

ISSN 0186-8063



Agraria

Revista Científica

Volumen 9 · Número 2 · Mayo – Agosto, 2012



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
México

Agraria

Revista de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Volumen 9 · Número 2

Mayo – Agosto, 2012

Dr. Eladio Heriberto Cornejo Oviedo, **Rector**; Ing. Lorenzo Castro Gómez, **Secretario General**; Dr. Raúl Villegas Vizcaíno, **Director General Académico**; M. C. Alfredo Sánchez López, **Director de Investigación**; Dr. Alfredo de la Rosa Loera, **Subdirector de Programación y Evaluación**; M. C. José A. Nájera Castro, **Subdirector de Operación de Proyectos**. Dr. Armando Espinoza Banda, **Subdirector de Investigación** en la Unidad Laguna.

Comité Editorial

Miguel A. Capó Arteaga
Editor en Jefe

Jesús Valdés Reyna
Editor Ejecutivo

José Hugo Rancaño Arriola
Editor Asociado

Editores Técnicos

José L. Puente Manríquez
Fitomejoramiento, Unidad Laguna

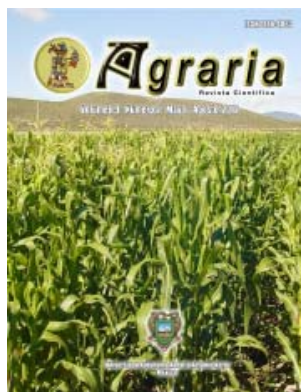
Raúl Rodríguez García
Riego y Drenaje

Jesús M. Fuentes Rodríguez
Producción Animal

Redacción Científica en Inglés
Erika Patricia Carrizales Ruiz

Diseño y Formación
Sandra de la Cruz González

Apoyo
Alma Rosa Ortiz Gámez



Portada: Lote de producción de semilla de maíz JAGUAN , una variedad criolla mejorada de polinización libre, en El Mezquite, Galeana, N.L., México.
Fotografía: Froylán Rincón Sánchez

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).

Dirección de Investigación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Colonia Buenavista, 25315, Saltillo, Coahuila, México.

http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm

Correo-e: agraria_ne@uaaan.mx

Tel (844) 411-02-00, Ext. 2404 · Fax 411-02-11



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.

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, agroindustria, biotecnología y socioeconómicas. Estos materiales pueden ser artículos científicos, notas de investigación o ensayos científicos. 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.

Contenido

Volumen 9

Mayo – Agosto, 2012

Número 2

Artículos	Págs.
<p>Calidad Fisiológica de Semilla en Dos Poblaciones de Maíz Criollo Mejorado ✱ <i>Physiological Seed Quality in Two Improved Landrace Maize Populations</i> Norma A. Ruiz-Torres, Froylán Rincón-Sánchez, Víctor M. Bautista-Morales, Juan M. Martínez-Reyna, Hilda C. Burciaga-Dávila, Magdalena Olvera-Esquivel</p>	43
<p>Aceite de Orégano (<i>Lippia berlandieri</i>) de Diferentes Orígenes para el Control de <i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky y su Efecto en la Calidad de Semilla de Maíz Almacenada ✱ <i>Oregano Oil (Lippia berlandieri) from Different Origins for the</i> <i>Control of Sitophilus zeamais</i> Motschulsky and its Impact on Quality of Stored Maize Seed Lucelia Mora-Ojendiz, Federico Facio-Parra, Antonio Valdés-Oyervides, Alejandra Torres-Tapia y Rebeca Gonzales-Villegas</p>	49
<p>Calidad Espermática Postcongelación de Semen del Macho Cabrío Saanen en Dos Épocas del Año ✱ <i>Post-Thaw Semen Quality of Saanen Bucks in Two</i> <i>Seasons</i> Miguel Angel Nieto-Escorcía, Fernando Ruiz-Zarate, Ramiro López-Trujillo, Roberto García-Elizondo</p>	57
<p>Análisis Multitemporal del Cambio de Uso de Suelo y Vegetación en las Áreas Naturales Protegidas con Perrito Llanero Mexicano (<i>Cynomys mexicanus</i> Merriam) en el Estado de Nuevo León, México ✱ <i>Multitemporal Analysis of Land Use</i> <i>and Land Cover Changes in Natural Protected Areas by the Mexican Prairie Dog</i> <i>(Cynomys mexicanus Merriam) in the State of Nuevo Leon, Mexico</i> Miguel Ángel Hernández-Gómez, Jesús Valdés-Reyna, José Ángel Villarreal-Quintanilla, Iliana Isabel Hernández-Javalera</p>	63
<p>Productividad de Cuatro Explotaciones Caprinas en Saltillo, Coah., México ✱ <i>Productivity of Four Goat Farms in Saltillo, Coah., Mexico</i> Fernando Ruiz-Zarate, Jesús M. Fuentes-Rodríguez, Luis Aguirre-Villaseñor, Ramiro López-Trujillo, José Arimael Alfaro-Aguilar</p>	73

Calidad Fisiológica de Semilla en Dos Poblaciones de Maíz Criollo Mejorado



Physiological Seed Quality in Two Improved Landrace Maize Populations

Norma A. Ruiz-Torres^{1*}, Froylán Rincón-Sánchez², Víctor M. Bautista-Morales³, Juan M. Martínez-Reyna²,
Hilda C. Burciaga-Dávila¹, Magdalena Olvera-Esquivel¹

¹Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, ²Departamento de Fitomejoramiento, ³Maestría en Tecnología de Granos y Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Colonia Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. Correo-e: nruiz@uaaan.mx (*Autor responsable).

RESUMEN

Los atributos de calidad fisiológica de semillas evaluados en laboratorio, son componentes importantes para ampliar la caracterización del germoplasma a utilizar en los programas de mejoramiento, además de proporcionar información sobre la emergencia, establecimiento en campo y capacidad competitiva en diversas condiciones de siembra. Se evaluó la calidad fisiológica de semilla en dos poblaciones de maíz criollo mejorado, las cuales se obtuvieron en el ciclo PV 2005 en Celaya, Gto., México, bajo diferentes estrategias de selección y mejoramiento genético. El estudio en el laboratorio se estableció en un diseño experimental en bloques completamente al azar, en los cuales se evaluaron las variables, plántulas normales al primer conteo, porcentaje de germinación, plántulas anormales, semillas sin germinar, peso seco de plántulas, longitud media de plúmula y radícula. Los análisis de varianza para la fuente de variación bloques mostró diferencias ($p < 0.05$), en la longitud media de plúmula, lo que justifica el haber empleado este diseño. El análisis mostró diferencias ($p < 0.01$) entre poblaciones, siendo la selección precoz, la que mostró mayor eficiencia fisiológica en germinación, producción de materia seca y longitud media de plúmula; estas diferencias entre poblaciones se pueden atribuir a la conformación germoplásmica que presentan, ya que la población selección precoz, contiene germoplasma mejorado en su constitución genética.

Palabras clave: *Zea mays* L., poblaciones, criollo, calidad fisiológica.

ABSTRACT

The physiological seed quality attributes assayed in laboratory, are important components to extend the characterization of germplasm for use in a plant breeding program, to give information about plant emergency, field establishment, and competitive ability in different seed planting conditions. Seed physiological quality was evaluated in two improved maize landrace populations (early selection and original landrace); which were obtained in the spring-summer season in Celaya, Gto., Mexico in 2005, under different strategies of selection and genetic breeding approaches. The laboratory study was established under a completely randomized block design, the evaluated variables were: normal plantlets at the first count, germination percentage, abnormal plantlets, ungerminated seeds, plantlets dry weight, and plumule and root average length. The variance analysis showed significant differences ($p < 0.05$) among blocks for average plumule length, what justifies having employed this experimental design. There were also significant differences ($p < 0.01$) between populations for physiological efficiency in germination, dry matter production and plumule average length, being the early selection the one with better performance; those differences between populations can be attributed to their germoplasmic conformation, so that the early selection has improved germplasm in its genetic constitution.

Key words: *Zea mays* L., populations, landrace, physiological quality.

Recibido: Junio, 2008.

Aceptado: Junio, 2010.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo agrícola más importante de México desde el punto de vista alimentario, industrial, político, económico y social. En 2010, la producción nacional fue de 23,301,879 ton, con una superficie sembrada de 7,860,705 ha y una superficie cosechada de 7,148,046 ha (SAGARPA-SIAP, 2010). Sin embargo, en México, la mayoría de los productores dedicados a la producción de este cultivo prefieren utilizar semilla criolla en sus siembras (SAGARPA - SIAP, 2007).

Debido a la escasa adopción de semillas mejoradas y la preferencia de los agricultores hacia las variedades criollas, una opción para incrementar la producción de este cereal a nivel nacional, es el mejoramiento genético de estos materiales, de tal manera que sean atractivas al productor.

Los avances en el mejoramiento de poblaciones criollas para un sistema de producción sustentable pueden ser incrementadas si se unen los esfuerzos de agricultores, fitomejoradores e instituciones involucradas (Rincón y Ruiz, 2004). Una buena opción para el mejoramiento de maíces criollos es el aprovechamiento de la heterosis (Holland *et al.*, 1996; Tallury y Godman, 1999). Los cruzamientos de germoplasma criollo con mejorado han permitido incrementar el uso de diversos materiales genéticos e identificar patrones heteróticos en maíz (Cossa *et al.*, 1987).

El conocimiento del origen, distribución y características morfológicas y fisiológicas de las poblaciones de maíz, ayuda al fitomejorador a aprovechar los caracteres favorables de acuerdo a los propósitos que persigue (Wellhausen *et al.*, 1951). La asociación entre caracteres agronómicos de campo e indicadores de calidad fisiológica de semillas en laboratorio y sus componentes genéticos, son factores importantes para ampliar la caracterización del germoplasma en un programa de mejoramiento.

En cuanto a la calidad de la semilla, esta constituye la suma de múltiples atributos de la misma, siendo esto, la pureza genética, daño mecánico, capacidad de germinación y vigor, tamaño, contenido de hu-

medad, daños provocados por insectos y la infestación causada por diferentes agentes (Pérez, 1995). Asimismo la selección de materiales con buena calidad, la expresión fenotípica de la semilla y su vigor, pueden estar íntimamente relacionados y ser un criterio de selección importante dentro de un programa de mejoramiento genético (Estrada *et al.*, 1999).

En un estudio realizado por Pérez de la Cerda *et al.* (2007), con 56 cruza simples de maíz, encontraron mayor vigor y calidad fisiológica de semilla conforme aumentó la cantidad de endospermo córneo. Una correlación positiva entre germen y endospermo córneo se reflejó en una mayor acumulación de biomasa en la parte aérea y raíz de las plántulas normales en pruebas de germinación estándar, lo que es indicativo de mayor vigor.

En un estudio anterior Pajic *et al.* (1998), encontraron también diferencias en la capacidad de germinación en genotipos de maíz con diferente textura de endospermo y detectaron mayor germinación y emergencia en el maíz dentado, mientras que los menores valores correspondieron a la población de maíz súper dulce.

De acuerdo a Matthews (1980), la rápida emergencia uniforme y el alto nivel de emergencia de la semilla son el reflejo del alto vigor de la misma, por el contrario, las diferencias en el vigor de la semilla son la causa de una emergencia no uniforme en campo. Powell (1988) y Hampton (1991) mencionan que las causas de las diferencias en el vigor de las semillas son definidas por su constitución genética y contenido de humedad, así como por daños físicos y por el ambiente.

El programa de investigación en Recursos Fitogenéticos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ha generado materiales criollos mejorados adaptados a la región sureste de Coahuila, en el noreste de México. Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron, determinar la calidad fisiológica de semilla en dos poblaciones de maíz criollo mejorado, así como los cambios ocurridos en la población criolla en respuesta al mejoramiento genético.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el mes de septiembre del 2007, en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Poblaciones evaluadas

Las poblaciones evaluadas, se obtuvieron bajo la siguiente metodología: la población Jagüey se formó a partir de una población criolla adaptada a la localidad de Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah., México a la cual se le aplicó el método de selección recurrente de familias de hermanos completos; la población Selección Precoz, se obtuvo por selección recurrente de familias de hermanos completos a partir de la combinación del germoplasma criollo Jagüey con una población precoz mejorada (Rincón *et al.*, 2004). De tal manera que se evaluó la semilla de 80 familias de hermanos completos (tercer ciclo de selección) de la población Jagüey; y 100 familias de hermanos completos (tercer ciclo de selección) de la población Selección Precoz; producidas en el ciclo PV 2005, en Celaya, Gto., México.

Germinación

El ensayo de germinación se llevó a cabo de acuerdo a lo establecido por el ISTA (2004), con algunas modificaciones. Se sembraron tres repeticiones por cada familia; cada repetición consistió en colocar 25 semillas entre hojas de papel Anchor previamente humedecidas, las cuales se enrollaron y posteriormente se acomodaron aleatoriamente, cuatro rollos por bolsa, y se establecieron en una cámara germi-nadora Hoffman Manufacturing, a una temperatura de 25 °C durante siete días.

Variables evaluadas

Se realizaron dos conteos: el primero, tomado como indicador de vigor (V), consistió en contar el número de plántulas normales, al cuarto día

después de la siembra; el segundo, se realizó al séptimo día, contando las plántulas normales para determinar el porcentaje de germinación (G), número de plantas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG). Para determinar el desarrollo de las plántulas se midió, en centímetros, la longitud de plúmula y de radícula de las plántulas normales, obtenidas en el ensayo de germinación. Estos parámetros se consideraron como indicadores de vigor.

El peso seco de las plántulas normales, se determinó colocando las muestras en bolsas de papel perforadas, que posteriormente se depositaron en una estufa de secado a 70 °C durante 24 h. Una vez transcurrido el tiempo se pesaron, reportando en miligramos por plántula.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar. Para la prueba de comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$). Los datos de las variables estudiadas se procesaron mediante el paquete estadístico SAS (2002-2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para la fuente de variación bloques (Cuadro 1) mostró diferencias ($p < 0.05$) en la longitud media de plúmula, lo que justifica el empleo de este diseño y su eficiencia en la cuantificación de la variación existente dentro de la cámara de germinación, al menos en este atributo. Asimismo, se presentó diferencia ($p < 0.01$) entre poblaciones en las variables: porcentaje de germinación, semilla sin germinar, peso seco, longitud media de plúmula y longitud media de radícula. Lo anterior indica que las poblaciones evaluadas difieren en la calidad fisiológica de la semilla; estos resultados se pueden atribuir a la conformación germoplásmica de las poblaciones en estudio, ya que la población Selección Precoz contiene germoplasma mejorado en su constitución genética, en este sentido, Estrada *et al.* (1999) indican que la constitución genética de las semillas es decisiva para su desempeño germinativo.

El vigor, evaluado al cuarto día, no mostró diferencia significativa entre poblaciones, indicando que todas presentan el mismo potencial para la emergencia rápida y uniforme de plántulas normales en una amplia diversidad de condiciones ambientales. Resultados similares obtuvieron Molina *et al.* (1992), ya que no encontraron diferencias significativas en el primer conteo entre 15 lotes de tres variedades de maíz. Según Heydecker (1972), el vigor de la semilla puede expresarse de cuatro maneras: (a) sobrevivencia intacta cuando culmina una condición de quiescencia: la semilla vigorosa mantiene esta característica; (b) sobrevivencia cuando es sembrada en campo: la semilla vigorosa resiste o supera las condiciones adversas imperantes; (c) capacidad para establecer plantas: la semilla vigorosa

posee cantidad suficiente de reservas adecuadas y las utiliza durante las fases de crecimiento heterótrofo y de transición, y (d) capacidad de crecimiento: la semilla vigorosa origina una planta que crece vigorosamente durante la fase de crecimiento autótrofo.

Perry (1984) indica que el vigor está asociado con los procesos bioquímicos y reacciones en el transcurso de la germinación, tales como la actividad respiratoria y reacciones enzimáticas, la velocidad y uniformidad de la germinación de la semilla y crecimiento de la plántula, la velocidad y uniformidad de la emergencia de la plántula y crecimiento en el campo, y la capacidad de emergencia de las semillas bajo condiciones desfavorables.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para los atributos fisiológicos de las poblaciones de maíz criollo mejorado Selección Precoz y Jagüey ensayadas en laboratorio (Semilla original, 2005)

FV	GI	V (%)	GER (%)	PA (%)	SSG (%)	PS (mg)	LMP (cm)	LMR (cm)
Bloques	2	49.73 ns	36.85 ns	46.30 ns	9.60 ns	279.09 ns	13.80 *	3.04 ns
Poblaciones	1	516.78 ns	1273.62 **	84.54 ns	701.87 **	25662.54 **	81.35 **	154.81**
Error	506	148.72	82.10	36.01	19.50	120.59	4.56	2.43
C.V (%)		14.47	9.95	97.20	156.60	15.99	18.56	8.08

*, ** = Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad; ns = no significativo; V=Vigor; GER =Porcentaje de Germinación; PA = Plántulas Anormales; SSG = Semillas Sin Germinar; PS = Peso Seco; LMP = Longitud Media de Plúmula; LMR = Longitud Media de Radícula.

Porcentaje de germinación

En el Cuadro 2, se observa que el porcentaje de germinación, del cual se obtiene información con respecto a la capacidad de la semilla para producir una plántula normal, la población Selección Precoz presentó 92.40 %, superando estadísticamente a la población Jagüey, la cual obtuvo 89.22 %, este resultado se puede atribuir

a que las poblaciones evaluadas presentan diferencias en su constitución genética, ya que la población Selección Precoz se obtuvo a partir de la combinación del germoplasma criollo Jagüey con una población mejorada. Según Creech (1985) la presencia de genes simples recesivos en el endospermo en interacción ocasiona resultados perjudiciales en la capacidad germinativa.

Cuadro 2. Atributos fisiológicos evaluados en laboratorio de las poblaciones de maíz criollo mejorado Selección Precoz y Jagüey (Semilla original, 2005)

Población	PC (%)	GER (%)	PA (%)	SSG (%)	LMP (cm)	LMR (cm)	PS (mg)
Precoz	85.12 a	92.40 a	5.81a	1.78 b	11.86 a	18.83 b	74.94 a
Jagüey	83.09 a	89.22 b	6.63 a	4.14 a	11.05 b	19.94 a	60.65 b
Media	84.23	91.00	6.17	2.82	11.50	19.32	68.66
Tukey	2.13	1.58	1.05	0.77	0.37	0.27	1.92

Los valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente (**Tukey** $\alpha = 0.05$ %); **PC** = Primer Conteo; **GER** = Porcentaje de Germinación; **PA** = Plántulas Anormales; **SSG**= Semilla Sin Germinar; **LMP**= Longitud Media de Plúmula; **LMR**= Longitud Media de Radícula; **PS**= Peso Seco.

Semillas sin germinar

La población Jagüey mostró la mayor cantidad de semillas sin germinar (4.14 %). Abdul-Baki y Anderson (1972) señalan que la calidad fisiológica de la semilla inicia un descenso inmediatamente después de la madurez fisiológica. Por lo tanto, estos resultados indican que la población Selección Precoz, presenta un proceso de envejecimiento natural menor, en comparación a la población Jagüey.

Longitud media de plúmula y radícula

La población Selección Precoz presentó la mayor longitud media de plúmula (11.86 cm) con respecto a la población Jagüey que obtuvo 11.05 cm. En lo que concierne a la longitud media de radícula la población Jagüey fue superior con 19.94 cm en comparación a la Selección Precoz que presentó 18.83 cm. Esto indica que las poblaciones evaluadas presentan diferencias genotípicas, según lo señalado por Moreno (1996), quien menciona que en la prueba de desarrollo y evaluación de las plántulas, diferentes genotipos pueden diferir en la velocidad del desarrollo de las plántulas.

Peso seco de plántula

En cuanto a la variable peso seco de plántula, la población Selección Precoz acumuló la mayor can-

tidad de materia seca (74.94 mg por plántula), mientras que la población Jagüey, almacenó menor cantidad (60.65 mg por plántula). Como se puede observar se encontró que a mayor longitud de plúmula (Cuadro 2) fue mayor el peso seco. Resultado similar obtuvieron Estrada *et al.* (1999), quienes encontraron relación directa entre la longitud de plúmula y peso seco, confirmando que a mayor longitud correspondió un mayor peso seco.

Las pruebas de germinación y vigor son herramientas confiables para determinar y comparar los niveles de calidad fisiológicas entre las poblaciones evaluadas, tal como lo señala Moreno (1996) al hacer referencia que la prueba de germinación permite establecer comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semillas de la misma especie. En este caso la población Selección Precoz mostró mayor eficiencia fisiológica, estas diferencias entre las poblaciones evaluadas se atribuyen a la conformación genética, ya que la Selección Precoz proviene de la cruce entre la población Jagüey y una población mejorada, al respecto Perry (1983) menciona que el vigor puede verse alterado por la constitución genética, el desarrollo de la planta madre y por el tipo de progenitores.

CONCLUSIONES

La población Selección Precoz, mostró mayor eficiencia fisiológica respecto a la población Jagüey, en las variables germinación, longitud media de plúmula y peso seco.

La mayor eficiencia fisiológica observada en la población Selección Precoz, demuestra el aporte del germoplasma mejorado hacia la población criolla.

Las diferencias en calidad fisiológica entre poblaciones, se pueden atribuir a los procesos bioquímicos y reacciones enzimáticas que se llevan a cabo durante el proceso de germinación, lo cual se refleja en el crecimiento y uniformidad de las plántulas.

LITERATURA CITADA

- Abdul-Baki, A.A. and J.D. Anderson. 1972. Physiological and biochemical deterioration of seeds. pp. 238-315. *In: Seed Biology*. Vol. 2. Kozłowski, T. T. (Ed.). Academic Press. NY, USA.
- Creech, R.G. 1985. Genetic control of carbohydrate synthesis in maize. *Genetics* 52: 1170-1175.
- Crossa, J., C.O. Gardner and R.F. Mumm. 1987. Heterosis among populations of maize (*Zea mays* L.) with different levels of exotic germplasm. *Theor. Appl. Genet.* 73: 445-450.
- Estrada, G., J.A., A. Hernández L., F. Hernández O., A. Carballo C. y F. Valerio C. 1999. Tipos de endospermo en maíz y su relación con la calidad de la semilla. *Rev. Fitotec. Mex.* 22: 99-109.
- Hampton, J.G. 1991. Herbage seed lot vigour – do problems start with seed production? *J. Appl. Seed Prod.* 9:87-93.
- Heydecker, W. 1972. Vigour. pp. 259-252. *In: Robert E.H. (Ed.) Viability of Seeds*. Syracuse University Press. Syracuse NY, USA.
- Holland, J.B., M. Goodman M. and F. Castillo G. 1996. Identification of agronomical superior Latin American maize accessions via multistage evaluations. *Crop Sci.* 36: 778-784.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2004. International rules for seed testing. The International Seed Testing Association. Bassersdorf, CHSwitzerland. 700 p.
- Matthews, S. 1980. Controlled deterioration; a new vigour test for crops seeds. pp. 467-660. *In: P.D. Hebblethwaite (Eds.). Seed Production*. London; Butterworths, UK.
- Molina, M., J., D. Lisakowski I. y E. Paulo Z. 1992. Pruebas de vigor para semillas de maíz y su relación con la emergencia en campo. *Rev. Fitotec. Mex.* 15: 10 - 21.
- Moreno, M., E. 1996. Análisis físico y biológico de las semillas agrícolas. Tercera Edición. Instituto de Biología UNAM. México, D.F. pp. 237-303.
- Pajic, Z., Popovic, R. and, Sataric, I. 1998. Effect of endosperm type on seed germination in maize (*Zea mays* L.). *Selekcija i Semenarstvo.* 5: 69-72.
- Pérez de la Cerda, F. de J., A. Carballo Carballo, A. Santacruz Varela, A. Hernández Livera y J. C. Molina Moreno. 2007. Calidad fisiológica en semillas de maíz con diferencias estructurales. *Agric. Téc. Méx.* 33(1): 53-61.
- Pérez, F.J. 1995. Pruebas de sanidad de semillas de soya. VII Curso de actualización en tecnología de semillas. UAAAN-CCDTS. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 41 p.
- Perry, D.A. 1983. El concepto de vigor de semilla y su relevancia en las técnicas de producción de semillas. P.H. Hebblethwaite (Coord.). F. Stanham (Trad.). Editorial Hemisferio Sur. MVD, Uruguay. pp. 693-701.
- Perry, D.A. 1984. Manual de métodos de ensayo de vigor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 56 p.
- Powell, A.A. 1988. Seed vigour and field establishment. *Advances in research and technology of seeds II:* 29-61.
- Rincón, S., F. y N.A. Ruiz T. 2004. Comparación de estrategias de selección y manejo aplicadas a una población criolla de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* 27(1): 33-37.
- Rincón, S., F., N.A. Ruiz T., H. de León C. y J.L. Herrera A. 2004. Advances on the use of maize germplasm under the participatory plant breeding approach. pp: 117-186. *In: Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*. J.L. Chavez Servia, J. Tuxtill, D.I. Jarvis (Eds.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). 2007. Situación Actual y Perspectivas del Maíz en México 1996-2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México. 131 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). 2010. Maíz números esenciales de un cultivo fundamental. <http://www.siap.gob.mx>.
- Statistical Applied System (SAS) Institute Inc. 2002-2003. SAS/STAT Users guide. Versión 9.1 Cary, N.C. USA. SAS Institute Inc.
- Tallury, S.P. and M.M. Goodman. 1999. Experimental evaluation of the potential of tropical germplasm for temperate maize improvement. *Theor. Appl. Genet.* 98:54-51.
- Wellhausen, E.J., L.M. Roberts E., E. Hernández X. en colaboración con P.C. Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. SAG, OEE, Foll. Tec. 5. México. 237 p.



Aceite de Orégano (*Lippia berlandieri*) de Diferentes Orígenes para el Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky y su Efecto en la Calidad de Semilla de Maíz Almacenada



Oregano Oil (*Lippia berlandieri*) from Different Origins for the Control of *Sitophilus zeamais* Motschulsky and its Impact on Quality of Stored Maize Seed

Lucelia Mora-Ojendiz^{1*}, Federico Facio-Parra², Antonio Valdés-Oyervides², Alejandra Torres-Tapia²
y Rebeca Gonzales-Villegas²

¹Maestría en Tecnología de Granos y Semillas, ²Centro de Capacitación de Tecnología de Granos y Semillas del Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Colonia Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. Correo-e: lucy-uaaan@hotmail.com (*Autor responsable).

RESUMEN

En México, generalmente se utilizan pesticidas químicos sintéticos para reducir las pérdidas postcosecha durante el almacenamiento del maíz, que con frecuencia, provocan problemas de resistencia en los patógenos y contaminación ambiental. Por lo que se requieren alternativas para un manejo eficiente y seguro en la conservación de granos y semillas en almacén. En el presente trabajo se evaluó el efecto insecticida de cinco aceites de orégano (*Lippia berlandieri*), de plantas colectadas en Durango, Chihuahua y Coahuila en el noreste de México, para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) en semilla de maíz almacenada, así como su efecto en la calidad fisiológica de la semilla. Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, los datos de se analizaron con el paquete estadístico SAS (2007) y la comparación de medias se realizó con la prueba LSD ($p \leq 0.05$). El aceite esencial carvacrol de Salaiques, Chihuahua y el aceite de orégano de Durango provocaron una mortalidad acumulada del 100 % en el primer muestreo; mientras que en el segundo, el aceite de orégano de Chihuahua alcanzó una mortalidad del 98.33 %. Los aceites de Durango y de Chihuahua mostraron la más alta mortalidad con 100 y 98.66 % en el tercer muestreo. La mayor mortalidad de insectos se logró con la aplicación del aceite de orégano a 250 y 300 ppm. En la calidad fisiológica de la semilla, todos los tratamientos, excepto el carvacrol de Salaiques, Chihuahua, permitieron una germinación mayor del 90 %, una longitud media de plúmula mayor de 9 cm y una longitud media de radícula de hasta 13 cm.

Palabras clave: *Zea mays*, *Lippia berlandieri*, *Sitophilus zeamais*, almacén de granos y semillas, aceites esenciales, carvacrol, timol.

ABSTRACT

In Mexico, synthetic chemical pesticides are usually used to reduce post harvest losses in maize storage, which often lead to issues of pathogens resistance and environmental pollution. Thus, alternatives are needed for the conservation of grains and seeds in storage. In the present study the insecticidal effect of five oregano oils (*Lippia berlandieri*) of plants collected in Durango, Chihuahua and Coahuila in northeastern Mexico was evaluated to control the maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) in stored maize seed, as well as its effect in the physiological quality of the seed. A split plot design was used, the data were analyzed using the SAS statistical package (2007) and the mean comparison was performed using LSD test ($p \leq 0.05$). The essential carvacrol oil of Salaiques, Chihuahua and Durango's oregano oil caused a cumulative mortality of 100 % in the first sampling; while in the second one, the Chihuahua oregano oil reached a mortality rate of 98.33 %. The Durango and Chihuahua oils had the highest mortality with 100 and 98.66 % in the third sampling. Most insect mortality was achieved with the application of oregano oil to 250 and 300 ppm. In the physiological quality of the seed, all the treatments except carvacrol of Salaiques Chihuahua, allowed a greater than 90 % germination, an average length greater than 9 cm of plumule and an average length of radicle up to 13 cm.

Key words: *Lippia berlandieri*, *Sitophilus zeamais*, storage of grain and seed, essential oils, carvacrol, thymol.

Recibido: Febrero, 2010.
Aceptado: Julio, 2012.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo más importante en México, por la superficie sembrada y por el valor de la producción; constituye la base de la alimentación de los mexicanos, ya que representa la mitad del volumen total de alimentos que se consumen cada año y, además, proporciona a la población cerca de la mitad de las calorías requeridas (Castañeda, 2006).

La generación de nuevas variedades y el mejoramiento de las prácticas de cultivo permiten aumentar el rendimiento de maíz, sin embargo, el manejo inapropiado de los granos en postcosecha, ocasiona pérdidas en cantidad y calidad, debido principalmente al ataque de insectos, roedores, hongos y bacterias que sufren en el almacén.

Para reducir estas pérdidas, generalmente se utilizan pesticidas químicos sintéticos, los cuales con frecuencia, conducen a problemas de resistencia, contaminación del ambiente y presencia de residuos en alimentos. Además, con frecuencia el uso de insecticidas convencionales implica un riesgo elevado para la salud humana y animal, debido al desconocimiento sobre su uso adecuado (Silva, 2003).

Una alternativa de control económica y de bajo riesgo es el empleo de extractos y aceites de origen vegetal. Las plantas contienen metabolitos secundarios, que las protegen de patógenos y herbívoros (Jacobson, 1989) por lo que los extractos de algunas plantas son utilizadas para controlar insectos, hongos y otros patógenos que afectan granos y semillas.

Por lo anterior los objetivos de este estudio fueron: a) determinar el efecto insecticida de los aceites de orégano de plantas colectadas en Durango, Chihuahua y Coahuila sobre el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) aplicado a semilla de maíz almacenada y b) determinar la calidad fisiológica de la semilla tratada con los diferentes aceites.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aceites esenciales

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista Saltillo Coah., México. Se utilizaron aceite de orégano extraído de plantas colectadas en Coahuila, Durango, Saltaices, Chihuahua; así como los aceites esenciales timol y carvacrol de Saltaices, Chihuahua.

Insectos

Para evaluar la toxicidad de los aceites de orégano, se utilizaron ejemplares de *S. zeamais* Motschulsky, los cuales se colectaron en el estado de Guanajuato.

Granos almacenados

Se utilizó semilla del maíz híbrido AN-447 producido en la misma universidad, recién cosechado y con un contenido de humedad de 12 ± 1 %, libre de impurezas y sin tratamiento alguno.

Método experimental

Se colocaron 50 g de granos de maíz en frascos de 250 mL y se aplicó cada uno de los tratamientos: aceite de orégano a 100, 150, 200, 250 y 300 ppm, además de los dos testigos (T1 = agua y T2 = agua + tween). Se utilizaron 20 insectos por frasco.

Mortalidad de insectos

La mortalidad de insectos se evaluó a las 24 h, y a los 30 y 60 d. Para contar el número de insectos vivos y muertos se utilizó una criba y una lámpara. Se realizaron tres muestreos.

Calidad fisiológica de la semilla

Se realizaron pruebas de germinación y de vigor (longitud media de plúmula y longitud media de radícula) a las 24 h, y a los 40 y 80 d.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (2007), para la comparación de medias se utilizó la prueba LSD (≤ 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mortalidad de insectos

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, por lo que el efecto en la mortalidad de insectos fue diferente según el aceite y la concentración aplicada así como también en las interacciones de aceites por concentraciones.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de la mortalidad de *S. zeamais* Motschulsky de con la aplicación de los aceites de orégano. En el primer muestreo los aceites de Durango y el carvacrol de Salaiques, Chihuahua alcanzaron 100 % de morta-

lidad; en el segundo muestreo el aceite de Chihuahua provocó el 98 % de mortalidad acumulada y en el tercer muestreo el aceite de Durango logró un 100 %. La efectividad de los aceites en la mortalidad de insectos, puede ser explicada por lo que menciona Davidson *et al.* (1991), quienes plantean que la acción tóxica de los aceites sobre los insectos en estado adulto se da al cubrir sus cuerpos con una capa oleosa que tapa los espiráculos de respiración matándolos por asfixia.

El carvacrol de Salaiques, Chihuahua aun cuando perdió efectividad al transcurrir el tiempo, provocó el mayor porcentaje de mortalidad a las 24 h, al respecto, Silva (2003), menciona que el orégano es de interés, ya que en estudios se ha comprobado que su aceite esencial presenta actividad antimicrobiana, debido a sus dos principales componentes fenólicos: timol y carvacrol.

Cuadro 1. Mortalidad, en porcentaje, de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en semilla almacenada de maíz híbrido AN-447, durante tres muestreos a las 24 h y 7 d, posteriores a la aplicación de aceites de orégano (*Lippia berlandieri*) de plantas colectadas en Durango, Chihuahua y Coahuila, México.

Aceite de Orégano	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
	24 h	7d	24 h	7 d	24 h	7 d
AOD	68.26 b	100.00 a	2.00 bc	28.33 c	0.66 ab	100.00 a
AOCH	58.33 c	96.00 a	7.66 b	98.33 a	1.33 a	96.66 a
CSCH	84.66 a	100.00 a	15.66 a	77.66 b	1.00 a	70.33 b
TSCH	38.33 d	86.33 b	0.66 c	26.00 c	0.00 b	51.66 c
AOC	0.00 e	5.66 c	0.00 c	3.00 d	0.00 b	59.33 bc

AOD: Aceite de orégano de Durango; **AOCH:** Aceite de orégano de Chihuahua; **CSCH:** Carvacrol de Salaiques, Chihuahua; **TSCH:** Timol de Salaiques, Chihuahua y **AOC:** Aceite de orégano de Coahuila. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. **LSD** = 0.05

Los aceites de orégano a 250 y 300 ppm lograron mayor mortalidad de insectos que los testigos y los aceites más diluidos (Cuadro 2). La mortalidad más alta se obtuvo con el aceite de orégano a 300 ppm

en el tercer muestreo. Los testigos no provocaron mortalidad acumulada a los 7 d, en el primer muestreo; y en el segundo y tercer muestreo presentaron porcentajes menores al 2 %.

Cuadro 2. Mortalidad, en porcentaje, de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con la aplicación de aceite de orégano (*Lippia berlandieri*), a diferente concentración y dos testigos, durante tres muestreos en la evaluación a las 24 h y 7 d.

Tratamientos	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
	24 h	7d	24 h	7 d	24 h	7 d
AO1	66.33 a	81.33 a	17.33 a	73.00 a	2.00 a	89.70 a
AO2	63.33 a	81.66 a	5.33 b	50.00 b	1.00 b	87.33 a
AO3	55.26 b	81.00 a	3.00 b	45.33 bc	0.00 c	73.33 b
AO4	51.00 b	81.00 a	0.33 b	37.66 cd	0.00 c	72.00 b
AO5	13.66 c	63.00 b	0.00 b	27.33 d	0.00 c	55.66 c
T1	0.00 d	0.00 c	1.66 b	1.66 e	0.00 c	0.33 d
T2	0.00 d	0.00 c	0.00 b	1.66 e	0.00 c	1.66 d

AO1: Aceite de orégano (300 ppm); **AO2:** Aceite de orégano (250 ppm); **AO3:** Aceite de orégano (200 ppm); **AO4:** Aceite de orégano (150 ppm); **AO5:** Aceite de orégano (100 ppm); **T1:** Testigo 1 (Agua); **T2:** Testigo 2 (Agua+ tween). Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. **LSD=0.05.**

Calidad de la semilla de maíz

Capacidad de germinación. Todos los aceites permitieron una germinación de la semilla de maíz superior al 90 % en todos los muestreos, inclusive, la semilla tratada con el aceite de orégano de Coahuila alcanzó el 100 % de germinación en el tercer muestreo; el carvacrol de Salaires, Chihuahua presentó el 89.52 % de mortalidad, el más bajo

obtenido durante los tres muestreos. Los porcentajes de plántulas anormales y semillas sin germinar fueron muy bajos. Los aceites no afectaron la capacidad de germinación de la semilla, lo cual es importante debido a que Copeland y McDonald (2001), comentan que la prueba de germinación es el procedimiento más ampliamente usado y aceptado como indicador de la calidad de un lote de semillas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Capacidad de germinación, expresada en porcentaje, en tres muestreos de semilla del maíz híbrido AN-447 tratada con la aplicación de aceite de orégano (*Lippia berlandieri*) de plantas colectadas en Durango, Chihuahua y Coahuila, México.

Aceites	Muestreo 1			Muestreo 2			Muestreo 3		
	PN	PA	SSG	PN	PA	SSG	PN	PA	SSG
AOD	94.28 c	1.14 a	4.57 a	96.57 a	0.19 b	3.23 b	99.04 ab	0.95 bc	0.00 b
AOCH	98.09 ab	1.14 a	0.76 b	97.71 a	0.38 b	1.90 b	98.28 ab	0.38 c	1.33 b
CCH	95.81 bc	1.90 a	2.28 ab	89.52 b	4.76 a	5.71 a	94.28 c	2.28 a	3.42 a
TCH	92.95 c	1.90 a	4.95 a	98.85 a	0.19 b	0.95 b	97.33 ab	1.71 ab	0.95 b
AOC	99.61 a	0.19 a	0.19 b	98.66 a	0.38 b	0.95 b	100.00 a	0.00 c	0.00 b

PN: Plántulas normales; **PA:** Plántulas anormales; **SSG:** Semillas sin germinar; **AOD:** Aceite de orégano de Durango; **AOCH:** Aceite de orégano de Chihuahua; **CCH:** Carvacrol de Chihuahua; **TCH:** Timol de Chihuahua; **AOC:** Aceite de orégano de Coahuila. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. **LSD=0.05.**

El Cuadro 4 muestra que en todos los muestreos se obtuvo una germinación superior al 93 %, inclusive, con la concentración de 100 ppm se obtuvo 100 % de germinación en el tercer muestreo; los dos testigos, en el segundo y tercer muestreo también permitieron el 100 % de germinación.

Cuadro 4. Capacidad de germinación, expresada en porcentaje, de semilla del maíz híbrido AN-447 en los tres muestreos de aceite de orégano (*Lippia berlandieri*) a diferente concentración y dos testigos.

T	Muestreo 1			Muestreo 2			Muestreo 3		
	PN	PA	SSG	PN	PA	SSG	PN	PA	SSG
AO1	88.53 b	2.13 a	9.06 a	86.66 c	4.26 a	9.06 a	90.40 c	3.20 a	6.40 a
AO2	93.33 b	1.86 ab	4.80 b	94.93 b	1.60 b	3.46 b	96.26 b	2.93 a	0.80 b
AO3	96.00 b	2.40 a	1.60 bc	94.93 b	1.86 b	3.20 b	98.40 ab	0.80 b	0.80 b
AO4	98.40 a	0.53 ab	1.06 c	98.66 a	0.26 b	1.06 bc	99.46 a	0.53 b	0.00 b
AO5	99.46 a	0.53 ab	0.00 c	98.66 a	0.26 b	1.06 bc	100.00 a	0.00 b	0.00 b
T1	98.66 a	0.00 b	1.33 c	100.00 a	0.00 b	0.00 c	100.00 a	0.00 b	0.00 b
T2	98.66 a	1.33 ab	0.00 c	100.00 a	0.00 b	0.00 c	100.00 a	0.00 b	0.00 b

T: Tratamiento; PN: Plántulas normales; PA: Plántulas anormales; SSG: Semillas sin germinar; b: Aceite de orégano (300 ppm); AO2: Aceite de orégano (250 ppm); AO3: Aceite de orégano (200 ppm); AO4: Aceite de orégano (150 ppm); AO5: Aceite de orégano (100 ppm); T1: Testigo 1 (Agua); T2: Testigo 2 (Agua+ tween). Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. LSD=0.05.

Vigor. Se presentaron diferencias altamente significativas entre aceites, concentraciones y su interacción, en las pruebas de vigor. En el Cuadro 5, se observa que en el primer muestreo las plántulas de maíz, cuya semilla se trató con los aceites de Chihuahua y Coahuila alcanzaron la mayor longitud media de plúmula y las que se trataron con carvacrol de Salaiques, Chihuahua la menor. En el segundo muestreo el aceite de orégano de Coahuila permitió la mayor longitud media de plúmula y carvacrol la menor. La longitud

media de radícula fue menor en plántulas provenientes de semilla tratada con carvacrol; las plántulas de semilla tratada con los demás aceites alcanzaron una longitud media de radícula mayor a 12 cm. En el tercer muestreo las plántulas de semilla tratada con aceite de orégano de Coahuila presentaron la mayor longitud media de plúmula y las que se trataron con aceite de Chihuahua mostraron la menor longitud. Las plántulas tratadas con aceite de Coahuila alcanzaron la mayor longitud de radícula.

Cuadro 5. Vigor de plántulas del maíz híbrido AN-447 en los tres muestreos. La semilla se trató con aceite de orégano (*Lippia berlandieri*) de Durango, de Chihuahua y de Coahuila; carvacrol de Chihuahua y timol de Chihuahua.

Aceites	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
	LMP	LMR	LMP	LMR	LMP	LMR
AOD	10.76 b	11.76 b	11.54 a	12.29 b	11.37 bc	12.87 a
AOCH	11.65 a	12.67 a	11.73 a	12.68 ab	10.94 c	12.80 a
CCH	10.56 b	11.18 b	10.08 b	10.88 c	11.00 bc	11.97 b
TCH	10.83 b	11.18 b	11.84 a	12.59 ab	11.43 b	12.68 a
AOC	11.77 a	12.97 a	12.05 a	12.94 a	11.98 a	13.00 a

AOD: Aceite de orégano de Durango; AOCH: Aceite de orégano Chihuahua; CCH: Carvacrol de Chihuahua; TCH: Timol de Chihuahua y AOC: Aceite de orégano de Coahuila. LMP: Longitud media de plúmula (cm); LMR: Longitud media de radícula (cm). Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. LSD= 0.05

En el Cuadro 6 se observa que en el primer muestreo, los testigos permitieron la mayor longitud media de plúmula y el aceite de orégano a 300 ppm provocó la menor longitud de plántula. En cuanto a los testigos y el aceite de orégano a 100 y 150 ppm permitieron la mayor longitud media de radícula y el aceite de orégano a 300 ppm nuevamente provocó la menor longitud de radícula. En el segundo muestreo, se observó la mayor longitud media de plántula en los testigos; también

se observó la mayor longitud media de radícula en los testigos y el aceite de orégano a 300 ppm permitió la menor. El aceite de orégano a 200 ppm y los testigos permitieron la mayor longitud media de plúmula en el tercer muestreo, también se observó la mayor longitud media de radícula en este muestreo; la menor longitud de radícula se observó en plántulas de semilla tratada con aceite de orégano a 300 ppm.

Cuadro 6. Longitud media de plúmula y longitud media de radícula de plántulas del maíz híbrido AN-447 en los tres muestreos. La semilla se trató con aceite de orégano (*Lippia berlandieri*) a concentraciones de 100 a 300 ppm.

Tratamiento	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
	LMP	LMR	LMP	LMR	LMP	LMR
AO1	9.24 e	9.63 d	9.60 d	10.45 c	10.30 e	11.39 c
AO2	10.02 d	10.72 c	11.04 c	11.85 b	10.96 d	12.45 b
AO3	10.45 d	11.92 b	10.99 c	11.93 b	11.10 cd	12.89 a
AO4	11.25 c	12.70 ab	11.83 b	12.82 a	11.49 bc	12.93 a
AO5	11.89 b	12.88 a	11.80 b	12.89 a	12.00 ab	13.00 a
T1	12.40 ab	13.00 a	12.38 ab	13.00 a	11.42 cd	13.00 a
T2	12.54 a	12.82 a	12.49 a	13.00 a	12.14 a	13.00 a

LMP: Longitud media de plúmula (cm); **LMR:** Longitud media de radícula (cm); **AO1:** Aceite de orégano (300 ppm); **AO2:** Aceite de orégano (250 ppm); **AO3:** Aceite de orégano (200 ppm); **AO4:** Aceite de orégano (150 ppm); **AO5:** Aceite de orégano (100 ppm); **T1:** Testigo 1 (Agua); **T2:** Testigo 2 (Agua+ tween). Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. **LSD**=0.05.

CONCLUSIONES

Los aceites de orégano de Durango, Chihuahua y Coahuila provocan la mortalidad de insectos *Sitophilus zeamais* Motschulsky. El comportamiento de los aceites es diferente en cada muestreo, el carvacrol de Salices, Chihuahua, provoca alta mortalidad encorto tiempo, pero pierde su efecto rápidamente. El aceite de orégano de Chihuahua no alcanza el 100 % de mortalidad de los insectos, pero mantiene su efecto insecticida por más tiempo. La mayor mortalidad de insectos se obtiene con la aplicación del aceite de orégano a 250 y 300 ppm en todos los muestreos. La aplicación de los aceites no afecta la calidad de la semilla; con todos los tratamientos se alcanza una germinación mayor al

90 %. Con la aplicación del aceite de orégano de Coahuila la germinación es del 100 %. Carvacrol provoca el porcentaje de germinación más bajo en los tres muestreos. No hay efecto en la longitud media de plúmula y longitud media de radícula.

LITERATURA CITADA

- Castañeda, Z. 2006. Una visión sobre la importancia de la diversidad del maíz en México. http://www.sjsocial.org/crt/articulos/762castaneda.htm#_ftn2. (20 de mayo de 2008).
- Copeland, L.O., and M.B. McDonlad. 2001. Principles of seed science and technology. 4th ed. Kluwer Academic Publishers, EUA. 467 p.
- Davidson, N., J. Dibble, M. Flint, P. Marere, A. Guye. 1991. Managing insects and mites with Spray oils. IPM

- Education and Publications. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3347. USA. 47p.
- Jacobson, M. 1989. Botanical Pesticides: Past, present and future. *In: Insecticides of Plant Origin*. Arnason, J.T., Philogene, B.J.R. and Morand, P. ACS Symposium Series, 387.1-10.
- Silva, V.R. 2003. El Orégano (*Lippia belandieri*) como alternativa de producción agrícola sustentable para las zonas áridas y semiáridas de México. Folleto para productores. CIRENA. Salta, Chih., México.
- Traboulsi, A.F., K., Taoubi, S., El-Haj, J.M., Bessiere, S., Rammal. 2002. Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). *Pest Management Sci.* 58: 491-495.



Calidad Espermática Postcongelación de Semen del Macho Cabrío Saanen en Dos Épocas del Año



Post-Thaw Semen Quality of Saanen Bucks in Two Seasons

Miguel Angel Nieto-Escorcía^{1*}, Fernando Ruiz-Zarate², Ramiro López-Trujillo³,
Roberto García-Elizondo²

¹Maestría en Ciencias en Zootecnia, ²Departamento de Producción Animal, ³Departamento de Nutrición y Alimentos.
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro, 1923, Col. Buenavista, 25315,
Saltillo, Coah., México. Correo-e: nietodeer@hotmail.com (*Autor responsable).

RESUMEN

La criopreservación de semen es importante en la reproducción caprina debido a que con este método, los espermatozoides del macho cabrío se pueden utilizar después de un largo período de almacenamiento. Esta técnica permite, además, extender la vida reproductiva del semental después de que este muere. Se colectaron eyaculados de cinco machos de raza Saanen por medio de vagina artificial, y se evaluó la calidad espermática en estado fresco y postcongelación en dos épocas del año: abril (días crecientes) y diciembre (días decrecientes). Las variables evaluadas fueron: volumen, concentración, viabilidad, motilidad masal y progresiva. Se utilizó un diluyente a base de Tris-yema de huevo, y el semen se diluyó en una proporción de 1:4 y se envasó en pajillas de 0.5 mL a una concentración promedio de 200 millones de espermatozoides móviles. Las pajillas se congelaron en vapores de nitrógeno líquido y se descongelaron a 37 °C durante 15 seg. Los resultados mostraron mayor calidad seminal en las muestras en estado fresco ($p < 0.05$) colectadas en diciembre. Por otra parte, no se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$) entre épocas en la calidad espermática postcongelación.

Palabras clave: Caprinos, criopreservación, motilidad espermática, características del semen, periodo de congelación.

INTRODUCCIÓN

La criopreservación de semen de mamíferos es un proceso complejo, en el que intervienen muchos factores. La posibilidad de preservar espermatozoides congelados de las especies domésticas es

ABSTRACT

Cryopreservation of semen is important in goat reproduction because with this method, the goat sperm can be used after a long storage period. This technique also allows to extend the reproductive life of the stallion after it dies. Ejaculates from five Saanen bucks were collected through artificial vagina, and fresh and post-thaw sperm quality was evaluated in two seasons: April (growing days) and December (decreasing days). The evaluated variables were: volume, concentration, viability, mass and progressive motility. A Tris base egg yolk diluent was used and the semen was diluted in a ratio of 1:4 and packaged into 0.5 mL straws to an average concentration of 200 million motile sperm. The straws were frozen in liquid nitrogen vapor and thawed at 37 °C for 15 sec. The results showed higher seminal quality in fresh samples ($p < 0.05$) collected in December. On the other hand, there was not any significant difference ($p > 0.05$) between seasons, in the post-thaw sperm quality.

Key words: Caprine, cryopreservation, sperm motility, semen characteristics, freezing period.

todo un reto, debido a que las células deben soportar condiciones de estrés físico relacionadas con los procesos de crioconservación, los espermatozoides de las diferentes especies son muy diferentes en tamaño, forma y composición de lípidos, y todos ellos tienen efecto sobre la supervivencia del semen. La preservación de espermatozoides congelados para la reproducción

Recibido: Junio, 2010.
Aceptado: Mayo, 2012.

animal, tiene gran relevancia ya que permite mejorar la sanidad, optimizar el uso de los machos, acelerar el programa de mejora genética, homogeneidad en las producciones y la disponibilidad de los registros genealógicos (Hafez, 1996).

La criopreservación de semen caprino es importante por varias razones: las células de esperma criopreservadas se pueden almacenar y utilizar después de un largo período de tiempo (Martínez *et al.*, 2007). La criopreservación de espermatozoides caprinos también permite extender la vida reproductiva del macho cabrío después de que este muere (Rahman *et al.*, 2008).

El semen de los caprinos puede ser conservado en fresco hasta 72 h con 60.1 % de motilidad y un porcentaje de espermatozoides vivos de 71.1 %, en refrigeración puede durar hasta seis días con buenas características para la fecundación (Evans y Maxwell, 1987), pero la técnica más utilizada es el congelamiento con resultados aceptables (Valencia *et al.*, 1994).

El problema en la criopreservación es el daño que ocurre durante el congelamiento, al pasar la célula espermática por una zona de temperatura crítica entre -15 °C y -60 °C durante la cual se producen fenómenos como son la formación de cristales intracelularmente y extracelularmente, deshidratación y distorsión de la membrana (Dunner y Vázquez, 1991).

En los caprinos la criopreservaciones de uso limitado en comparación con otras especies, debido, entre otros factores al porcentaje de pérdida del 10 % al 50 % en la motilidad progresiva y el número de espermatozoides vivos postcongelación (Valencia *et al.*, 1994).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad seminal en machos cabríos de la raza Saanen, en esperma en estado fresco y postcongelación, en dos épocas del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se desarrolló en el municipio de Apaseo el Grande (100° 41' 07''O y 20° 32' 37''

N) en el estado de Guanajuato, con altitud de 1,767 m. El clima es templado, con temperatura máxima de 37.1 °C y mínima de 0.9 °C. La precipitación anual es de 606.1 mm (INEGI, 2000).

Manejo de los sementales

Se utilizaron cinco machos de raza Saanen de 3.5 a 4.5 años de edad en condición corporal de 3.5 a 4 (escala 1 a 5). Los animales fueron desparasitados internamente y confinados en corrales individuales de 3x3 m² provisto de sombras, comedero, bebedero. La alimentación fue a base de heno de alfalfa y ensilaje de maíz. Además, se les proporcionaron minerales comerciales a libre acceso.

Recolección y evaluación del semen

La recolección de semen se hizo con vagina artificial (IMV, Francia), previo estímulo por hembras en celo. Se realizó una revisión del pene y testículos en busca de alguna posible patología (Chemineu *et al.*, 1991) y una limpieza del área prepucial de material contaminante y de pelos circundantes, una vez que el macho eyaculó en la vagina artificial, la muestra de semen se recibió en un tubo cónico y se agregó una tercera parte de diluyente (Evans y Maxwell, 1987). La recolección se realizó en verano cuando existe mayor exposición de horas luz y en invierno cuando existe menor exposición de horas luz, para determinar si existe una mejor época de criopreservación del semen.

En el laboratorio se colocaron las muestras en baño María a 36.5 °C, y se evaluó: volumen espermático (mL), motilidad masal (%), motilidad progresiva (%) y espermatozoides vivos (%) (Gracia *et al.*, 1998).

El volumen del eyaculado se evaluó directamente en el tubo cónico colector. La concentración del semen (número de espermatozoides por mililitro utilizando una dilución de 1:10) se realizó con un contador de células espermáticas automático (SpermacueTM). La motilidad masal (%) se evaluó colocando una gota de semen sobre un portaobjetos

templado (37 °C) y se observó con un objetivo de 10X; la estimación de la motilidad espermática se hizo observando la potencia de onda de acuerdo a la presencia de dicho movimiento, en base a la clasificación de 0 a 5 puntos del Cuadro 1 (Hafez, 1996).

La motilidad progresiva individual (%) se determinó microscópicamente en una gota de semen con citrato de sodio al 2.8 %. Se utilizó un aumento de 200X y el portaobjetos se calentó a 37-38 °C. La apreciación visual se realizó en 150 espermatozoides en movimiento, tomando en cuenta el desplazamiento lineal constante.

La viabilidad espermática (%) se estimó vía morfológica con tinción de eosina-nigrosina, compuesta por: 1.67 g de eosina (soluble en agua), 10 g de nigrosina (soluble en agua), 2.9 g de citrato sódico y 100 mL de agua destilada (Evans y Maxwell, 1987).

Se colocaron 1-2 gotas de colorante y una gota de semen, sobre el extremo del portaobjetos. Se mezclaron y por medio de barrido se extendió; se observaron y contaron 150 espermatozoides de diferentes campos tomando en cuenta la cabeza del espermatozoide (Evans y Maxwell, 1987).

Dilución y congelación del semen

El diluyente que se utilizó fue tris (hidroximetil) aminometano (Fermont) en una proporción (1:4) una parte de semen por cuatro del diluyente. El contenido del diluyente fue 3.786 g de Tris, 0.625 g de glucosa (Fermont), 2.172 g de ácido cítrico monohidratado (Fermont), 12 mL de yema de huevo, 5 mL de glicerol (Fermont), 0.125 g de penicilina y 0.1 g de estreptomycin (Evans y Maxwell, 1987).

La inactivación de la yema del huevo se realizó una vez disueltos los componentes en el vaso precipitado; se colocaron en el baño María a 56 °C durante 30 min para posteriormente mantenerlo a 37 °C para diluir el semen.

Para obtener el número de dosis de semen por eyaculado se siguió el procedimiento de:

$$N = (C \times V \times M) / DR$$

Donde N = número de pajillas totales; C = cantidad de espermatozoides por mililitro; V = volumen total recolectado; M = porcentaje total de espermatozoides con movilidad masal y DR = dosis requerida por pajilla (Hafez, 1996).

Preparación de pajillas de semen

El llenado de las pajillas se realizó de manera manual por medio de succión en pajillas de 0.5 mL, con un promedio de 200 millones de espermatozoides cada una. Las pajillas se colocaron en un vaso de precipitado con agua a 37 °C, posteriormente se llevaron a refrigeración, y la temperatura disminuyó a 5 °C en el transcurso de 2.5 h, como periodo de equilibrio (Valencia *et al.*, 1994).

Congelación

Para el proceso de congelación, se vació el nitrógeno líquido en una caja de poliestireno hasta obtener un nivel de 15 cm, después, las pajillas identificadas se expusieron a vapores de nitrógeno (-75 °C) y se colocaron en posición horizontal a 5 cm sobre el nivel del mismo durante 15 min. Posteriormente se sumergieron en el nitrógeno líquido para su congelación a -196 °C y se conservaron en ese estado durante una semana (Valencia *et al.*, 1994).

Descongelación del semen

Para la evaluación postcongelación de las dosis, la descongelación del semen se realizó en Baño María a 37 °C durante 15 seg y se evaluaron la motilidad masal (%), la motilidad progresiva (%) y el porcentaje de espermatozoides vivos (Holt, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del semen en estado fresco

Volumen. El mayor volumen de eyaculado fue de 2 mL y se colectó en diciembre; mientras que en abril solo se colectó 1.2 mL. El rango normal de

volumen de un eyaculado es de 0.1 a 1.5 mL según lo referido por Hafez (1996). Evans y Maxwell (1987) mencionan que el rango normal del volumen de un eyaculado está entre 0.8 y 2 mL; a diferencia de Gibbons *et al.* (1992) que obtuvieron 0.77 mL en machos de raza Angora durante la primavera.

Concentración. La mayor concentración espermática fue de $322.53 \times 10^7 \text{ mL}^{-1}$ y se obtuvo en diciembre; la menor fue de $216.8 \times 10^7 \text{ mL}^{-1}$ en los eyaculados de abril. Se considera que estos valores son normales de acuerdo a la época de recolección. Hafez (1996) menciona que en un eyaculado, normalmente puede haber de 200 a 600×10^7 espermatozoides por mililitro. Por otra parte, Silvestre *et al.* (2004) obtuvieron resultados semejantes con rangos entre 223×10^7 y $282 \times 10^7 \text{ mL}^{-1}$ en verano; mientras que Gibbons *et al.* (1992) obtuvieron, en abril, un promedio $439 \times 10^7 \text{ mL}^{-1}$ en machos de raza Angora, pero a una latitud de 41° S , en una época reproductiva natural.

Viabilidad espermática. La viabilidad espermática con un promedio del 85 % fue mayor en diciembre; en abril fue del 80 %. Farshad *et al.* (2009) obtuvieron un promedio 88.56 % en invierno, en machos de dos a cuatro años de edad. Silvestre *et al.* (2004), obtuvieron 75 % en

verano, en machos de raza Murciana-Granadina de tres años de edad.

Motilidad masal. La motilidad masal fue mayor en diciembre, con el 85 %; en abril fue de 80 %. Farshad *et al.* (2009) obtuvieron 86.13 %, en invierno, en machos de dos a cuatro años. En otro estudio, Vázquez *et al.* (1998) obtuvieron rangos entre 76 % y 82 % en razas autóctonas españolas.

Motilidad Progresiva. La motilidad progresiva fue mayor en diciembre con el 80%; en abril fue del 78 %. Silvestre *et al.* (2004) obtuvieron el 69.8 % en verano. Los valores de este estudio son cercanos al 80.35 % en machos de dos a cuatro años de edad, que reportaron Farshad *et al.* (2009).

Los resultados del Cuadro 1 muestran una diferencia ($p < 0.05$) en la calidad espermática: volumen, concentración, viabilidad espermática, motilidad masal y progresiva en cada época de colecta; indican que la mejor calidad espermática se obtuvo en diciembre, mientras que en abril, la calidad fue menor.

La diferencia entre los resultados de otros investigadores y los de este trabajo se deben a las distintas razas, la edad y la época de evaluación; pero todos tienen en común el tipo de recolección del semen a través de vagina artificial, además de ser estimulados por la misma hembra.

Cuadro 1. Características seminales de eyaculados, en estado fresco, de machos de raza Saanen de 3.5 a 4.5 años de edad, en el municipio de Apaseo el Grande, Gto., México.

Características Espermáticas	Abril			Diciembre		
	Media %	Min-Max %		Media %	Min-Max %	
Volumen (mL)	1.15 b	0.06	(0.70-1.60)	2.01 a	0.05	(1.7-2.4)
CE (10^7 mL^{-1})	216.80 b	3.52	(198-248)	322.53 a	3.79	(289-344)
Viabilidad (10^7 mL^{-1})	80.00 b	0.93	(78-90)	85.00 a	1.14	(80-95)
MM (10^7 mL^{-1})	80.00 b	1.28	(78-90)	85.00 a	0.96	(80-90)
MP (10^7 mL^{-1})	78.00 b	1.56	(70-90)	80.00 a	1.28	(75-90)

CE: Concentración espermática; MM= Motilidad masal; MP: Motilidad progresiva.

Características del semen en postcongelación

Viabilidad espermática. La viabilidad espermática en abril fue de 22 %; en diciembre del 27.3 % pero

no mostró diferencia significativa ($p < 0.05$). En comparación, Vera *et al.* (2007) obtuvieron 35 % en machos Saanen y 40.7 % en machos criollos; Gracia *et al.* (1998) reportan una viabilidad

espermática del 30.3 % en abril y 31.55 % en diciembre, por otra parte, Gibbons *et al.* (1992) obtuvieron un 60 % en machos de raza Angora.

Motilidad masal. La motilidad masal observada en abril fue similar a la de diciembre: 25 % y 29 % respectivamente, no mostró diferencias significativas ($p < 0.05$). Estos resultados son similares a los de Gracia *et al.* (1998) que obtuvo un promedio de 24.75 % en abril y 23.97 % en diciembre.

Motilidad progresiva. La motilidad progresiva en abril (20 %) y diciembre (22 %) no mostraron diferencia ($p < 0.05$). Vera *et al.* (2007) obtuvo el 39.6 % de motilidad progresiva en machos Saanen en

otoño, en comparación con Grajales (1990) que reporta resultados superiores al 59 %; Ritar y Salomón (1991) obtuvieron el 66 %, mientras que Valencia *et al.* (1994) mencionan un rango de 73 % a 78.6 %. Gibbons *et al.* (1992) obtuvieron el 74 % en marzo, en machos de raza Angora.

Los resultados en el Cuadro 2, muestran que la evaluación postcongelación en ambos periodos no muestra diferencia significativa ($p > 0.05$); Se obtuvo una calidad espermática similar en: viabilidad, motilidad masal y progresiva. Sin embargo, el mismo cuadro muestra diferencia significativa entre las características del semen en estado fresco y postcongelado. Los parámetros que se determinaron en este estudio son menores a los que reportan otros autores.

Cuadro 2. Características del semen, fresco y postcongelado, de machos de raza Saanen de 3.5 a 4.5 años de edad, en el municipio de Apaseo el Grande, Gto., México.

Características Espermáticas	Fresco Media %	Postcongelado Media %
Viabilidad Espermática	83.3 a	25.7 b
Motilidad Masal	84.4 a	27.7 b
Motilidad Progresiva	80.7 a	22.0 b

Estado postcongelación; Viabilidad espermática

El Cuadro 3 presenta la comparación postcongelación promedio de las características seminales por época del año.

Cuadro 3. Características seminales post congelación, de eyaculados de machos de raza Saanen de 3.5 a 4.5 años de edad, en el municipio de Apaseo el Grande, Gto., México, en dos épocas.

Características Espermáticas	Media %	Semen Postcongelado Pajilla (400 X10 ⁶ mL ⁻¹)			
		Abril	Min-Max %	Diciembre	Min-Max %
CE (10 ⁶ mL ⁻¹)					
Viabilidad (10 ⁶ mL ⁻¹)	22 a	1.63	(15-34)	27 a	1.19 (20.3-35.3)
MM (10 ⁶ mL ⁻¹)	25 a	1.61	(17-35)	29 a	1.69 (20-40)
MP (10 ⁶ mL ⁻¹)	20 a	0.63	(18-25)	22 a	0.86 (18-30)

CE: Concentración espermática; MM= Motilidad masal; MP: Motilidad progresiva.

CONCLUSIONES

Existe variabilidad en la calidad espermática en fresco con respecto a la época del año en la que se realice la colecta de semen. El proceso completo de congelación-descongelación para llevar a cabo la fertilización del óvulo, se puede realizar con parámetros aceptables, independientemente de la época. El volumen colectado en abril es menor en el momento de la dilución y preparación de las pajillas; la cantidad total que se pudieran elaborar, es menor que la de diciembre, pero con la misma calidad.

LITERATURA CITADA

- Chemineu, P., Y., Cagnie, P., Orgeur, J.C. Vallet. 1991. Training manual on artificial insemination in sheep and goats. FAO, Animal Production and Health Paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 222 p.
- Dunner, S., I. Vázquez. 1991. Efectos del medio de conservación a base de sustancias amino-orgánicas sobre la calidad del semen de macho cabrío medida "in vitro" después de conservación a +5 °C o +15 °C. Arch. Zootec. 40 (149): 391-401.
- Evans, G., W.M. Maxwell. 1987. Salamon's artificial insemination of sheep and goats. Ed. Acribia, S.A. 194 p.
- Farshad, A., B., Khalili, P. Fazeli. 2009. The effect of different concentrations of glycerol and domosoon viability of Markhoz goat spermatozoa during different freezing temperatures steps. Pakistan J. Biol. Sci. 12(3): 239-245.
- Gibbons, A., M., Cueto, P. Willems. 1992. Inseminación artificial con semen congelado en cabras de raza Angora, sobre los celos concentrados post incorporación del efecto macho. Rev. Med. Vet. 73(3): 122-128.
- Gracia, A., F., Cabrera, F., González, M., Batista, J., Forga, P. Calero. 1998. Efecto de la proporción de yema sobre la conservación de semen congelado en la agrupación caprina canaria (Variedad Majorera). Producción Ovina y caprina. XXIII: 517-520.
- Grajales, L.H.A. 1990. Comparación de la fertilidad entre diluyentes para semen y hormonas para controlar la ovulación en cabras inseminadas artificialmente con semen fresco y congelado. Tesis de Maestría. Fac. de Est. Sup. Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán, Edo. Mex., México.
- Hafez, E.S.E. 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales, Ed. Interamericana, Mc. Graw Hill. México, D.F. 542 p.
- Holt, W.V. 2000. Basic aspects of frozen storage of semen. Anim. Reprod. Sci. 62: 3-22.
- INEGI, 2000. XII Censo General de Población y Vivienda.
- Martinez, R.R.D., J., Hernandez, L., Reyna, R., Santos. 2007. Intrauterine insemination with frozen-thawed semen in Creole goats, synchronized in oestrous during the non-breeding season. Res. J. Anim. Sci. 1(3): 76-80.
- Rahman A.N.M.A., R.B., Abdullah, W.E.W., Khadijah, 2008. A review of reproductive biotechnologies and their application in goat. Biotechnol. 7(2): 371-384.
- Ritar, A.J., S., Salamon. 1991. Effects of month of collection, method of processing, concentration of egg yolk and duration of frozen storage on viability of Angora goat spermatozoa. Sm. Rumin. Res. 4: 1, 29-37.
- Silvestre, M.A., I., Salvador, J.P., Sanchez, E.A. Gomez. 2004. Effect of changing female stimulus on intensive semen collection in young Murciano-Granadina male goats. J. Anim. Sci. 82: 1641-1645.
- Valencia, J., G., Gonzalez, M., Gonzalez, A., Trejo. 1994. Motilidad y daño acrosomal del semen caprino congelado en pajillas de 0.25 ml y 0.5 ml y descongelado de 2 diferentes ritmos de temperatura. Vet. Mex. 25 (2): 127-131
- Vázquez, I., S., Cortes, C., Borque. 1998. Conservación del semen de macho cabrío. Producción caprina y ovina 1998. XXIII: Ponencia 2, 31-36.
- Vera, T., R., Alberio, F., Hozbor, E., Sanchez, D., Aguilar, J. Aller. 2007. Viabilidad posdescongelación de espermatozoides caprinos congelados con diferentes diluyentes. Rev. Arg. Prod. Anim. 27 (1): 275-276.



Análisis Multitemporal del Cambio de Uso de Suelo y Vegetación en las Áreas Naturales Protegidas con Perrito Llanero Mexicano (*Cynomys mexicanus* Merriam) en el Estado de Nuevo León, México



Multitemporal Analysis of Land Use and Land Cover Changes in Natural Protected Areas by the Mexican Prairie Dog (*Cynomys mexicanus* Merriam) in the State of Nuevo Leon, Mexico

Miguel Ángel Hernández-Gómez^{1*}, Jesús Valdés-Reyna², José Ángel Villarreal-Quintanilla²,
Iliana Isabel Hernández-Javalera³

¹Maestría en Ciencias en Zootecnia, ²Departamento de Botánica, ³Departamento de Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México.
Correo-e: ochoa35000@hotmail.com (*Autor responsable).

RESUMEN

El futuro del perrito llanero (*Cynomys mexicanus* Merriam) en las áreas naturales protegidas en el estado de Nuevo León en México es incierto, ya que existe una intensa presión antropogénica en toda su área de distribución. La disminución y fragmentación de su hábitat ha ocasionado la pérdida de más de la mitad de su distribución geográfica histórica. El objetivo de este trabajo fue determinar el cambio en la cobertura de la vegetación y uso de suelo en la localidad La Trinidad, perteneciente al municipio de Galeana N.L., México, una zona sujeta a conservación ecológica (ZSCE). La Trinidad es un predio de 3,282.6 ha, localizado entre los 24° 50' N y 100° 04' O, la altitud es de 1,355 m y forma parte de la ZSCE decretada el 10 de enero del 2002 en el Diario Oficial del Estado de Nuevo León. Para el análisis de cambio de uso de suelo se utilizaron las cartas edafológicas de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) para obtener el marco de imágenes de referencia y de satélite para evaluar valores cuantitativos y cualitativos del cambio en el uso del suelo y vegetación de 1971 al 2003. El análisis de cambios en el uso del suelo mostró modificaciones en la cobertura agrícola con un incremento de 20 a 1188 ha; mientras que el matorral gipsófilo disminuyó de 1555 a 354 ha. La actividad agrícola ha mantenido una tendencia con crecimiento desordenado, ocasionando que la condición del pastizal gipsófilo sea pobre y el hábitat para la fauna se encuentre tan fragmentado que provocará un desequilibrio en el sistema que será imposible que el perrito llanero mexicano sobreviva en esas circunstancias.

Palabras clave: *Cynomys mexicanus*, áreas naturales protegidas, zona sujeta a conservación ecológica, biodiversidad, matorral, zacatal.

ABSTRACT

The future of prairie dog (*Cynomys mexicanus* Merriam) in protected natural areas in the state of Nuevo Leon Mexico is uncertain, as there is intense anthropogenic pressure throughout its range. The decrease and fragmentation of its habitat has caused the loss of more than half of its historical geographical distribution. The aim of this study was to determine the change in vegetation cover and land use in La Trinidad, located in the municipality of Galeana N.L., Mexico, an area subject to environmental conservation (ASEC). La Trinidad is an area of 3282.6 ha, located between 24° 50' N and 100° 04' W, the altitude is 1.355 m and it is part of the ASEC decreed on January 10, 2002 in the Diario Oficial del Estado de Nuevo Leon. For the analysis of change in land use, soil charts of the Commission for Studies of the National Territory (CETENAL, by its name in Spanish) were used to get the frame of reference and satellite images to evaluate quantitative and qualitative values of the change in land use and vegetation from 1971 to 2003. The analysis of changes in land use showed changes in agricultural coverage with an increase of 20 to 1188 ha, while the thickets growing on gypsum soils decreased from 1555 to 354 ha. The agricultural activity has been a trend to disordered growth, causing the condition of gypsophilous grasslands is poor and the habitat for the fauna is so fragmented that will cause an imbalance in the system that will be impossible for the Mexican prairie dog survive in such circumstances.

Key words: *Cynomys mexicanus*, protected natural areas, area subject to ecological conservation, biodiversity, thicket, grasslands.

Recibido: Septiembre, 2010.

Aceptado: Junio, 2012.

INTRODUCCIÓN

Las políticas públicas para el fomento de la agricultura y la ganadería en México han resultado en una de las principales causas del deterioro y pérdida de los ecosistemas. El uso del suelo es uno de los temas de mayor relevancia en las discusiones de política ambiental a escala mundial y es tema central en la estimación de impactos en los escenarios de cambio climático. El estudio de la dinámica en las coberturas vegetales del uso del suelo permite conocer las tendencias de procesos de amplia relevancia, tales como la deforestación y la degradación vegetal, la desertificación y la pérdida de biodiversidad (SEMARNAT-SHCP, 2009).

Estudios recientes indican que tan sólo el 2 % de los pastizales del mundo están conservados, sin que toda América del Norte –incluyendo a México– sea la excepción. Como se indica en este documento, el estado actual de los pastizales es el resultado de vastos cambios de uso de suelo y de prácticas ganaderas inadecuadas realizadas en los últimos cien años; y actualmente su futuro se considera aun más amenazado por los acelerados efectos globales, como lo es el cambio climático (ECOPAD, 2007).

La transformación de la cubierta vegetal de los pastizales ha sido impulsada, en gran parte, por el crecimiento de la población y algunas de sus consecuencias, tales como la demanda de alimentos y la ampliación de la infraestructura. La agricultura ha sido la actividad que más ha propiciado el cambio de uso de suelo de grandes superficies de pastizales. Entre las consecuencias más importantes del cambio de uso del suelo están las alteraciones en los ciclos biogeoquímicos (p. ej., agua y carbono), la pérdida de la biodiversidad y sus servicios ambientales asociados, y el cambio climático global (SEMARNAT, 2006).

Actualmente la fragmentación de los bosques nativos representa, tal vez, uno de los ejemplos más

preocupantes; pero existen áreas con la misma ó mayor importancia dentro de las zonas áridas ó semiáridas de nuestro país, tal es el caso de los pastizales que comprenden parte importante dentro de la región conocida como Desierto Chihuahuense (PCPTAM, 2007). La ecorregión del Desierto Chihuahuense abarca alrededor de 70 millones de hectáreas que ocupan en México, gran parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, grandes porciones de San Luis Potosí y Nuevo León, y áreas significativas de Texas y Nuevo México en los Estados Unidos (Cotera *et al.*, 2004).

Las áreas naturales protegidas en el estado de Nuevo León, en el noreste de México, se conocen como Llano de La Soledad, La Hediondilla y La Trinidad. Estas áreas se ubican dentro del municipio de Galeana, el cual se localiza en la parte central del estado, en las coordenadas 24° 50' N y 100° 04' O, a una altitud de 1650 m. La importancia del sitio desde el punto de vista biológico es que cuenta con ecosistemas de distribución limitada, como los pastizales de suelos halófilos y gipsófilos. Entre las especies endémicas de fauna destacan el gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) y el perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*) (POE, 2002). El futuro de *C. mexicanus* incierto, ya que existe una intensa presión antropogénica en toda su área de distribución. La disminución y fragmentación de su hábitat ha ocasionado la pérdida del 62 % de su distribución geográfica histórica. Las poblaciones en Zacatecas están extintas y las colonias de San Luis Potosí actualmente ocupan sólo el 2 % (10 km²) del área geográfica que ocupaban hace 50 años (Ceballos y Mellink, 1990).

Se han llevado a cabo estudios para entender los efectos y las consecuencias de la fragmentación; sin embargo, es necesario conocer mediante información cartográfica digital la ocupación del suelo de forma dinámica; así como el análisis espacial de las actividades que se desarrollan en el

sitio y evaluar el impacto que producen estas actividades en el medio ambiente.

El análisis de cartografía e imágenes de satélite de diferentes periodos puede servir para conocer los cambios que las actividades antropogénicas como la agricultura intensiva con fines netamente económicos han ocasionado en el uso de suelo y en la vegetación. El objetivo de este estudio fue estimar el cambio en el uso del suelo y cobertura vegetal a través del análisis de imágenes de satélite de las áreas naturales protegidas con perrito llanero mexicano en el estado de Nuevo León en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

En la Figura 1, se presenta el sitio reconocido como pastizales del altiplano mexicano, considerada Región Terrestre Prioritaria (RTP 80) a nivel nacional, ya que encontramos las colonias de perrito llanero mexicano especie protegida bajo la NOM-059-SEMARNAT-2001. El sitio es identificado como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) de México (Arizmendi-Márquez, 2000). En la misma figura, se muestra también la creación de tres Áreas Naturales Protegidas con estatus legal de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE), denominadas La Trinidad, La Hediondilla y el Llano de la Soledad en el municipio de Galeana, Nuevo León, decreto publicado en el Periódico Oficial del Estado del 10 de enero de 2002, con una superficie de 3,282.6 ha (Guadarrama *et al.*, 2003).

El área de estudio se caracteriza por la presencia de valles intermontanos, con suelos de tipo xerosol y gipsófilo (Rzedowski, 1983). Presenta un clima seco semicálido [BS₀hx' (e)], con una temperatura media anual de 16.7 °C, una precipitación anual entre 400 y 500 mm y vientos predominantes de norte a sur.

El suelo de los valles donde se desarrollan los pastizales abiertos, son de origen aluvial (xerosol) y se caracteriza por ser xerosol gipsófilo profundo, no rocoso de textura media a fina (Treviño *et al.*, 1997).

Las comunidades vegetales dominantes en el valle son: (1) Pastizal abierto representado por pastos y hierbas anuales y perennes. (2) En la periferia del llano; matorral micrófilo con *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Rhus microphylla*, *Prosopis glandulosa* y *Acacia constricta* spp. (3) En lomeríos y laderas; matorral rosetófilo con especies como *Agave lechuguilla* y *Yucca carnerosana* (Scott *et al.*, 2004).

La región se caracteriza por la presencia de endemismos y relaciones ecológicas complejas. Esta zona también es importante para aves residentes y migratorias como el chorlo llanero (*Charadrius montanus*), el zarapito pico largo (*Numenius americanus*), la lechuza pocera (*Athene cunicularia*) y diferentes especies de gorriones (PCPTAM, 2007).



Figura 1. Región Terrestre Prioritaria No. 80, praderas del Tokio y objetos de conservación. (Fuente: Pronatura Noreste A.C.)

Metodología

Los cambios temporales en las formas de los patrones del paisaje pueden ser analizados con particular énfasis en los efectos de los procesos antropogénicos y naturales (Turner y Ruscher, 1988). Dada la importancia del uso de sistemas de información geográfica se realizó una revisión del impacto que las actividades antropogénicas han generado en el área de estudio y los cambios que estas han provocado en la cobertura y tipo de vegetación.

En el proceso de análisis se utilizaron las cartas de imagen digital del centro de estudios para el territorio nacional del año 1971 (CETENAL, 1971); G14C44 (La Hediondilla), G14C54 (Huachichil) y G14C55 (La Paz), mediante las cuales se obtuvo el marco de referencia de las condiciones de las coberturas que fueron comparadas posteriormente. Además, se utilizaron imágenes de satélite en las que se analizaron los aspectos cuantitativos y cualitativos de los cambios en el uso del suelo y vegetación en un periodo de 1971 al 2003. La carta imagen digital G14C44, G14C54 y G14C55 consisten en el mismo contenido que la carta topográfica escala 1:50 000 impresa. La proyección universal transversa de mercator (UTM) cuadrícula a 1000 m. Los archivos de la imagen en formatos tif y gif, se agregan datos de georeferencia, con la que esta imagen puede combinarse con otra información geográfica.

Basado en la metodología usada por (Cruz, 2006) y con el apoyo de un programa informático se obtuvo la poligonal de la ZSCE obtenida con un GPS (+/- 50 m), este polígono se sobrepuso a las imágenes de satélite. El análisis consistió en la visualización de los cambios de la cobertura vegetal y suelo para determinar la superficie afectada por las actividades agrícolas. Se digitalizaron las áreas identificadas con diferentes tipos de vegetación en diferentes épocas. Posteriormente se obtuvieron los datos cuantitativos de las coberturas existentes en cada área.

Tasa de cambio en vegetación y uso del suelo

Se ha considerado a la vegetación, no solo, como uno de los indicadores más importantes de las condiciones naturales del territorio; como el clima, suelo y agua, sino también de las influencias antrópicas recibidas. Para ello, realizamos una interpretación interdependiente con la ecuación utilizada por la FAO (1996) que expresa el cambio en términos porcentuales de la superficie al inicio de cada año.

$$C = [(S_2/S_1)^{1/n} - 1] * 100$$

Donde: C = tasa de cambio; S_1 = superficie en la fecha 1 (con el que se quiere comparar); S_2 = superficie en la fecha 2 (reciente); n = número de años entre las dos fechas S_1 y S_2

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cambios en la cobertura de la vegetación y uso del suelo en la ZSCE La Trinidad en el periodo de 1971-2003

Considerando la información de las cartas topográficas, para validar los datos, se realizó un recorrido de campo en el que se observó la distribución de los tipos de vegetación en el periodo de 1971 a 2003.

En el Cuadro 1, se presentan resultados del análisis de las cartas de uso de suelo y vegetación e imágenes de satélite en las que se observaron cambios importantes en torno a la superficie de los diferentes tipos de cubierta. Las coberturas que se encontraron en el proceso de revisión cartográfica del año 1971 y que se identificaron en campo fueron, principalmente: la agrícola, bosque de juníperos, matorral gipsófilo, zacatal gipsófilo, zacatal gipsófilo con matorral subinorme, zacatal inducido y sitios que presentaron erosión. En todas las coberturas descritas anteriormente se presentaron variaciones positivas y negativas en diferentes grados. La cobertura agrícola, el zacatal gipsófilo, el zacatal gipsófilo con matorral subinorme y la erosión fueron las coberturas en las que se encontraron cambios importantes.

Cuadro 1. Cambios de superficie y tasa de cambio en diferentes tipos de cobertura en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica La Trinidad en el periodo de 1971-2003.

Cobertura	1971 ha	1999 ha	2003 ha	CS ha	TC %
Agrícola	19.99	354.27	1188.43	1168.44	-38.39
Bosque de juníferos	32.40	54.59	37.32	-4.92	-98.81
Matorral gipsófilo	1555.23	522.94	354.00	-1201.23	-99.76
Zacatal gipsófilo	1389.58	2273.07	2081.61	692.03	-98.45
Zacatal gipsófilo con matorral subinerme	42.66	0.00	0.00	42.66	-100.00
Zacatal inducido	210.01	0.00	0.00	210.01	-100.00
Erosión	0.00	397.16	0.00	0.00	0.00

CS: Cambio de superficie; TC: Tasa de cambio.

Cambio de uso de suelo y vegetación en la ZSCE La Trinidad

En el periodo de 1971-1999, se registraron cambios principalmente en áreas cubiertas por matorral gipsófilo, el cual disminuyó en 1,032 hectáreas con una tendencia a su desaparición en un periodo de 28 años con una tasa de cambio negativa que se rebasa el 90 % anual, este cambio fue propiciado por la cultura del sobre apacentamiento y los hábitos de alimentación del ganado caprino principalmente. El zacatal gipsófilo también presentó un cambio positivo de 883 ha y se registró un incremento en los sitios donde estaba establecido el matorral gipsófilo, dicha disminución pudo haber sido influenciada por el desplazamiento natural o coercitivo de la población de perrito llanero mexicano además de la contribución negativa de la agricultura sobre los diferentes tipos de cobertura con un crecimiento de 334.28 ha, no se registra erosión en este periodo, sin embargo, es hasta el periodo de 1999 que se pudo registrar el crecimiento significativo de esta cobertura, este crecimiento está asociado principalmente a dos factores; el primero es la agricultura intensiva y segundo la erosión hídrica y eólica en menor intensidad. Otro cambio que se registra es en el zacatal gipsófilo con matorral subinerme que desapareció en el mismo periodo.

En el periodo 1999-2003, se registraron cambios principalmente en algunas coberturas con menor impacto en algunos casos debido al rango de tiempo que se consideró, en la cobertura de la agricultura registró crecimiento de 834.16 ha, el matorral gipsófilo presentó un incremento de 168.94 ha, mientras que el zacatal gipsófilo disminuyó y no se registran cambios en la erosión en este periodo, cabe mencionar que esta cobertura disminuyó 191.46 ha, esto se debió a la conversión de estos sitios en áreas agrícolas.

Cambios en la cobertura de la vegetación y uso del suelo en la ZSCE La Hediondilla en el período de 1971-2003

En este apartado se revisaron los datos de los tres periodos, cambio en la superficie durante todo el periodo y la tasa de cambio que presentaron durante análisis de las diferentes imágenes de la ZSCE La Hediondilla.

En el Cuadro 2, se presentan los cambios en los tres periodos, en los que se observa una mayor abundancia del Zacatal gipsófilo con una tendencia moderada a la baja, el segundo periodo presenta disminución y para el último periodo se incrementa en tanto se pierden otro tipo de coberturas, es interesante la observación sobre el comportamiento del matorral gipsófilo que presenta dismi-

nución superior al 200 % en un periodo mayor a 20 años, estos fenómenos son explicables por dos o más causas, las tres más importantes son el sobre apacentamiento de bovinos, caprinos y

equinos además del incremento sin control de la agricultura y su condicionamiento a las escasas y erráticos niveles de precipitación.

Cuadro 2. Cambios de superficie y tasa de cambio en diferentes tipos de cobertura en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica La Hediondilla en el periodo de 1971-2003.

Cobertura	1971 ha	1999 ha	2003 ha	CS ha	C %
Agrícola	71.56	0.00	1262.96	1191.40	-81.71
Matorral gipsófilo	114.57	2085.39	254.22	139.65	-97.70
Riego suspendido	962.55	0.00	0.00	-962.55	-100.00
Zacatal gipsófilo	3224.65	2467.97	2755.33	-469.32	-99.11
Erosión	0.00	18.94	100.90	100.90	0.00

CS: Cambio de superficie; TC: Tasa de cambio

Cambios de uso de suelo y vegetación en la ZSCE La Hediondilla

En el periodo de 1971 a 1999 en La Hediondilla se presentaron cambios negativos importantes en las coberturas de riego suspendido de 962.55 ha, el zacatal gipsófilo 756.68 ha y la agricultura presentó una disminución mínima de 71.56 ha, estos cambios favorecieron la proliferación de arbustos conocidos como matorral gipsófilo con cambios positivos de 1970.82 ha. En el periodo de 1999-2003 en La Hediondilla se presentaron cambios importantes de forma positiva para la cobertura del zacatal gipsófilo con incrementos de 287.36 ha, la erosión en 81.96 ha y la agricultura en 1262.96 ha, los cambios encontrados son resultado de la disminución de 1831.17 ha de la cobertura del matorral gipsófilo, este cambio provocó la eliminación del 92 % de la superficie ocupada por

este tipo de vegetación en un periodo de cuatro años.

Cambios en la cobertura de la vegetación y uso del suelo en la ZSCE La Soledad en el período de 1971-2003

En los datos registrados en el Cuadro 3, reflejan que la vegetación del Llano de la Soledad presenta mejor condición debido a la baja frecuencia de apacentamiento y el manejo natural condicionado por las escasas y erráticas lluvias, aunque se observa incremento del matorral gipsófilo no llega a ser un factor de desplazamiento del zacatal gipsófilo, incluyendo las actividades humanas, ya que el perrito llanero mexicano presenta un comportamiento defensivo que contribuye al mantenimiento de las condiciones naturales del hábitat.

Cuadro 3. Cambio de la superficie por cobertura y tasa de cambio en el Llano de la Soledad en el periodo 1971-2003.

Cobertura	1971 ha	1999 ha	2003 ha	CS ha	C %
Matorral gipsófilo	1127.35	1627.26	2862.89	1735.54	-97.37
Zacatal gipsófilo	6502.14	5991.29	4746.05	-1756.09	-99.24
Erosión	17.86	8.49	18.27	0.41	-98.94

CS: Cambio de superficie; TC: Tasa de cambio

Es una constante, el tipo de vegetación conocido como zacatal gipsófilo se encuentra distribuida en la mayor parte del área protegida, sin embargo presenta cambios negativos en el periodo de 1971 a 1999 y se recupera para el 2003. Otro cambio importante es el crecimiento que presenta la agricultura en ese mismo periodo, a pesar de la entrada en vigor en 2002 del decreto estatal que otorga el estatus de zona sujeta a conservación ecológica, la autorización para la apertura de nuevas superficies al cultivo principalmente de la papa que genera abandono e incremento de la erosión eólica del suelo.

Cambios de uso de suelo y vegetación en la ZSCE La Soledad

En el periodo 1971-1999, se registraron cambios en el zacatal gipsófilo con disminución de 510.85 ha, este cambio favoreció el incremento del matorral gipsófilo en 499.91 ha, generado por el apacentamiento de caprinos principalmente. En el periodo de 1999-2003, se presentaron cambios inversamente proporcionales a los presentados en el periodo anterior, el matorral gipsófilo se incrementó en 1235.63 ha y el zacatal gipsófilo se redujo en 1245.24 ha por factores naturales y humanos descritos anteriormente.

En México ocurren hechos importantes como el incremento de la frontera agrícola y el cambio en la distribución espacial de la vegetación. El principal problema en estos sitios es el cambio de uso del suelo por la actividad agrícola, el uso indebido de

sistemas de riego tecnificados aceleran la erosión, la compactación y por último baja productividad y abandono de la tierra, propiciando la apertura de nuevas áreas.

En el rango de distribución del perrito llanero en Nuevo León existe un gran desarrollo agrícola, lo que ha provocado una gran disminución de las poblaciones y su hábitat (Scott y Estrada, 1999). La disminución de las poblaciones tiene diversos orígenes, los que desafortunadamente están relacionados principalmente con la intervención del hombre (Avendaño, 1999). Según Scott *et al.* (2004) la distribución geográfica ha sufrido una notable reducción de 74 % si se toman en cuenta los datos históricos conocidos. Además, reportan que el aislamiento geográfico puede resultar en la disminución de sobrevivencia de las colonias a eventos estocásticos y que la pérdida de hábitat, la degradación y desertificación del paisaje siguen actuando como factores que limitan la recuperación de esta especie.

El impacto de la agricultura en la zona es de grandes proporciones, ya que tan sólo en los últimos diez años los pastizales naturales se han reducido en un 40 % en la región de El Tokio (Treviño, 1998). Adicionalmente, la creación de nuevos caminos y carreteras ha favorecido la fragmentación y disminución de la calidad de los pastizales y del hábitat del perrito llanero. Estrada-Castillón *et al.* (2009) reportaron que el caso más dramático ocurre en La Hedionda y La Trinidad, donde el 80 y 87 % respectivamente de su superficie ha sido removida.

CONCLUSIONES

Con excepción de La Soledad, la agricultura intensiva tiene una participación importante en el cambio de uso de suelo y vegetación que presentaron estos espacios convertidos a la agricultura con inminentes muestras de recuperación a su estado original en tasas muy bajas en relación a las negativas observadas en el mismo periodo. La actividad agrícola ha mantenido una tendencia con crecimiento desordenado, ocasionando que la condición del zacatal sea pobre y el hábitat para la fauna se encuentre tan fragmentado que provocará un desequilibrio en el sistema que será imposible que el perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*) sobrevivan en esas circunstancias. Considerando tendencias y tasas de cambio constantes se recomienda implementar estrategias e instrumentos adecuados para el manejo del pastoreo y la restricción efectiva de la actividad agrícola para evitar la pérdida de la biodiversidad.

LITERATURA CITADA

- Arizmendi, M. y L. Márquez-V. 2000. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. CONABIO y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. 440 p.
- Avedaño, J. J. 1999. Análisis socioeconómico de las comunidades aledañas a colonias de perro de las praderas (*Cynomys mexicanus*) en el noreste de México. Reporte Técnico World Wildlife Fund. Programa del Desierto Chihuahuense. pp: 1–36, Monterrey, N.L., México.
- Ceballos, G. y E. Mellink. 1990. Distribución y estatus de los perros llaneros (*Cynomys mexicanus* y *C. ludovicianus*) en México. pp: 327-344. In: J.L. Camarillo R. y F. Rivera A. (Comp.) Áreas naturales protegidas en México y especies en extinción. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1971 Hediondilla. Carta Edafológica. G14C44. Escala 1: 50,000.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1971 Huachichil. Carta Edafológica. G14C54. Escala 1: 50,000.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1971 La Paz. Carta Edafológica. G14C55. Escala 1: 50,000.
- Cotera, M., E. Guadarrama, J. Brenner, A.M. Arango, M.E. García G., A. Ganem, G. Bell, S. Yanoff, T. Sullivan, S. Najera, P. Gronemeyer, J. Weigel, J. Karges, B. McCready, D. Mehlman, J. Bergan, J. King, M. Gallyoun, D.L. Certain, R. Potts, J. Wrinkle, J. Bezaury, H.M. Arias, J. Atchley, and I.E. Parra. 2004. Ecoregional conservation assessment of the Chihuahuan Desert. PronaturaNoreste and The Nature Conservancy, World Wildlife Fund. 92 p.
- Cruz, N.M., 2006. Ecología Invernal de La Lechuzza Llanera (*Athene cunicularia*), en pastizales ocupados por Perrito Llanero Mexicano (*Cynomys mexicanus*), Galeana, Nuevo León, México. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. pp: 40-53.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. 6 de Marzo de 2002.
- ECOPA. 2007. Aguirre, C., J. Hoth y A. Lafón (Eds.). Estrategia para la conservación de Pastizales del Desierto Chihuahuense. Chih., México. 23 p.
- Estrada, C.E., Scott M.L., Villarreal, Q. J. A., Jurado, Y. E., Cotera, C. M., Cantú, A. C., García, P.J. 2010. Clasificación de los pastizales halófilos del noreste de México asociados con perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*): diversidad y endemismo de especies. Rev. Mex. Biodiv. 81: 401-416.
- FAO. 1996. Forest resources assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes. Number 130. 152 p.
- Guadarrama, E., Cruz, N.M., Medellín, S., Morales, L. M., Álvarez, R., Rovalo, M. M., Villalón, H. 2003. **Programa de manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica La Trinidad, Galeana, Nuevo León.** Pronatura Noreste. Gobierno del Estado de Nuevo León. N.L., México.
- PCPTAM. 2007. Plan de Conservación de los Pastizales Templados del Altiplano Mexicano, 2006–2010. Pronatura Noreste, A.C. y The Nature Conservancy (compiladores) Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas. Monterrey, N.L., México. 171 p.
- Periódico Oficial del Estado (POE). 2002. Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Nuevo León. Tomo CXXXIX Núm. 7. Monterrey, N.L., México.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, S.A. México, D.F. 431 p.
- Rzedowski, J. 1983: Vegetación de México. Ed. Limusa. Segunda Reimpresión. México, D.F. 431 p.
- Scott, L.M. y A.E. Estrada. 1999. Distribución y estado actual de las colonias del perro de las praderas (*Cynomys mexicanus*) en el altiplano Mexicano. Reporte final a programa Desierto Chihuahuense, WWF-México. 109 p.
- Scott, L.M., A.E. Estrada, F. Chávez y M. Cotera. 2004. Continued decline in geographic distribution of the Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). J. Mammal. 85(6):1095–1101.

- SEMARNAT. 2006. El Medio Ambiente en México 2005: en resumen. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 93 p.
- SEMARNAT-SHCP. 2009. La Economía del Cambio Climático en México, Síntesis. Dr. Luis Miguel Galindo (Coordinador). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales- Secretaria de Hacienda y Crédito Público. México, D.F. 67 p.
- Treviño, J., W.E. Grant and A. Cardona. 1997. Characterization of soil texture in Mexican-prairie Dog (*Cynomys mexicanus*) colonies. Texas J. Sci. 49 (3):207-214.
- Treviño-Villarreal, J. 1998. Geographical range of the endangered Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). J. Mammal. 79:1273-1287.
- Turner, M.G. and L.C. Ruscher. 1988. Changes in landscape patterns in Georgia, USA. Landscape Ecol. 1:241-251.



Productividad de Cuatro Explotaciones Caprinas en Saltillo, Coah., México



Productivity of Four Goat Farms in Saltillo, Coah., Mexico

Fernando Ruiz-Zarate², Jesús M. Fuentes-Rodríguez², Luis Aguirre-Villaseñor³, Ramiro López-Trujillo⁴, José Arimael Alfaro-Aguilar^{1*}

¹Maestría en Ciencias en Zootecnia, ²Departamento de Producción Animal, ³Departamento de Economía Agrícola,

⁴Departamento de Nutrición y Alimentos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Colonia Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. Tels. (Fax): 9631258198. Correo-e: josearimael@hotmail.com (*Autor responsable).

RESUMEN

La caprinocultura que se practica en el municipio de Saltillo tiene fuertes problemas técnicos y administrativos; se considera que la información disponible sobre los procesos de producción y tecnología aplicada es insuficiente. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue identificar los factores productivos y socioeconómicos de cuatro explotaciones caprinas localizadas en Saltillo, Coah., México. Se aplicaron encuestas a los caprinocultores de una explotación caprina intensiva (ECI); dos explotaciones caprinas extensivas (ECE) de Jagüey de Ferniza (ECE-JF1) y (ECE-JF2); y una ECE de La Angostura (ECE-LA). Se evaluaron variables de los procesos pecuarios (número de vientres, hembras expuestas al macho, porcentaje de aborto, preñez, parición y destete), y variables administrativas (gastos, depreciación, amortización, intereses, costos de producción) durante el periodo de marzo de 2008 a febrero de 2009. Los resultados indicaron que en la ECI se registran los mejores parámetros evaluados: 1 % de abortos contra los elevados porcentajes de las ECE: 37 % en la ECE-JF1; 63 % en la ECE-JF2; y del 47 % en la ECE-LA. El número de cabritos destetados fue mayor en la ECI que en las ECE, donde se destetaron menos de la mitad de la producción de la primera. Al final del periodo, en la ECI, con mayor inversión de capital y tecnología, se tuvo un capital social de \$108,661.00, mayor al de las otras explotaciones y con tendencia a aumentar, ya que los activos fueron mayores que los pasivos. De las explotaciones restantes, la ECE-JF2 tuvo mayor capital al final del periodo con \$26,552.00, seguida por la ECE-LA con \$18,129.00; y la ECE-JF1 tuvo el menor, con \$10,451.00. La producción anual fue de: \$430,440.00; \$36,701.00; \$49,529.00 y \$33,373.00 para las ECI, ECE-JF1, ECE-JF2 y ECE-LA respectivamente. La producción caprina en la ECI fue más alta que en las ECE.

Palabras clave: *Capra hircus*, sistemas de producción caprina, leche de cabra, cabrito, costos de producción, productividad.

ABSTRACT

The goat production practiced in the municipality of Saltillo has strong technical and administrative problems, it is considered that the available information on production processes and applied technology is not sufficient. Therefore, the aim of this study was to identify the production and socioeconomic factors of four goat farms located in Saltillo, Coah., Mexico. Questionnaire surveys were applied to goat producers of an intensive goat farm (IGF); two extensive goat farms (EGF) of Jagüey de Ferniza (EGF-JF1) and (EGF-JF2); and an EGF in La Angostura (EGF-LA). Variables of livestock process (number of sows, females exposed to male, rate of abortion, pregnancy, calving, weaning) and administrative variables (expenses, depreciation, amortization, interests, costs of production) were evaluated from March 2008 to February 2009. The results indicated that the IGF recorded the best parameters evaluated: 1% of abortions against high rates of EGF: 37 % in EGF-JF1; 63 % in EGF-JF2; and 47 % of the EGF-LA. The number of kids weaned was greater in the IGF than in the EGF, in which there was less than half the production of the first. At the end of the period, the IGF, with more investments, had a capital of \$ 108,661, higher than the other goat farms, and tending to increase as the assets were greater than liabilities. Of the remaining farms, the EGF-JF2 had more capital at the end of the period with \$ 26,552 followed by EGF-LA with \$ 18,129; the EGF-JF1 had the lowest capital with \$ 10,451. The annual production was \$ 430,440; \$ 36,701; \$ 49,529 and \$ 33,373 for IGF, EGF-JF1, EGF-JF2 and EGF-LA respectively. The goat production in the IGF was higher than in the EGF.

Key words: *Capra hircus*, goat production systems, milk, kid goat, cost of production, productivity.

Recibido: Agosto, 2010.

Aceptado: Junio, 2012.

INTRODUCCIÓN

La cabra (*Capra hircus*) es una de las especies domésticas más importantes como fuente de alimento de carne, leche, piel y pelo, así mismo para el control de las malas hierbas y como productora de abono orgánico de alta calidad y aun como animal de ornato (Santos, 1986). En el mundo existen alrededor de 700 millones de cabras, más de un 90 % se encuentra en Asia y África; en orden decreciente América del Sur, Europa, Norte y Centro América y Oceanía; utilizándose fundamentalmente para producción de carne y leche (FAO, 1999).

En la región sureste del estado de Coahuila en el noreste de México se practica un sistema productivo extensivo de ganadería caprina. Muchas familias de los ejidos del municipio de Saltillo dependen de la explotación de cabras (Taboada *et al.*, 1988). La producción de cabras ha disminuido en una forma paulatina (Beltrán, 1988; SIACON; 2007), constituyéndose esta situación en una problemática para los productores de esta región de Coahuila, por lo que es importante la identificación de los factores limitantes en el proceso productivo y de comercialización, para proponer estrategias que mejoren la productividad y aumenten los ingresos de las familias de la zona rural del municipio.

La caprinocultura en el municipio de Saltillo tiene fuertes problemas técnicos y administrativos debido a los procesos de producción y la tecnología existente, esto es más obvio en la actualidad, debido al contraste que existe entre los sistemas intensivos, con tecnología de punta y los sistemas extensivos tradicionales.

El conocimiento y la aplicación de innovaciones tecnológicas y procesos administrativos, por parte del caprinocultor pueden hacer más eficiente el uso de los recursos naturales, económicos y administrativos, convirtiendo a la unidad de producción en una empresa productiva y competente.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue identificar los factores productivos y socioeconómicos de cuatro explotaciones caprinas en el municipio de Saltillo, Coah., México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de las explotaciones caprinas

El estudio se realizó en cuatro explotaciones caprinas, del municipio de Saltillo, Coah., México. La primera de ellas, es una explotación caprina intensiva (ECI) que se localiza en las coordenadas 25° 25' 24" LN y 101° 00' 47" LO, con una altitud de 1,600 m y que se denominó: ECI; la segunda y la tercera son explotaciones caprinas extensivas (ECE) que se encuentran en el ejido de Jagüey de Ferniza (JF) del municipio de Saltillo a 25° 13' 46" LN y 101° 00' 05" LO con una altitud de 2,160 m y se nombraron: ECE de JF 1 y 2 (ECE-JF1 y ECE-JF2); la cuarta, también es una ECE, que se encuentra en la comunidad La Angostura, y se localiza en las coordenadas 25° 20' 28" LN y 101° 02' 30" LO a una altitud de 1,800 m (CETENAL, 1977), a la que se llamó ECE de La Angostura (ECE-LA). El clima predominante en la región sureste del municipio de Saltillo, donde se encuentran las unidades de producción, es un clima seco semicálido BS hw(x') (e').

Fuentes de información

Se aplicaron encuestas a los caprinocultores de las unidades de producción monitoreadas, para obtener información de los procesos administrativos y pecuarios tales como los registros de producción en las unidades de producción. También se obtuvo información directamente con visitas periódicas a las unidades de producción, así como mediante fotografías, videos. El trabajo se fundamentó con información local y regional.

En el estudio se utilizó la información generada de marzo de 2008 a febrero de 2009; se analizaron variables técnico reproductivas (número de vientres, hembras expuestas al macho, porcentaje de aborto, de preñez, de parición, de destete) y administrativas (gastos, depreciación, amortización, intereses, costos de producción).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN**Manejo reproductivo**

En la ECI, se controla el empadre: se hace de noviembre a diciembre y de junio a julio, en la ECE-

JF1 en febrero y julio, en la ECE-JF2 se realiza a finales de enero, febrero y julio; en la ECE-LA en diciembre y julio, esto mostró una gran diferencia en el manejo reproductivo entre las unidades. En el Cuadro 1, se presentan los parámetros reproductivos en las unidades de producción caprina.

Cuadro 1. Parámetros técnicos reproductivos en cuatro explotaciones caprinas, en el municipio de Saltillo, Coah., México, durante el periodo de marzo de 2008 a febrero de 2009.

Concepto	ECI	ECE-JF1	ECE-JF2	ECE-LA
Vientres	203.00	81.00	245.00	140.00
Cabras expuestas al macho	203.00	81.00	245.00	140.00
Cabras preñadas	196.00	73.00	234.00	135.00
Preñez (%)	96.55	90.12	95.51	96.43
Cabras paridas	194.00	46.00	90.00	72.00
Pariciones (%)	98.98	63.01	38.46	53.33
Cabritos destetados	178.00	41.00	80.00	66.00
Destete (%)	91.75	89.13	88.89	91.67
Peso total de cabritos destetados (kg)	917.53	713.04	800.00	733.33
Peso promedio al destete (kg)	10.00	8.00	9.00	8.00
Peso de la cabra (kg)	60.00	45.00	50.00	47.00
Peso del cabrito / peso de la cabra (%)	16.67	17.78	18.00	17.02
Abortos ocurridos al año	2.00	27.00	144.00	63.00
Porcentaje de abortos	1.02	36.99	61.54	46.67
Edad de la cabra al primer parto (meses)	15.00	12.00	11.00	13.00

ECI: Explotación caprina intensiva; ECE-JF: Explotación extensiva de Jaguey de Ferniza 1 y 2; ECE-LA: Explotación caprina extensiva de La Angostura.

Porcentajes de preñez y parición

El mayor porcentaje de preñez se observó en la ECI, ya que el 96.55 % de las hembras quedó preñada, seguido por la ECE-LA, la ECE-JF2 y por último la ECE-JF1. Del total de hembras preñadas, fueron muy pocas las cabras que parieron: en la ECE-JF2 solo el 29.36 % de la cabras preñadas llegan a parir, lo que indica un alto porcentaje de abortos, seguido por la ECE-LA y la ECE-JF1, con excepción de la ECI, donde se observó el porcentaje de pariciones más alto, con el 94.05 %; esto muestra el grado de control del manejo del hat, por el propietario y la influencia del objetivo de la producción, los procedimientos para llegar a ella y la tecnología utilizada.

Cabritos destetados

El número de cabritos destetados fue mayor en la ECI que en las ECE: el más bajo se presentó en la ECE-JF1, donde se destetó aproximadamente la cuarta parte de la cantidad de cabritos destetados en la ECI; en la ECE-JF2 y la ECE-LA se destetaron menos de la mitad de la producción de la ECI.

Peso de cabritos al destete

El peso de los cabritos al destete en la ECI fue el mayor: aproximadamente 20 % más que en la ECE-JF1 y la ECE-LA, y 10 % más que los cabritos de la ECE-JF2, lo que indica diferencias en el manejo alimenticio. El peso de la cabra también que

fue mayor en la ECI, en una proporción similar al del peso de los cabritos al destete.

Abortos

El número de abortos en la ECE-JF2 fue muy alto, ya que se registraron más de 140 abortos anuales, esto es más del 60 %, en la ECE-JF1 y la ECE-LA se presentaron más del 35 % de abortos, mientras que en la ECI, solamente se registró el 1 %.

Edad de la cabra al primer parto

La edad mínima de la cabra al primer parto, fue de 11 meses en la ECE-JF2 y la mayor de 15 meses en la ECI.

En la ECI los cabritos no son amamantados con leche materna de cabra, para que no disminuya la producción de leche disponible para la venta; en las ECE los cabritos se venden a los 30 a 45 días de edad.

Costo de producción anual

Los costos de producción anual que se presentan en el Cuadro 2, fueron distintos en cada explotación: la ECI tuvo los costos de producción más altos. Las ECE a diferencia de la ECI, mostraron costos de producción bajos, sin intereses por pagar y sin dinero prestado que se deba amortizar.

Cuadro 2. Parámetros administrativos de la producción anual (en pesos mexicanos) en cuatro explotaciones caprinas, en el municipio de Saltillo, Coah., México, durante el periodo de marzo de 2008 a febrero de 2009.

Explotación Caprina	Gastos (\$)	Depreciación (\$)	Amortización (%)	Intereses (%)	Costos de Producción (\$)
ECI	144,000.00	17,553.00	0	0	161,553.00
ECE-JF1	7,200.00	529.65	0	0	7,729.65
ECE-JF2	6,000.00	424.65	0	0	6,424.65
ECE-LA	10,800.00	696.45	0	0	11,496.45

ECI: Explotación caprina intensiva; ECE-JF: Explotación extensiva de Jaguey de Ferniza 1 y 2; ECE-LA: Explotación caprina extensiva de La Angostura.

Ingreso por venta de producto

El valor de la producción, se determinó multiplicando el precio unitario por la cantidad total vendida (Martin, 2004). El precio de la leche fue de \$5.00 el litro y el del cabrito de \$380.00 pesos por unidad.

La información de ingresos por venta de leche se registró solamente en la ECI, ya que el objetivo de la producción en las ECE no fue la producción de leche. En el Cuadro 3 se presentan los ingresos.

Cuadro 3. Ingresos por venta mensual de leche, durante abril de 2008 a marzo de 2009, en una explotación caprina intensiva en el municipio de Saltillo, Coah., México.

Mes	CL	PTLC (Litros)	LMCAC (Litros)	LPV (Litros)	VP (\$)
Abr.-08	213	19,170	2,300.4	16,869.60	84,348.00
Mayo-08	224	20,160	2,419.2	17,740.80	88,704.00
Jun.-03	235	21,150	2,538.0	18,612.00	93,060.00
Jul.-08	247	22,230	2,667.6	19,562.40	97,812.00
Ago.-08	259	23,310	2,797.2	20,512.80	102,564.00
Sept.-08	272	24,480	2,937.6	21,542.40	107,712.00
Oct.-08	286	25,740	3,088.8	22,651.20	113,256.00
Nov.-08	300	28,350	3,402.0	24,948.00	124,740.00
Dic.-08	315	28,350	3,402.0	24,948.00	124,740.00
Ene.-09	331	29,790	3,574.8	26,215.20	131,076.00
Feb.-09	347	31,230	3,747.6	27,482.40	137,412.00
Mzo.-09	357	32,875	38,897.0	28,640.30	145,554.00

CL: Cabras lactando; PTLC: Producción total de leche de cabra; LMCAC: Leche materna de cabra para alimentar crías; LPV: Leche disponible para la venta; VP: Valor de la producción.

Cada cabra produjo un promedio de tres litros de leche por día, durante todos los meses estudiados. El valor de la producción anual fue de \$1, 199,484.00.

Las cuatro explotaciones obtuvieron ingresos por la venta de cabrito, aunque la ECI no está orientada a la producción de este. Sin embargo, tiene que producir cabritos para obtener la leche.

Cuadro 4. Ingreso por venta de cabrito en cuatro explotaciones caprinas, en el municipio de Saltillo, Coah., México, durante el año 2008.

Explotación Caprina	Mes	Venta de Cabrito			Valor de la Producción (\$)	Total Anual (\$)
		Hembra	Macho	Total		
ECI	Marzo	31	32	63	23,940.00	43,092.00
	Octubre	24.8	25.6	50.4	19,152.00	
ECE-JF1	Marzo	41	32	73	27,740.00	49,932.00
	Octubre	32.8	25.6	58.4	22,192.00	
ECE-JF2	Marzo	53	37	90	34,200.00	61,560.00
	Octubre	42.4	29.6	72	27,360.00	
ECE-LA	Marzo	42	32	74	28,120.00	50,616.00
	Octubre	33.6	25.6	59.2	22,496.00	

ECI: Explotación caprina intensiva; ECE-JF: Explotación extensiva de Jaguey de Ferniza 1 y 2; ECE-LA: Explotación caprina extensiva de La Angostura.

En el Cuadro 4, se presentan los ingresos por venta de cabrito en las cuatro explotaciones caprinas en los meses de marzo y octubre; la ECE-JF2 tuvo los mayores ingresos, mientras que las ECE-JF1 y

ECE-LA mantuvieron un inventario de venta desemejante y la ECI tuvo los menores ingresos por este concepto, debido al objetivo de la explotación.

Estado de resultados

En el estado de resultados se compararon los ingresos por venta y los costos de producción, de administración, financieros y la depreciación en un año; para obtener las utilidades netas del ejercicio anual. De acuerdo al desglose de dichos conceptos, la utilidad neta que se obtuvo en cada explotación, fue estable para ECE-JF1, ECE-LA y ECE-LA en el periodo de marzo de 2008 a febrero de 2009, a excepción de la ECI, que mostró una utilidad neta creciente, debido a que los ingresos por ventas crecieron significativamente a lo largo del periodo, y a que aumentaron los ingresos y disminuyeron los costos. Lo contrario ocurrió para las ECE, ya que en ninguna de las tres se registró aumento en los ingresos ni en los costos de producción, lo que les permitió mantener una utilidad bruta constante durante todo el año, debido a que no tuvieron recursos para mejorar infraestructura y calidad; por lo que la utilidad neta permaneció constante en el periodo de estudio.

Balance general

En el balance general al 31 de enero de 2009 se obtuvieron los activos y pasivos de cada explotación, este indicó que al terminar el ejercicio el valor de los activos fue mayor que los pasivos, logrando en cada explotación, un margen positivo de capital contable; en la ECI, con mayor inversión, al final del periodo se tuvo un capital social de \$108,660.93, mayor que en las otras tres explotaciones estudiadas; y con una tendencia a aumentar, ya que los activos fueron mayores que los pasivos, lo que implica el aumento del capital como patrimonio, al final del periodo. De las tres explotaciones restantes, la ECE-JF2 fue la que tuvo mayor capital al final del periodo con \$26,551.75, seguida por la ECE-LA con \$18,128.75; la ECE-JF1 tuvo el menor capital con \$10,450.50. Este capital fue positivo, debido a que en las ECE los pasivos fueron menores que los activos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Balance general de la producción caprina en las cuatro explotaciones caprinas, en el municipio de Saltillo, Coah., México, durante el periodo de marzo de 2008 a febrero de 2009.

Concepto	ECI	ECE-JF1	ECE-JF2	ECE-LA
Mano de obra	73,000.00	0.00	0.00	0.00
Material	62,020.00	3,351.00	2,831.00	4,643.00
Energía	55,000.000.00	0.00	0.00	
Capital	75,000.00	2,500.00	3,200.00	1,800.00
Suma	144,000.00	7,200.00	6,000.00	10,800.00
Ingreso anual	839,459.70	49,932.00	61,560.00	50,616.00
Producción mensual	35,869.98	3,058.42	4,127.42	2,781.08
Producción anual	430,439.70	36,701.00	49,529.00	33,373.00

ECI: Explotación caprina intensiva; ECE-JF: Explotación extensiva de Jaguey de Ferniza 1 y 2; ECE-LA: Explotación caprina extensiva de La Angostura.

En las explotaciones caprinas existen dos tipos de producción; la primera explotación de este estudio corresponde al sistema de explotación pecuaria intensiva; mientras que las otras tres al sistema de explotación extensiva, con poca tendencia a pasar al sistema de explotación intensiva (Dikeman, 1984; Lewis *et al.*, 1990).

En la ECI se obtienen rendimientos de leche significativos, pues se cuenta con cabras Saanen, la cual, es una raza que presenta dicha característica (Haenlein, 1996). Debido a que el propósito de esta explotación es la producción de leche y a que se usa una raza altamente productora, todos los parámetros evaluados fueron los más altos (Glimp, 1995; Harris and Newman, 1994).

Según Mellado (1998) en la región norte del país, en su mayoría se practican el pastoreo de caprinos con cabras criollas y mestizas, situación que se observó en tres de explotaciones estudiadas. Además, en estas explotaciones se hace uso de la mano de obra familiar con escasa infraestructura; y las condiciones sociales y económicas donde se da la caprinocultura son bajas como en todo el territorio nacional SIACON (2007).

La producción de cabra en Saltillo está teniendo un declive en el inventario, de acuerdo a SIACON (2007) y al Anuario estadístico (2007); sin embargo, las explotaciones estudiadas, si bien, no crecieron, conservaron su inventario.

Los productores de las ECE no cumplen con las normas zoonosanitaria; mientras que en la ECI, las condiciones de producción de leche se verifican semanalmente por la empresa demandante (Aguilar y Cabral, 1994); quienes además de verifican sus estándares de calidad.

El estado de resultados fue superior para la ECI, debido a que los ingresos por ventas fueron superiores a los costos de producción, el margen de utilidad aumenta cada vez más al aumentar la producción y disminuir los costos de producción; se observó una situación inversa en las ECE, coincidiendo con lo que menciona Lara (2001); que a medida que el ingreso aumenta y el costo disminuye o permanezca constante, el margen de utilidad es mayor. El balance general fue positivo, lo que indica que a medida que la inversión sea mayor y rentable el capital contable será mejor.

CONCLUSIONES

La explotación caprina intensiva tiene una alta productividad debido a que cuenta con un sistema de producción tecnificado, con venta de producto de calidad y con una producción controlada; tiene un control preciso, sobre todo en el proceso de producción, desde la compra de insumos hasta la venta del producto. Las explotaciones caprinas extensivas presentan baja productividad, como consecuencia de la falta de infraestructura

productiva falta de control sobre los procesos de producción, carencia de tecnología y de métodos alternativos de producción, además de la poca organización de los ganaderos caprinos para la producción y comercialización, lo que conduce a la inviabilidad de la producción.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, V.A. y A.M. Cabral. 1994. Compendio de leyes agropecuarias, Limusa, México D.F., pp: 104-188.
- AECZ (Anuario Estadístico de Coahuila de Zaragoza). 2007. Población ganadera y avícola por municipio, edición 2006, INEGI, Coahuila., pp: 439-444.
- Beltrán, J. y P. Robles. 1988. Determinación del margen bruto de comercialización y clasificación de mercadeo del cabrito en La Comarca Lagunera. López, T.R. y E.R. García, Eds. Memoria. Congreso Interamericano de Producción Caprina, 11-14-Oct., Torreón, Coah., México. pp: E12-E14.
- CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional). 1977. Cartas de climas; clave: G14-C33 y G14-C43; ESCALA: 1:50,000; color: Varios. Secretaría de la Presidencia, México.
- Dikeman, M.E. 1984. Cattle production systems to meet future consumer demands. *J. Anim. Sci.* 59: 1631-1643.
- Glimp, A.H. 1995. Meat goat production and marketing. *J. Anim. Sci.* 73: 291-295.
- Haenlein, G.F. 1996. Status and prospects of the dairy goat industry in the United States. *J. Anim. Sci.* 74: 1173-1181.
- Harris, D.L. and S. Newman. 1994. Breeding for profit: synergism between genetic improvement and livestock production. *J. Anim. Sci.* 72: 2178-2200.
- Lewis, J.M., T.J. Klopfenstein, R., Stock and M.K. Nielsen. 1990. Evaluation of intensive vs extensive systems of beef production and the effect of level of beef cow milk production on postweaning performance. *J. Anim. Sci.* 68: 2517-2524.
- Mellado, B., 1998. Producción de caprinos en pastoreo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., México. pp: 1- 2.
- (SIACON) Base de Datos; Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. 2007. Consulta acerca de los indicadores de la cabra en México y Coahuila, México.
- Taboada, M., T. López, F. Ruiz y R. García. 1988. Prácticas de manejo y aspectos socioeconómicos de caprinocultores en comunidades ejidales de los municipios de Saltillo, Ramos Arizpe y General Cepeda, Coahuila. López, T.R. y E.R. García Eds. Memoria. Congreso Interamericano de Producción Caprina, 11-14-Oct., Torreón, Coah., México. pp: D15-D17.



Agraria

VOLUMEN 9, NÚMERO 2

MAYO – AGOSTO, 2012

Esta edición consta de 500 ejemplares

Impreso en Digital Color, en el mes de septiembre de 2012,
en Saltillo, Coah., México.

Arteaga Norte 225 Zona Centro, 25000, Saltillo, Coah., México

Tel.: 4-81-58-42 y 4-43-97-31

Contenido

Volumen 9

Mayo – Agosto, 2012

Número 2

Artículos	Págs.
Calidad Fisiológica de Semilla en Dos Poblaciones de Maíz Criollo Mejorado ✱ Physiological Seed Quality in Two Improved Landrace Maize Populations Norma A. Ruiz-Torres , Froylán Rincón-Sánchez , Víctor M. Bautista-Morales , Juan M. Martínez-Reyna , Hilda C. Burciaga-Dávila , Magdalena Olvera- Esquivel	43
Aceite de Orégano (<i>Lippia berlandieri</i>) de Diferentes Orígenes para el Control de <i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky y su Efecto en la Calidad de Semilla de Maíz Almacenada ✱ Oregano Oil (<i>Lippia berlandieri</i>) from Different Origins for the Control of <i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky and its Impact on Quality of Stored Maize Seed Lucelia Mora-Ojendiz , Federico Facio-Parra , Antonio Valdés-Oyervides , Alejandra Torres-Tapia y Rebeca Gonzales-Villegas	49
Calidad Espermática Postcongelación de Semen del Macho Cabrío Saanen en Dos Épocas del Año ✱ Post-Thaw Semen Quality of Saanen Bucks in Two Seasons Miguel Angel Nieto-Escorcía , Fernando Ruiz-Zarate , Ramiro López-Trujillo , Roberto García-Elizondo	57
Análisis Multitemporal del Cambio de Uso de Suelo y Vegetación en las Áreas Naturales Protegidas con Perrito Llanero Mexicano (<i>Cynomys mexicanus</i> Merriam) en el Estado de Nuevo León, México ✱ Multitemporal Analysis of Land Use and Land Cover Changes in Natural Protected Areas by the Mexican Prairie Dog (<i>Cynomys mexicanus</i> Merriam) in the State of Nuevo Leon, Mexico Miguel Ángel Hernández-Gómez , Jesús Valdés-Reyna , José Ángel Villarreal- Quintanilla , Iliana Isabel Hernández-Javalera	63
Productividad de Cuatro Explotaciones Caprinas en Saltillo, Coah., México ✱ Productivity of Four Goat Farms in Saltillo, Coah., Mexico Fernando Ruiz-Zarate , Jesús M. Fuentes-Rodríguez , Luis Aguirre-Villaseñor , Ramiro López-Trujillo , José Arimael Alfaro-Aguilar	73