bf*), y la suma de ellos: biomasa total (*Bt*), se obtuvo utilizando la relación peso fresco/peso seco (Schlegel *et al.*, 2000; Méndez *et al.*, 2011) en función del contenido de humedad calculado previamente.

Ajuste de la ecuación alométrica

La biomasa de cada componente de *Pinus halepensis* se calculó con la ecuación alométrica en su forma logarítmica: $\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) \pm \varepsilon_i$ [1] (Zianis y Mencuccini, 2004), y en su forma exponencial: $y_i = \beta_0 \cdot x_i^{\beta_1} \pm \varepsilon_i$ [2], donde β_0 y β_1 son parámetros de regresión, “ y_i ” es biomasa del componente (kg), “ x_i ” es diámetro normal (cm) y ε_i es el error. Los coeficientes de regresión β_0 y β_1 se obtuvieron por cuadrados mínimos, con el uso del programa estadístico SAS v. 9.0, con ‘proc reg’ en Ec. 1 y ‘proc nlin’ en Ec. 2; en esta última se usaron derivadas y el método iterativo modificado Gauss Newton, el cual produce estimaciones de cuadrados mínimos ponderados. La Ec.1 se multiplicó por el factor de corrección ponderado: $FC = \exp^{(CME/2)}$ (Sprugel, 1983).

Obtención de contenido de carbono en *Pinus halepensis*

El contenido de carbono (%) de cada componente de *Pinus halepensis* se obtuvo usando el método de calcinación, que consiste en incinerar a 600 °C 1 gr de muestra durante cuatro horas; de la ceniza se obtuvo el porcentaje mineralizado y materia orgánica, ésta última multiplicada por un coeficiente estandarizado (1.72) para obtener el porcentaje de carbono (López y López, 1967; Ritson y Sochacki, 2003). El carbono almacenado en la biomasa del árbol se obtuvo por el producto de la biomasa del componente, por contenido de carbono del mismo componente (Gayoso y Schlegel, 2001; Gutiérrez y Lopera, 2001).

El dióxido de carbono (CO₂) se calculó mediante la proporción del peso de la molécula de CO₂ (44) y el peso del átomo de carbono (12) (Gayoso *et al.*, 2002). La extrapolación de C y CO₂ a unidad de superficie se estimó en función de los parámetros del árbol medio, como lo indica Lieth (1975).

Estimación de incremento en biomasa, carbono y dióxido de carbono

La edad de cada árbol de *Pinus halepensis* se obtuvo mediante el conteo de anillos de crecimiento de la rodaja obtenida a 0.10 m de altura, a la cual se le sumaron dos años (número de años que tardó en alcanzar esta altura). Con el modelo de Schumacher: $y_i = \exp^{(\beta_0 + \beta_1 E)} \pm \varepsilon_i$ [3], donde y_i = biomasa de hojas, ramas, fuste y total (kg), β_0 y β_1 = parámetros de regresión, exp = base de los logaritmos neperianos, E = edad (años) y $\pm \varepsilon_i$ error, se cuantificó el crecimiento en biomasa de cada componente de *Pinus halepensis*. El incremento medio anual (IMA) de cada componente se obtuvo de la siguiente manera: $\partial Y / \partial \beta_1 = (-1 / E) \cdot \exp(\beta_0 + \beta_1 / E)$ [4], mientras que el incremento corriente anual (ICA) se determinó por: $\partial Y / \partial E^2 = -\beta_1 / E^2 \exp(\beta_0 + \beta_1 / E)$ [5], de acuerdo con lo expuesto por Méndez *et al.* (2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Generalidades

De acuerdo con los resultados del inventario realizado en la plantación de *Pinus halepensis*, se encontraron árboles desde 22 hasta 51 años de edad, con un diámetro de entre 5 y 22 cm, y una altura de 4 a 10 m, con un promedio de 28 años, 16 cm y 7 m, y una densidad de 270 ± 15 árboles ha⁻¹. Montero *et al.* (2001), en un estudio en varias provincias de España, reportaron altura similar en *Pinus halepensis* desde 6 hasta 10 m a esta misma edad, e indicaron que su incremento máximo en altura se dio a los 80 años. De acuerdo con los árboles analizados, se obtuvo una biomasa promedio de 7.9, 17.5, 27.3 y 52.8 kg árbol⁻¹ en hojas, ramas, fuste y total, respectivamente. En este estudio, la biomasa total máxima (190 kg) está representada por un árbol de 31 años de edad, 22 cm de diámetro y 9.7 m de altura, lo que demuestra variaciones dimensionales y de biomasa en árboles de *Pinus halepensis*, especialmente con la edad. No obstante, en árboles de *Pinus halepensis* con estas mismas características, plantados en Israel, Grünzweig *et al.* (2007) reportaron 187 kg, por lo que resulta

muy similar la producción de biomasa en diferente localización geográfica.

Ecuaciones para estimar biomasa en *Pinus halepensis*

De acuerdo con Ec. 1, los mejores ajustes se registraron en biomasa de fuste y total, con $R^2 > 0.94$ (Cuadro 1), mientras que los ajustes más bajos se observaron en hojas y ramas (R^2 de 0.56 y 0.77), lo que demuestra un incremento en el error de estimación (Cuadro 1). El componente hojas presentó gran variación en biomasa (54.42% de C.V.), contrario a lo que se observa en fuste (22.15%). No obstante, todas las ecuaciones presentaron alta significancia estadística ($Pr < 0.0001$) (Cuadro 1). En esta misma especie, con la Ec. 2, Grünzweig *et al.* (2007) encontraron mejores ajustes R^2 de 0.98, 0.97 y 0.99 en biomasa de hojas, ramas y fuste, mientras que Mitsopoulos y Dimitrakopoulos (2007), reportaron R^2 de 0.82 a 0.88 para estimar biomasa de copa de *Pinus halepensis*. De forma similar, Xiao y Ceulemans (2004), al cuantificar biomasa, encontraron R^2 de 0.99 en hojas y 0.98 en ramas y fuste de *Pinus sylvestris* (sinonimia de *P. halepensis*).

En plantaciones forestales, al utilizar Méndez *et al.* (2011) la Ec. 1, reportaron ajustes de 0.57, 0.85 y 0.85 en *P. devoniana*, y de 0.84, 0.92 y 0.90 en hojas,

ramas y fuste de *P. pseudostrobus*; Nívar *et al.* (2001) reportaron $R^2 < 0.66$ en biomasa de hojas en *P. cooperi* y *P. duranguensis*; Zianis *et al.* (2005), en biomasa total de *Pinus pinaster* registraron R^2 de hasta 0.99; Díaz *et al.* (2007) reportaron R^2 de 0.98 en biomasa total de *Pinus patula*; Xiadong *et al.* (2010) en *P. koraiensis* muestran ajustes de 0.95, 0.96 y 0.98 en hojas, ramas y fuste. La mayoría de los estudios, al utilizar diámetro normal, demuestran una estimación adecuada de biomasa aérea, especialmente para fuste, no así para hojas y ramas.

La biomasa de árboles de *P. halepensis* se encuentra fraccionada en 14 ± 4.6 , 32 ± 11.2 y $54 \pm 9.9\%$ en hojas, ramas y fuste, valores que no incrementan ni decrecientan con la edad (eje x superior, Figura 1), ni con el diámetro (eje x inferior, Figura 1), según ajuste a una línea recta ($P > 0.05$), contrario a lo que se reporta en otras especies (Nívar *et al.*, 2001; Méndez *et al.*, 2011). La tendencia de distribución de biomasa aérea en esta especie, con respecto a diámetro o edad es relevante, puesto que mantiene constante el factor de expansión de volumen comercial a biomasa (1.94 ± 0.30), al menos en la edad (19 a 38 años) y diámetros (5 a 22 cm) incluidos en esta investigación. Los valores porcentuales de biomasa de *P. halepensis* en este estudio fueron semejantes a otras especies, por ejemplo, Méndez *et al.* (2011) reportaron en *Pinus devoniana*

Cuadro 1. Estadísticos de ajuste de la ecuación alométrica a la biomasa de hojas, ramas, fuste y total, de árboles individuales de *Pinus halepensis* en la Sierra Zapalinamé, Coahuila, México.

Componete	β_0	β_1	C.V.	Sxy	R^2	Pr<F	FC	S
$\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i)$ (Ecuación 1)								
Hojas	-4.5885	2.6599	54.42	4.35	0.56	<.0001	1.12	-0.22
Ramas	-2.9100	2.2967	38.18	6.71	0.77	<.0001	1.16	0.95
Fuste	-1.7323	2.0360	22.15	6.05	0.94	<.0001	1.02	0.21
Total	-1.3048	2.1231	23.83	12.59	0.94	<.0001	1.03	0.62
$y_i = \beta_0 + x_i^{\beta_1}$ (Ecuación 2)								
Hojas	0.0380	2.1607	26.31	2.10	0.96	<.0001		-0.09
Ramas	0.0902	2.1265	31.67	5.56	0.95	<.0001		0.04
Fuste	0.2695	1.8821	20.85	5.69	0.97	<.0001		-0.31
Total	0.3789	2.0032	22.75	12.02	0.97	<.0001		-0.40

β_0 y β_1 = Parámetros de regresión de la ecuación alométrica, C.V. = Coeficiente de variación (%), Sxy = Error estándar (kg), R^2 = Coeficiente de determinación, Pr < F = Significancia del modelo, FC = Factor de corrección a la ecuación 1, S = Sesgo promedio (kg), y_i = Biomasa de hojas, ramas, fuste y total (kg), \ln = logaritmo natural, x_i = Diámetro normal (cm).

39.8% en hojas-ramas y 60.1% en fuste; en *Pinus pseudostrobus* 41.6% en hojas-ramas y 58.3% en fuste. Pacheco *et al.* (2007), en árboles jóvenes de *Pinus greggii* reportaron 24.0, 25.0 y 51.0% en hojas, ramas y fuste. Nívar *et al.* (2001), en plantaciones de *P. durangensis* registraron 13.5, 22.5 y 64.0% en hojas, ramas y fuste; en *P. cooperi* fue de 10.6, 22.4 y 67.0%, respectivamente. Xiao y Ceulemans, (2004) en estos mismos componentes reportaron 22, 25 y 40% en *P. sylvestris*.

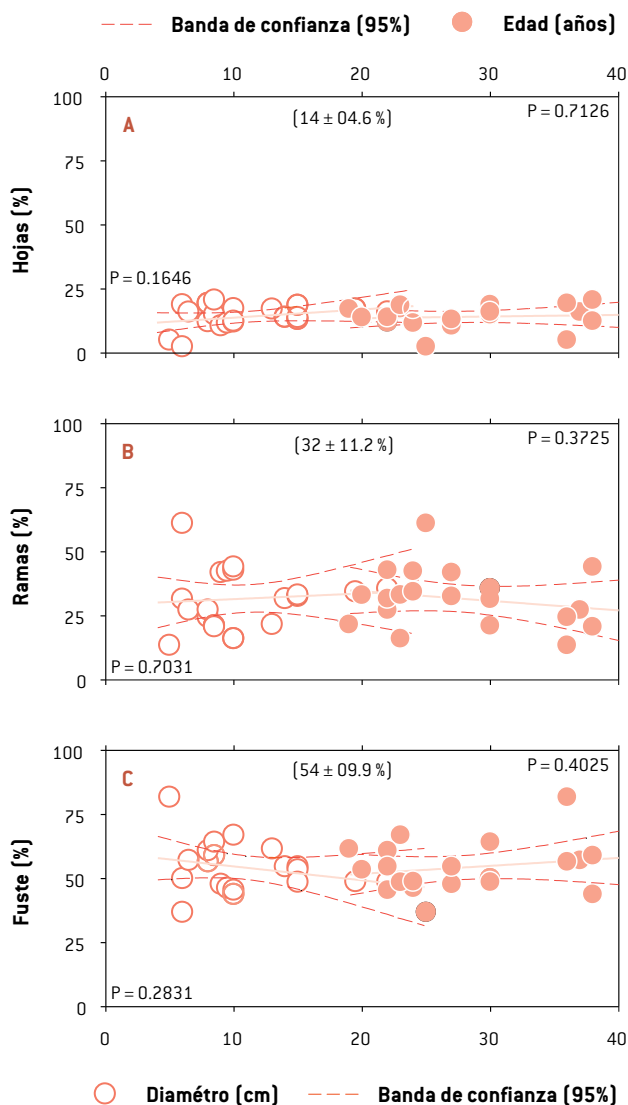


Figura 1. Distribución y tendencia lineal de biomasa porcentual en relación a diámetro normal (eje x inferior) y edad (eje x superior), en hojas [A], ramas [B] y fuste [C], en una plantación de *Pinus halepensis* en la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México.

Acumulación de carbono y CO₂ por componente

La concentración de carbono en esta especie, según la metodología propuesta por López y López (1967) y aplicada por Ritson y Sochacki (2003), es de $56 \pm 0.57\%$ en hojas, $57 \pm 0.57\%$ en ramas y $57 \pm 0.51\%$ en fuste, de $n = 12$; valores altos, pero contenidos dentro del rango (43 - 58%) que menciona el IPCC (1996). Otros estudios revelan valores porcentuales de carbono más bajos, por citar algunos: Gutiérrez y Lopera (2001), en *P. patula* obtuvieron 51% en hojas ramas y fuste, e incluso hasta 56.1% en corteza; Ritson y Sochacki, (2003) reportaron en *P. pinaster* 53% en hojas y ramas, y 52% en fuste; Pacheco *et al.* (2007), al promediar el contenido de carbono en componentes de *P. greggii*, obtuvieron 51%; Díaz *et al.* (2007) registraron en hojas y ramas de *P. patula* 49%, y 52% en fuste; Li *et al.* (2011) en *Pinus koraiensis* reportaron 49, 50 y 48% en hojas, ramas y fuste. No obstante, según Zheng *et al.* (2008) se han encontrado concentraciones de carbono más altas, que registraron hasta 59% en hojas de *Pinus elliottii*, e incluso hasta 61% en fuste de *Pinus massoniana*.

La biomasa de *P. halepensis* obtenida con la Ec. 1, multiplicada por su FC fue de 5.45, 10.46, 13.93 y 27.90 t ha⁻¹ en hojas, ramas, fuste y total (Cuadro 2). Al hacer la operación de producto de biomasa por la concentración de carbono correspondiente, se calcularon 3.05, 5.96, 7.94 y 15.90 t C ha⁻¹ en hojas, ramas, fuste y total, valores que al transformarlos a CO₂ equivalen a 11.20, 21.88, 29.15 y 58.36 t CO₂ ha⁻¹ (Cuadro 2). En plantaciones forestales de entre 6 y 29 años de edad, Gutiérrez y Lopera (2001), al evaluar *P. patula* documentaron desde 48 hasta 287 t C ha⁻¹, lo que representa más de 1000 t CO₂ ha⁻¹. En árboles de seis años de *P. greggii*, Pacheco *et al.* (2007) encontraron 65.80 t CO₂ ha⁻¹, mientras que Méndez *et al.* (2011) registraron 72.02 t CO₂ ha⁻¹ en una plantación mixta de *P. devoniana* y *P. pseudostrobus* de 12 años de edad. Estos valores están relacionados con el ritmo de crecimiento de la especie, la edad, el número de árboles por hectárea, la productividad del sitio, entre otros, como lo sugiere Zeide (1993).

Biomasa estimada con proc reg y proc nlin

Los resultados obtenidos demuestran que usar las ecuaciones 1 y 2 para cuantificar biomasa aérea de *Pinus halepensis*, representa diferencias significativas. El factor de corrección FC obtenido en *Pinus halepensis*, propuesto por Sprugel (1983), fue de 1.12, 1.16, 1.02 y 1.03 en Bh, Br, Bf y Bt (Cuadro 1), que

Cuadro 2. Almacenes de biomasa, carbono y dióxido de carbono, en una plantación de *Pinus halepensis* en la Sierra Zapalinamé, Coahuila, México.

Ecuación utilizada / No.	Biomasa (t ha ⁻¹)			
	Hojas	Ramas	Fuste	Total
$\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i)$ (1)	4.85	9.00	13.73	27.72
$y_i = \beta_0 \cdot x_i^{\beta_1}$ (2)	4.21	9.05	13.34	26.59
$\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) * FC$	5.45	10.46	13.93	27.90
Carbono (t C ha⁻¹)				
Obtenida a partir de 1	2.72	5.13	7.82	15.43
Obtenida a partir de 2	2.36	5.16	7.60	15.16
Obtenida a partir de 1*FC	3.05	5.96	7.94	15.90
CO₂ (t CO₂ ha⁻¹)				
Obtenida a partir de 1	9.98	18.83	28.72	56.63
Obtenida a partir de 2	8.65	18.93	27.90	55.63
Obtenida a partir de 1*FC	11.20	21.88	29.15	58.36

y_i = Biomasa área por componente: hojas, ramas fuste y total (kg) de *Pinus halepensis*, x_i = Diámetro a 1.30 m (cm), FC = Factor de corrección, ln = logaritmo natural, β_0 y β_1 = Parámetros de regresión.

resultó muy similar al reportado por Li *et al.* (2011) en *Pinus koraiensis*, quienes indicaron que fue de 1.01, 1.02 y 1.01 en hojas, ramas y fuste. La ecuación 1 multiplicada por su FC (Cuadro 1) sobreestima + 15.3, + 9.8, + 0.8 y + 1.8% en hojas, ramas, fuste y total, con respecto a la biomasa observada (Cuadro 3), especialmente distinguible en categorías diamétricas superiores (diámetro > 15 cm) (Figura 2). En términos cuantitativos, estos valores porcentuales representan + 833.93, + 1030.04, + 106.55 y + 515.41 kg ha⁻¹ (Cuadro 3).

Con la Ec. 2, se obtuvo + 1.1, - 0.2, + 1.1 y + 0.8% en hojas, ramas, fuste y total, lo que representa + 48.13, - 8.91, +152.8 y + 201.24 kg ha⁻¹ con respecto a la biomasa observada (Cuadro 3), y demuestra que con la ecuación en forma $y_i = \beta_0 \cdot x_i^{\beta_1}$ se obtienen los mejores ajustes de biomasa aérea de *Pinus halepensis*, puesto que el sesgo promedio (Cuadro 1) y los valores porcentuales, con respecto a la biomasa observada se aproximan a cero (Cuadro 3). La diferencia más importante al usar las ecuaciones 1 y 2 se obtiene cuando se cuantifica biomasa de ramas de *Pinus halepensis*, ya que se observa una diferencia de hasta 0.91 unidades del sesgo [Lineal (ecuación 1) – No lineal (ecuación 2)], contrario a lo que ocurre con biomasa de fuste, cuya diferencia es de solo

0.10 unidades (Cuadro 1). La estimación de biomasa de fuste de *Pinus halepensis* es muy similar con ambas ecuaciones, incluso al aplicar el FC (Figura 2). En la práctica, el uso de uno u otro modelo podría depender del mejor ajuste –independientemente de la forma de estimación de parámetros– del objeto de estudio, puesto que en términos cuantitativos se observa hasta más de 1 ton ha⁻¹ de diferencia entre uno y otro modelo (biomasa de ramas), lo que en términos económicos representa diferencias importantes, especialmente cuando se trata de venta de créditos de carbono (1 bono = t CO₂).

Para obtener el estadístico W, en este estudio se evaluó la normalidad de las variables que integraron las ecuaciones alométricas con la prueba de Shapiro-Wilk (95%), y se obtuvieron los siguientes resultados: W = 0.9076 y Pr = 0.0574 (diámetro normal); W = 0.7883 y Pr = 0.0006 (*Bh*); W = 0.8269 y Pr = 0.0022 (*Br*); W = 0.840 y Pr = 0.0037 (*Bf*); W = 0.8213 y Pr = 0.0018 (*Bt*), lo que indica en todos los casos una distribución normal de los datos.

Incremento en biomasa, carbono y dióxido de carbono en *Pinus halepensis*

El modelo de Schumacher explica adecuadamente el crecimiento de *Pinus halepensis* en biomasa acu-

Cuadro 3. Diferencias cualitativas (A) y cuantitativas (B) de biomasa aérea por componente de *Pinus halepensis*, en relación a la biomasa observada, estimada con diferentes procedimientos.

A) Diferencias cualitativas por componente (%)				
Ecuación utilizada / No	Hojas	Ramas	Fuste	Total
$\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i)$ (1)	+2.80	-5.50	-0.70	-1.20
$y_i = \beta_0 \cdot x_i^{\beta_1}$ (2)	+1.10	-0.20	+1.10	+0.80
$\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) * FC$	+15.30	+9.80	+0.80	+1.80

B) Diferencias cuantitativas por componente (kg ha ⁻¹)				
$\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i)$ (1)	+134.44	-194.40	-39.85	-124.39
$y_i = \beta_0 \cdot x_i^{\beta_1}$ (2)	+48.13	-18.91	+152.58	+201.24
$\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) * FC$	+833.93	+1030.04	+106.55	+515.41

y_i = Biomasa de hojas, ramas, fuste y total, x = Diámetro normal (cm), FC = Factor de corrección, \ln = logaritmo natural, β_0 y β_1 = Parámetros de regresión.

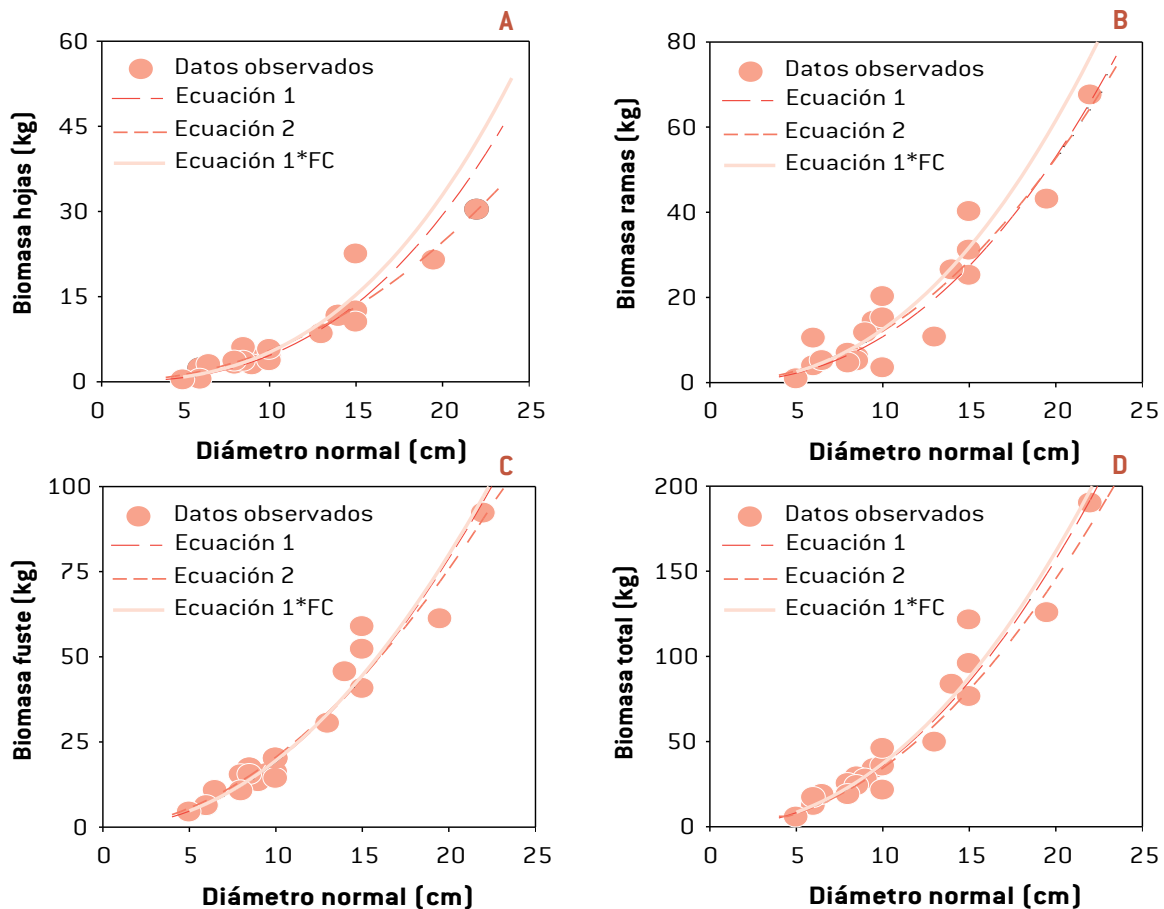


Figura 2. Biomasa de hojas (A), ramas (B), fuste (C) y total (D), estimada con ecuación la alométrica 1 y 2, en árboles individuales de *Pinus halepensis* en la Sierra Zapalinamé, Coahuila, México

mulada de fuste y total con un 88% y 85% de la variación total, seguida de las hojas con un 84% y con sólo un 79% en las ramas (Cuadro 4). Pocos estudios han estimado incremento en biomasa con este mismo modelo. Méndez *et al.* (2011) lo hicieron, y después de cuantificar el crecimiento en biomasa de fuste de *P. devoniana* y *P. pseudostrobus*, reportaron ajustes de 0.95 y 0.82 de R². De acuerdo con la edad promedio de la plantación (28 años), se obtuvo un crecimiento en biomasa acumulada de 6.67, 15.32, 24.68 y 46.76 kg árbol⁻¹ en hojas, ramas, fuste y total (Figura 3). A esta misma edad, Méndez *et al.* (2011) reportaron en árboles dominantes de *P. devoniana* y *P. pseudostrobus* 134.0 y 204.36 kg en biomasa de fuste;

Díaz *et al.* (2007), en árboles de *P. patula*, indicaron que la biomasa de fuste fue de 113 kg; Nívar *et al.* (2001) encontraron desde 80.10 a 110.50 kg en algunas especies de *Pinus*. Con base a lo antes expuesto, los resultados demuestran que *Pinus halepensis* acumula gran cantidad de biomasa en ramas, sin embargo, la biomasa de fuste llega a ser desde 2 hasta 7 veces menor que en otras especies.

El ICA en biomasa de hojas, ramas, fuste y total, a la edad de 28 años, fue de 1.01, 2.07, 3.14 y 6.24 kg árbol⁻¹ (Figura 3; Cuadro 5). A partir de la densidad de plantación (270 árboles ha⁻¹) y los parámetros del árbol promedio, se calculó un incremento de 272.70, 558.90, 847.80 y 1684.80 kg de biomasa ha⁻¹ año⁻¹,

Cuadro 4. Estadísticos de ajuste del modelo de Schumacher a la biomasa de hojas, ramas, fuste y total, de una plantación de *Pinus halepensis* en la Sierra Zapalinamé, Coahuila, México.

Componete	n	β_0	β_1	C.V.	Sxy	R ²	Pr<F
Hojas	20	6.1769	-119.7808	55.44	4.43	0.84	<.0001
Ramas	20	6.5435	-106.8304	63.11	11.08	0.79	<.0001
Fuste	20	6.7954	-100.5029	45.60	12.45	0.88	<.0001
Total	20	7.6094	-105.4382	51.49	27.21	0.85	<.0001

n = Tamaño de muestra, β_0, β_1 = Parámetros de regresión, C.V. = Coeficiente de variación (%), Sxy = Error estándar (kg), R² = Coeficiente de determinación, Pr < F = Significancia del modelo.

Cuadro 5. Incrementos anuales en biomasa por componente de *Pinus halepensis*, a la edad de 28 años, en la Sierra Zapalinamé, Coahuila, México.

Componete	Biomasa (kg árbol ⁻¹)	Biomasa (kg ha ⁻¹)	Carbono (kg ha ⁻¹)	CO ₂ (kg ha ⁻¹)	CO ₂ Total* (ton)
Incremento Corriente Anual					
Hojas	1.01	272.70	152.71	560.45	560.45
Ramas	2.07	558.90	318.57	1169.16	1169.16
Fuste	3.14	847.80	483.25	1773.51	1773.51
Total	6.24	1684.80	960.34	3524.43	3524.43
Incremento Medio Anual					
Hojas	0.24	64.80	36.94	135.56	135.56
Ramas	0.55	148.50	84.65	310.65	310.65
Fuste	0.88	237.60	135.43	497.04	497.04
Total	1.67	450.90	257.01	943.24	943.24

* Nota: Los cálculos están en función de la superficie de la plantación de *Pinus halepensis* (1000 ha).

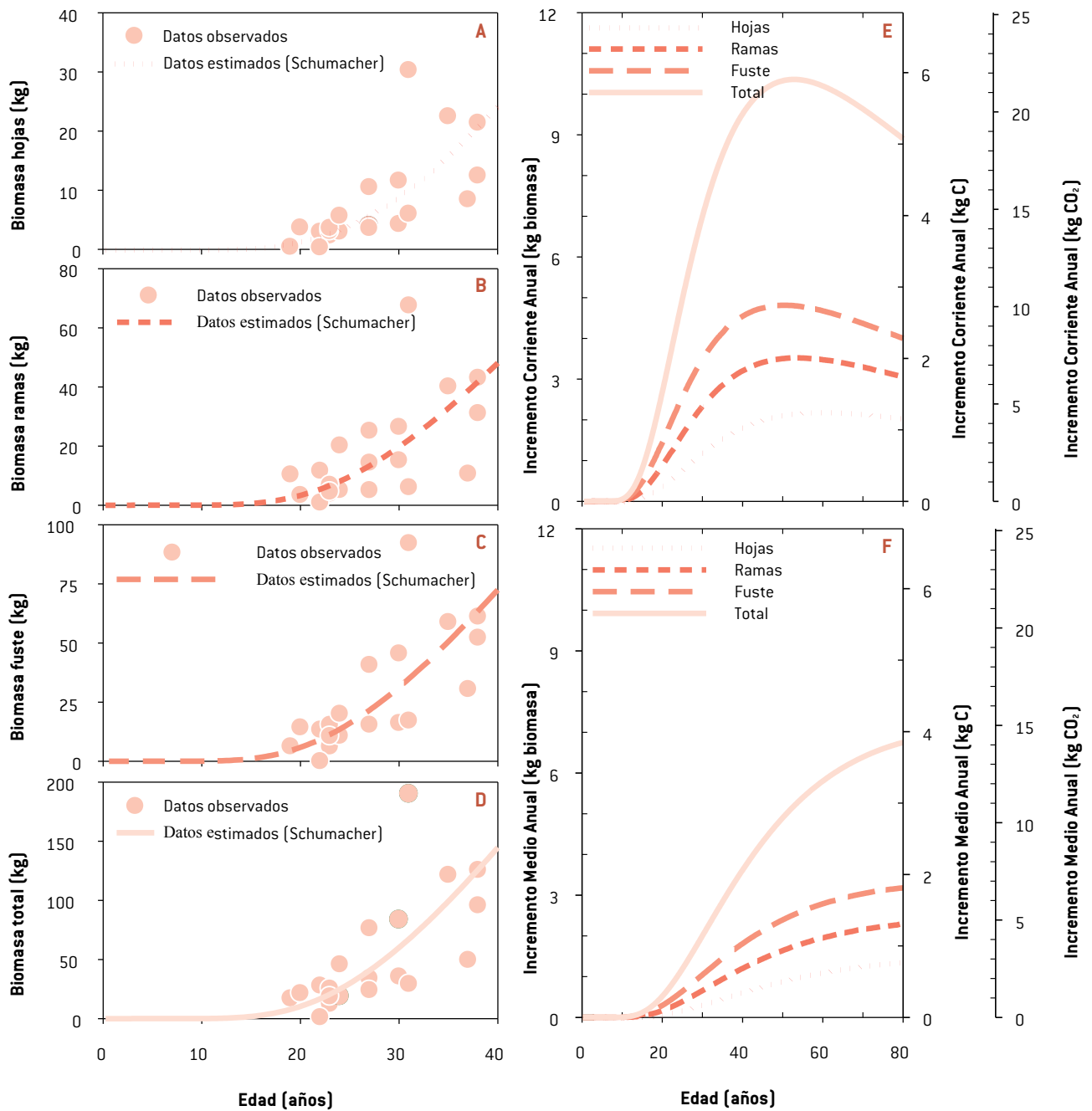


Figura 3. Cronología del crecimiento en biomasa de hojas (A), ramas (B), fuste (C) y total (D) (izquierda), e incremento corriente anual (E) y medio anual (F) en biomasa, carbono y dióxido de carbono por componente (derecha), en una plantación de *Pinus halepensis* en Sierra, Zapalín, Coahuila, México.

equivalente a 560.45, 1169.16, 1773.51 y 3524.43 kg de CO₂ ha⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 5), en hojas, ramas, fuste y total. En este sentido, el máximo incremento (ICA) en biomasa total de *Pinus halepensis* se obtendría a los 53 años, lo que representaría 10.36 (2797.11), 5.91 (1594.35) y 21.67 (5851.27) kg árbol⁻¹ (kg ha⁻¹) de biomasa, carbono y CO₂, respectivamente.

En relación al IMA, se observó que el máximo incremento en biomasa podría ocurrir a los 100 años. Tanto los incrementos anuales, como la edad de máxima acumulación en biomasa de esta especie, difieren significativamente al compararse con otras. Por ejemplo, Méndez *et al.* (2011) reportaron a la edad de 10 años un ICA e IMA de 7.66 y 4.29; 11.30 y 5.27 kg árbol⁻¹ de biomasa de fuste en *P. devoniana* y *P. pseudostrobus*, mientras que en *Pinus halepensis*, estos valores fueron únicamente de 0.042 y 0.004 kg de biomasa árbol⁻¹.

CONCLUSIONES

El diámetro normal predice adecuadamente la biomasa aérea de *Pinus halepensis*, aunque se sugiere que para mejores estimaciones se integren los componentes hojas, ramas y fuste en un solo modelo. La ecuación alométrica de la forma: $\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i)$, por su factor de corrección ponderado (FC), sobrestima la biomasa de *Pinus halepensis* en 7% promedio, lo que representa en ramas más de 1 ton ha⁻¹; no obstante, el modelo de la forma $y_i = \beta_0 \cdot x_i^{\beta_1}$ presenta los mejores ajustes. El máximo ICA en biomasa total de *Pinus halepensis* se obtendría aproximadamente a los 53 años, lo que representaría 2.8, 1.6 y 5.9 ton ha⁻¹ de biomasa, carbono y dióxido de carbono. El fuste de *Pinus halepensis* contribuye con 3.1 y 1.5 veces de más biomasa que las hojas y las ramas; las ramas con 2.0 veces más que las hojas. A nivel árbol, la acumulación de biomasa de *P. halepensis* es mayor que otras especies; no obstante, el incremento anual es de hasta diez veces menos que en *Pinus devoniana*, *P. pseudostrobus*, *P. greggii*, *P. cooperi* y *P. durangensis*.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) por el apoyo para la realización de este trabajo, mediante el proyecto de investigación clave: 02-03-0207-2136. Se agradece la colaboración de alumnos

de la UAAAN de la materia de Epidometría, semestre enero-junio 2011, por apoyar con trabajos de campo.

LITERATURA CITADA

- BROWN, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer. Roma, Italia. FAO. (Informe Montes No. 134). 55 p.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 1998. Diferentes tipos de climas de la república mexicana de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García. Escala 1: 1000000.
- DÍAZ, F.R., M.M. Acosta, A.F. Carrillo, R.E. Buendía, A.E. Flores, J.D. Etchevers. 2007. Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus patula* Schl. Et Cham., Madera y bosques, 13(1): 25-34. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/617/61713103.pdf>
- FAO. 2004. Global forest resources assessment update 2005, Terms and definitions (Final version), Rome. <http://www.fao.org/docrep/007/ae156e/ae156e00.HTM> (acceso: 04 de enero de 2012).
- FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales, Informe principal. Departamento Forestal. Viale delle Terme di Caralla. 00153. Roma, Italia. 346 p. <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>.
- GAYOSO, A.J. y B. Schlegel. 2001. Proyectos forestales para mitigación de gases de efecto invernadero. Proyecto FONDEF. Universidad Austral de Chile. Valdivia de Chile: 41-49.
- GAYOSO, A.J., C.J. Guerra y D. Alarcón. 2002. Medición de la capacidad de la captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial: inventario de biomasa y contabilidad de carbono FONDEF. Universidad Austral de Chile. INFOR. Valdivia, Chile. 127 p.
- GRÜNZWEIG, J.M., I. Gelfand, I. and D. Yakir. 2007. Biogeochemical factors contribution to enhanced carbon storage following afforestation of a semi-arid shrubland. Biogeosciences, 4: 981-904. <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/29/76/48/PDF/bg-4-891-2007.pdf>.
- GUTIÉRREZ, V., V.H. y G.J. Lopera A. 2001. Metodología para la cuantificación de existencias y flujo de carbono en plantaciones forestales. Simposio internacional medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia Chile, 18 pp. http://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/15_Gutierrez.PDF.
- HERRANZ S., J.M. 2000. Aspectos botánicos y ecológicos del pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.). Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales. 10:13-17. <http://www.secforestales.org/buscador/pdf/C10-Acta01.pdf>.

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1996. Report of the twelfth session of the intergovernmental panel on climate change. Reference manual and work book of the IPCC 1996 revised guidelines for national greenhouse gas inventories. Mexico city, September 11-13,1996.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC WG1 AR4 Final Report. 996 p.
- KIEHL, J.T. and K.E. Trenberth. 1997. Earth's annual global mean energy budget. Bulletin of the American Meteorological Society, 78(2): 197-208. <http://www.cgd.ucar.edu/cas/papers/KiehlTrenbBAMS97.pdf>.
- LI, X., M.J. Yi, Y. Son, P.S. Park, K.H. Lee, Y.M. Son, R.H. Kim, and M.J. Jeong. 2011. Biomass and carbon storage in an age sequence of Korean pine (*Pinus koraiensis*) plantation forest in Central Korea. Journal of Plant Biology, 54: 33-42. <http://www.springerlink.com/content/mvl2516k153h36g5/fulltext.pdf>.
- LIETH, H. 1975. Primary production of the major vegetation units of the world. In: Primary Productivity of the Biosphere. H. Lieth, R.H. Whittaker (Eds.). Ecological Studies 14. Springer-Verlag, New York and Berlin. pp. 203-215.
- LÓPEZ, R.J. y M.J. López. 1967. El diagnóstico de suelos y plantas (método de campo laboratorio). Ed. Mundiprensa, Madrid, España. 363 p.
- MASERA, R.O., J.M. Ordoñez and R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from mexican forests: current situation and long-term scenarios. Climate change, 35: 265-295.
- MÉNDEZ, G.J., S.L. Luckie N., M.A. Capó A. y J.A Nájera L. 2011. Ecuaciones alométricas y estimación de incrementos en biomasa aérea y carbono en una plantación mixta de *Pinus devoniana* Lindl. y *P. pseudostrobus* Lindl., en Guanajuato, México. Agrociencia, 45(4): 479-491. <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2011/may-jun/art-7.pdf>.
- MITSOPOULOS, I.D. and A.P. Dimitrakopoulos. 2007. Allometric equations for crown fuel biomass of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) in Greece. International Journal of Wildland Fire, 16(5): 642-647.
- MONTERO, G., I. Cañellas and P.R. Ruiz. 2001. Growth and yield models for *Pinus halepensis* Mill. Investigaciones Sistemas Recursos Forestales, 10(1): 180-201. http://www.inia.es/gcontrec/pub/monte_1049878826902.pdf.
- NÁVAR, J., N. González y J. Graciano. 2001. Ecuaciones para estimar componentes de biomasa en plantaciones forestales de Durango, México. Simposio internacional medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia Chile, 12 p. http://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/31_Navar.PDF.
- PACHECO, E.F.C., A. Aldrete, G.A. Gómez, G.A.M. Fierros, A.V.M. Cetina y H.H. Vaquera. 2007. Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea de una plantación joven de *Pinus greggii* Engelm. Revista Fitotecnia Mexicana, 30: 251-254. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/610/61003006.pdf>.
- RITSON, P. and S. Sochacki. 2003. Measurement and prediction of biomass and carbon content of *Pinus pinaster* tree in farm forestry plantations, south western Australia. Forest Ecology and Management, 175:103- 117.
- SAS, 2000. Help and documentation, SAS 9.1.3, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SCHLEGEL, B, J. Gayoso y J. Guerra. 2000. Manual de procedimientos, muestreo de biomasa forestal. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Proyecto FONDEF. Universidad Austral de Chile. 24 p. http://200.85.14.153/components/com_biblioteca/Archivos/manmuesbio.pdf.
- SEMARNAT 1998. Mapa de suelos dominantes de la República Mexicana. (Primera aproximación 1996). Escala 1:4000000. México.
- SPRUGEL, D.G. 1983. Correcting for bias in log-transformed allometric equations. Ecology, 64: 209-210.
- XIAO, C.W. and R. Ceulemans. 2004. Allometric relationships for below and aboveground biomass of young Scots pines. Forest ecology and management, 203: 177-186. ftp://ftp.bgc.mpg.de/pub/outgoing/athuille/Publications/2004/Xiao_FEaM_2004.pdf.
- ZEIDE, B. 1993. Analysis of growth equations. Forest Science, 39: 591-616.
- ZHENG, H., Z. Ouyang, W. Xu, X. Wang, H. Miao, X. Li and Y. Tian. 2008. Variation of carbon storage by different reforestation types in the hilly red soil region of southern China. Forest Ecology and Management, 255 (3-4): 1113-1121.
- ZIANIS, D. and M. Mencuccini. 2004. On simplifying allometric analyzes of forest biomass. Forest Ecology and Management, 187:311-332. <http://www.geos.ed.ac.uk/abs/research/forestsci/zianis2004a.pdf>.
- ZIANIS, D., P. Muukkonen, R. Mäkipää and M. Mencuccini. 2005. Biomass and stem volume equation for tree species in Europe. Silvia Fennica, Monographs, 4: 63 p. <http://www.metla.fi/silvafennica/full/smf/smf004.pdf>.

Comportamiento productivo y reproductivo de vacas Charolais con diferentes días al empadre

Productive and reproductive performance of cows Charolais with different days to breeding

Josué Ávila-Rocha^{1*}, Roberto García-Elizondo², Ramiro López-Trujillo³,
Fernando Ruiz-Zárate² y Jesús Manuel Fuentes-Rodríguez²

¹Programa de Postgrado en Zootecnia, ²Departamento de Producción Animal, ³Departamento de Nutrición Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. Tel.: +52 844 20 47 256. E-mail: josuesda07@hotmail.com (*Autor responsable).

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento productivo y reproductivo de vacas Charolais con diferentes días del parto, al inicio de la época de empadre en un sistema de producción con empadre restringido. Se utilizaron datos de 745 ciclos anuales de producción (parto-parto) de 256 vacas Charolais de 3 a 12 años de edad. Para el análisis, los datos se integraron en cuatro grupos, en función de los días a la época empadre [DE] de la vaca: G1 < 22, G2 = 22-42, G3 = 43-63 y G4 > 63 días. Los datos se analizaron con un modelo lineal de efectos fijos (año del parto y grupo de DE), con diferente número de repeticiones. Los DE afectaron ($P < 0.05$) las características productivas y reproductivas estudiadas. Las vacas con más DE (G4) destetaron becerros más pesados y fueron más eficientes al destete $[(PD \text{ del becerro} / PD \text{ de la vaca}) \times 100]$ que las de vacas de los grupos G1, G2 y G3. Las vacas del G4 tuvieron menos días para el parto y menor día de parto siguiente, pero mayor intervalo entre partos (IEP) que las vacas de los grupos G1, G2 y G3. Sin embargo, el índice de productividad de la vaca [g de becerro destetado por día de IEP] fue mayor en las vacas del G4 que el de las vacas de los grupos G1, G2 y G3. De las vacas con menos DE (G1), sólo 50.6% volvió a destetar becerro en el ciclo de producción siguiente; la proporción aumentó a 78.2%, 87.7% y 92.7% para las vacas de los grupos G2, G3 y G4. Se puede concluir, que al incrementar los DE de vacas lactantes con épocas de empadre restringido, aumenta el IEP y mejoran las características productivas y reproductivas analizadas.

Palabras clave: bovino de carne, días al empadre, eficiencia de la vaca, índice de productividad, días para el parto.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the productive and reproductive performance of Charolais cows with different days to breeding of the restricted breeding period. The study used data from 745 annual cycles of production (calving-calving) from 256 Charolais cows from 3 to 12 years old. For the statistical analysis the data was grouped according to the days of breeding [G1 < 22, G2 = 22-42, G3 = 43-63 y G4 > 63 days]. The data was analyzed with a fixed lineal effect model (year of calving/ days to breeding) with different number of repetitions. The days to breeding affected ($P < 0.05$) the productive and reproductive characteristics. The cows with more days to breeding (G4) weaned calves heavier and were more efficient at weaning $[(\text{calf weaning weight} / \text{weight of the cow at the time of wean}) \times 100]$ that cows of the groups G1, G2 and G3. The cows G4 had fewer days to the next calving and less calving days, but greater calving interval (CI) than the cows from G1, G2 and G3. Nonetheless the productivity index of the cow [g of wean calve by day of CI] was better for the cows of G4 than from the other groups. Of the cows with fewer days to breeding (G1), only 50.6% wean calves in the next productive cycle. The proportion increased to 78.2, 87.7 and 92.7% for the groups G2, G3 and G4. It can be concluded that increasing the days to breeding of the nursing cows with the restricted seasons of breeding and calving, increased the interval between calving and upgrades the productive and reproductive characteristics.

Key words: beef cattle, days to breeding, cow efficiency; productivity index, days for delivery.

INTRODUCCIÓN

En México, más del 50% del territorio se considera árido y semiárido. En esta región, la ganadería extensiva se practica principalmente mediante el sistema de producción de becerros al destete. En estas explotaciones, la eficiencia reproductiva (Ríos *et al.*, 1996) y productiva determina el éxito o no de la actividad económica (Casas y Tewolde, 2001).

Una de las variables más importantes que afecta la eficiencia biológica y económica en bovino de carne es el número de becerros que nacen al año por vaca expuesta al empadre (Osoro y Wrigth, 1992), así como el peso de cada uno de ellos a la venta (Colmenares *et al.*, 2007). Por lo tanto, es importante realizar prácticas de manejo para asegurar un buen rendimiento productivo y reproductivo (Osoro y Wrigth, 1992). Una estrategia utilizada es tener una época de empadre restringida (Sá Filho *et al.*, 2013) en la que su duración sea de 90 días al año, como máximo, lo que permite lograr un intervalo entre partos en el hato de alrededor de 12 meses (Cammack *et al.*, 2009).

Con la finalidad de maximizar el comportamiento productivo y reproductivo del hato e identificar las vacas con mejor comportamiento, se han estudiado diferentes variables productivas en los hatos de cría de bovinos de carne con épocas de empadre restringido: el peso al destete de los becerros y la eficiencia de la vaca al destete, y variables reproductivas: la fecha del parto (Bourdon y Brinks, 1983; Osoro y Wrigth, 1992; Urioste *et al.*, 2007; Pérez *et al.*, 2011), los días del parto a la concepción (Guerra *et al.*, 2009), los días para el parto siguiente (Johnson y Bunter, 1996; Ríos *et al.*, 1996; Gómez *et al.*, 2009) y los indicadores combinados como el índice de productividad de la vaca (García *et al.*, 2003; Mejía-Bautista *et al.*, 2010). Sin embargo, un intervalo que se ha estudiado poco es el comprendido entre el parto y el inicio de la época de empadre, también conocido como días al empadre (Morton, 2005).

Las vacas con empadre controlado y destete en una fecha única, que paren al inicio de la temporada de partos, son las que presentan un intervalo más prolongado del parto al inicio del empadre (más días al empadre), y destetan becerros más pesados (Clement *et al.*, 2003; Grings *et al.*, 2005). Esto se debe, principalmente, a que tienen mayor edad al destete (Grings *et al.*, 2007), además de que estas vacas son biológicamente más eficientes (Marshall *et al.*, 1990), debido a que la mayor parte de su ciclo de producción anual están amamantando un becerro.

Cuando se utiliza una época de empadre restringida, las vacas con más días del parto al inicio del empadre, tienen más oportunidades de preñarse durante el empadre siguiente. Sin embargo, estas vacas generalmente registran un intervalo entre partos más prolongado, debido a que pueden ciclar antes del inicio de la fecha programada de empadre, pero no pueden concebir porque no han sido expuestas al toro (Bourdon y Brinks, 1983; Osoro y Wrigth, 1992); en cambio, las vacas que paren al final tienen pocos días al empadre y pueden concebir en su primer celo, ya que éste ocurre generalmente durante el empadre (Werth *et al.*, 1996).

Con base en lo anterior, en este estudio se planteó evaluar el comportamiento productivo y reproductivo posparto de vacas Charolais en pastoreo con diferentes días al empadre, en un sistema de producción de pie de cría en Coahuila, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el rancho experimental Los Ángeles de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Saltillo, Coahuila, de 1994 al 2000 se utilizaron registros de 745 ciclos anuales de producción (parto-parto) de 256 vacas Charolais de tres a 12 años de edad, que amamantaban crías, con empadre de corta duración (90 días al año) en verano y partos en primavera.

Manejo

En este trabajo se utilizó ganado Charolais del rancho Los Ángeles con las características siguientes: un sistema de producción extensivo, con pastoreo todo el año, que se localiza en una región semiárida (25° 04' y 25° 12' LN y 100° 58' y 101° 03' LO). Las vacas pastaron durante el año en un sistema de rotación diferido en 20 potreros, con una carga animal de 15 a 20 UA ha⁻¹ año⁻¹. La época de apareamiento ocurrió en los meses de junio, julio y agosto, y se utilizó un toro por cada 20 a 30 vacas. Las pariciones ocurrieron de marzo a mayo, y los becerros fueron destetados en otoño, con una edad y peso promedio de 205±23 d y 233±34 kg.

Las vacas objeto de estudio fueron identificadas, y durante los años de la investigación se estuvo registrando la siguiente información: edad, número de parto, fecha de parto y destete, peso al parto y destete. De los becerros se registró: identificación, fecha de nacimiento y destete, sexo, peso al nacimiento (primeras 24 horas) y peso al destete. Con la informa-

ción anterior se calcularon los días al empadre (DE: número de días del parto al inicio del empadre), días para el parto siguiente (DPP: número de días del inicio del empadre al parto siguiente), intervalo entre partos (IEP: días entre dos partos consecutivos), día del parto siguiente (DP: día del parto de una vaca menos el día del parto de la primera vaca) eficiencia de la vaca al destete (EVD: peso al destete del becerro / peso al destete de la vaca) e índice de productividad de la vaca (IP: PD/IEP).

Para el análisis estadístico las vacas fueron agrupadas, en función de los días al empadre, en cuatro categorías o grupos por periodos de 21 días: G1 (<22 d), G2 (vacas de 22 a 42 d), G3 (vacas de 43 a 63 d) y G4 (>63 d). Se utilizaron dos modelos de efectos fijos. Para las variables PD, EVD e IP de la vaca, el modelo incluyó los efectos de: año de parto, días al empadre, interacción simple y las covariables: número de parto de la vaca, sexo y peso al nacer del becerro. Para las variables reproductivas (DPP, IEP, DP y DE siguiente), el modelo incluyó los mismos efectos y solamente la covariable número de parto de la vaca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró un efecto significativo ($P<0.01$) de año de parto de la vaca sobre todas las variables analizadas. Su inclusión en los modelos fue con el propósito de disminuir la magnitud del error experimental, por lo que los resultados y discusión se omiten, ya que estuvo influenciado por un gran número de factores ambientales y de manejo.

Efecto de los días al empadre sobre el comportamiento productivo

Se encontró un efecto significativo ($P<0.05$) de los DE y de las covariables: sexo y peso al nacer del becerro sobre el PD y la EVD, y la covariable número de parto también afectó ($P<0.05$) la EVD.

En el Cuadro 1 se presentan los valores promedio para PD y EVD, estimados por mínimos cuadrados y ajustados por las covariables.

Peso al destete

Los becerros de vacas con más días al empadre (G4) tuvieron mayor PD y fueron superiores 53.2, 30.4 y 12.0 kg que los de las vacas de los grupos 1, 2 y 3, respectivamente. Lo anterior se atribuye, principalmente, a que las vacas con más días al empadre, destetan becerros de mayor edad.

Estos resultados coinciden con los encontrados en otros estudios de Bourdon y Brinks 1983; Clement *et al.*, 2003; Grings *et al.*, 2007; Perry *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 2011, los cuales reportan que cuando existe una época de partos restringida y una fecha única de destete, las vacas que paren al inicio de la temporada de partos tienen más días al empadre y destetan becerros más pesados.

Eficiencia de la vaca al destete

La EVD fue superior en las vacas con más días al empadre. En el Cuadro 1, se puede apreciar que a medida que disminuyeron los días al empadre (G4 a G1) disminuyó también la EVD. La mayor EVD se debió principalmente a la superioridad del PD de crías. Estos resultados coinciden con lo reportado por Marshall

Cuadro 1. Valores promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar para peso al destete, eficiencia de la vaca al destete.

Característica	Días al empadre				EE ¹
	G1 <22 (n= 93)	G2 22-42 (n=199)	G3 43-63 (n=217)	G4 >63 (n=236)	
Peso al destete (kg)	197.1 ^a	219.9 ^b	238.3 ^c	250.3 ^d	1.76
Eficiencia de la vaca al destete (%)	35.7 ^a	38.6 ^b	40.9 ^c	42.8 ^d	0.35

¹ Error estándar promedio; n=número de observaciones.

^{abcd} Promedios con letras diferentes en la misma hilera son estadísticamente diferentes $P<0.05$.

et al. (1990), quienes encontraron que con época de empadre restringida, las vacas que paren al inicio de la época de partos y por lo cual tienen más días al empadre son más eficientes porque la mayor parte de su ciclo de producción anual están amamantando una cría.

La EVD es una medida productiva importante, ya que las vacas más grandes no siempre destetan los becerros más pesados (Mathis y Sawyer, 2000).

Efecto de los días al empadre sobre el comportamiento reproductivo

Se encontró efecto significativo ($P < 0.05$) de los días al empadre sobre todas las variables reproductivas: días para el parto siguiente (DPP), día de parto siguiente (DP), intervalo entre partos (IEP) y días para el empadre siguiente (DE). La covariable número de parto tuvo efecto ($P < 0.05$) sobre los DE siguiente y no afectó ($P > 0.05$) los DPP siguiente, DP siguiente e IEP. En el Cuadro 2 se presentan las características reproductivas, ajustadas por la covariable número de parto.

Días para el parto siguiente

Los días al empadre tuvieron efecto sobre los DPP siguiente. Las vacas con más días al empadre tuvieron menor DPP siguiente, y a medida que disminuyeron los días al empadre (G4 a G1), los DPP siguiente aumentaron (Cuadro 2). Las vacas con menos DPP (G4) fueron también las que tuvieron el mejor comportamiento productivo. Estos resultados coinciden con lo encontrado por otros autores (Johnson y Bun-

ter 1996; Gómez *et al.*, 2009), quienes mencionan que las vacas con menos DPP siguiente tienen mejor comportamiento productivo y reproductivo.

Por otro parte, Pérez *et al.* (2011) reportaron que cuando se tiene una época de empadre restringida, las vacas que paren al inicio de la temporada de partos, por lo que son las que tienen más días al empadre, tienen menos DPP siguiente.

Día de parto siguiente

Las vacas con más días al empadre (G4) tuvieron menor DP siguiente, ya que en promedio parieron 38, 26 y 11 días antes que las vacas de los grupos 1, 2, y 3, respectivamente. Resultados similares fueron reportados por otros autores (Vargas *et al.*, 1999; Gutiérrez *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2011). La importancia de que las vacas paren al inicio de la temporada de partos radica en que, cuando se tiene una fecha única de destete, los becerros logran mayor PD (Bourdon y Brinks 1983; Clement *et al.*, 2003; Grings *et al.*, 2007; Perry *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 2011), y, además, las vacas tienen la oportunidad de llegar ciclando al siguiente empadre, por lo que tendrán más oportunidades de concebir.

Intervalo entre partos

Se encontró una relación inversa del IEP con los DPP y DP siguientes. Las vacas con menos días al empadre (grupos 1 y 2) tuvieron menor IEP en promedio 359.8 y 364.4 d, por lo que no existieron diferencias ($P > 0.05$) entre ellas, pero sí con las vacas del grupo 3

Cuadro 2. Valores promedios estimados por mínimos cuadrados y error estándar para características reproductivas de vacas con diferentes días al empadre.

Característica	Días al empadre				EE ¹
	G1	G2	G3	G4	
	<22	22-42	43-63	>63	
	[n=93]	[n=199]	[n=217]	[n=236]	
Días para el parto siguiente	344.9 ^a	332.7 ^b	318.2 ^c	307.9 ^d	1.5
Día de parto siguiente	62.2 ^a	49.9 ^b	34.8 ^c	23.8 ^d	1.7
Intervalo entre partos (d)	359.8 ^a	364.4 ^a	370.8 ^b	379.8 ^c	1.6
Días al empadre siguiente	20.7 ^a	34.8 ^b	49.9 ^c	60.3 ^d	1.4

¹ Error estándar promedio; d = días; n = número de observaciones.

^{abcd} Promedios con letras diferentes en la misma hilera son estadísticamente diferentes $P < 0.05$.

y 4, ya que el IEP aumentó conforme se incrementaron los días al empadre.

Tanto en bovino de carne con empadre todo el año como en ganado de leche, el IEP se considera uno de los mejores indicadores del comportamiento productivo y reproductivo de un hato (Arellano *et al.*, 2006; Vergara *et al.*, 2009). Las vacas que tienen menor IEP son las mejores; sin embargo, con empadre controlado, como en este estudio, las vacas con mayor IEP (G3 y G4) fueron las que tuvieron mejor comportamiento productivo (mayor PD, EVD e IP) y reproductivo (menor DPP y DP siguientes). Por lo anterior, con empadre controlado el IEP no es una buena medida reproductiva. Estos resultados coinciden con los encontrados en la literatura (Bourdon y Brinks, 1983; Marshall *et al.*, 1990; Gutiérrez *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2011), en los que se señala que cuando existe una época de empadre restringida, el IEP no es buen indicador del comportamiento productivo y reproductivo del hato.

Días al empadre siguiente

Los DE siguiente se vieron afectados ($P < 0.05$) por los días al empadre previo. Las vacas que tenían más días al empadre siguieron teniendo más DE siguiente, pero las diferencias entre grupos se redujeron de ma-

nera importante, mientras que en los grupos con más días al empadre (G3 y G4), los DE siguiente disminuyeron, en tanto que en los grupos con menos días al empadre (G1 y G2) aumentaron, según se muestra en el Cuadro 2. Esto se pudo deber a que las vacas de los grupos 3 y 4 probablemente presentaron celo y no estuvieron expuestas al toro, por lo que no se preñaron (Osorio y Wrigth, 1992; Werth *et al.*, 1996), en cambio las de los grupos 1 y 2 concibieron en su primer estro, debido a que éste generalmente ocurre durante el empadre (Werth *et al.*, 1996).

Índice de productividad de la vaca

El índice de productividad de la vaca (IP) es un indicador que combina características productivas y reproductivas, en este caso el peso al destete del becerro y el intervalo entre partos (PD/IEP), con lo que se obtiene la ganancia diaria de peso por día de intervalo entre partos (García *et al.*, 2003). Los días al empadre y la covariable peso al nacer afectaron ($P < 0.05$) el IP de las vacas; mientras que la covariable número de parto no afectó ($P > 0.05$).

Los valores promedio estimados por mínimos cuadrados para el IP de la vaca fueron: 566, 609, 647 y 660 g/d de intervalo entre partos, para las vacas de

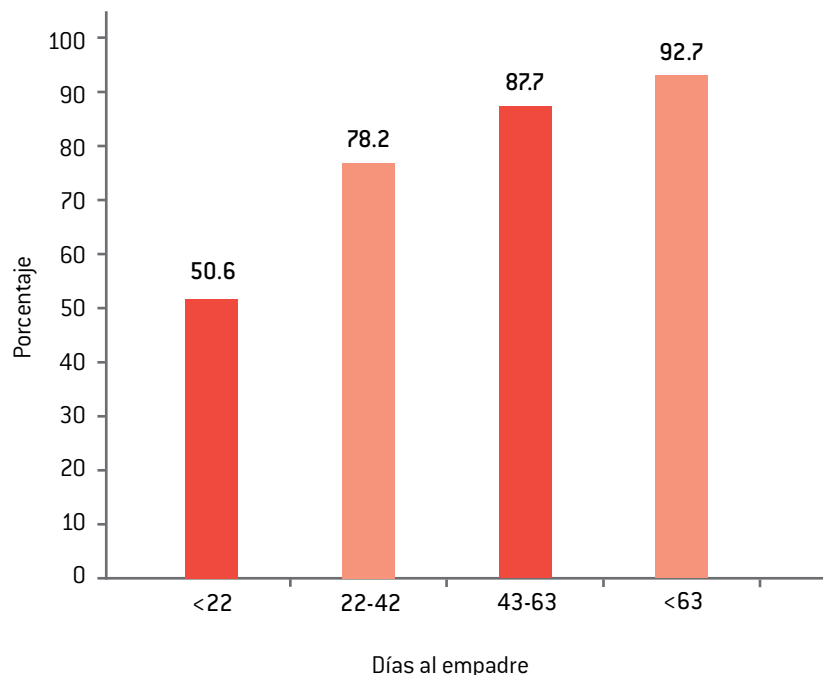


Figura 1. Proporción de vacas lactantes con diferentes días al empadre que parieron y destetaron becerro en el año siguiente.

los grupos 1, 2, 3, y 4, respectivamente. Las vacas con más días al empadre tuvieron el mejor IP, aun cuando fueron las que tuvieron mayor IEP (Cuadro 2). La superioridad de las vacas con más días al empadre se debe al mayor PD de sus crías.

El IP de las vacas se utiliza principalmente en los hatos con empadre durante todo el año (Magaña y Segura 1998; García *et al.*, 2003; Mejía-Bautista *et al.*, 2010), que a diferencia de lo que se encontró en este estudio, proponen que a medida que se incrementa el IEP, disminuye el IP de las vacas.

Porcentaje de vacas que parieron y destetaron becerro al año siguiente

Conforme aumentaron los días al empadre, el porcentaje de vacas que parieron y destetaron becerro al año siguiente se incrementó de 50.6% hasta 92.7%, como se observa en la Figura 1. Esta diferencia se debe a que las vacas con <22d al empadre tuvieron menos oportunidades de preñarse (Bourdon y Brinks, 1983; Vargas *et al.*, 1999), e incluso algunas pudieron no haber presentado celo durante el empadre y no se preñaron, por lo que fueron eliminadas del hato (Vargas *et al.*, 1999).

CONCLUSIONES

El comportamiento productivo y reproductivo posparto de las vacas se vio afectado por los días al empadre. A medida que aumentaron los días al empadre, las vacas destetan becerros más pesados, son más eficientes al destete y tienen mejor índice de productividad. Las vacas con más días al empadre tienen mejor comportamiento reproductivo posparto debido a que tienen menos días del inicio del empadre al parto siguiente, paren al inicio de la siguiente temporada de partos y vuelven a tener más días al empadre siguiente. Las vacas con más días al empadre tienen mayor intervalo entre partos, por lo que no es una medida reproductiva adecuada cuando se tienen una época de empadre restringida.

LITERATURA CITADA

ARELLANO, S., J. Martínez, E. Romero, F. Briones, M. Domínguez y F. de la Garza. 2006. Factores genético-ambientales que afectan el intervalo entre partos y días a primer parto en ganado de doble propósito en el norte de Veracruz. *AIA*. 10: 43-53.

- BOURDON, R.M. and J.S. Brinks. 1983. Calving date versus calving Interval as a reproductive measure in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 57: 1412-1417.
- CAMMACK, K.M., M.G. Thomas, and R.M. Enns. 2009. Review: Reproductive traits and their heritabilities in beef cattle. *Prof. Anim. Sci.* 25: 517-528.
- CASAS, E, y A. Tewolde. 2001. Evaluación de características relacionadas con la eficiencia reproductiva. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 9: 63-67.
- CLEMENT, J.C., W.W. Poland, and K. Ringwall. 2003. Effects of calving season on cow/calf production In the Northern Plains-calf performance. Dickinson Research Ext. Center. Anual Repot. North Dakota State University. pp. 258-262.
- COLMENARES, O., N. Martínez, C. Domínguez, B. Birbe y P. Herrera. 2007. Indicadores productivos y reproductivos en fincas ganaderas en los llanos centrales. I Simposio: Tecnologías Apropriadas para la Ganadería de los Llanos de Venezuela. 18 y 19 de abril de 2007. IUT Los Llanos, Valle de la Pascua, Estado Guárico, Venezuela.
- GARCÍA, G.A., S.J.G. Maldonado-Estrada y J.G. López. 2003. Caracterización productiva y reproductiva de las explotaciones ganaderas del bajo cauca y el litoral atlántico antioqueños. II. Comportamiento de cuatro grupos raciales *Bos indicus* en un sistema de bosque seco tropical (bs-T). *Rev. Col. Cienc. Pec.* 16: 117-125.
- GÓMEZ, G.M., Q.G. Pérez, S.P. Vásquez, K.A. Cortés y F.T. Vilanova. 2009. Días al parto de vacas Brahman en dos rebaños ubicados en Los Llanos de Venezuela. *Gaceta de Ciencias Veterinarias.* 14: 5-11.
- GRINGS, E.E., R.E. Short, K. Klement, M.D. MacNeil, M.R. Haferkamp, T.W. Geary, and R.K. Heitschmidt. 2005. Calving system and weaning age effects on cow and preweaning calf performance in the Northern Great Plains. *J. Anim. Sci.* 83: 2671-2683.
- GRINGS, E.E., T.W. Geary, R.E. Short y M.D. MacNeil. 2007. Beef heifer development within three calving systems. *J. Anim. Sci.* 85: 2048-2058.
- GUERRA, I.D., J.V. Espinoza, A.E. Palacios, D.P. Gonzáles, F.A. Rodríguez y A.T. Guillen. 2009. Comportamiento de (co)varianza de los días abiertos en bovinos Santa Gertrudis. *Téc. Pecu. Méx.* 47: 145-155.
- GUTIÉRREZ, J.P., I. Álvarez, I. Fernández, L.J. Royo, J. Díez, and F. Goyache. 2002. Genetic relationships between calving date, calving interval, age at first calving and type traits in beef cattle. *Livest. Prod. Sci.* 78: 215-222.
- JOHNSON, D.J. and K.L. Bunter. 1996. Days to calving in Angus cattle: genetic and environmental effects, and covariances with others traits. *Livest. Prod. Sci.* 45: 13-22.
- MARSHALL, D.M., W. Minqiang, and B.A. Freking. 1990. Relative calving date of first-calf heifers as related to

- production efficiency and subsequent reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 68: 1812-1817.
- MATHIS, C.P. and J.E. Sawyer. 2000. Beef Cow Production Efficiency in the Southwest. NMSU Cooperative Extension Service Report, Las Cruces, NM. Guide B-217.
- MEJÍA-BAUSTISTA, G.T., J.G. Magaña, J.C. Segura-Correa, R. Delgado y R.J. Estrada-León. 2010. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas *Bos indicus*, *Bos taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca: cría en Yucatán, México. **Trop. Subtrop. Agroec** 12: 289-301.
- MORTON, J. 2005. Voluntary waiting period. *Dairy Australia*. Disponible en: <http://www.dairyaustralia.com.au/Animal-management/Fertility/InCalf-resources-and-other-tools/InCalf-WebTECH/Voluntary-waiting-period.aspx>. Consultado: 30 de noviembre de 2014.
- OSORO, K. and I.A. Wrigth. 1992. The effect the body condition, live weight, breed, age, calf performance, and calving date on reproductive performance of spring-calving beef cows. *J. Anim. Sci.* 70: 1661-1666.
- PÉREZ, T.D., R. García E., R. López T., J.M. Fuentes R. y F. Ruiz Z. 2011. Efecto de la fecha de parto sobre características productivas y reproductivas de vacas Charolais. *Revista Agraria*. 8(2): 36-43.
- PERRY, G., R. Daly, and T. Melroe. 2009. Increasing your calf crop by management, pregnancy testing, and breeding soundness examination of bulls. *Bull Ex2068*. College of Agriculture and Biological Sciences. South Dakota State University, SD, USA pp 1-5.
- RÍOS, U.A., M.V.E. Vega, B.M. Montaña, L.J. Lagunes y F.J.V. Rosete. 1996. Comportamiento reproductivo de vacas Brahman, Indobrasil y cruza F₁, Angus, Charolais, Hereford y Suizo Pardo x Cebu y peso al destete de sus crías. *Téc Pecu Méx.* 34: 20-28
- SÁ FILHAO, M.F., L. Penteado, E.L. Reis, T.A.N. Reis, K.N. Galvao, and P.S. Baruselli. 2013. Timed artificial insemination early in the breeding season improves the reproductive performance of suckled beef cows. *The rriogenology*. 79: 625-632.
- URIOSTE, J.I., I. Misztal, and J.K. Bertrand. 2007. Fertility traits in spring-calving Aberdeen Angus cattle. 2. Model comparison. *J. Anim. Sci.* 85: 2861-2865.
- VARGAS, C.A., T.A. Olson, C.C. Chase, A.C. Hammond, and M.A. Elzo. 1999. Influence of frame cattle size and body condition score on performance of Brahman cattle. *J. Anim. Sci.* 77: 3140-3149.
- VERGARA, G.O., L.A. Botero y C.B. Martínez. 2009. Factores ambientales que afectan la edad al primer parto y el primer intervalo de partos en vacas del sistema de doble propósito. *MVZ Córdoba* 14: 1594-1601.
- WERTH, L.A., S.M. Azzam, and J.E. Kinder. 1996. Calving intervals in beef cows at 2, 3, and 4 years of age when breeding is not restricted after calving. *J. Anim. Sci.* 74: 593-596.

El abasto de alimentos en las familias campesinas del ejido Los Llanos, municipio de Arteaga, Coahuila, y la incidencia de las actividades productivas y de traspatio

The food supply in rural families of the ejido Los Llanos, municipality of Arteaga, Coahuila, and the incidence of productive activities and backyard

Edilberto Méndez-de La Cruz*, Luis Aguirre-Villaseñor, Francisco Martínez-Gómez, Susana Cepeda-Islas, Rolando Ramírez-Segoviano

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Ciencias Socioeconómicas. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México, E-mail: edy5528@hotmail.com [*Autor responsable]

RESUMEN

Se analizó el abasto de alimentos de familias campesinas en el ejido Los Llanos, municipio de Arteaga, Coah., México, así como la incidencia que tienen las actividades productivas locales y de traspatio en la provisión de alimentos. La información se obtuvo, a finales del 2014, con técnicas de diagnóstico participativo y con el levantamiento de un censo para obtener la Línea de Base de 60 familias que viven permanentemente en el ejido. En este estudio se manifestó la decadencia de las actividades productivas locales, especialmente la de la agricultura como ocupación primordial, y la alta proporción que para estas familias tiene el ingreso por trabajo asalariado; también se confirmó la baja incidencia que tienen las actividades productivas locales y de traspatio en la provisión de alimentos, por lo que la principal vía de abasto alimentario es la compra, y las familias, por sus condiciones económicas, tienen acceso limitado a los alimentos que conforman la canasta básica. Se concluyó que es necesario impulsar y fortalecer la ganadería lechera familiar, pues las familias que la realizan tienen los ingresos más altos y un mayor grado de acceso a los alimentos, y fomentar las actividades de traspatio, que representan una importante estrategia de supervivencia por contribuir al acceso oportuno de algunos alimentos básicos, al ahorro familiar y a la complementación de la dieta.

Palabras clave: abasto rural, canasta básica, familias campesinas, actividades productivas locales, actividades de traspatio.

ABSTRACT

The food supply of farm households in the Ejido Los Llanos municipality of Arteaga, Coahuila, and the impact they have activities local and backyard in the provision of food production activities were analyzed. The information was obtained at the end of 2014 using diverse path participative techniques and lifting of Baseline in 60 families are living permanently within the Ejido. The decline of local production activities, especially agriculture as a primary activity and the high proportion having income from wage labor for these families is emphasized; low incidence the local and backyard in the provision of food production activities was also confirmed. Thus, the main route of food supply is the buying and families are restricted to foods that make up the basic food of Mexico Access. It was concluded, boost, first, the family dairy farming, as families that have made higher income and greater access to food and, second, the backyard activities represent an important survival strategy for contributing to the timely access of some basic foodstuffs, household saving and dietary supplementation.

Key words: rural supply, basic food, farm families, local productive activities, backyard activities

INTRODUCCIÓN

La alimentación es una necesidad biológica e ineludible para cualquier individuo, pues asegura la supervivencia y suministra la energía y los nutrientes necesarios para el organismo (Velázquez, 2006; Bourges, 2004). Su papel reside en lograr el desarrollo y bienestar social-humano tan importante, que sufrir de inseguridad alimentaria representa un reto esencial para muchos países y sus gobiernos.

La ingesta de alimentos está conformada por muchas características que obedecen a gustos y preferencias, usos y costumbres y psicologías individuales, que integra así hábitos alimentarios que deciden cuánto, con quién, dónde y con qué se come (Castillo y Ayala, 2012; Bourges, 2004); decisiones tan heterogéneas que compactan regiones y concentran poblaciones, lo que provoca que el sistema de abasto alimentario se encuentre en transición, y su funcionalidad se vaya ajustando a la dinámica territorial, la expansión poblacional y a nuevos requerimientos de consumo (Torres, 2011). La extrema asimetría geográfica, económica y demográfica de México provocan problemas de eficiencia y eficacia en el abasto de alimentos, y su disponibilidad y acceso es más suficiente, amplia y variada en las zonas urbanas que en las comunidades rurales (Bourges, 2004; Torres, 2011); este último segmento, considerado el más marginado y vulnerable, que tiene los más bajos ingresos y destina la mayor parte de su ingreso a la adquisición de alimentos (Thomson y Metz, 1999; Bourges, 2004; Coneval¹, 2010; Castillo y Ayala, 2012), basa su dieta en los alimentos tradicionales: maíz, frijol, arroz y pastas para sopa, y en menor proporción en frutas y verduras, que obtienen de la producción local, según Valencia y Ortiz, 2014; Bourges (2004), la baja ingesta de densidad energética puede provocar problemas de salud, entre los que se pueden mencionar: la desnutrición infantil, anemia, obesidad, y enfermedades crónicas, etc.

En la presente investigación se analizó el abasto de alimentos de las familias campesinas en el ejido Los Llanos, municipio de Arteaga, Coah., así como la incidencia que tienen las actividades productivas

locales y de traspatio en la provisión de alimentos; se realizó, pues, una valoración sobre el abasto y acceso actual de los hogares del ejido a los alimentos de la canasta básica, y el nivel de incidencia de las actividades productivas locales como proveedoras de alimentos.

En aras de disminuir la brecha de bienestar social que existe entre los habitantes de las zonas urbanas con respecto a los del medio rural, se espera que la información derivada de esta investigación la consideren los diferentes niveles de gobierno, partiendo de la premisa de que el punto primordial de bienestar social que debe reunir un individuo para desarrollarse plenamente, es la alimentación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la presente investigación, se tomó como referencia la metodología de Línea de Base².

Considerando que en el ejido Los Llanos, municipio de Arteaga, Coahuila, viven 60 familias de manera permanente, se tomó la decisión de realizar un censo, con la salvedad de que hubo 10 familias que se abstuvieron de proporcionar la información solicitada por el investigador.

Para la colecta de información se diseñó una encuesta, en la cual se incluyeron los siguientes apartados:

- a) Identificación del entrevistado
- b) Estructura de la familia
- c) Canasta Básica
- d) Medios de vida
- e) Producción
- f) Abasto

Para el procesamiento de la información se utilizó la plataforma Excel®, la cual permitió la construcción de cuadros de salida y el cálculo de índices para facilitar y precisar la interpretación de la información recolectada.

Para la comprobación parcial de la hipótesis orientadora de la presente investigación, se diseñó el Índice de Acceso a la Canasta Básica (IACB):

¹ El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) es un organismo público descentralizado de la Administración Pública, con autonomía y capacidad técnica para generar información objetiva sobre la situación de la política social y la medición de la pobreza en México.

² De acuerdo a la FAO (2008), la metodología de Línea de Base expresa sus resultados de manera cuantitativa, “[...] sirven como punto de referencia para una comparación posterior o para estudios de impacto para evaluar si se lograron los objetivos”, para ello, se pueden diseñar indicadores que ayuden a evaluar la situación en un tiempo futuro.

$$(IACB) = \frac{\sum_1^n Acr}{Nacb}$$

Donde:

Acr: alimentos observados consumidos por las familias

Nacb: número de alimentos que contempla la Canasta Básica

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El acceso y abasto de los alimentos es un problema real en el medio rural. La constante pérdida de la autosuficiencia alimentaria se resiente, y el poder adquisitivo adquiere un valor intrínseco en el sistema alimentario, lo que obliga a las familias a adoptar estrategias de supervivencia: la movilización a las ciudades, la diversificación de actividades y la integración al trabajo asalariado. Existen pocos estudios al respecto, pero los existentes otorgan información de gran relevancia que ayudaron a comprender, dimensionar y complementar el objeto de la presente investigación.

Por ejemplo, un fenómeno social que se presenta en la actualidad, tanto en las zonas urbanas como en el medio rural, es la disminución del número de miembros integrantes de una familia, lo que implica un reajuste en los patrones de evolución de la sociedad. En este sentido, en Los Llanos se encontró que la mayoría de las familias están conformadas por cuatro miembros en promedio (Cuadro1); algo similar arrojó un estudio realizado en Ameca, Jalisco (Castillo y Ayala, 2012), lo que lleva a pensar que en las zonas rurales, donde las familias se distinguían por ser numerosas, en la actualidad se han modificado considerablemente como resultado de la globalización, de la modificación de los usos y costumbres, y de las nuevas ideologías y formas de vida.

El cambio de los patrones sociales en el medio rural se ve influenciado, en parte, por la interacción con las zonas urbanas (Orozco y López, 2007), lo que también ha traído como consecuencia que las actividades agropecuarias y de traspatio, en muchos de los casos, pasen a un segundo término, y tome gran relevancia el trabajo asalariado. Los resultados de la presente investigación ponen de manifiesto que el principal ingreso de las familias sujetas de estudio es el trabajo asalariado, sin embargo, es conveniente precisar que el ingreso cambia de un lugar a otro, según se observa en Ameca, Jalisco (Castillo y Ayala, 2012), donde se encontró que el monto de los in-

Cuadro 1. Número de miembros por familia, Los Llanos, Arteaga, Coah.

Número de miembros por hogar	Núm. de hogares	%
< 3	19	38
3 a 5	22	44
5 a 10	8	16
>10	1	2
Total de hogares	50	100
Promedio de miembros por familia	4.14	

gresos que las familias perciben de manera mensual asciende hasta 7 mil pesos en promedio, lo que para una familia de Los Llanos representa el doble de lo que perciben en un mes. Existen familias en el ejido que tienen ingresos máximos de 4 mil pesos mensuales en promedio, y son las que viven mejor, y sólo tienen acceso a más de la mitad de los alimentos de la canasta básica. En Los Llanos, la proporción de los ingresos que se destina al suministro de alimentos de la canasta es del 54% (Figura 1), lo que confirma el principio económico de Thomson y Metz (1999), quienes señalan que las familias rurales con menores ingresos son las que destinan una mayor proporción de sus entradas a la compra de alimentos, y confirma, a su vez, los resultados de la Encuesta Nacional de Abasto, Alimentación y Estado Nutricio en el Medio Rural (ENAAEN 2008)³, la cual indica que las familias rurales destinan poco más de la mitad (50.4%) a la compra de alimentos.

Otro de los hechos ya observados en otros estudios similares (Toledo *et al.*, 2000) es la pérdida de la capacidad productiva en la agricultura, que se traduce en la incapacidad de autoalimentar a la familia, según se pudo observar en el ejido Los Llanos, donde las actividades agropecuarias han perdido fuerza y se encuentran en decadencia, y la actividad principal es

³ La Encuesta Nacional de Abasto, Alimentación y Estado Nutricio en el Medio Rural (ENAAEN) es una encuesta diseñada por el Instituto Nacional de la Salud Pública (INSP) y el Coneval, levantada por el INSP en 2008 en 100 localidades, de las cuales; 90 son rurales (<2,500 habitantes) y 10 urbanas (>50 mil habitantes). Contempla a los estados de Coahuila, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Michoacán, Nuevo León y Oaxaca.

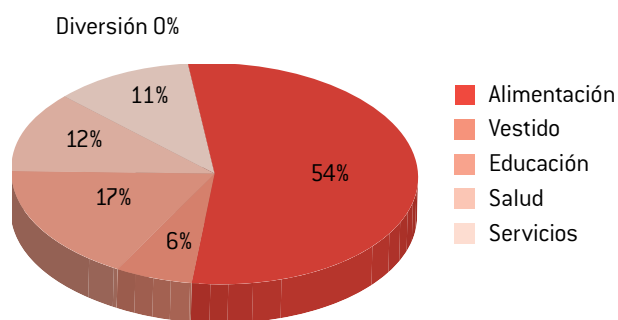


Figura 1. Principales conceptos de gasto en el hogar [%]

la de asalariado (Cuadro 2); lo mismo comentaron Orozco y López (2007) y López *et al.* (2012), quienes confirman el paso de un medio rural con vocación agrícola a un medio rural dependiente del trabajo asalariado, lo cual lleva a las familias a depender del mercado externo de alimentos para poder cumplir sus necesidades alimentarias. Lo que se encontró en este estudio confirma la transformación de la mano de obra con capacidades físicas e intelectuales para desempeñarse en actividades diferentes al sector agropecuario, y la permanencia de las personas adultas, que por tradición han sembrado sus tierras. La mayor parte de la personas que permanecen en el ejido tienen entre 40 y 50 años de edad, esto permite afirmar que la transformación mencionada ha

propiciado la migración de la gente joven, y, por lo tanto, la escasez de mano de obra que dé continuidad a las actividades agropecuarias. Además, una considerable parte de la población (20%) corresponde a la tercera edad (> 60 años), ejidatarios que aún cultivan sus tierras, y la escasa producción que obtienen representa una estrategia de supervivencia, pues la mayoría de la producción es para el autoconsumo.

La falta de tecnología en el campo continúa siendo una debilidad de las unidades de producción rural y los activos productivos en el ejido son muy limitados. El inventario contempla suficiente tierra para producir, pero con un bajo catálogo de tractores, implementos agrícolas y camionetas, todos en condiciones desfavorables. En la ganadería sucede lo mismo: el inventario de activos sólo se limita a corrales fabricados con material de la región, bebederos y comederos construidos con materiales al alcance y vehículos en funcionamiento, pero muchos de ellos sólo poseen el valor de rescate. Aunque la leche, principal producto pecuario, tiene un fin comercial, los activos son muy escasos, lo que repercute directamente en la baja productividad del hato bovino, cuyo rendimiento es de 6.5 L/d/vaca; no obstante, la ganadería lechera en el ejido representa un caso de éxito dentro de las economías familiares, pues se observó que a diferencia de las demás, reflejan los ingresos más altos, que al mes representa ingresos de 4 mil pesos en promedio, de lo que se deduce que estas familias representan un pequeño segmento que tienen un mayor acceso a los alimentos de la canasta básica. En este contexto, Zamudio *et al.* (2004) encontraron los

Cuadro 2. Principales actividades económicas de las familias.

Actividad	1er. lugar	%	2do. lugar	%	3er. lugar	%	No de Hogares*	2do. lugar%
Agricultura	10	20	17	43	3	13	30	26
Ganadería	4	8	6	15	4	17	14	12
Silvicultura/recolección	0	0	0	0	1	4	1	1
Abarrotes	1	2.0	0	0	1	4	2	2
Actividad de traspato	0	0	17	43	13	57	30	26
Panadería	0	0	0	0	1	4	1	1
Otros	36	71	0	0	0	0	36	32
Total	51	100	40	100	23	100	114	100

* Esta columna no debe sumar 50 hogares, ya que la mayoría de las familias practican más de dos actividades.

satisfactores tangibles que disfrutan las familias con ganadería familiar lechera: obtención de alimento para consumo familiar, ingreso extra por la venta de la leche y sus derivados, ahorro familiar, y un importante costo de oportunidad, por mencionar algunos. No obstante, Cervantes *et al.* (2001) afirman que, debido a su baja escala, compran y venden poco, en algunos casos compran insumos al último eslabón de la cadena productiva, lo cual eleva sus costos; aunado a lo anterior, venden a intermediarios y sin valor agregado, lo que se traduce en ingresos bajos y, claro, en una baja rentabilidad. Aunado a lo anterior, en el presente estudio se confirma la baja tecnología y la poca infraestructura con que cuentan las unidades de producción familiar lechera; no obstante, representan en el ejido un caso de éxito en el abasto alimentario.

En este mismo contexto, si se parte de la función de producción económica, donde la combinación óptima de los factores productivos: tierra, trabajo y capital logran la productividad, en este caso el ejido Los Llanos sólo se tiene tierra con una superficie agrícola de 142 ha que se siembran cada temporada, pero el trabajo es demasiado escaso, ya que la mayoría de las familias jóvenes buscan mejorar sus ingresos y recibirlos de manera continua para cumplir sus necesidades familiares, por lo que tienen que salir del medio rural para integrarse a trabajos asalariados, la mayoría de ellos fuera de la región, y si aún viven en el ejido una parte considerable de la población no realiza actividades de traspato, lo que propicia que el 100% de los alimentos que consumen los obtengan vía compra. Por tanto, estas variables dan respuesta a la baja capacidad productiva que tiene el ejido y, por tanto, en la actualidad, tal y como lo señalan Toledo

et al. (2000), las familias no son capaces de lograr una autosuficiencia alimentaria.

La escasez de factores productivos (trabajo y capital) da lugar a un limitado portafolio de productos agropecuarios. La superficie agrícola se encuentra limitada sólo a la siembra de cultivos tradicionales: maíz y frijol, ambos con un fin de subsistencia. Este hecho aporta una prueba más de la decadencia de las actividades agropecuarias, de manera más notable y dinámica en la agricultura, ya que según las familias, hace 20 años aproximadamente, la vocación del ejido era totalmente agrícola, con un amplio abanico de cultivos: papa, chile, sorgo, avena, maíz, frijol, entre otros, de los que las familias consumían, por lo que no se veían en la necesidad de recurrir a productos provenientes del exterior; sin embargo, en la actualidad el dinamismo mundial ha orillado al ejido a buscar estrategias de supervivencia, y sin lugar a dudas el efecto global ha provocado la movilidad de factores, por lo que la mano de obra se concentra en las zonas urbanas y disminuye en el medio rural, y provoca la devaluación de las actividades agropecuarias.

Uno de los nuevos hallazgos encontrados en el presente estudio, es el nivel de acceso que tienen las familias a los alimentos que conforman la canasta básica de México; dichos alimentos, según la Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco), son los mínimos necesarios que una familia debe consumir para no sufrir de inseguridad alimentaria. En este sentido, se puede afirmar que la mayor parte de los hogares en Los Llanos sólo tienen acceso a la mitad de los alimentos totales contemplados en la normativa, lo que significa que 32 familias sólo tienen acceso a 29 de los 66 alimentos (Cuadro 3); de éstos, el grupo de acceso

Cuadro 3. Índice de acceso a la canasta básica [2014].

Índice de acceso*	Rango	Núm. de familias	%	Número de alimentos a los que se tiene acceso (X)
Bajo	0, <=0.30	4	8	12.3
Medio	>=0.31, <=0.60	32	64	29.8
Alto	>=0.61	14	28	44.1
Total		50	100	

* El índice de acceso es el cociente que resulta del consumo real de alimentos observado en una familia rural en Los Llanos entre el número de alimentos que por normativa deberían de consumir, cuya cantidad se encuentra determinada en la Canasta Básica de México.

medio corresponde a cereales (27 hogares), hortalizas y frutas (28 hogares), y abarrotes (38 familias) (Cuadro 5), lo que permite deducir que los alimentos que contempla su dieta diaria son básicos: maíz, frijol, arroz y harina, hortalizas y frutas, entre éstas se encuentran duraznos, manzana, cebolla, nopalitos, además de abarrotes: aceite, pasta para sopa, azúcar y sal, indispensables en los platillos tradicionales de las familias.

Lo anterior confirma algunos datos encontrados por la ENAAEN (2008) y por Castillo y Ayala (2012), quienes confirman un inventario de alimentos en las familias rurales, compuesto de cereales, azúcares, grasas, leguminosas, algunas frutas y hortalizas. El consumo varía de acuerdo con el grupo de los alimentos, por ejemplo: maíz, frijol, arroz y harina son alimentos que se adquieren y consumen de manera semanal con una porción equivalente a 1 kg promedio por familia, diferente a las hortalizas, frutas y cárnicos, que se adquieren de manera quincenal y su consumo varía de 1 a 1.5 kg y, por último, los abarrotes, cuya adquisición es mensual, con una porción de consumo de 2 kg en promedio (Cuadro 4). Sin embargo, la mayor parte de las familias adquieren y consumen sus alimentos semanalmente, muy pocas de manera quincenal y mensual, lo que significa que las familias viven al día y a expensas de su sueldo semanal; no obstante, existen alimentos que varían en su consumo, como es el caso de las hortalizas y abarrotes, cuyo consumo es más alto de manera mensual (1.56 y 2.24 kg), lo cual se debe, por una parte, al alto precio de algunas frutas y hortalizas y, por otra, a la larga vida de anaquel de los abarrotes.

Un dato curioso, que representa una interesante discrepancia, es el elevado acceso de las familias a los cárnicos (Cuadro 5), ya que en 35 su consumo se ubica en medio o alto, lo que se atribuye, por una parte,

Cuadro 4. Consumo promedio de alimentos en kilogramos por grupo y tiempo.

Grupo de alimentos	Proporción de consumo promedio (kg)*		
	Semanal	Quincenal	Mensual
Cereales	1.19	1.93	1.29
Hortofrutícolas	0.99	1.37	1.56
Cárnicos	0.88	1.43	1.11
Abarrotes	0.60	0.90	2.24
Promedio de número de familias	17	4	5

*Las columnas (semanal, quincenal y mensual) son independientes, y los datos se procesaron considerando el tiempo en que las familias consumieron los alimentos.

al amplio inventario que tienen de aves de corral, y por otra, al ingreso de las familias, lo que les permite comprar diferentes tipos de carne, aunque esta sospecha no se pudo confirmar con certeza, debido a la delimitación de la investigación.

Uno de los hallazgos relevantes, producto de esta investigación, se refiere a la caracterización y participación de las vías mediante las cuales las familias se abastecen de alimentos. En este contexto, se encontró que las principales formas de abasto son: la compra con el 81%, las actividades productivas locales y de traspaso con el 15%, y los apoyos del gobierno con el 4% (Figura 2). Estos resultados se empezaron a proyectar desde el momento en que se confirmó la decadencia de la agricultura y la fuerte influencia del trabajo asalariado. Ya se esperaba, por tanto, que la compra fuera la dominante, lo mismo que la existen-

Cuadro 5. Índice de acceso a la canasta básica (2014) por grupo de alimentos.

Índice de Acceso	Rango	Número de hogares							
		Cereales		Hortofrutícolas		Cárnicos		Abarrotes	
			%		%		%		%
Bajo	<=0.30	2	4	10	20	5	10	5	10
Medio	>=0.31, <=0.60	27	54	28	56	17	34	38	76
Alto	>=61	21	42	12	24	28	56	7	14
Total	0.60	50	100	50	100	50	100	50	100

cia de lugares de adquisición: tiendas comunitarias Diconsa, tiendas locales, supermercados y la presencia de vendedores ambulantes, todos ellos necesarios para la distribución y abasto de alimentos al ejido. No obstante, existen lugares que las familias frecuentan más, ya sea por la diversidad de productos o por el precio, aunque este último factor es el dominante para decidir de adquisición. Para este caso, la tienda Diconsa juega un papel sumamente importante en el acceso y abasto, ya que dispone de alimentos básicos y abarrotes con precios más bajos, por lo que es el lugar donde la mayor parte de las familias realizan sus compras (Figura 2).

Una estrategia que ha funcionado en la provisión de alimentos en el ejido Los Llanos y en otros lugares similares al de esta investigación (Zamudio *et al.*, 2004), es la existencia de actividades de traspatio, cuya producción, a pesar de su baja escala, conserva una importante incidencia en la obtención de alimentos que se consideran básicos, y que son difíciles de adquirir en el mercado externo por su alto valor monetario, por mencionar algunos: huevo, carne de pollo y cerdo, hortalizas y frutas; todos ellos se producen en el traspatio de las familias de este ejido. Asimismo, Mariaca (2012) señala que hoy en día el huerto familiar es el mayor proveedor de alimentos y que, por lo tanto, tenerlo o criar animales de traspatio representa una estrategia de abasto, ya que permite complementar los alimentos que no pueden obtener de la producción en tierras agrícolas. En este contexto, un pequeño grupo de amas de casa se refirieron a la gran ayuda que obtienen de los huertos familiares y de la crianza de aves de corral para ali-

mentar a la familia, ya que estas actividades les permite lograr un ahorro familiar y obtener alimentos de primera mano. El impulso de esta actividad representaría un impacto directo al acceso de alimentos, ya que ofrecería una mayor seguridad alimentaria.

Un dato que podría interesar a los gobiernos es el grado de dependencia que tienen estos hogares de los apoyos gubernamentales a través de la presencia de los programas de oportunidades, que benefician a más de 60% de los hogares. En algunos casos la dependencia es tan alta y visible que han perdido capacidad productiva al vivir a expensas de esos apoyos; sin embargo, la mayor parte de estos dependientes son personas de la tercera edad, o familias que no tienen patrimonio, estos últimos considerados como *avecindados*. Por lo tanto, con el impulso de las actividades de traspatio, y en especial de la ganadería familiar lechera, podrían mejorar el abasto de alimentos y, obviamente, tendrían un mejor acceso a la canasta básica, de ahí que una de las principales recomendaciones derivadas de este trabajo sea que inicien y fomenten las actividades de traspatio, de tal manera que no se olvide la educación agrícola para las nuevas generaciones.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se confirmó el acceso limitado de las familias campesinas de Los Llanos a los alimentos de la Canasta Básica (2014), principalmente porque las actividades productivas locales para la provisión de alimentos son muy limitadas, lo que ha propiciado, a su vez, la diversificación de sus actividades enfocadas prioritariamente a las asalariadas, que generan un ingreso continuo, lo que propicia que la compra de alimentos sea un hecho dominante.

Resultado de lo anterior es la baja incidencia de las actividades productivas locales en la provisión de alimentos que sólo representa el 15% de lo que consumen las familias, lo cual confirma que el medio rural pasó de ser proveedor a demandante de alimentos, y peor aún, que se ha convertido parcialmente improductivo, ya que no es capaz de satisfacer las necesidades alimentarias de su población.

La decadencia de la agricultura parece ser una realidad, por lo que requiere estrategias coordinadas y transversales que reviertan esta tendencia, y que los programas gubernamentales más que apoyar con la entrega de alimentos, deben atacar el problema con acciones que promuevan una agricultura de baja es-

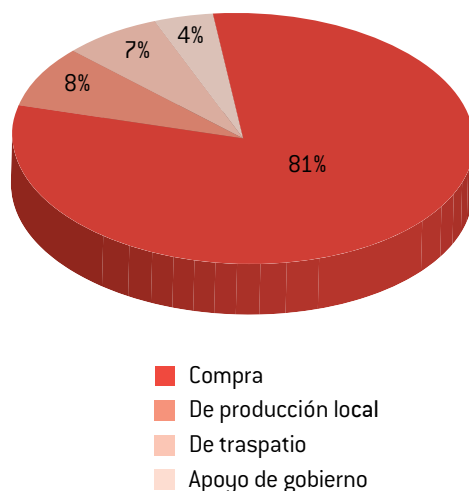


Figura 2. Participación de las principales vías de abasto [%]

cala a través de actividades de traspatio, además de la transmisión de saberes.

Como una de las estrategias de supervivencia en el ejido, el sistema de traspatio juega un papel sumamente importante para proveer alimentos, además de promover el ahorro familiar y la educación agropecuaria, ya que involucra a toda la familia y ofrece a las nuevas generaciones continuidad de la actividad.

La ganadería familiar lechera es una actividad prevaleciente dentro del ejido de la que se obtienen alimentos para el autoconsumo. Su fomento favorecería la ingesta de una mayor variedad de alimentos contemplados de la canasta básica, y, además, generaría mayores ingresos producto de su venta; por tales razones, se recomienda a los tres niveles de gobierno impulsarla con una alta prioridad. Además, con el impulso de esta actividad se estaría promoviendo indirectamente a la agricultura, ya que la ganadería lechera es una actividad fuertemente demandante de insumos agrícolas para su existencia.

LITERATURA CITADA

- BOURGES, H. 2004. El desarrollo agrícola y rural del tercer mundo en el contexto de la mundialización: abasto y consumo de alimentos una perspectiva nutricional. Editorial Plaza y Valdez. México D.F. 615 p.
- CASTILLO G., V.M. y S. Ayala R. 2012. Hábitos alimentarios y abasto de alimentos en Ameca, Jalisco, México. 21(3):452-479.
- CERVANTES E., F., H. Santoyo C. y A. Álvarez M. 2001. Lechería Familiar: Factores de éxito para el negocio. 1ª edición. Editorial Plaza y Valdez. México, D.F. 230 p.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval). 2010. Dimensiones de la seguridad alimentaria: Evaluación Estratégica de Nutrición y Abasto. México, D.F. 114 p.
- FAO. 2008. Manual Diagnóstico Participativo de Comunicación Rural: comenzando con la gente. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. África. 181 p.
- LÓPEZ G., J.L., M.A. Damián H., F. Álvarez G., F. Parra I. y G.P. Zuluaga S. 2012. La economía de traspatio como estrategia de supervivencia en San Nicolás de los Ranchos, Puebla, México. Rev. Geo. Agr. 48-49:51-63.
- MARIACA M., R. 2012. El Huerto Familiar del Sureste de México. 1ª Edición. Colegio de la Frontera Sur. México. 544 p.
- OROZCO H., M.E. y D. López A. 2007. Estrategia de supervivencia familiar en una comunidad campesina del Estado de México. Red de Rev. Cient. de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Vol. 14(3):246-254.
- THOMSON, A. y M. Metz. 1999. Implicaciones de las políticas económicas en la seguridad alimentaria. Manual de Capacitación. FAO. Roma. 359 p.
- TOLEDO, V.M., J. Carabias, C. Mapes y C. Toledo. 2000. Ecología y autosuficiencia alimentaria. 5ª edición. Editorial Siglo XXI Editores. México, D.F. 118 p.
- TORRES T., F. 2011. El abasto de alimentos en México hacia una transición económica y territorial. Prob. Desa. Rev. Latinoamericana Econ. 166(42):63-82.
- VALENCIA V., R.G. y L. Ortiz H. 2014. Disponibilidad de alimentos en los hogares mexicanos de acuerdo con el grado de inseguridad alimentaria. Salud Pública Méx. 56(2):155-160.
- VELÁZQUEZ U., G. 2006. Fundamentos de la alimentación saludable. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. 271 p.

Comportamiento de lechones en etapa de inicio, alimentados con dietas que contienen yema de huevo y núcleo proteico

Behavior of initiation pig fed diets with egg yolk and Nupro

Ana Belly Aguilar-Vázquez¹, Ramón Florencio García-Castillo¹, Jaime Salinas-Chavira², Luis Rodríguez-Gutiérrez¹, Ramiro López-Trujillo¹, Jorge Ramsy Kawas-Garza³, José David Hernández-Bustamante¹, Antonio Valdez-Oyervides¹

¹Departamento de Nutrición Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. Tel.: +52 844 417 1986; Cel.: 844 1839957. e-mail: agvana_1508@hotmail.com, ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas Cd. Victoria, 87000, Tamaulipas, México, ³Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Mariano Escobedo, 66054, Nuevo León, México.

RESUMEN

Se usaron 48 lechones de traspatio de 35 días (d), con 6.34 kg PV promedio, para evaluar cuatro tratamientos: testigo T1, sin yema/sin Nupro, (SY/SN); T2, con yema/sin Nupro (CY/SN); T3, sin yema/con Nupro (SY/CN) y T4, con yema/con Nupro (CY/CN). Las dietas fueron isoproteicas 21.0%, e isoenergéticas 3.4 Mcal EM/kg de alimento, con 1.3 de lisina, 0.85 de Ca y 0.7%P. La investigación se realizó en 36 d. Se evaluó el consumo diario de alimento (CDA), la ganancia diaria de peso (GDP), la conversión alimenticia (CA) y la relación de eficiencia proteica (REP) con un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 2 (dos niveles de anticuerpos y dos niveles de Nupro). Para comparación de medias se utilizó Tukey. El tratamiento 2, con (IgY), presentó un valor de 0.690 kg y es similar al tratamiento control (SY/SN) con 0.745 kg, y éstos fueron diferentes estadísticamente ($p \leq 0.05$) a los tratamientos 3 y 4, que no lo fueron estadísticamente y tuvieron 0.633 y 0.538 kg de CDA, respectivamente. La presencia del Nupro en la dieta disminuyó el CDA. La GDP fue diferente estadísticamente ($p \leq 0.05$). La GDP en el tratamiento testigo (SY/SN), con valor de 0.414 kg, fue diferente y superior a los tratamientos 2, 3, 4, con valores de 0.314, 0.307 y 0.318 kg de GDP, respectivamente, los cuales no fueron diferentes estadísticamente ($p \geq 0.05$) entre sí. La GDP fue afectada por la adición de IgY, Nupro y ambos. CA fue diferente ($p \leq 0.01$) en el testigo y la interacción CY/CN, cuyas medias fueron: 1.80 y 1.70 (kg de CDA requeridos para producir una unidad de GDP). Los tratamientos 2 y 3 presentaron valores de 2.20 y 2.06 (kg de CDA para producir una unidad de GDP). Estos tratamientos fueron estadísticamente iguales ($p \geq 0.05$). La CA fue afectada de manera positiva en la interacción, al disminuir los kilogramos de alimento requeridos para producir un kg de GDP. La relación de eficiencia proteica fue mejor y diferente ($p \leq 0.01$) en la interacción (CY/CN) al encontrar un valor de 3.2, mayor a los encontrados en los demás tratamientos: SY/SN, CY/SN y SY/CN, que fue de 2.9, 2.5 y 2.7 g de GDP por cada gramo de proteína diaria consumida. Esta condición de la interacción de ambos productos (CY/CN) mejora la eficiencia proteica de la dieta. La presencia de nucleótidos y péptidos afectaron, de manera positiva, la eficiencia proteica.

Palabras clave: anticuerpo, Nupro, comportamiento, eficiencia proteica, alimentación.

ABSTRACT

It was used 48 piglets from backyard of 35 d with 6.34 kg BWin average four treatments; control T1, without egg yolk / without Nupro, (NY/NN); T2, with yolk / without Nupro (WY/NN); T3, without egg yolk / with Nupro (NY/WN) and T4, with yolk / with Nupro (WY/WN). Offered diets were isoproteic 21.0% CP and Isoenergetic 3.4 McalME/kg of feed; containing lysine, 1.3; CA, 0.85 and P, 0.7%. The research lasted 36 d. The daily feed intake (DFI), daily weight gain (DWG), feed conversion (FC) and protein efficiency ratio (PER) were evaluated in a completely randomized design with 2 x 2 factorial arrangement (two levels of antibodies and two levels of Nupro). Tukey test was used for mean comparisons. The treatment (2) containing (IgY) presents value of 0.690 kg and is similar to control treatment (NY/NN) 0.745 kg statistically different ($p \leq 0.05$) to treatments 3 and 4, which were not statistically different and had DFI of 0.633 and 0.538 kg, respectively. The presence of the NUPRO in the diet decreased DFI. The DWG was statistically different ($p \leq 0.05$). The DWG in the control treatment (NY/NN) with value of 0.414 kg was different and superior to treatments 2, 3, 4, which had values of 0.314, 0.307 and 0.318 kg. And these treatments were not statistically different ($p \geq 0.05$) among them. The DWG was affected by the addition of (IgY) and Nupro. The FC was different ($p \leq 0.01$) in the witness NY/NN and interaction WY/WN that had averages of 1.80 and 1.70 (kg of DFI required to produce a unit of ADW). The treatments 2 and 3 presented values of 2.20 and 2.06 (kg of DFI required to produce a unit of ADW). These treatments were similar statistically ($p \geq 0.05$). The FC was positively affected in the interaction by decreasing the kg of feed required to produce one kilogram of DWG. The protein efficiency ratio was better and different ($p \leq 0.01$) in the interaction (WY/WN) with value of 3.2, which greater than those found in the other treatments NY/NN, WY/NN and NY/WN; that had respective values of 2.9, 2.5 and 2.7, g of DWG per g of daily consumed protein. This condition of the interaction of both products (WY/WN) enhances protein efficiency of the diet. The presence of nucleotides and peptides affected positively the protein efficiency.

Keywords: antibody, egg yolk, Nupro, behavior, protein efficiency, feeding

INTRODUCCIÓN

La producción de cerdos está muy relacionada con la utilización de alta tecnología, y de importantes cantidades de cereales y fuentes proteicas que, por lo general, no se producen en cantidades suficientes y rentables en los países subdesarrollados, lo que genera una fuerte dependencia de materias primas importadas (Argenti y Espinoza, 2007), que implica dependencia e incremento de los costos de producción.

El destete de los lechones les causa estrés, reducción del consumo de alimento y les produce diarreas que pueden volverse infecciosas. Estos factores retrasan su crecimiento y, en casos severos, les provocan la muerte (Reynoso *et al.*, 2004). Productos como el núcleo proteico en dietas para lechones posdestete mejora el metabolismo energético y del nitrógeno, la morfología intestinal, la tasa de crecimiento, y la respuesta inmunológica, además de ayudar al funcionamiento en el crecimiento de tejidos, incrementa la maduración de las vellosidades del intestino y disminuye los desórdenes intestinales; también actúa como saborizante en el alimento y favorece la aceptabilidad (Castillo, 2010).

De igual manera, en la investigación realizada por Borja y Medel (1998) con lechones destetados precozmente utilizaron la harina de huevo rica en anticuerpos y obtuvieron un aprovechamiento eficiente

de la energía en la dieta, sobre todo con genotipos modernos de alto potencial de crecimiento muscular, e inmunidad pasiva para prevenir o tratar algunas enfermedades, aunque la información sobre la tecnología de extracción de anticuerpos de yema de huevo (IgY) está aún poco difundida, es innovadora en la nutrición de los animales, principalmente en lechones recién destetados que suelen tener mal funcionamiento del intestino y diarrea (Chacana *et al.*, 2004).

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del anticuerpo de yema de huevo (IgY[®]), AOVA, USA; núcleo proteico (Nupro[®]) (Alltech de México S.A. de CV) y ambos, en la alimentación de lechones en etapa de iniciación por medio de comportamiento: consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y relación de eficiencia proteica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Unidad Metabólica y en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coah. Su localización geográfica 25° 22' N, 101° 00' O, a una altitud de 1742 msnm. El clima de la región es BSokx'(w) (e), que se caracteriza por ser seco o árido, el más seco de los BS, con régimen de lluvias entre el verano e invierno,

Cuadro 1. Componentes de las dietas conteniendo yema de huevo IgY, Nupro y ambos para la alimentación de lechones en la etapa de inicio.

Ingredientes (base seca)	SY/SN	CY/SN	SY/CN	CY/CN
Sorgo molido	590	590	590	590
Harina de soya	262.0	260.75	222.0	220.75
Aceite de soya	40	40	40	40
Suero de leche	45	45	45	45
Harina de pescado	30	30	30	30
DUOTEK	3	3	3	3
Nutriplex MB 2	30	30	30	30
Nupro	0	0	40	40
AOVA	0	1.25	0	1.25
Total	1000	1000	1000	1000

precipitación media anual de 225 mm y temperatura media anual de 17,7 °C (García, 1987).

Se utilizaron 48 lechones de traspatio, de 35 d con 6.34 kg PV promedio, provenientes de cerdas de traspatio cruza tipo comercial: Duroc, Landrace, Yorkshire, Hampshire. Los lechones se pesaron al inicio y al finalizar la investigación. Los requerimientos nutricionales para animales de esta edad y peso se establecieron de acuerdo con (NRC, 1998). Se evaluaron cuatro tratamientos con tres repeticiones de cuatro lechones cada uno. Cada repetición se consideró como una unidad experimental. El testigo T1 sin yema/sin Nupro, (SY/SN); T2 con yema/sin Nupro (CY/SN); T3 sin yema/con Nupro (SY/CN) y T4 con yema/con Nupro (CY/CN). El alimento ofrecido (Cuadro 1) se preparó y se proporcionó *ad libitum* (NRC, 1998). Las dietas ofrecidas fueron isoproteicas 21.0% (AOAC, 1997) e isoenergéticas 3.4 Mcal EM/kg de alimento (NRC, 1998). El contenido de lisina 1.3, Ca 0.85 y P 0.7%, se estimaron en base a valores reportados en la tabla de composición de alimentos (NRC, 1998).

La investigación se realizó en 36 d. El CDA se obtuvo de la diferencia del alimento ofrecido menos alimento rechazado. La GDP se calculó de acuerdo con el peso final, menos el peso inicial, dividido entre 36 d del experimento. La CA se obtuvo al dividir

el CDA entre GDP (kg/kg); la REP, al dividir GDP entre proteína consumida (kg/kg) (Shimada, 2003).

Los resultados de CDA, GDA, CA, REP y espesor grasa dorsal (EGD) se analizaron en un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2x2 (dos niveles de anticuerpos y dos niveles de Nupro). Para la comparación de medias se utilizó el método Tukey (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se observan los resultados de las diferentes variables de comportamiento estudiadas. El tratamiento (CY/SN), que contiene yema de huevo (IgY), presentó un valor de 0.690 kg similar al tratamiento control (SY/SN) con 0.745 kg, por lo que fueron diferentes estadísticamente ($p \leq 0.05$) a los tratamientos SY/CN y CY/CN, los cuales no lo fueron estadísticamente entre sí, ya que tuvieron 0.633 y 0.538 kg de CDA, respectivamente. La presencia del Nupro en la dieta disminuyó CDA, pero los resultados de CDA, GDP, CA y REP no fueron afectados por la adición de Nupro en las dietas. García *et al.* (2014) esperaban mejor comportamiento de cerdos en la etapa de inicio al adicionar Nupro 2% y 4%, que reemplazó el contenido de la soya en la dieta, por el

Cuadro 2. Comportamiento productivo de lechones en inicio alimentados en raciones con anticuerpo de Yema de huevo (IgY), Nupro y ambos.

Variables	Sin Nupro		Con Nupro		Probabilidad			
	SY/SN	CY/SN	SY/CN	CY/CN	EE	Y	N	Y x N
Consumo diario de alimento (kg/d)	0.745	0.690	0.633	0.538	0.0520	0.033	0.185	0.721
Ganancia diaria de peso (kg/d)	0.414	0.314	0.307	0.318	0.0175	0.018	0.035	0.013
Conversión alimenticia (g/g)	1.80	2.20	2.06	1.70	0.1086	0.336	0.907	0.008
Relación de eficiencia proteica (g/g)	2.9	2.48	2.65	3.2	0.1436	0.156	0.707	0.007

SY= sin yema (IgY); CY= con yema (IgY); EE= error estándar; Y= yema (IgY); N= Nupro.

contenido nutrimental de este ingrediente, con buen balance de aminoácidos, péptidos y ácidos nucleicos.

La GDP fue diferente estadísticamente ($p \leq 0.05$). La GDP en el tratamiento testigo (SY/SN) con valor de 0.414 kg fue diferente y superior a los tratamientos CY/SN, SY/CN, CY/CN con valores de 0.314, 0.307 y 0.318 kg de GDP, respectivamente, y estos tratamientos no fueron diferentes estadísticamente ($p \geq 0.05$) entre sí. La GDP fue afectada por la adición de IgY, Nupro y ambos (Cuadro 2). La GDP, en todos los animales sometidos a los diferentes tratamientos, estuvo sobre lo recomendado (NRC, 1988).

La CA fue diferente ($p \leq 0.01$) en los tratamientos SY/SN y en la interacción CY/CN que tuvieron una media de 1.80 y 1.70 kg de CDA requeridos para producir una unidad de GDP. Los tratamientos CY/SN y SY/CN presentan valores de 2.20 y 2.06 kg de CDA para producir una unidad de GDP. Estos tratamientos fueron estadísticamente iguales ($p \geq 0.05$). La CA fue afectada de manera positiva en la interacción, al disminuir los kilogramos de alimento requeridos para producir un kg de GDP. El valor encontrado en la interacción indica que estos aditivos actúan de manera conjunta (Cuadro 2).

Al limitar la energía metabolizante (EM) y PC, Figueroa-Velasco *et al.* (2004) con 32 cerdos en etapa de crecimiento (16 machos castrados y 16 hembras: 35.3 ± 1.5 kg) redujeron la EM en dietas bajas en proteína: T1) 16.5 y 3265, T2) 12.5 y 3265, T3) 12.5 y 3165, y T4) 12.5 y 3065. La reducción de PC aumentó el consumo de alimento e incrementó en las hembras la CA. Similar comportamiento al añadir lisina a la dieta más de lo requerido, y reportaron menor GDP que en la dieta testigo (García *et al.*, 2010).

En este estudio, el contenido de PC 21.0% en las dietas es el recomendado (NRC, 1988). La calidad proteica, por las fuentes utilizadas: IgY, Nupro y ambos, quizás afectó en las dietas al disminuir el consumo.

La relación de eficiencia proteica fue mejor y diferente ($p \leq 0.01$) en la interacción (CY/CN), al encontrar un valor de 3.2 g de GDP por cada g de proteína diaria consumida, que es mayor a los valores encontrados en los demás tratamientos: SY/SN, CY/SN y SY/CN, que fueron de 2.9, 2.5 y 2.7, respectivamente. Esta condición de la interacción de ambos productos (CY/CN) mejoran la eficiencia proteica de la dieta, lo que indica que se observa un efecto conjunto de ambos aditivos, y que la presencia de nucleótidos y péptidos afectaron de manera positiva la eficiencia proteica (Cuadro 2).

El valor de la eficiencia proteica indica la utilidad que brinda la calidad de la proteína del alimento para obtener mayor ganancia de peso. De allí que, al combinar partes iguales de concentrado/ensilado de pescado (López *et al.*, 2009), dietas a base de concentrado para crecimiento presentaron mayor valor biológico (VB). Por otro lado, la limpieza y saneamiento de instalaciones porcinas (Bikker *et al.*, 2006) y la aplicación en conjunto de anticuerpos de IgY como fuente de inmunidad pasiva en la dieta alimenticia (Cook y Trott, 2010), podrían contrarrestar el uso de antibióticos en la dieta, para así mejorar el crecimiento de los animales y la eficiencia alimenticia (Roura *et al.*, 1992). Aunado a esta situación, en granjas con problemas sanitarios se recomienda el uso de probióticos (Quintero-Moreno *et al.*, 1996).

Durante un periodo de 25 días, Borja y Medel (1998) realizaron dos ensayos con cerdos pos-destete en la Universidad de Arkansas. Estos investigadores concluyen que la inclusión de un 3-4% de harina de huevo en el alimento de lechones encuentra diferencia significativa ($P \leq 0.05$), al mejorar el crecimiento diario. Posteriormente, Owusu *et al.* (2002) mencionan que, para controlar *Escherichia coli*, el consumo de alimento y eficiencia alimenticia fueron similares ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos en que se utilizó anticuerpo de yema de huevo, pues se obtuvo un promedio 122.7 g/d y 0.688 kg GDP por kg de CDA, respectivamente. Sin embargo, Cook (2004) considera la yema de huevo como método alternativo para mejorar el crecimiento animal, con o sin antibióticos promotores de crecimiento.

CONCLUSIONES

Se obtuvo efecto significativo en ganancia de peso diario, consumo diario, conversión alimenticia y relación de eficiencia proteica de lechones en etapa de inicio alimentados con dietas conteniendo yema de huevo (IgY) y núcleo proteico (Nupro).

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1997. Official methods of analysis (16th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA., USA.
- ARGENTI, P y F. Espinoza, 2007. Alimentación alternativa para cerdos. Instituto de Investigaciones Zootécnicas. Maracay, Venezuela. <http://albeitar.portalveterinaria.com/>

- noticia/3543/ARTICULOS-PORCINO-ARCHIVO/Alimentacion-alternativa-para-cerdos.html. (15/11/2012).
- BIKKER, P., A. Dirkzwager, J. Fledderus, P. Trevisi, I. le Huërou-Luron, J. P. Lallès and A. Awati. 2006. The effect of dietary protein and fermentable carbohydrates levels on growth performance and intestinal characteristics in newly weaned piglets. *J. Anim.Sci.* 84: 3337-3345.
- BORJA, E. y P. Medel. 1998. Avances en la Alimentación del Porcino. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. XIV Curso de Especialización. Madrid. http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Avances_en_la_Alimentaci%C3%B3n_de_Porcinos.pdf (23/11/2012).
- CASTILLO, D. 2010. Nupro. Consultagro. Alltech. Venezuela. <http://www.consultagro.com.ve/art3.php>. (15/noviembre/2012).
- CHACANA, P. A., C. E. Gutiérrez, R. Schade, y H. R. Terzolo. 2004. Tecnología IgY o aplicaciones de los anticuerpos de yema de huevo de gallina. *Rev. Med. Vet. (Bs. As.)* 85(5):179-189.
- COOK, M.E. and D. L. Trott. 2010. IgY Immune component of egg as a source of passive immunity for animals and humans. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 66. USA. pp. 215-226.
- COOK, M. E. 2004. Antibodies: Alternatives to antibiotics in improving growth and feed efficiency. *J. Appl. Poult. Res.* 13:106-119.
- FIGUEROA-VELASCO, J.L., M. Cervantes-Ramírez, J. M. Cuca-García, M. Méndez-López. 2004. Respuesta de cerdos en crecimiento y finalización a dietas con baja proteína y energía. *Rev. Agrobiología.* 38: 383-394.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Köppen. 4ta Ed. Instituto de Geografía. UNAM. México. 87-88 p.
- GARCÍA-CASTILLO, R.F., O. E. Malacara-Álvarez, J. Salinas-Chavira, M. Torres-Hernández, J. M. Fuentes-Rodríguez, J. R. Kawas-Garza. 2010. Efecto de la suplementación de lisina sobre la ganancia de peso y características cárnicas y de la canal en cerdos en iniciación. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XX, N° 1*, 61-66.
- GARCÍA-CASTILLO, R.F., K. Hernández-Martínez, J. R. Kawas-Garza, J. Salinas-Chavira, A. Vega-Ríos, M. H. Ruiloba-Villarreal y H. Fimbres-Durazo H. 2014. Efecto de nucleótidos y péptidos de *Saccharomyces cerevisiae* (NUPRO) en la alimentación de cerdos post-destete. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXIV, N° 1*, 29-37.
- LÓPEZ, J.L., M. Marrero, L. Leiva, P. Peña, M. Blanco, H. Sánchez y A. L. Sorís. 2009. Patrón de consumo y valor biológico de desechos de pescado ensilados en la dieta de cerdos en crecimiento. *Revista Computadorizada de Producción Porcina.* 16 (1): 41-44.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1998. Nutrient Requirements of Swine. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Tenth Revised Edition. Washington. D.C. Cap. 10. Nutrient requirement tables. pp. 110-142.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1998. Nutrient Requirements of Swine. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Ninth Revised Edition. Washington. D.C. Table 5-1, p. 50.
- OWUSU A. A, S. K. Baidoo, C. M. Nyachoti and R. R. Marquardt. 2002. Supplemented with egg-yolk antibodies against enterotoxigenic *Escherichia coli*. Response of early-weaned pigs to spray-dried porcine or animal plasma-based diets. *J. Anim.Sci.* 80: 2895-2903.
- QUINTERO-MORENO, A., N. Huerta-Leidenz, N. Parra de Solano, E. Rincón-Urdaneta, J. A. Aranguren-Méndez. 1996. Efecto de probióticos y sexo sobre el crecimiento y características de la canal en cerdos. *Revista Científica, FCV-LUZ/ 6(1)*: 5-12.
- REYNOSO, E., M. Cervantes, J.L. Figueroa y J.M. Cuca. 2004. Respuesta productiva de lechones a dietas bajas en proteína adicionadas con aminoácidos sintéticos y cultivo de levaduras. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, Tomo 38, No. 3.
- ROURA, E., J. Homede and K. C. Klasing. 1992. Prevention of immunologic stress contributes to the growth-permitting ability of dietary antibiotics in chicks. *J. Nutr.* 122: 2383-2390.
- SHIMADA, M.A. 2003. Alimentos: su composición y cómo evaluarla. *Nutrición animal. Segunda edición.* Ed. Trillas, México. Cap. 2. pp.26-63.
- STEEL, R.G. D. y J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrics Approach. 2nd Ed. McGraw-Hill. New York, USA. p. 622.

Cambios en la vegetación, propiedades del suelo y tasa de infiltración en un agostadero del norte de México, excluido del pastoreo durante 25 años

Vegetation, soil and infiltration rate change after 25 years of livestock grazing exclusion on a scrubland in northern Mexico

Eliseo Bernabel Suárez-Hernández¹, José Eduardo García-Martínez^{2*}, Miguel Mellado-Bosque², José Dueñez-Alanís³

¹Alumno del Programa de Posgrado en Producción Agropecuaria. ²Departamento de Nutrición Animal. ³Departamento de Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. Tel.: +52-844-411 0324. E-mail: egarcia@uaaan.mx [*Autor responsable].

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de 25 años de exclusión del pastoreo y la eliminación de los arbustos sobre la producción de materia seca, composición química del suelo y tasa de infiltración, en un matorral parvifolio inerte en el norte de México. Se utilizaron cuatro bloques (10 x10 m), dentro de los cuales se establecieron 16 parcelas de 1 x 1 m. Dos bloques fueron excluidos al pastoreo permanentemente durante 25 años, en tanto que los otros dos bloques fueron pastoreados por equinos, ovinos, bovinos y caprinos. Se realizaron muestreos y mediciones de las diferentes variables durante verano, otoño, primavera e invierno (2012-2013). Para coleccionar las muestras de vegetación se usó el método del cuadrante, con las áreas de corte (núcleos). Las muestras de suelo se tomaron con el extractor de núcleo, a 0-30 cm de profundidad, de la esquina externa de cada parcela. La infiltración se evaluó mediante el método de los cilindros infiltrómetros de doble anillo, los cuales se distribuyeron de manera aleatoria. Para el análisis de datos se usó el procedimiento PROC MIXED de SAS. En el modelo fueron incluidos: efectos de estación, bloque, sitio (exclusión del pastoreo vs. libre pastoreo) y las interacciones sitio x estación del año. Se presentó una menor producción de forraje en el sitio excluido del pastoreo (rango 543±170-2702±137 kg ha⁻¹, según estación del año; P<0.05) que en el sitio de pastoreo permanente (907±92-2831±28 kg ha⁻¹). Se concluyó que la exclusión del pastoreo redujo mínimamente la producción de materia seca de la vegetación total, disminuyó considerablemente la fertilidad del suelo y no hubo cambios en la tasa de infiltración, que se mantuvo estable a pesar de la reducción de la cubierta vegetal en las áreas excluidas al pastoreo. Estos datos muestran que la eliminación de los arbustos, excepto *Atriplex canescens*, y la exclusión del pastoreo por más de dos décadas no incrementaron el forraje en este ecosistema árido.

Palabras clave: producción forrajera, propiedades del suelo, infiltración de agua, pastoreo, estaciones.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of 25 years of livestock grazing exclusion and removal of shrubs, except *Atriplex canescens*, on forage dry matter yield, soil properties and infiltration rate on a shrubland in northern Mexico. Four blocks (10 x10 m) were used, in which 16 plots of 1x1 m were established. Two blocks were permanently excluded from livestock grazing in the previous 25 years and the other two plots served as control (permanent grazing for decades). Sampling and measurements of different variables during summer, autumn, spring and winter (2012-2013) were conducted. To collect samples of vegetation the quadrant method was used, with the cutting areas (cores). Soil samples were taken at 0-30 cm depth using a core extractor which was placed in the outer corner of each plot (to avoid disruption of the plot). The infiltration was evaluated by the method of double ring infiltrometer cylinders, which were distributed randomly. Data were analyzed using the PROC MIXED procedure of SAS. In the model were included effects of season, block, site (grazing exclusion vs. permanent grazing) and site x season interaction. Total forage production was lower in the excluded site (range 543±170-2702±137 kg ha⁻¹, according to season of the year; P<0.05) compared to the control site (907±92-2831±28 kg ha⁻¹). We concluded that grazing exclusion reduced minimally dry matter production of total vegetation with a significant reduction in soil fertility, and no change in infiltration rate, despite the reduction in vegetation cover in the site where grazing was excluded. This data show that removal of shrubs, except *Atriplex canescens*, and livestock grazing exclusions altered little the biomass production in this arid ecosystem.

Key words: dry matter yield, soil properties, water infiltration rate, grazing, seasons.

INTRODUCCIÓN

Los pastizales de zonas áridas están considerados como los ecosistemas más amenazados y pocos conservados del mundo (ECOPAD, 2007). En diversos lugares, el pastoreo extensivo se considera como una amenaza para la conservación de la vegetación; sin embargo, éste juega un papel fundamental para el mantenimiento de los ecosistemas y sus efectos sobre las comunidades vegetales (Baraza y Valiente, 2012).

Actualmente, en el suroeste de Estados Unidos y el norte de México estos pastizales están siendo afectados por el cambio climático, el cual ocasiona modificaciones importantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Ignace *et al.*, 2007); aunado a lo anterior, las inapropiadas prácticas de ganadería como el pastoreo continuo y la excesiva carga animal en los agostaderos, causan el deterioro de los pastizales, lo que conduce a: cambios de la cobertura vegetal, aumento de la fragmentación del hábitat, alteración de la composición de especies vegetales, degradación del suelo y baja tasa de infiltración, lo que afecta la disponibilidad de forraje (Jones, 2000; Dinerstein *et al.*, 2000; Echavarría, *et al.*, 2007).

A pesar de los abundantes estudios sobre el efecto de la herbivoría de ganado en el proceso de vegetación, todavía no existe un consenso referente al cambio de la vegetación impulsado por la herbivoría. Los investigadores han documentado una mejoraría, un cambio débil o incluso efectos negativos (Fernández-Lugo, 2009).

Uno de los métodos más útiles para la conservación y el análisis de los efectos que los herbívoros tienen sobre la comunidad vegetal es la exclusión del ganado (Wesche *et al.*, 2010; Collard *et al.*, 2010). Sin embargo, pocos estudios se han centrado en el efecto tanto directo como indirecto sobre el pastoreo, en especial sobre los matorrales de zonas áridas y semiáridas del norte de México (Osorno-Sánchez, 2005). El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de 25 años de exclusión del pastoreo de ganado y la eliminación de los arbustos, excepto *Atriplex canescens*, sobre la producción de materia seca de la vegetación, el contenido de nutrientes del suelo y la tasa de infiltración en un matorral parvifolio inerme en el norte de México. La información anterior es necesaria para la planeación integrada de alternativas de uso y manejo sustentable de los recursos naturales. Una primera hipótesis fue que la exclusión del pastoreo de un matorral parvifolio inerme donde se eliminan las

arbustivas, excepto *Atriplex canescens*, puede reducir la producción de materia seca de la vegetación total; una segunda, que la exclusión de pastoreo puede modificar la composición de los nutrientes del suelo y la tasa de infiltración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el Campo Experimental de Zonas Áridas Noria de Guadalupe de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), (24° 21' LN y 101° 02' LO), en el municipio de Concepción del Oro, Zac., México. El sitio de estudio cuenta con una superficie de 162 ha de tierras de temporal y con una pendiente aproximada de 2.28%. La precipitación se presenta en dos temporadas, separadas por una época seca y la media anual es de 290.6 mm. El mes de julio se considera como el mes más lluvioso y marzo como el más seco. La temperatura media anual es de alrededor de 14.8 °C, con heladas que principian en el mes de octubre, que llegan a alcanzar hasta 6 °C en este mes, aunque en enero pueden llegar hasta los -11 °C. Los suelos de la zona de estudio han sido clasificados como aridisol, de origen calcáreo, de textura franco-arcilla-arenosa y franca.

La vegetación en el área de estudio se ubica dentro de la zona reconocida ecológicamente como el Desierto Chihuahuense, donde se registra el matorral parvifolio inerme, con dominancia de especies como: costilla de vaca (*Atriplex canescens*), gobernadora (*Larrea tridentata*), hojaseén (*Flourensia cernua*), *Opuntia spp.*, guayule (*Parthenium argentatum*) y mariola (*Parthenium incanum*). En algunas áreas de este tipo de vegetación se manifiesta la presencia de manchones con predominio de especies espinosas como la corona de Cristo (*Koeberlinia spinosa*) y mezquite (*Prosopis glandulosa*). En las últimas décadas, los pastos se han reducido principalmente por el pastoreo excesivo de bovinos, por lo que se supone que los cambios en la vegetación, hidrología y suelos los ha provocado, esencialmente, el pastoreo de rumiantes (Mellado *et al.*, 2005).

Diseño experimental y toma de muestras

Se ubicaron cuatro bloques, cada una con un tamaño de 10x10 m, y dentro de ellos se establecieron 16 parcelas de 1x1 m cada una: dos bloques se excluyeron permanentemente al pastoreo con cercas de malla, durante 25 años, en los que se eliminaron las

arbustivas, excepto *Atriplex canescens*, y los otros dos bloques control, durante el mismo lapso fueron pastoreados por especies de ganado doméstico y fauna silvestre, bajo gestión similar (carga animal y características ambientales). Los bloques se ubicaron separados entre sí a 100 m de distancia, y aisladas a un mínimo de 100 m de cualquier camino o brecha, para evitar el efecto de borde. Puesto que la escala de estudio juega un papel clave en investigaciones ecológicas (Wiens, 1989), el presente estudio de vegetación se realizó en superficies de muestreo diferentes.

En la esquina externa de las parcelas, con un extractor de núcleo se obtuvieron 80 muestras de suelo (20 por cada bloque), a 0-30 cm de profundidad. Las muestras se analizaron en el laboratorio de suelos de la UAAAN-Unidad Laguna para determinar el potencial de hidrógeno (pH), materia orgánica (MO%), nitrógeno total (NT%), cationes disponibles en miliequivalente/L⁻¹, sodio (Na⁺), Calcio (Ca²⁺), magnesio (Mg²⁺), nitratos (NO₃- ppm), fósforo (Olsen P ppm), cobre (Cu mg/kg), hierro (Fe ppm) y zinc (Zn ppm). Para hacerlo se emplearon los métodos estándar de análisis de suelos (Anon, 1986 y AOAC, 1990).

Para las pruebas de infiltración se utilizó el método de los cilindros infiltrómetros de doble anillo. Se requirieron dos cilindros metálicos de alrededor de 30 cm de altura y de diámetro para el cilindro exterior de 45 cm y 25 cm para el interior; se midió la tasa de descenso del agua al 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 min. Para este estudio se realizaron cinco pruebas de infiltración en cada bloque, por lo que se realizaron 20 pruebas en total.

Los sitios se muestrearon al final de cada estación del año (2012-2013).

Análisis estadístico

La producción de materia seca de la vegetación total, *Atriplex canescens*, herbáceas, arbustivas y gramíneas de los sitios muestreados se analizaron con el procedimiento PROC MIXED de SAS. En el modelo fueron incluidos los efectos de estación de muestreo, bloque, sitio (exclusión del pastoreo vs. libre pastoreo) y las interacciones sitio x estación del año. La comparación de estaciones se llevó a cabo con el procedimiento PDIF dentro de medias de mínimos cuadrados de SAS.

Las variables del suelo (diversos minerales) se compararon entre sitios con el procedimiento PROC MIXED, en los que los efectos principales fueron: estación de muestreo, bloque y sitio. Se analizarán también las interacciones simples entre sitio y estación.

Las tasas de infiltración se determinaron con análisis de varianza en un sentido Proc GLM de SAS, y para detectar diferencias entre sitios y tiempos de infiltración se utilizó el procedimiento PDIF con medias de mínimos cuadrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de biomasa

Las estimaciones de producción de materia seca de los arbustos, herbáceas, vegetación total y *Atriplex canescens* se presentan en el Cuadro 1. El sobrepastoreo bien puede provocar un aumento, una disminución o no tener efectos en producción de biomasa de las plantas (McNaughton, 1985; Terradas, 2001; Gillen y Sims, 2004). Los valores de materia seca registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para el efecto estación sobre los arbustos, herbáceas, vegetación total y *A. canescens*, dentro de las áreas excluidas al pastoreo, así como en las áreas de libre pastoreo, excepto para los pastos, estrato vegetal donde no se observó diferencia significativa para el efecto estación ($P > 0.05$); sin embargo, los valores para verano en el área de exclusión indican su máxima producción con una media de 617 ± 497 kg de MS ha⁻¹. Al respecto, Chávez (1986) menciona que animales adultos que pastorean en agostaderos con producciones de forraje por debajo de 150 kg MS ha⁻¹, presentan pérdida de peso corporal. Los valores para los pastos son cercanos a los reportados por Gutiérrez *et al.* (2007) en un estudio en pastizales medianamente abiertos en Zacatecas.

Para el efecto sitio se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las herbáceas, pastos y vegetación total, aunque para las plantas arbustivas y *A. canescens* se manifestaron altamente significativas ($P < 0.01$). Los valores en rendimiento de materia seca para las arbustivas, en este caso fueron mayores en las áreas pastoreadas comparadas con las áreas de exclusión para todas las estaciones, pero más altas en verano y otoño, que fue cuando presentaron la mayor producción de materia seca con medias de 2730 ± 57 y 1568 ± 61 kg de MS ha⁻¹, respectivamente; para *A. canescens*, contrario a las arbustivas, estas presentaron una estimación mayor en las áreas de exclusión del pastoreo, donde obtuvo una producción media de $1,415 \pm 403$ kg de MS ha⁻¹ en verano y $1,095 \pm 35$ kg de MS ha⁻¹ en otoño. Estudios previos en esta misma localidad, realizados por Mellado *et al.* (2012), mostraron una producción mayor con

Cuadro 1. Producción de materia seca en kg ha⁻¹ para cada estrato vegetal en áreas de exclusión (durante 25 años) y de libre pastoreo en las cuatro estaciones del año, en el campo experimental Noria de Guadalupe, Zacatecas. Los valores son Medias ± Desviación estándar.

Estrato	Primavera		Verano		Otoño		Invierno		Efectos		
	E	P	E	P	E	P	E	P	Es	Si	In
Arbustos	1698±449	2730±57	1453±668	1568±61	475±261	990±14	25±205	990±170	**	**	NS
Herbáceas	388±88	100±84	31±41	85±7	1.0±1.4	1.5±0.7	21±27	1.5±0.7	**	*	**
Pastos	617±497	1±0	207±286	1±0	66±91	5.5±6.4	125±63	0.5±0.7	NS	*	NS
Vegetación total	2702±137	2831±28	1691±341	1653±53	543±170	907±9	571±68	992±171	**	*	NS
<i>A. canescens</i>	1415±403	1095±35	1050±99	528±131	380±141	210±57	390±170	225±163	**	**	NS

E=exclusión; P=pastoreo; Es=estación; Si=sitio; In=interacción; **P<0.01; *P<0.05 y NS= no significativo.

2281 kg MS ha⁻¹ en áreas de alta dominancia de *A. canescens* (área de exclusión), mientras que en áreas pastoreadas fue de 503 kg MS ha⁻¹ durante verano, pero con una precipitación media anual de 241 mm y con diez años de exclusión del pastoreo; mientras en este estudio se encontró una reducción del 62% en las áreas de exclusión, en tanto que para las áreas de pastoreo fue mayor en un 55%. Para este caso, *A. canescens* en las áreas de exclusión no presentaron respuestas favorables al largo plazo de descanso.

Por otro lado, no se observaron diferencias significativas para el efecto interacción (P>0.05) en arbustos, pastos, vegetación total y *A. canescens*, excepto para las herbáceas donde sí hubo diferencia altamente significativa (P<0.01); fue en las áreas de exclusión al pastoreo, durante los meses de verano, cuando se registró la mayor producción de materia seca, con una media de 388 ± 88 kg de MS ha⁻¹, no obstante que en otoño ésta presentó en las áreas de pastoreo una producción mayor, comparada con las áreas excluidas al pastoreo, y que tuvo medias de 85 ± 7 y 31 ± 41 kg de MS ha⁻¹, respectivamente.

Es importante hacer notar que los mayores rendimientos de MS se encontraron durante los meses de verano y otoño. Sin embargo, los valores más bajos y drásticos se presentaron en los pastos en las áreas de pastoreo, lo que indica que existió una alta incidencia en la carga animal y, posiblemente, también la fauna silvestre contribuyó a que existieran

estas diferencias muy marcadas durante el año de estudio, en comparación con lo que reportó Vázquez *et al.* (2012) en un estudio de caso para un agostadero con las características de un matorral mediano espinoso en Múzquiz, Coah.; en este estudio, en el que no se incluyó la interferencia de arbustos y árboles, la producción determinada fue de 1, 029,78 kg MS ha⁻¹. Detectamos que los pastos y las herbáceas fueron constantemente afectados por el régimen de pastoreo, ya que obtuvieron muy baja producción forrajera, lo que provocó un aumento dominante en las plantas arbustivas; al respecto, el INIFAP (1994) encontró resultados similares, ya que al estimar la producción de forraje en algunos agostaderos del estado de Chihuahua, encontró producción forrajera de 948 kg MS ha⁻¹. Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron la exitosa recuperación de los pastos dentro de las áreas de exclusión del ganado, lo que pone de manifiesto la capacidad productiva de este ecosistema. Los valores de vegetación total reportados en el presente estudio fueron superiores a los reportados por Pinedo *et al.* (2013).

Huss (1993) menciona que la falta total de defoliación de las plantas puede dar como resultado una mala salud vegetal y disminución de la productividad. Esto ocurrió para las áreas de exclusión al pastoreo sobre las plantas arbustivas en todas las estaciones comparado con las áreas de pastoreo, ya que presentaron una merma del (62, 8, 53 y 43%)

durante verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente. En un estudio realizado por Gutiérrez *et al.* (2004 y 2006) evaluaron pastizales en diferentes localidades del estado de Zacatecas, y registraron valores promedios de producción de forraje alrededor de 330 kg MS ha⁻¹, que fueron muy inferiores a los reportados en el presente estudio.

En las comunidades de *A. canescens* estudiadas, los mejores rendimientos se presentaron en las áreas de exclusión, al registrarse en verano la mayor producción con una media de 1,415 kg MS ha⁻¹, valor muy cercano al observado por Romero y Ramírez (2003), quienes reportan durante verano una producción de 1745.5 kg MS ha⁻¹, que declinó hasta la primavera, con una producción de 581 kg MS ha⁻¹; por otro lado, para este estudio en primavera presentó menor rendimiento, ya que se obtuvo una producción media de 390 kg de MS ha⁻¹. Esta disminución posiblemente se debió a una nula defoliación por parte de los animales, lo que no favoreció a la producción de nuevos rebrotes. Además, estos autores mencionan que la frecuencia del pastoreo es importante para la sobrevivencia del *A. canescens* y recomiendan un periodo de descanso, por lo menos una vez cada tres o cuatro años.

Propiedades del suelo

El impacto del pastoreo puede afectar el contenido de nutrientes del suelo de tal manera, que el ciclo de nutrientes es alterado (Harrison y Bardgett, 2008). Los análisis estadísticos revelaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para el efecto estación sobre los parámetros: pH, NT, Ca, Mg, NO₃⁻, P, Na, Cu, Fe y Zn (Cuadro 2). En ambos tratamientos: exclusión y libre pastoreo, excepto para MO donde no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$), los porcentajes de MO fueron bajos durante las cuatro estaciones, aunque fue verano la más baja, pues se encontró un 1.67 ± 0.33 y $2.22 \pm 0.33\%$ en las áreas de exclusión y libre pastoreo, respectivamente. La presencia y/o ausencia de animales en las áreas del estudio no tuvo una influencia determinante sobre este parámetro, lo cual se puede apreciar con los valores tan estables. Datos muy similares fueron encontrados por Fernández *et al.* (2013) en un estudio del Parque Rural de Valle Gran Rey, en las Islas Canarias, que encontraron baja disponibilidad en áreas excluidas al pastoreo con $2.18 \pm 0.28\%$; sin embargo, en las áreas de pastoreo se incrementó a $3.31 \pm 0.30\%$.

Para el efecto sitio se observaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) sobre los paráme-

tros pH, NT, Ca, Mg, MO y P del suelo. Serrato *et al.* (1999) evaluaron pastizales con ligeras invasiones de especies arbustivas en el norte de Durango, y reportaron valores muy bajos en las variables MO, Ca, Mg, Na, NO₃⁻ y P, en tanto que en el presente estudio, los valores de estas variables fueron muy altos, y de acuerdo con las observaciones para las concentraciones de NO₃⁻, Na Cu, Fe y Zn, éstas no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$); sin embargo, el mayor nivel de concentración que se observó durante el estudio fue el de NO₃⁻, que permaneció característicamente muy estable, y en el caso del Cu, en la estación de otoño presentó mayor concentración con una media de 20.61 ± 0.04 meq/L⁻¹, mientras que para Fe y Zn se mantuvieron característicamente estables durante las cuatro estaciones.

Por otro lado, la interacción estación x sitio no reflejó diferencias significativas ($P > 0.05$) en las concentraciones de pH, NT, Ca, MO y Fe, sin embargo, para Mg, NO₃⁻ y Zn sí se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$). Para este mismo efecto hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) sobre P, Na y Cu al observar bajas concentraciones de P (< 10 ppm) en otoño, aunque para invierno aumentó a 18.26 ± 2.1 y 22.18 ± 6.09 ppm para las áreas de exclusión y libre pastoreo, respectivamente. En previos estudios en esta misma localidad, Mellado y Rodríguez (1991) reportaron resultados similares en las concentraciones de P del suelo, lo que causó un efecto negativo en la producción de materia seca de *A. canescens*. Este estudio corrobora estos resultados, dado que la producción de materia seca del *A. canescens* también fue baja; adicionalmente, las concentraciones de sales como de fósforo en el suelo, suelen ser las características edáficas más importantes que afectan la producción de materia seca de *A. canescens* en terrenos libres de otras arbustivas; este mismo autor menciona que niveles bajos de fósforo favorecen el crecimiento de esta especie, y niveles elevados de sales de Na y Mg benefician la germinación de las semillas de este arbusto.

Estudios de Fernández *et al.* (2013) también observaron bajas concentraciones 10.05 ± 1.13 ppm en las áreas excluidas, pero hallaron un incremento de 16.10 ± 1.76 ppm en áreas de pastoreo. El marcado aumento de fósforo en el suelo en las áreas de pastoreo, en gran medida parece ser el resultado de una entrada mucho mayor de excretas en el suelo (Mellado *et al.*, 2005). Por otra parte, existe una relación directa entre el contenido de MO, NT y P, ya que ambos elementos se acumulan en el suelo principal-

mente en forma de residuos vegetales, y mientras no exista una incorporación efectiva de materia orgánica en el suelo, los niveles de estos elementos permanecerán relativamente sin incremento alguno, especialmente el del nitrógeno, elemento esencial que determina, en gran medida, la fertilidad de los suelos (Manzano, 1997).

Para el contenido de cationes intercambiables, Fernández *et al.* (2013) reportaron en áreas de exclusión para Na, Mg y Ca 1.74 ± 0.11 , 12.20 ± 0.47 y 52.26 ± 0.91 meq L⁻¹, respectivamente; el contenido de estos cationes fueron bajos en áreas de pastoreo, similar ocurrió en este estudio donde también se encontraron niveles bajos en las áreas pastoreadas; sin embargo, se observó un ligero aumento de estos cationes en las áreas de exclusión, lo que puede estar relacionado por una mayor lixiviación en las áreas de pastoreo debido a la perturbación del suelo (Sakadevan *et al.*, 1993; Mohr *et al.*, 2005); mientras tanto, una mayor tasa de deposición de hojarasca y compo-

sición de microorganismos conllevara, consecuentemente, una mayor mineralización, lo que aumenta los niveles de productividad de las parcelas excluidas (Fernández-Lugo, 2009; Ari *et al.*, 2010). En el análisis se observaron diferencias en relación a las áreas de exclusión y libre pastoreo respecto a las variables pH, NT, Ca, Mg, MO y P del suelo; mientras tanto, en respuesta al incremento de las presiones de pastoreo de cabras en pasturas de las Islas Canarias, España, Arévalo *et al.* (2007) no encontraron un cambio en el pH, MO, Na, Ca y Mg en el suelo.

Muchos estudios han reportado que existe una gran interacción entre las características de la vegetación y los nutrientes del suelo (Berendse, 1998; Wasen *et al.*, 2005), para lo que los factores claves son el Nitrógeno y el agua, que influyen altamente en la productividad de los ecosistemas (Bai *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2011). En este trabajo, las concentraciones de NT, se correlacionaron positivamente con la producción de MS de las herbáceas y los pastos en las áreas

Cuadro 2. Propiedades químicas del suelo en áreas de exclusión (durante 25 años) y de libre pastoreo en las cuatro estaciones del año, en el Campo Experimental "Noria de Guadalupe", Zacatecas. Los valores son Medias \pm Desviación estándar.

Variables	Primavera		Verano		Otoño		Invierno		Efectos		
	E	P	E	P	E	P	E	P	Es	Si	In
pH	7.70 \pm 0.17	7.64 \pm 0.18	7.57 \pm 0.16	7.54 \pm 0.39	7.75 \pm 0.13	7.83 \pm 0.10	7.67 \pm 0.05	7.67 \pm 0.08	**	**	NS
NT (%)	0.16 \pm 0.01	0.10 \pm 0.04	0.14 \pm 0.04	0.12 \pm 0.01	0.12 \pm 0.02	0.11 \pm 0.0	0.14 \pm 0.02	0.12 \pm 0.03	**	**	NS
Ca (meq L ⁻¹)	11.59 \pm 4.09	6.49 \pm 1.40	13.64 \pm 8.05	4.84 \pm 1.33	18.08 \pm 1.97	15.08 \pm 8.80	35.80 \pm 1.89	33.12 \pm 6.08	**	**	NS
Mg (meq L ⁻¹)	2.18 \pm 0.52	1.57 \pm 0.34	1.93 \pm 0.47	1.86 \pm 0.73	2.76 \pm 0.57	3.64 \pm 1.27	6.49 \pm 1.40	6.04 \pm 0.89	**	**	**
MO (%)	1.67 \pm 0.33	2.22 \pm 0.30	2.54 \pm 0.26	2.76 \pm 0.52	2.30 \pm 0.54	2.38 \pm 0.44	2.30 \pm 0.43	2.76 \pm 0.34	NS	**	NS
NO ₃ ⁻ (ppm)	130.80 \pm 41.55	132.37 \pm 32.81	83.03 \pm 20.61	76.43 \pm 10.40	81.95 \pm 24.13	131.52 \pm 39.87	115.08 \pm 18.08	88.48 \pm 10.89	**	NS	**
Na (meq L ⁻¹)	2.03 \pm 0.62	2.00 \pm 0.59	2.57 \pm 0.10	2.62 \pm 0.18	3.18 \pm 1.55	2.44 \pm 0.53	2.54 \pm 0.99	3.21 \pm 0.79	**	NS	*
Cu (ppm)	6.55 \pm 0.09	6.40 \pm 0.06	6.61 \pm 0.04	6.29 \pm 0.02	1.88 \pm 0.21	1.83 \pm 0.14	1.61 \pm 0.04	1.65 \pm 0.05	**	NS	*
Fe (ppm)	9.46 \pm 0.15	9.41 \pm 0.13	9.36 \pm 0.11	9.28 \pm 0.11	9.38 \pm 0.11	9.38 \pm 0.16	9.45 \pm 0.12	9.46 \pm 0.16	**	NS	NS
Zn (ppm)	1.94 \pm 0.06	2.09 \pm 0.13	2.45 \pm 0.07	2.46 \pm 0.08	2.43 \pm 0.12	2.39 \pm 0.08	1.94 \pm 0.07	1.96 \pm 0.06	**	NS	**

E=exclusión; P=pastoreo; Es=estación; Si=sitio; In=interacción; **P<0.01; *P<0.05 y NS= no significativo.

excluidas al pastoreo. Por otra parte, Piñeiro *et al.* (2006) señalan que el pastoreo a largo plazo reduce la materia orgánica del suelo y, por consecuencia, el contenido de nitrógeno. Sin embargo, la deposición de heces y orina asociada al pastoreo puede aumentar la mineralización del suelo (Crawley, 1997), lo que favorece la fertilidad de los suelos.

En un estudio efectuado por Arévalo *et al.* (2011) las Islas Canarias, España, encontraron en matorrales niveles de 2.46 ± 0.80 y $1.89 \pm 1.28\%$ de MO en áreas pastoreadas por cabras y sin pastorear, con una producción forrajera de $1,020 \pm 819$ y 794 ± 929 kg MS ha⁻¹, respectivamente, y en los campos de pastizales 5.92 y 3.04% para áreas pastoreadas y sin pastorear, respectivamente. Esto es consistente con lo que se encontró en este estudio, donde las áreas pastoreadas obtuvieron mayores porcentajes de materia orgánica y mayor producción forrajera, mientras que en las áreas excluidas, menores porcentajes y rendimientos.

Tasa de infiltración

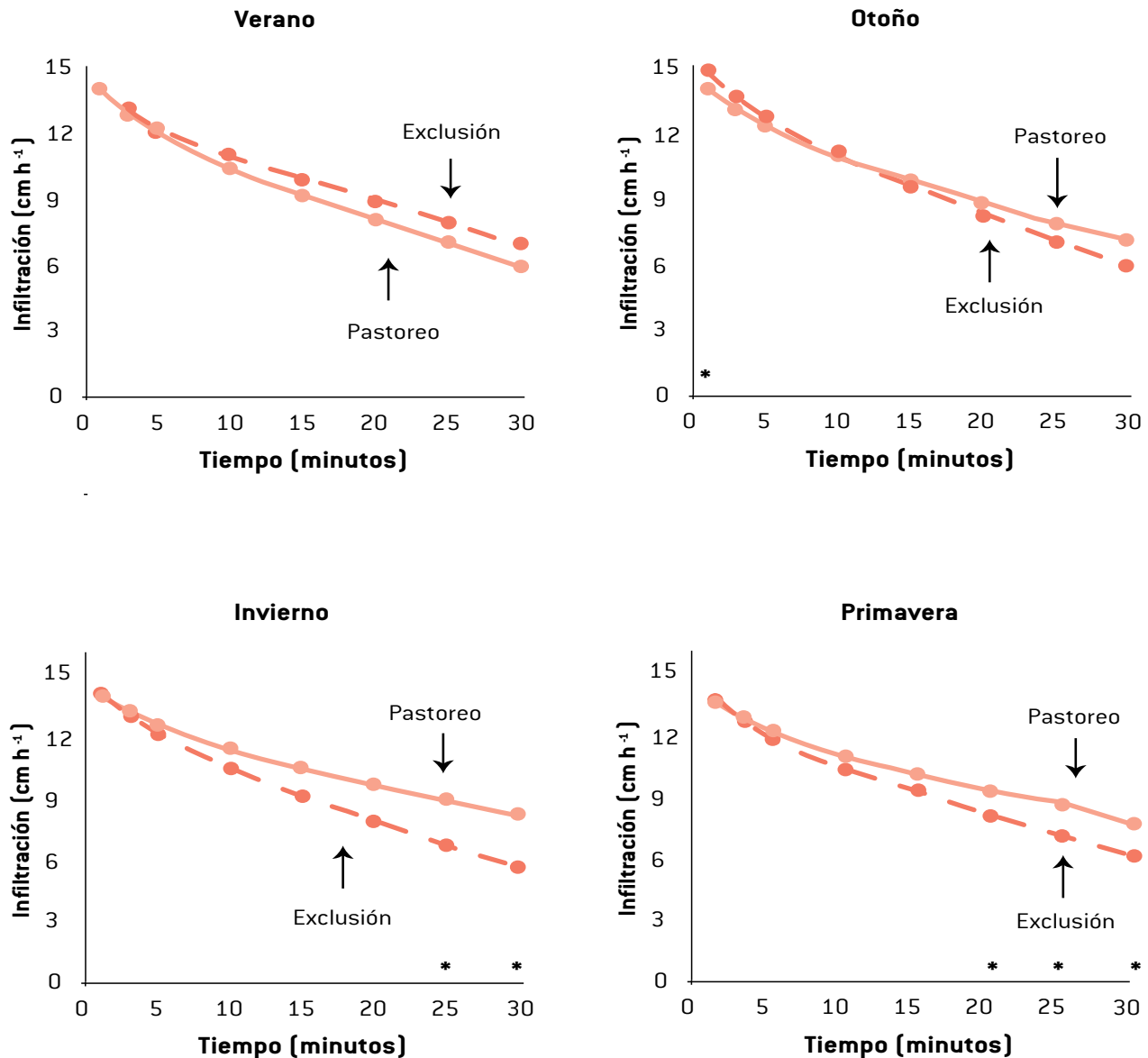
El pastoreo puede tener efectos tanto negativos como positivos en la infiltración del agua (Mellado *et al.*, 2005). El comportamiento de las infiltraciones en verano no tuvo diferencias significativas para las áreas de exclusión y libre pastoreo ($P > 0.05$); sin embargo, el área de exclusión fue ligeramente favorecida con medias de 6.98 cm h⁻¹, comparada con la de pastoreo, con medias de 5.98 cm h⁻¹, ambas en el minuto 30. Esta variación obedeció, en parte, a las condiciones meteorológicas: la precipitación media anual de la región, que fue de alrededor de 433.1 mm y la temperatura media anual de 16.7 °C en el año de estudio (INEGI, 2012). Aunque, por otra parte, en tierras de pastoreo con pendientes incluso menores al 2%, puede presentarse una escasa infiltración y una alta escorrentía, como en Sebele, Botswana (FAO, 2010). Efectos similares reportaron Velásquez *et al.*, (2011) en pastizales de Zacatecas, quienes encontraron tasas de infiltración de 4.38 cm h⁻¹ en áreas excluidas al pastoreo, y de 2.70 cm h⁻¹ en áreas bajo pastoreo. Estos resultados reafirman que en las áreas de exclusión, en verano presentan mayores tasas de infiltración, sin embargo, son relativamente muy bajos respecto a los encontrados en el presente estudio.

En el otoño, al minuto 1 se registró diferencia significativa ($P < 0.05$), mientras que los demás tiempos no difirieron ($P > 0.05$), pues se encontraron promedios de 11.03 y 11.15 cm h⁻¹ en las áreas de exclusión y libre pastoreo, respectivamente, lo cual

coincide con las épocas en que se presenta la mejor producción de forraje y algunos microminerales. Esto también puede atribuirse a la recuperación de la cobertura vegetal en los tratamientos, ya que protegen al suelo del efecto de las gotas de lluvia y evita la remoción de partículas de suelo (Dueñez, 2007), y a que en esta estación se presentó mejor contenido de materia orgánica, el cual Wood y Blackburn (1981) reportaron como un factor clave para el control de la tasa de infiltración en ambientes xéricos.

Para la estación de primavera se presentaron mayores tasas de infiltración, al registrarse diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tiempos 20, 25 y 30 min, con medias de infiltración de 9.75, 9.12 y 8.29 en las áreas de libre pastoreo, y de 8.55, 7.59, 6.64 cm h⁻¹ en las excluidas, respectivamente; mientras tanto, en invierno se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) sólo para los tiempos 25 y 30 min, con medias de infiltración de 9.04 y 8.31 en las áreas de libre pastoreo, y de 6.76, 5.71 cm h⁻¹ en las excluidas, respectivamente. Primavera e invierno fueron las estaciones que obtuvieron mejor infiltración en las áreas de pastoreo, con un promedio 11.59 y 11.57 cm h⁻¹, respectivamente, según se muestra en la Figura 1. El efecto negativo de la reducción de la cubierta vegetal, en particular los arbustos en áreas muy pastoreadas, puede compensarse con una mayor disponibilidad de materia orgánica a partir de excretas de todo el asentamiento (Mellado *et al.*, 2005), lo que favorecen una mayor tasa de infiltración, en tanto que Lado *et al.* (2004) mencionan que suelos con textura franco arenosa y con contenidos bajos de materia orgánica ($< 2,3\%$) facilitan la ruptura de los agregados y la aparición de capas sellantes, y, por consiguiente, la disminución de la tasa de infiltración básica.

En un estudio realizado por Funk *et al.* (2012) evaluaron la recuperación de espacios entre arbustos en una estepa semiárida de la Patagonia, Argentina, que luego de 10 años de exclusión del pastoreo, registraron tasas de infiltración básica en las condiciones de exclusión y pastoreo, y no encontraron diferencias significativas, ya que obtuvieron promedios de 5.44 y 3.30 cm h⁻¹, respectivamente, valores bajos comparado con los reportados en el presente estudio. Por otro lado, Allington y Valone (2011) compararon las tasas de infiltración dentro y fuera de clausuras de pastoreo en un pastizal árido del sudeste de Arizona, EE.UU, y encontraron variabilidad estacional en la infiltración del agua. La exclusión del pastoreo por cuarenta años estuvo asociada con una mayor tasa de infiltración, tanto en la estación seca como en la húmeda.



* $P < 0.05$ significativo; $P > 0.05$ no significativo

Figura 1. Tasas de infiltración en áreas de exclusión (durante 25 años) y de libre pastoreo en las cuatro estaciones del año, en el campo experimental Noria de Guadalupe, Zacatecas.

Denoia *et al.* (2000) determinaron el efecto del pisoteo y no pisoteo en áreas sobre las tasas de infiltración, y encontraron 42,5 y 57 cm h^{-1} , respectivamente; lo contradictorio ocurrió en el presente estudio, en el que el efecto del pisoteo de ganado en áreas de pastoreo aumentó la rugosidad del suelo y mejoró la tasa de infiltración. Por otro lado, Mellado *et al.* (2005) en un pastizal del Desierto Chihuahuense encontraron mayores tasas de infiltración en áreas con cargas altas de animales que con cargas bajas.

CONCLUSIONES

La exclusión del pastoreo durante los últimos 25 años, combinada con la eliminación de arbustos, excepto *Atriplex canescens*, en un matorral parvifolio inerte en el norte de México, redujo mínimamente la producción de materia seca de la vegetación total, que desde el punto de vista de la productividad se vio afectada por el abandono del pastoreo. Sin embargo, *A. canescens*, se favoreció ligeramente. Con respecto

a los nutrientes del suelo, la presencia de pastoreo aumentó la fertilidad del suelo mediante aumentos en el contenido de P y MO, aunque se detectó una disminución de los cationes, principalmente Ca y Mg, en presencia de pastoreo, puesto que el contenido de estos cationes en las áreas excluidas al pastoreo es elevado. En general, las tasas de infiltración se mantuvieron estables a pesar de la reducción de la cubierta vegetal en las áreas excluidas al pastoreo, al igual que en las áreas pastoreadas, lo que indica que la carga animal y el pisoteo de los animales domésticos no afectó la tasa de infiltración de agua.

LITERATURA CITADA

- ALLINGTON G., R.H. and Valone, T.J. 2011. Long-Term Livestock Exclusion in an Arid Grassland Alters Vegetation and Soil. *Rangeland Ecology Management* 64:424-428.
- ARI, J., Kenneth, L.J., John, B. 2010. Vertical distribution of fungal communities in tallgrass prairie soil. *Mycologia* 102 (5), 1027-1041.
- ANON. 1986. Métodos Oficiales de Análisis, vol. I Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. España.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 15th ed. Arlington, Virginia.
- ARÉVALO, J.R., China, E. and Barquin, E. 2007. Pasture management under goat grazing on Canary Islands. *Agriculture, Ecosystems and Environments*. 128, 291-296.
- ARÉVALO, J.R., De Nascimento, I., Fernández, S., Mata, J. and Bermejo, L. 2011. Grazing effects on species composition depends on the vegetation stand (La Palma, Canary Islands) *Acata ecológica*, 37: 230-238.
- BAI, Y.F., Wu, J.G., Clark, C.M., Naeem, S., Pan, Q.M., Huang, J.H., Zhang, L.X. and Han, X.G. 2010. Tradeoffs and thresholds in the effects of nitrogen addition on biodiversity and ecosystem functioning: evidence from inner Mongolia Grasslands. *Global Change Biol.* 16, 358-372.
- BARAZA, E. y Valiente-Banuet, A. 2012. Efecto de la exclusión de ganado en dos especies palatables del matorral xerófilo del Valle de Tehuacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.
- BERENDSE, F. 1998. Effect of dominant plant species on soil during succession in nutrient-poor ecosystem. *Biogeochemistry* 42:73-88.
- COLLARD A., L. Lapointe, J. P. Ouellet, M. Crête, A. Lussier, C. Daigle y S. D. Côté. 2010. Slow responses of understory plants of maple-dominated forests to white-tailed deer experimental exclusion. *Forest Ecology and Management* 260:649-662.
- CRAWLEY, M.J. 1997. Plant-herbivore dynamics. pp. 401-474. In: Crawley, M.J. (Ed.), *Plant Ecology*. Blackwell Science, Oxford, UK.
- CHÁVEZ, S.A. 1986. Comparación del sistema de pastoreo continuo y corta duración, bajo dos intensidades de carga durante la época de sequía. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia. Chihuahua, Chih. 158p.
- DENOIA, J., Sosa, O., Zerpa, G. y Martín, B. 2000. Efecto del pisoteo animal sobre la velocidad de infiltración y sobre otras propiedades físicas del suelo. Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Agrarias. Zavalla, Argentina. (1), 129-141.
- DINERSTEIN, E., Olson, D., Atchley, J., Loucks, C., Contreras-Balderas, S., Abell, R., Iñigo, E., Enkerlin, E., Williams, C.E. and Castilleja, G. 2000 (Eds.). *Ecoregion-Based Conservation in the Chihuahuan Desert: A Biological Assessment*. World Wildlife Fund, CONABIO, The Nature Conservancy, Pronatura Noroeste and ITESM.
- DUÉÑEZ, J. 2007. Estudios hidrológicos en ecosistemas del norte de México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de ciencias forestales. Linares, Nuevo León. México. 90 p.
- ECHAVARRÍA Ch., F.G., A. Serna P. y R. Bañuelos V. 2007. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: II cambios en el suelo. *Tec Pecu Mex.* 45: 177-194.
- ECOPAD, 2007. Estrategia para la Conservación de Pastizales del Desierto Chihuahuense. 23 p. In: Aguirre, C., J. Hoth y A. Lafón (Eds.). Chihuahua, México.
- FAO. 2010. Food and Agriculture Organization. Agua de lluvia, productividad de la tierra y sequía. <http://www.fao.org/docrep/008/y4690s/y4690s07.htm>. (23 junio 2014):
- FERNÁNDEZ-LUGO, S., de Nascimento, L., Mellado, M., Bermejo, L.A. and Arévalo, J.R., 2009. Vegetation change and chemical soil composition after 4 years of goat grazing exclusion in a Canary Islands pasture. *Agriculture Ecosystems Environment* 132:276-282.
- Fernández-Lugo, S., Arévalo, J.R., de Nascimento, L., Mata, J. and Bermejo, L.A. 2013. Long-term vegetation responses to different goat grazing regimes in semi-natural ecosystems: a case study in Tenerife (Canary Islands). *Applied Vegetation Science*. 16:74-83.
- FUNK, F.A., Peter, G., Loydi, A., Kröpfl, A.I. & Distel, R.A. 2012. Recuperación estructural y funcional de los espacios entre arbustos al cabo de 10 años de exclusión

- del pastoreo en una estepa semiárida del noreste de la Patagonia. *Ecología Austral* 22:195-202.
- GILLEN, R.L. and Sims, P.L. 2004. Stocking rate, precipitation and herbage production on sand sagebrush-grassland. *Journal of Range Management* 55, 148-152.
- GUTIÉRREZ, L.R., García, M.G. y Amador, R.M. 2007. Carga animal del pastizal mediano abierto en zacatecas. Folleto científico Núm. 36 INIFAP-Campo Experimental Zacatecas. 22 p.
- GUTIÉRREZ, L.R., García, M.G. y Amador, R.M. 2004. Estado actual de los pastizales de la zona central del estado de zacatecas. En: IV simposio internacional sobre la flora silvestre en zonas áridas. Delicias, Chih. Pp. 130-37.
- GUTIÉRREZ, L.R., Echavarría, F.G., Salinas, G.H., Amador, R.M., Flores, N.M. y Flores, O.M.A. 2006. Producción caprina bajo pastoreo rotacional diferido y continuo. Folleto científico Núm. 9 INIFAP-Campo Experimental Zacatecas. 38 p.
- HARRISON, K.A. and Bardgett, R.D. 2008. Impacts of grazing and browsing by large herbivores on soils and soil biological properties, in: Gordon, I.J., Prins, H.H.T. (Eds.), the ecology of browsing and grazing. Springer, Berlín, pp. 201- 216.
- HUSS, D. 1993. El Papel de los Animales Domésticos en el Control de la Desertificación. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago. 113 pp. <http://www.fao.org/docrep/x5320s/x5320s00.HTM>. (6 agosto, 2014)
- IGNACE, D. D., T. E. Huxman, J. F. Weltzin and D. G. Williams. 2007. Leaf gas exchange and water status response of a native and nonnative grass to precipitation across contrasting soil surfaces in the Sonoran desert. *Oecologia* 152:401-413.
- INEGI. 2012. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Perspectiva estadística del estado de Zacatecas, México http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estd_perspect/zac/Pers-zac.pdf. (12 de agosto)
- INIFAP. 1994. Impacto de la sequía en la ganadería chihuahuense. Unión Ganadera regional de Chihuahua.
- JONES, A. 2000. Effects of cattle grazing on North American arid ecosystems: a quantitative review. *WVAN*. 60: 155-164.
- LADO, M., Paz, A. y Ben, H.M. 2004. Organic Matter and Aggregate Size Interactions in Infiltration, Seal Formation, and Soil Loss. *Soil Science Society of America Journal* 68: 935-942.
- LI, J.Z., Lin, S., Taube, F., Pan, Q.M. and Dittert, K. 2011. Above and belowground net primary productivity of grassland influenced by supplemental water and nitrogen in Inner Mongolia. *Plant Soil* 340, 253-264.
- MANZANO, M.G. 1997. Procesos de Desertificación Asociados a Sobrepastoreo por Caprinos en el Matorral Espinoso de Linares, Nuevo León. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de ciencias forestales. Linares, Nuevo León, México. 88 p.
- MCNAUGHTON, S.J. 1985. Ecology of a grazing ecosystem: the Serengeti. *Ecological Monographs* 53: 259-294.
- MELLADO, M. y Rodríguez, A. 1991. Influencia de algunas características del suelo sobre la producción de materia seca de (*Atriplex canescens*) en el norte de Zacatecas. *Revista Científica Agraria. UAAAN*. Vol. 7, núm. 1. 89-94 p.
- MELLADO, M., Dueñez, J., Foote, R.H, García, J.E. and Rodríguez, A. 2005. Influence of Goat Densities on Vegetation, Hydrology and Soil Properties in a Chihuahuan Desert Range. *Feeds, Annals of Arid Zone* 44: 1-3. Saltillo, Coahuila, México.
- MELLADO, M., Rodríguez, A., Lozano, E.A., Dueñez, J., Aguilar, C.N. and Arévalo, J.R. 2012. The food habits of goats on rangelands with different amounts of fourwing saltbush (*Atriplex canescens*) cover. *Journal of Arid Environments* 84, 91-96.
- MOHR, D., Cohnstaedt, L.W. y Topp, W. 2005. Wild boar and red deer affect soil nutrients and soil biota in steep oak stands of the Eifel. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 693-700.
- OSORNO-SÁNCHEZ, T. 2005. Efectos de la herbivoría del ganado caprino en tres asociaciones vegetales del valle de Tehuacán, Puebla. Tesis, Maestría Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. D. F.
- PINEDO, A.C., Hernández, Q.N.S., Melgoza, C.A., Rentería, V.M., Vélez, S.V.C., Morales, N.C., Quintana, R.M., Santellano, E.E. y Esparza, E. 2013. Diagnóstico Actual y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. Cuerpo Académico de Recursos Naturales y Ecología (UACH-CA16). Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chih, México.
- PIÑEIRO, G., Paruelo, J.M. and Oesterheld, M. 2006. Potential long-term impacts of livestock introduction on carbon and nitrogen cycling in grasslands of Southern South America. *Global Change Biology*, 12: 1267-1284. doi: 10.1111/j.1365-2486.2006.01173.x.
- ROMERO, R.R. J. y Ramírez, L.R. 2003. *Atriplex canescens* (Pursh, Nutt), como fuente de alimento para las zonas áridas. *Revista Ciencia UANL / Vol.VI, No. 1*, 85-92. Pag.
- SAKADEVAN, K., Mackay, A.D. y Hedley, M.J. 1993. Influence of sheep excreta on pasture uptake and leaching losses of sulfur, nitrogen and potassium from

- grazed pastures. *Australian Journal of Soil Research* 31: 151-162.
- SERRATO, S.R., Valencia, C.C. y Del Río, O.F. 1999. Interrelaciones entre variables del suelo y de las gramíneas en el pastizal semiárido del norte de Durango. *Terra* volumen 17 número 1, Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia, Chihuahua, Chih. 27-34 pp.
- TERRADAS, J. 2001. *Ecología de la vegetación: de la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes*. Ediciones Omega, Barcelona, España.
- VELÁSQUEZ, V.M.A., Gutiérrez, L.R. y Muñoz, V.J.A. 2011. Manejo de la vegetación y su impacto en la respuesta hidrológica del suelo en un pastizal semiárido. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas* 3(1): 17-23.
- VÁSQUEZ, R., Rodríguez, M. y Rojas, C. 2012. El área efectiva de apacentamiento: estudio de caso, rancho La Comunidad, Múzquiz, Coahuila, México. En 2da. Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal. Ponencias Magistrales. Zacatecas, Zac. México.
- WASSEN, M.J., Venterink, H.O., Lapshina, E.D. and Tanneberger, F. 2005. Endangered plants persist under phosphorus limitation. *Nature* 437, 547-550.
- WESCHE, K., Ronnenberg, K., Retzer, V. y Miede, G. 2010. Effects of large herbivore exclusion on southern Mongolian desert steppes. *Acta Oecologica* 36:234-241.
- WIENS, J.A. 1989. Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology* 3, 385-397.
- WOOD, M.K. and Blackburn, W.H. 1981. Grazing systems: their influence on infiltration rates in Rolling Plains of Texas. *Journal of Range Management* 34: 331-335.

PUBLICACIONES 2014



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



- 1** **Cuantificación de biomasa y carbono en la reforestación de Pinus halepensis Mill., campus universitario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**
Biomass and carbon quantification in a reforested area of Pinus halepensis Mill., in the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro campus
Jorge Méndez-González, Luis Alejandro López-Ochoa, Eladio Cornejo-Oviedo, Alejandro Zermeño-González y Juan Abel Nájera-Luna

- 13** **Comportamiento productivo y reproductivo de vacas Charolais con diferentes días al empadre**
Productive and reproductive performance of cows Charolais with different days to breeding
Josué Ávila-Rocha, Roberto García-Elizondo, Ramiro López-Trujillo, Fernando Ruiz-Zárate y Jesús Manuel Fuentes-Rodríguez

- 21** **El abasto de alimentos en las familias campesinas del ejido Los Llanos, municipio de Arteaga, Coahuila, y la incidencia de las actividades productivas y de traspatio**
The food supply in rural families of the ejido Los Llanos, municipality of Arteaga, Coahuila, and the incidence of productive activities and backyard
Edilberto Méndez-de La Cruz, Luis Aguirre-Villaseñor, Francisco Martínez-Gómez, Susana Cepeda-Islas, Rolando Ramírez-Segoviano

- 29** **Comportamiento de lechones en etapa de inicio, alimentados con dietas que contienen yema de huevo y núcleo proteico**
Behavior of initiation pig fed diets with egg yolk and Nupro
Ana Belly Aguilar-Vázquez, Ramón Florencio García-Castillo, Jaime Salinas-Chavira, Luis Rodríguez-Gutiérrez, Ramiro López-Trujillo, Jorge Ramsy Kawas-Garza, José David Hernández-Bustamante, Antonio Valdez-Oyervides

- 35** **Cambios en la vegetación, propiedades del suelo y tasa de infiltración en un agostadero del norte de México, excluido del pastoreo durante 25 años**
Vegetation, soil and infiltration rate change after 25 years of livestock grazing exclusion on a scrubland in northern Mexico
Eliseo Bernabel Suárez-Hernández, José Eduardo García-Martínez, Miguel Mellado-Bosque, José Dueñez-Alanís

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.

