



Publicación Semestral de Investigación Científica

# AGROFAZ

ISSN: 1665-8892



UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO  
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA  
VENECIA, DURANGO, MÉXICO.



Número 1  
Volumen 16  
Agosto 2016

2016 | AGOSTO



Publicación Semestral de Investigación Científica

# AGROFAZ

ISSN: 1665-8892



**Número 1 Volumen 16 Agosto 2016**

**UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO  
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA  
VENECIA, DURANGO, MÉXICO.**

## **DIRECTORIO**

### **Universidad Juárez del Estado de Durango**

C.P.C. y M.I. Oscar Erasmo Nívar García  
*Rector*

M.I. José Vicente Reyes Espino  
*Secretario General*

C.P. Manuel Gutiérrez Corral  
*Director General de Administración*

Dr. Alfonso Gutiérrez Rocha  
*Director de Servicios Escolares*

Dr. Jacinto Toca Ramírez  
*Director de Planeación y Desarrollo Académico*

## **DIRECTORIO**

### **Facultad de Agricultura y Zootecnia**

Ph. D. Juan José Martínez Ríos  
*Director*

M.C. Diana Escobedo López  
*Secretaría Académica*

M.C. Antonio Gallegos Ponce  
*Secretario Administrativo*

Dr. Ignacio Orona Castillo  
*Jefe de la División de Estudios de Posgrado*

Dr. Miguel Ángel Gallegos Robles  
*Coordinador Académico de Posgrado*

Dr. Cirilo Vázquez Vázquez  
*Coordinador de Investigación*

## **EDITOR EN JEFE**

M.C. José Manuel Vázquez Navarro

## **EDITORES ADJUNTOS**

M.C. Ulises Noel Gutiérrez Guzmán  
Ph. D. Rafael Figueroa Viramontes

## **EDITORES ASOCIADOS INTERNOS**

Ph. D. Edmundo Castellanos Pérez  
Ph. D. Juan José Martínez Ríos  
M. C. Gerardo Jiménez González  
Dr. José Luis García Hernández  
Dr. Ignacio Orona Castillo  
Dr. Cirilo Vázquez Vázquez  
Ph. D. Enrique Salazar Sosa  
Dr. Miguel Ángel Gallegos Robles  
Ph. D. J. Santos Serrato Corona  
Dr. Antonino Amador Machado

## **EDITORES ASOCIADOS EXTERNOS**

Ph. D. José Antonio Cueto Wong  
Dr. Juan Estrada Ávalos  
Dr. José Luis González Barrios

### **CENID-RASPA**

Dr. Homero Salinas González  
Ph. D. Uriel Figueroa Viramontes

### **INFAP-CIRNOC**

Dr. Ricardo David Valdez Cepeda

### **UACH-CRUCEN**

## **EDITORES ASOCIADOS INTERNACIONALES**

Ph. D. Curtis H. Monger  
Ph. D. William C. Lindemann  
**New Mexico State University, USA.**



## **II. PRODUCCIÓN PECUARIA**

**Caracterización y parámetros degradativos de pasta de calabacilla loca, harinas de mezquite, huizache, frijol y sorgo dulce híbrido en bovinos productores de leche.** 13

Fanny Olivia Reveles Saucedo, Francisco Oscar Carrete Carreón, Rigoberto Rosales Serna, Nadjeli Gabriela Serna Campos, Carlos Urban Häubi Segura, José Asunción Toca Ramírez, Mayela Patricia Gallegos De La Hoya

**Tiempo de almacenamiento del huevo y temperatura en el porcentaje de nacimientos de aves domésticas** 27

Jesús Antonio Beltrán Legaspi, José Antonio Quintana López, Gerardo Véliz Deras, José Luis Reyes Carrillo

**Crecimiento y supervivencia de becerras lactantes suministrando diferente cantidad de calostro pasteurizado** 37

Ramiro González Avalos, José González Avalos, Blanca Patricia Peña Revuelta, Alejandro Moreno Resendez, José Luis Reyes Carrillo

**Rendimiento y calidad nutricional del forraje de maralfalfa obtenido en diferentes fechas de corte en Durango, México** 47

Faviola Ortiz Robledo, Osvaldo Reyes Estrada, Jesús Herrera Corral, Rigoberto Rosales Serna y Rafael Jiménez Ocampo

**Prevalencia de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* en becerras Holstein con diarrea en la Comarca Lagunera, México** 57

Ramón Alfredo Delgado González, Vicente Homero González Álvarez, Rafael Rodríguez Martínez, Francisco Gerardo Véliz Deras

---



## **IV. RELACIONES AGUA-SUELO-PLANTA**

### **Validación de patrones de cultivo forrajeros alternativos con menor estrés por altas temperaturas en la Comarca Lagunera 65**

David Guadalupe Reta Sánchez, J. Santos Serrato Corona, Arturo Gaytán Mascorro, Héctor Mario Quiroga, Fernando Frausto López, Salvador Ordaz Vargas y Juan Godoy Hernández

## **VI. RECURSOS FORESTALES**

### **Evaluación de existencias volumétricas conforme a la legislación forestal vigente en México 77**

José Luis Reyes Muñoz, Javier Leonardo Bretado Velásquez, Héctor Manuel Loera Gallegos, Jorge Armando Chávez Simental, Ignacio Orona Castillo, Raúl Solís Moreno, Eusebio Montiel Antuna y Arnulfo Meléndez Soto.

## **VII. ESTUDIO Y MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES**

### **Ecología del falso peyote (*Ariocarpus fissuratus*) en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco 85**

Celso Manuel Valencia Castro, Edgar Gutiérrez Reyes, Ma. Del Socorro Linaje Treviño, Fernando Hernández Terán, Norma De La Fuente Salcido

## **VIII. COMERCIALIZACIÓN**

### **Efectos del ingreso en las decisiones del productor en la zona rural del Estado de Hidalgo 97**

Nancy Vianey Cruz Cruz, José Antonio Ávila Dorantes, Ramón Valdivia Alcalá, Ignacio Caamal Cauich, Filemón Rafael Rodríguez Hernández y Martín Espinosa Ramírez

---



## **II. LIVESTOCK PRODUCTION**

**Nutritional Characterization and Degrading Parameters of Buffalo Gourd Cake, Flours of Mesquite, Acacia, Bean and Hybrid Sweet Sorghum in Milk Cows** **13**

Fanny Olivia Reveles Saucedo, Francisco Oscar Carrete Carreón, Rigoberto Rosales Serna, Nadjeli Gabriela Serna Campos, Carlos Urban Häubi Segura, José Asunción Toca Ramírez, Mayela Patricia Gallegos De La Hoya

**Egg Storage period and Temperature in Hatchability of Domestic Poultry** **27**

Jesús Antonio Beltrán Legaspi, José Antonio Quintana López, Gerardo Véliz Deras, José Luis Reyes Carrillo

**Growth and Survival of Dairy Calves Providing Different Amount Pasteurized Colostrum** **37**

Ramiro González Avalos, José González Avalos, Blanca Patricia Peña Revuelta, Alejandro Moreno Resendez, José Luis Reyes Carrillo

**Yield and Nutritional Quality of Maralfalfa Forage Obtained at Different Cutting Dates in Durango, México** **47**

Faviola Ortiz Robledo, Osvaldo Reyes Estrada, Jesús Herrera Corral, Rigoberto Rosales Serna y Rafael Jiménez Ocampo

**Prevalence of *Escherichia coli* and *Salmonella spp.* in Diarrheic Holstein Calves from La Comarca Lagunera, Mexico** **57**

Ramón Alfredo Delgado González, Vicente Homero González Álvarez, Rafael Rodríguez Martínez, Francisco Gerardo Véliz Deras

---



## **IV. WATER-SOIL-PLANT RELATIONSHIPS**

### **Validation of Forage Alternative Cropping Patterns Under Lower High Temperature Stress in The Comarca Lagunera 65**

David Guadalupe Reta Sánchez, J. Santos Serrato Corona, Arturo Gaytán Mascorro, Héctor Mario Quiroga, Fernando Frausto López, Salvador Ordaz Vargas y Juan Godoy Hernández

## **VI. FOREST RESOURCES**

### **Volumetric evaluation of volumetric stock according to the current forest legislation in Mexico 77**

José Luis Reyes Muñoz, Javier Leonardo Bretado Velásquez, Héctor Manuel Loera Gallegos, Jorge Armando Chávez Simental, Ignacio Orona Castillo, Raúl Solís Moreno, Eusebio Montiel Antuna y Arnulfo Meléndez Soto.

## **VII. MANAGEMENT AND STUDY OF NATURAL RESOURCES**

### **Ecology of false peyote (*Ariocarpus fissuratus*) in the Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco 85**

Celso Manuel Valencia Castro, Edgar Gutiérrez Reyes, Ma. Del Socorro Linaje Treviño, Fernando Hernández Terán, Norma De La Fuente Salcido

## **VIII. MARKETING**

### **Effects of income in the decisions of the producer from the rural area of Hidalgo State 97**

Nancy Vianey Cruz Cruz, José Antonio Ávila Dorantes, Ramón Valdivia Alcalá, Ignacio Caamal Cauich, Filemón Rafael Rodríguez Hernández y Martín Espinosa Ramírez

---

# CARACTERIZACIÓN Y PARAMETROS DEGRADATIVOS DE PASTA DE CALABACILLA LOCA, HARINAS DE MEZQUITE, HUIZACHE, FRIJOL Y SORGO DULCE HÍBRIDO EN BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE

Nutritional Characterization and Degrading Parameters of Buffalo Gourd Cake, Flours of Mesquite, Acacia, Bean and Hybrid Sweet Sorghum in Milk Cows

Fanny Olivia Reveles Saucedo<sup>1\*</sup>, Francisco Oscar Carrete Carreón<sup>1</sup>, Rigoberto Rosales Serna<sup>2</sup>, Nadjeli Gabriela Serna Campos<sup>1</sup>, Carlos Urban Häubi Segura<sup>3</sup>, José Asunción Toca Ramírez<sup>1</sup>, Mayela Patricia Gallegos De La Hoya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carr. Mezquitil Km 11.5, Durango, Dgo., México. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias- Durango, Dgo.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Aguascalientes. Centro de Ciencias Agropecuarias.  
e-mail: fannyors@yahoo.com.mx

## RESUMEN

Los altos costos en alimentación del ganado bovino productor de leche, inducen la búsqueda de nuevos insumos. La industria de biocombustibles líquidos genera residuos orgánicos con potencial en alimentación animal. El objetivo fue caracterizar y determinar parámetros de degradación *in situ* de pastas y harinas resultantes de procesos de extracción de aceites o carbohidratos solubles en especies vegetales ruderales y cultivadas en Durango, México. Las muestras fueron pasta de calabacilla loca (PCL), versus pastas de girasol (PG) y canola (PCan); harinas de mezquite (HMZ), huizache (HHZ), frijol (HF) y sorgo dulce híbrido (HSH). Se utilizó un Diseño Completamente al Azar y ANOVA para los datos de composición química. La degradabilidad *in situ* se analizó mediante regresión no lineal para establecer: fracción soluble al tiempo cero (a), fracción insoluble, pero potencialmente degradable (b), tasa constante de degradación de "b" (c), degradabilidad potencial (DP) y degradabilidad efectiva (DE) de MS. La comparación de medias se obtuvo mediante diferencia significativa honesta de Tukey. Se observaron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para las variables evaluadas. Las pastas presentaron el valor mayor de MI, PCL en PC (45.1%), HF en hemicelulosa (42.9%), celulosa en HMZ (34.6%) y HSH (32.1%),

lignina en PCL (10.4%), HMZ (9.0%) y PG (8.0%). Las "a" fluctuaron entre 1% (HHZ) y 45% (PCL). La HF registró mayor "b" (79%) y DP (100%), la PCL no presentó diferencias en "a" ( $p < 0.05$ ) con respecto a la PCan (42%), PG (40%) HSH (40%), ni HMZ (28%). La PCL tampoco presentó diferencias en DE (62.0%) con PG (64.0%), en "c" ( $12\% \text{ h}^{-1}$ ) solo fue diferente a la HSH ( $0.01\% \text{ h}^{-1}$ ). Se identificaron alternativas de materia prima de origen vegetal en Durango, las cuales podrían usarse para producir suplementos alimenticios de bajo costo para ganado, evitando la utilización de cultivos básicos en alimentación humana.

**Palabras clave:** cinética, degradabilidad, digestibilidad, *situ*, canola, girasol

## SUMMARY

The high costs in dairy cattle feeding induce searching new ingredients. The liquid biofuels industry generates organic wastes with potential use in animal feed. The objective was to characterize and evaluate degrading parameters *in situ* of cakes and flours from oil extraction processes or soluble carbohydrates of ruderals and cultivated plants species in Durango, Mexico. The samples were buffalo gourd cake (PCL) versus sunflower (PG) and canola (PCAN) cakes; flours of mesquite

te (HMZ), acacia (HHZ), beans (HF) and hybrid sweet sorghum (HSH). Data were taken for chemical composition; analysis of variance was obtained using a Complete Randomized Design. *In situ* degradability was analyzed using no lineal regression to determine: soluble fraction at zero time (a), insoluble, but potentially degradable fraction (b), rate of degradation of "b" (c), potential (PD) and effective degradability (DE) of MS. Means comparison was obtained with the Honest Significant Difference (HSD) of Tukey. Highly significant differences ( $p < 0.01$ ) were observed between species for all the evaluated variables. Higher and significant values were recorded in the cakes for ashes, protein in PCL (45.1%), hemicellulose in HF (42.9%), cellulose in HMZ (34.6%) and HSH (32.1%), lignin in PCL (10.4%), HMZ (9.0 %) and PG (8.0%). Soluble fraction at time zero (a), ranged from 1% in (HHZ) to 45% (PCL). HF showed the highest values of "b" (79%) and DP (100%). The "a" of PCL (45%) was not different ( $p < 0.05$ ) from PCAN (42%), PG (40%), HSH (40 %) nor HMZ (28%). The PCL was different in DE (62.0%) with PG (64.0%), and its "c" ( $12\% \text{ h}^{-1}$ ) was different from HSH ( $0.01\% \text{ h}^{-1}$ ). Alternative plant feedstock was identified in Durango which could be used to produce low cost cattle feed supplements avoiding the utilization of basic crops for human feeding.

**Key words:** kinetics, degradability, digestibility, *situ*, canola, sunflower

## INTRODUCCIÓN

La ganadería de bovinos productores de leche, es una actividad económica importante en el Estado de Durango, México. En esta entidad, en el año 2014 se produjeron 1'036'137 miles de litros de leche, lo que corresponde a una aportación del 9.2% del total nacional (SIAP, 2014). Sin embargo, dos limitantes para mantener y elevar esta producción, son los altos costos de alimentación y disponibilidad de insumos nutricios. En el Estado, existen especies vegetales ruderales, arvenses, ornamentales y cultivadas que son subutilizadas debido al

desconocimiento de los componentes químicos de sus órganos. Estas plantas representan una fuente alternativa de grasas, carbohidratos y proteína. Estos componentes químicos pueden ser aprovechados tanto en la industria de bioenergéticos (Lourenço *et al.*, 2007) como en la obtención de componentes nutricios de valor agregado para la alimentación animal. La calabacilla loca (*Cucurbita foetidissima*) contiene un alto contenido de lípidos (Reveles *et al.*, 2010) que después de ser extraído para procesos industriales, la pasta resultante puede contener componentes de importancia nutricia, compitiendo así con las pastas de girasol (*Helianthus annuus*) y canola (*Brassica napus*), utilizadas actualmente por los productores locales como ingrediente alimenticio en bovinos. Otras especies subutilizadas en la región son el mezquite (*Prosopis laevigata*), huizache (*Acacia* spp.) y granza de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Paralelamente y en la obtención de mejoras nutricias y rendimientos en cultivos de forraje, Rosales *et al.* (2010), obtuvieron un sorgo híbrido, resultado de la selección que hicieron sobre variedades de sorgo dulce adaptadas en el Estado de Durango, México, obteniendo las variedades TOM3 y Lico, las cuales superaron a híbridos comerciales tanto en la producción de forraje como en los porcentajes de etanol producido y digestibilidad *in vitro* alcanzados (Reveles *et al.*, 2010; Rosales *et al.*, 2012). Lo anterior podría complementar la nutrición e identificación de materias primas económicamente redituables para la producción de insumos con doble propósito (industrial y alimentación animal) en el Estado de Durango. No obstante, se requiere mayor información acerca de la composición química y valor nutricional de las pastas y harinas resultantes de los procesos de extracción de aceites o carbohidratos solubles contenidos en estas especies vegetales. Por ello, el objetivo de este trabajo fue caracterizar y determinar parámetros de degradación de pasta de calabacilla loca (versus girasol y canola), harinas de mezquite, huizache, frijol y sorgo dulce híbrido en bovinos productores de leche.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestras

**Especies utilizadas.** Las pastas y harinas evaluadas en el presente trabajo, provienen de especies vegetales obtenidas en el estado de Durango, las cuales fueron seleccionadas en un estudio previo (Reveles *et al.*, 2010) donde se evaluó su potencial para producción de bioenergéticos (biodiesel y etanol) y alimentación animal. Las especies con elevado contenido de lípidos fueron calabacilla loca (*Cucurbita foetidissima*), canola (*Brassica napus*) y girasol (*Helianthus annuus*); las muestras seleccionadas por su contenido de carbohidratos solubles fueron sorgo dulce (*Sorghum bicolor*) híbrido variedad LICO y TOM, frijol (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Pinto Saltillo), mezquite (*Prosopis laevigata*) y huizache (*Acacia* spp.). Se recolectaron vainas de mezquite (MZ), semillas de calabacilla loca (CL), canola (Can), girasol (G), huizache (HZ) y frijol (F). El sorgo dulce híbrido LICO y TOM fue producido en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Durango (INIFAP-Durango) y se utilizó la planta completa (SH).

**Pastas y harinas.** Las harinas fueron producidas en el INIFAP-Durango. Para ello, MZ, HZ, F, CL, G y Can fueron molidas utilizando un molino Thomas-Wiley Miller Lab, Modelo 4 con malla de 2 mm. Las harinas de MZ, HZ y F se mezclaron con agua (1:2) para extraer carbohidratos solubles; al SH se le exprimó jugo para producción de etanol. Los residuos de estos procesos fueron deshidratados a 60 °C en una estufa de calentamiento marca RIOSSA (Reveles *et al.*, 2010), correspondiendo a las harinas utilizadas en el presente estudio. Debido al contenido lipídico, la molienda de la CL, Can y G produjeron pastas (P), a éstas se les extrajo contenido de aceite mediante solventes orgánicos, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FMVZ-UJED). Las pastas desengrasadas se colocaron al sol para eliminar restos del solvente.

### Caracterización química

Además de la extracción de aceite, los análisis químicos fueron realizados en el Laboratorio de nutrición de la FMVZ-UJED, ubicada en el km 11.5 carretera Durango - El Mezquital, localizada a 24° 10' 00'' N y 104° 40' 00'' O a una altitud de 1890 msnm. El clima predominante en la región es seco templado y cálido con régimen de lluvias en verano y variación fuerte de temperatura [BS<sub>1</sub>kw (w) (e)]. Los valores anuales promedio de temperatura son 18 °C y precipitación 574 mm (INEGI, 2011). A las muestras se les determinó MS, MI y PC (AOAC, 1990); EE (extracción continua con éter de petróleo, Soxhlet modelo 2055, Foss Tecator), FDN, FDA, LDA, hemicelulosa, celulosa y lignina (Van Soest y colaboradores, 1991).

### Degradabilidad *In Situ*

La evaluación de la degradabilidad *in situ* de las muestras, se realizó en el Centro de Ciencias Agropecuarias (CCA) de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). El CCA se encuentra en el poblado de Jesús María, Aguascalientes, localizado a 21° 58' 00'' N y 102° 21' 00'' O a una altitud de 1880 msnm. El clima predominante en la región es seco semi-cálido con régimen de lluvias en verano y variación fuerte de temperatura [BS<sub>1</sub>hw (e)] (García, 1987). Se usó la técnica de la bolsa de nylon descrita por Ørskov (1982) y para su realización se utilizaron dos vacas adultas de 450 kg de peso, de raza Holstein fistuladas del rumen. Las bolsas de polyester (20 X 10 cm, porosidad de 53 ± 10 µ, Ankom Technology, Fairport, NY, USA) conteniendo 5 g de muestra, se incubaron en el rumen de cada animal, a intervalos de 0, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72, 96 y 144 h. Al término de la incubación, todas las bolsas se extrajeron y enjuagaron con agua corriente. Los residuos se secaron en una estufa a 50 °C (Blem modelo C-4850-Q, USA) hasta alcanzar peso constante, el cual fue registrado para determinar el porcentaje de MS. Las sub-muestras de las fracciones indigestibles de cada especie se incineraron en una mufla (Ther-

molyne Sybron, type 30400 Furnace, USA) a 500 °C para determinar el porcentaje de MI. Se realizaron las curvas de cinética de degradación ruminal y se estimaron los parámetros “a” (fracción soluble al tiempo cero), “b” (fracción insoluble, pero potencialmente degradable), “c” (tasa constante de degradación de “b”), a + b (degradabilidad potencial, DP). Con el modelo  $DE = (a + b * c)/(c + Kp)$  se determinó la degradabilidad efectiva (DE) de la MS.

## Análisis Estadístico

Los datos de los análisis químicos de las muestras, se analizaron con un diseño completamente al azar, por duplicado para cada especie. Los datos obtenidos de la degradabilidad *in situ*, se analizaron mediante regresión no lineal para estimar los parámetros degradativos a, b, c, DP y DE. El análisis de varianza para todas las variables se obtuvo mediante el comando PROC GLM del programa estadístico SAS® (2003). La comparación de medias se realizó con base en la diferencia significativa honesta (DSH) de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización Nutricional

Se observaron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre las especies para las variables MI, PC y GC de las muestras evaluadas. La pasta de girasol (PG) mostró el valor más alto de MI, pero similar ( $p < 0.01$ ) al valor presentado por las pastas de calabacilla loca (PCL) y canola (PCan) (Cuadro 1). Las especies oleaginosas presentaron mayor contenido de minerales en contraste con las harinas de SH (HSH), MZ (HMZ), frijol (HF) y HZ (HHZ). Lo anterior pudo deberse al tratamiento previo de extracción de carbohidratos solubles al que HMZ, HF y HHZ fueron sometidas, y que el solvente haya contribuido a la extracción de compuestos como proteínas y minerales afines. Por su parte, el SH pudo haber perdido una cantidad con-

siderable de minerales en el jugo que se le extrajo, ya que éstos se encuentran principalmente como sales inorgánicas y electrolitos, sin formar parte considerable de la MS (FAO, 1994).

El contenido de PC fue mayor en la PCL (45.1 %) similar ( $p < 0.01$ ) a la PG, siendo menor y diferente el contenido de PC de la PCan. Los valores altos de PC son esperados al someter oleaginosas a procesos de extracción de sus componentes lipídicos, lo cual la PCL no fue la excepción. Actualmente, la PCan se encuentra en el mercado local como ingrediente alimenticio en raciones para rumiantes, pero la PCL puede presentar potencial en esa área. Respecto a las harinas, la HMZ presentó un valor de PC mayor que el reportado en literatura (Reveles *et al.*, 2010). En contraste, las HHZ y HSH mostraron valores menores. Lo anterior pudo deberse a que las albúminas, presentes en la semilla de varias especies de *Acacia* (Parmar *et al.*, 2010), son solubles en agua y pudieron haber sido extraídas durante el tratamiento con este solvente. En el caso del SH, el jugo que le fue extraído para elaborar etanol, contenía la mayor proporción de este componente nutricional (FAO, 1994) lo que se vio reflejado en la HSH, así el contenido de PC tuvo el mismo patrón de disminución que el de minerales. El contenido más alto de grasa se observó en PCL (7.7 %) valor similar ( $p < 0.01$ ) con la pasta de uso comercial de G. Los valores de GC de las pastas indican que todavía pueden ser sujetas a extracción de lípidos aprovechables para usos industriales alternos, por lo que la falta de eficiencia de extracción, tuvo un papel predominante en la caracterización de estas muestras.

**Cuadro 1. Caracterización nutricional de pastas y harinas evaluadas en Durango.**

Especie	<sup>1</sup> MI	PC	GC	FDN	FDA	LDA	HEMI	CEL	LIG
% en base seca									
Mezquite	3.3 <sup>c</sup>	15.5 <sup>c</sup>	1.3 <sup>c</sup>	53.2 <sup>a</sup>	43.6 <sup>a</sup>	9.0 <sup>ab</sup>	9.6 <sup>c</sup>	34.6 <sup>a</sup>	9.0 <sup>a</sup>
Huizache	2.7 <sup>c</sup>	16.0 <sup>c</sup>	0.8 <sup>cd</sup>	32.7 <sup>bc</sup>	16.6 <sup>d</sup>	2.3 <sup>de</sup>	16.0 <sup>b</sup>	14.3 <sup>cd</sup>	2.3 <sup>cd</sup>
Frijol	3.2 <sup>c</sup>	17.7 <sup>c</sup>	0.6 <sup>d</sup>	54.6 <sup>a</sup>	11.7 <sup>e</sup>	0.4 <sup>e</sup>	42.9 <sup>a</sup>	11.3 <sup>de</sup>	0.4 <sup>d</sup>
Girasol	7.0 <sup>a</sup>	42.5 <sup>a</sup>	7.3 <sup>ab</sup>	39.5 <sup>b</sup>	26.3 <sup>c</sup>	8.3 <sup>b</sup>	13.2 <sup>bc</sup>	18.0 <sup>b</sup>	8.0 <sup>a</sup>
Canola	6.3 <sup>a</sup>	36.6 <sup>b</sup>	6.8 <sup>b</sup>	29.6 <sup>c</sup>	16.5 <sup>d</sup>	5.8 <sup>c</sup>	13.1 <sup>bc</sup>	10.7 <sup>e</sup>	5.2 <sup>b</sup>
Calabacilla L	6.8 <sup>a</sup>	45.1 <sup>a</sup>	7.7 <sup>a</sup>	39.4 <sup>b</sup>	27.7 <sup>c</sup>	11.1 <sup>a</sup>	11.7 <sup>bc</sup>	16.6 <sup>bc</sup>	10.4 <sup>a</sup>
Sorgo híbrido	4.3 <sup>b</sup>	3.9 <sup>d</sup>	0.8 <sup>cd</sup>	52.0 <sup>a</sup>	36.2 <sup>b</sup>	4.1 <sup>cd</sup>	15.9 <sup>b</sup>	32.1 <sup>a</sup>	4.1 <sup>bc</sup>
CV (%)	3.5	4.9	2.9	4.2	3.1	5.0	8.6	4.2	5.8
DSH <sub>0.05</sub>	0.7	4.9	0.6	7.4	3.8	2.2	5.1	3.1	2.4

<sup>1</sup>MI=materia inorgánica; PC=proteína cruda; GC=grasa cruda; FDA=fibra detergente neutra; FDA=fibra detergente ácida; LDA=lignina digestión ácida; HEMI=hemicelulosa; CEL=celulosa; LIG=lignina; Calabacilla L= Calabacilla Loca; CV= coeficiente de variación; DSH= diferencia significativa honesta ( $p < 0.05$ ). <sup>a-e</sup> Literales diferentes en la misma columna expresan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Entre las especies evaluadas se presentaron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) por su contenido de carbohidratos estructurales. Los valores más altos de FDN los presentaron la HF, HMZ (53.2 %) y HSH (52.0 %). Existen registros que altos contenidos de FDN en la dieta incrementan el número de rumias por día, el tiempo de masticación por unidad de ingesta de MS y disminuye la tasa de pasaje de FDN desde el rumen (Martínez *et al.*, 2002), no obstante el tamaño de partícula debe producir un efecto diferente. La PCan y la HHZ tuvieron los valores menores de FDN, lo cual hace que estas especies pudiesen ser más digestibles, especialmente la canola.

El contenido de FDA fue mayor y diferente ( $p < 0.01$ ) en la HMZ. La HF presentó el menor valor ( $p < 0.01$ ), seguido de la HHZ y PCan. Estos resultados pueden sugerir baja eficiencia en la obtención de carbohidratos solubles (almidón, glucosa, sacarosa) mediante el solvente acuoso utilizado para el frijol y huizache. La PCL presentó el contenido más alto ( $p < 0.01$ ) de LDA, seguida de la HMZ y la PG. Esta disminución en la calidad nutritiva de las harinas y pastas, respecto a los contenidos reportados en literatura de las especies sin procesar, posible-

mente se acentuaron por varios factores. Entre éstos, el incremento en la proporción de la testa proveniente de las semillas, la cual está constituida principalmente de cutícula, compuestos fenólicos, pectinas, celulosa y otros componentes de difícil digestión. En otras especies se puede mencionar la lignificación del pericarpio y endocarpio, como el caso de la vaina de mezquite; así como de las fibras y tejido epidérmico del tallo en sorgo dulce.

El contenido de hemicelulosa de la HF fue mayor ( $p < 0.01$ ) al resto de las especies mientras que el valor mayor de celulosa lo presentaron las harinas de MZ y SH. Estos atributos permiten que la glucosa contenida en los carbohidratos de estas especies sea de lenta liberación y digestión, además el contenido de fibra pueda beneficiar la producción de ácido graso volátil acético en la fermentación ruminal con la consecuente producción de grasa en leche. El mayor contenido de lignina se observó en la PCL, sin embargo este valor no fue diferente ( $p < 0.01$ ) al valor presentado por la HMZ y PG. Ésta característica se relacionó con una disminución de digestibilidad de los residuos obtenidos de estas especies.

## Degradabilidad *In Situ*

**Parámetros de Degradabilidad.** Se observó variación ( $p < 0.05$ ) entre especies sobre los parámetros degradativos evaluados en el presente trabajo (Cuadro 2). A excepción de la HHZ, la mayoría de las especies mostraron valores altos de elementos solubles al tiempo cero (a), con valores que fluctuaron entre 45 % en PCL y 22 % en HF. La HHZ mostró (1 %) el menor porcentaje de “a”, lo cual podría estar relacionado con sus características celulares, así como la estructura y composición de carbohidratos presentes en los cotiledones, lo que impide el acceso libre de las

enzimas al almidón (McCrary *et al.*, 2010). Además, el contenido de amilosa que conforma parte del almidón en leguminosas, se ha asociado con la capacidad de retrogradación, lo cual puede reducir la tasa digestiva de este compuesto. En estudios con humanos, la digestibilidad lenta del almidón es observada durante su tránsito en el intestino delgado, favoreciendo que una proporción importante llegue al colon humano sin digerir, contribuyendo al incremento de organismos (bacterias sacarolíticas) y compuestos que participan en la producción de butirato y control de cáncer de colon (Hangen y Bennink, 2002).

Cuadro 2. Parámetros de degradabilidad *in situ* de materia seca en pastas y harinas evaluadas en Durango.

Especie	<sup>1</sup> a, %	b, %	DP, %	DE, %	TCD (c) h <sup>-1</sup>
Calabacilla loca	45 <sup>a</sup>	24 <sup>d</sup>	68 <sup>d</sup>	62 <sup>b</sup>	0.12 <sup>ab</sup>
Canola	42 <sup>a</sup>	43 <sup>c</sup>	85 <sup>b</sup>	74 <sup>a</sup>	0.14 <sup>a</sup>
Girasol	40 <sup>a</sup>	34 <sup>cd</sup>	74 <sup>c</sup>	64 <sup>b</sup>	0.12 <sup>ab</sup>
Sorgo	40 <sup>a</sup>	47 <sup>bc</sup>	86 <sup>b</sup>	49 <sup>c</sup>	0.01 <sup>c</sup>
Mezquite	28 <sup>ab</sup>	22 <sup>d</sup>	50 <sup>f</sup>	42 <sup>d</sup>	0.08 <sup>b</sup>
Frijol	22 <sup>b</sup>	79 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	72 <sup>a</sup>	0.09 <sup>b</sup>
Huizache	1 <sup>c</sup>	58 <sup>b</sup>	59 <sup>e</sup>	38 <sup>e</sup>	0.09 <sup>b</sup>
Promedio	31	43	0.74	56	0.09
CV. %	14.2	11.8	2.40	2.8	12.8

<sup>1</sup>a= Fracción soluble al tiempo cero; b= Fracción insoluble, pero potencialmente degradable; DP= degradabilidad potencial; DE= degradabilidad efectiva; TCD= tasa constante de degradación; CV= coeficiente de variación. <sup>a-e</sup> Literales diferentes en la misma columna expresan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) ó altamente significativas ( $p < 0.01$ ).

El valor más alto ( $p < 0.05$ ) de la fracción insoluble potencialmente degradable (b) fue el registrado por la HF (79 %), seguida de la HHZ (58 %). El frijol mostró una porción alta de carbohidratos (almidón resistente) que se degradan lentamente, que en el caso de humanos, favorece la sensación de saciedad y evita el incremento repentino de glucosa en sangre, observándose un bajo índice glucémico en los alimentos que lo contienen (Vatanasuchart *et al.*, 2009; McCrary *et al.*, 2010). A pesar de lo anterior, se desconoce el efecto de estos compuestos

en la fisiología digestiva de rumiantes y nutrición de las bacterias del rumen. Se ha demostrado que la ingestión de una cantidad alta de carbohidratos energéticos puede ocasionar acidosis ruminal, causando en casos extremos, deceso de bovinos. También se ha llegado a establecer que el consumo de almidón altamente fermentable incrementa la disponibilidad de glucosa y estimula el aumento en la cantidad de bacterias ruminales (amilolíticas) y producción de ácidos grasos volátiles (Owens *et al.*, 1998; Schwartzkopf-Genswein *et al.*, 2003).

Se considera que la mayor proporción de los compuestos alimenticios degradados rápidamente en las muestras, corresponden a restos de azúcares y a proteínas. Es necesario establecer el efecto de la rápida degradación de la proteína de especies como la CL, HZ, MZ y SH sobre el amoníaco ruminal y urea en sangre, lo que incrementa pérdidas urinarias de N, reduce la eficiencia metabólica y aumenta el N indigestible por microbios ruminales (Abadi *et al.*, 2011). En algunos estudios sobre el MZ y sorgo dulce, se ha demostrado que es posible que parte de la proteína dietaria y otros nutrimentos, también contenidos en estas especies, pasen el rumen sin modificaciones significativas y que contribuyan en el flujo de aminoácidos y péptidos en el duodeno (Choi *et al.*, 2002; Abadi *et al.*, 2011) e íleon, donde son absorbidos eficientemente (Budag y Bolat, 2010).

Se han evaluado diferentes métodos para reducir la degradabilidad de la proteína de otras especies vegetales en el rumen, incrementando con ello la proporción de proteína dietaria de paso ruminal (Dixon y Hosking, 1992). A su vez, se ha establecido que especies leguminosas muestran reducido valor nutricional antes de un tratamiento térmico (Liener y Thompson, 1980) y su digestibilidad en rumen es baja. En el presente estudio, éstas especies mostraron valores de DE mayores al 50 %. Hadjipanayiotou y Economides (2001) consideran que una alta degradación ruminal de las proteínas contenidas en las semillas, puede ser un inconveniente debido a que es necesaria una mayor cantidad de proteínas que toleren el tránsito hasta el intestino delgado. A su vez, Budag y Bolat (2010), afirman que la resistencia de la proteína a la fermentación ruminal, puede incrementar el valor nutricional de los alimentos, si es que éstos tienen la cualidad de contribuir en una mayor cantidad de aminoácidos que llegan al íleon. No obstante, una reducida digestibilidad de la proteína en rumen, puede limitar la síntesis de las bacterias proteolíticas (Castillo *et al.*, 2009).

La HF mostró una DP ( $p < 0.05$ ) del 100 %, este valor fue seguido por la HSH (86 %) y PCan (85 %), ambas similares entre sí ( $p < 0.05$ ). La PCL presentó una DP mayor que la HHZ y HMZ, pero fue menor a lo observado con la PG. Estos resultados sugieren la posibilidad de utilizar la granza de frijol y la HSH como elementos importantes de raciones alimenticias para ganado bovino. No obstante, es necesario considerar que en el frijol crudo se deben eliminar los factores antinutricionales, como los inhibidores de tripsina, lectinas y ácido fítico. En el caso de bovinos, existen estudios que han establecido la necesidad de identificar los niveles apropiados de adición de grano de frijol para optimizar el aumento de peso corporal por kilogramo de alimento ofrecido al ganado (Núñez *et al.*, 2011). Estos autores reportan que la inclusión de frijol en los suplementos alimenticios permitió ganancias de peso corporal de  $1.5 \text{ kg día}^{-1}$ , pero consideran necesario establecer métodos eficientes para la utilización a gran escala de esta leguminosa, durante la etapa de finalización de animales productores de carne.

La PCan (74 %) y HF (72 %) mostraron los valores más altos para la degradabilidad efectiva (DE). Los resultados obtenidos con frijol superaron los obtenidos en estudios que fueron realizados en otras leguminosas, como la semilla de haba (57.1 %), aunque también se observó superioridad en la DE con respecto al girasol (43.8 %) en una tasa de pasaje de  $0.08 \text{ h}^{-1}$  (Hadjipanayiotou y Economides, 2001). En otros estudios se evaluó la degradabilidad efectiva de diferentes especies, registrándose valores entre 27.1 y 41.0 % (Prakash *et al.*, 2006). La PCL mostró una DE similar ( $p < 0.05$ ) a la PG, la cual es conocida por sus atributos en la alimentación animal, colocando así a la PCL con potencial como ingrediente en la alimentación en bovinos. Aunque la HHZ presentó la menor DE, la mayoría de las especies incluidas en el presente estudio, mostraron valores altos en este parámetro degradativo, lo cual las hace útiles para la alimen-

tación de rumiantes en Durango, siempre y cuando se corrobore su eficiencia en el mejoramiento de la productividad de bovinos productores de leche.

La tasa constante de degradación ( $c$ ) fue superior ( $p < 0.05$ ) en PCan ( $14 \% h^{-1}$ ), PCL ( $12 \% h^{-1}$ ) y PG ( $12 \% h^{-1}$ ). Cabe notar que en la semilla de canola, la extracción casi total de su contenido de lípidos, favorece la proporción de otros compuestos nutricionales como proteínas y carbohidratos solubles, lo cual se ve reflejado en la pasta evaluada, favoreciendo a su vez, la digestibilidad de esta especie y su conocida efectividad en la alimentación animal. Al presentar tasas similares, la PCL se coloca como una especie vegetal con potencial para ser ingrediente proteínico alternativo. Los valores observados en el presente estudio fueron similares en relación con el intervalo obtenido en otros trabajos en los que se registraron promedios entre  $29.3 \% h^{-1}$  en *Acacia angustissima* y  $7.5 \% h^{-1}$  en *Saurauia scabrída* (Jiménez *et al.*, 2008). La HSH presentó la menor tasa constante de degradación con  $1 \% h^{-1}$ , superando este valor la HMZ con una degradación del  $8 \% h^{-1}$ , mientras que las HF y HHZ se degradaron  $9 \% h^{-1}$ . Datos que pueden indicar al productor cuál de estos ingredientes le beneficiaría utilizar.

**Cinética De La Degradabilidad *In Situ*.** Se observaron diferentes respuestas en la cinética de la degradabilidad de la MS de las pastas y harinas evaluadas. La HF mostró una reducida cantidad de materia con rápida solubilidad (22 %), posteriormente registró una tasa lenta de degradación de los componentes potencialmente digeribles lo que alcanzó el punto máximo (casi 100 %) cerca de 50 h después del ingreso al rumen (Figura 1). La especie con mayor velocidad de degradación fue la PCan, la cual mostró una proporción de materias solubles del 42 % y la degradación de la materia digestible (85 %) se realizó alrededor de 30 h después de la introducción del alimento en el rumen. En el caso de la HSH se observó una alta cantidad de material soluble al inicio del proceso de degradación (40 %) y éste fue incrementándose paula-

tinamente hasta alcanzar valores máximos (86 %) cerca de 100 h de incubación ruminal. La PG mostró un valor alto de material soluble en el tiempo cero (40 %) y el valor máximo (74 %) se alcanzó entre 28 y 30 h después de su ingreso en el rumen.

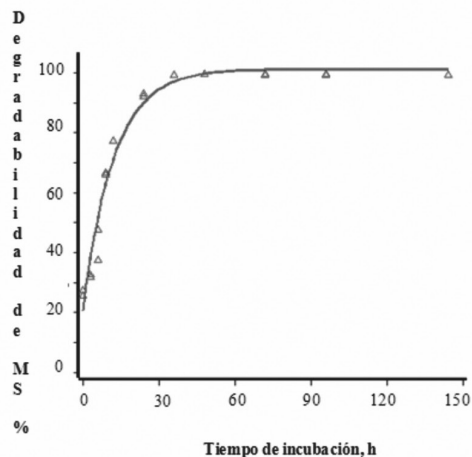
La PCL presentó una alta proporción de componentes solubles (45 %) y su valor máximo de la degradación de materia seca (68 %) lo obtuvo antes de 30 h (Figura 2). En contraste, la HHZ mostró una baja proporción de componentes solubles (1 %) mientras que el valor máximo de la degradación de su materia seca (59 %) fue observado cerca de las 100 h de iniciado el proceso fermentativo. En el caso de la HMZ, ésta tuvo una proporción de componentes solubles cercana al 28 % con un valor máximo de degradación de materia seca (50 %) alcanzada antes de 30 h, aunque después fueron registrados ligeros incrementos, ocasionados posiblemente, por errores de aproximación. El conocimiento generado en este estudio, puede utilizarse en la combinación de ingredientes. Por lo tanto, contribuir en la reducción de costos de alimentación e incremento de la calidad nutricional de las raciones alimenticias. En virtud de que esta investigación es inédita no se encontró ninguna referencia para comparar los resultados obtenidos.

## CONCLUSIONES

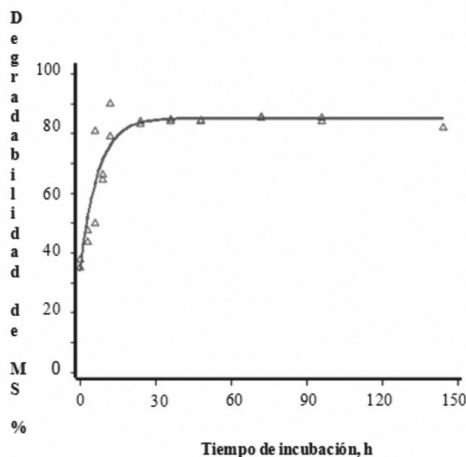
Los residuos de canola y girasol obtenidos después de la extracción de grasas pueden ser útiles en la alimentación animal, debido a sus valores altos de proteína y digestibilidad. El sorgo híbrido y mezquite pueden ser utilizados en la producción de etanol y en mezclas alimenticias para rumiantes. El frijol y huizache requieren inversión de recursos para la obtención e hidrólisis de carbohidratos por lo que su uso en la industria de los biocombustibles es limitada. Los desechos de granos de estas especies pueden ser utilizados directamente en el enriquecimiento proteico de raciones alimenticias para ganado bovino, después de eliminar los factores antinutricionales como son inhibidores de tripsina y lectinas. El conocimiento generado con el

desarrollo de este trabajo permite diferentes posibilidades para la obtención de insumos de bajo costo

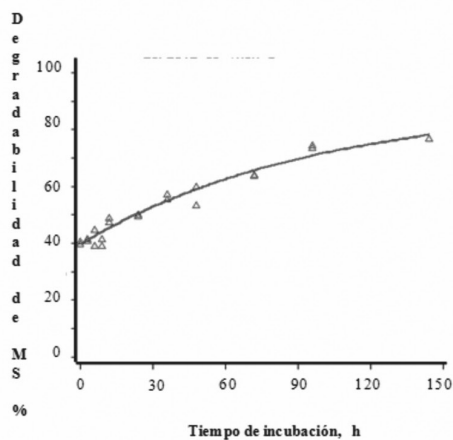
para la alimentación de ganado bovino productor de leche.



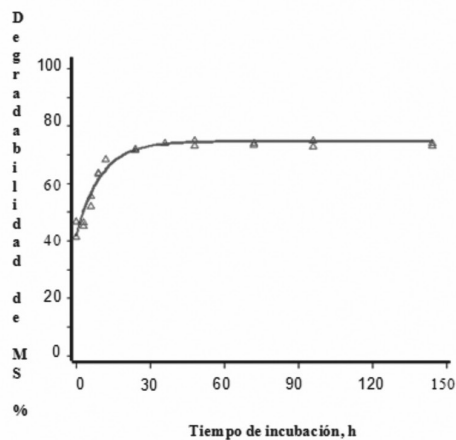
**Harina de frijol**



**Pasta de canola**

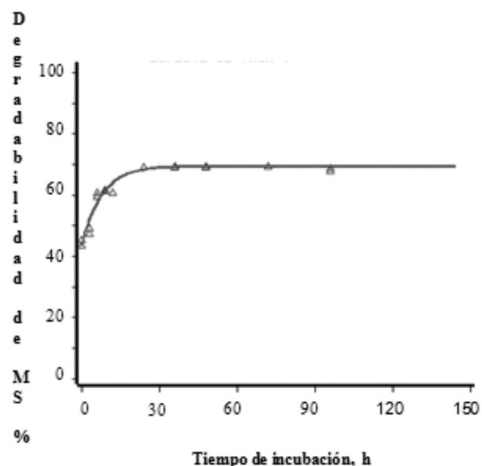


**Harina de sorgo dulce híbrido**

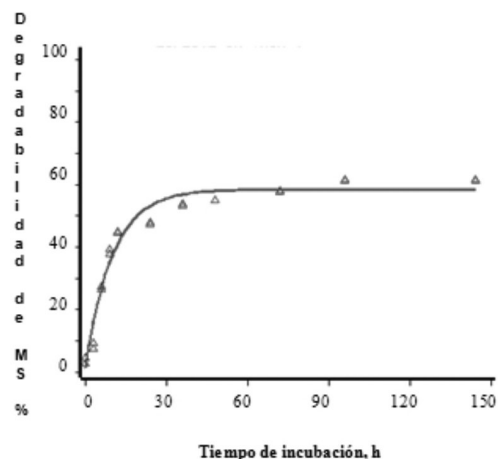


**Pasta de girasol**

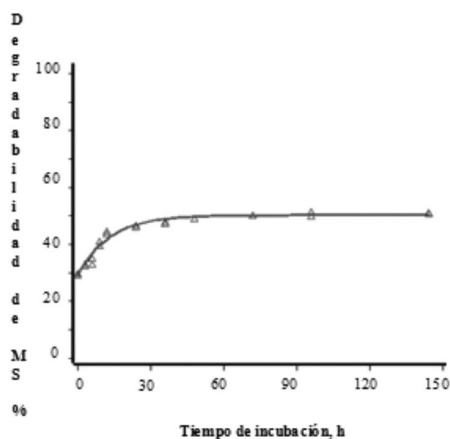
**Figura 1. Modelos exponenciales para la degradabilidad de materia seca de harina de frijol, pasta de canola, harina de sorgo dulce híbrido y pasta de girasol a diferentes tiempos de incubación ruminal.**



**Pasta de calabacilla loca**



**Harina de huizache**



**Harina de mezquite**

**Figura 2. Modelos exponenciales para la degradabilidad de materia seca de pasta de calabacilla loca, harina de huizache y harina de mezquite a diferentes tiempos de incubación ruminal.**



## LITERATURA CITADA

- Abadi, E. I. K., A. M. Tahmasbi, M. D. Mesgran, R. Valizadeh. 2011. Influence of protein sources with different degradability on performance, ruminal fermentation, blood metabolites and protozoal population in lactating dairy cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 10:43-49.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Budag, C., and D. Bolat. 2010. Effect of different protein sources on microbial protein synthesis in sheep fed maize based diets. *J. Anim. and Veterinary Advances* 9:623-630.
- Castillo, J. M., A. Rojas- Bourrillón, R. WingChing-Jones. 2009. Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con vigna (*Vigna radiata*). *Agronomía Costarricense* 33:133-146.
- Choi, C. W., A. Vanhatalo, S. Ahvenjärvi, P. Huhtanen. 2002. Effects of several protein supplements on flow of soluble non-ammonia nitrogen from the forestomach and milk production in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 102:15-33.
- Dixon, R. M., and B. J. Hosking. 1992. Nutritional value of grain legumes for ruminants. *Nutrition Research Reviews* 5:19-43.
- FAO. 1994. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Ethanol production from sweet sorghum In: L. Nan; G. Best; C. C. de Carvalho N. (eds.). Integrated energy system in China- The cold Northeastern region experience. Roma, Italia. <http://www.fao.org/docrep/T4470E00.htm>.
- García, M. E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). En: 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. p. 217.
- Hadjipanayiotou, M., and S. Economides. 2001. Chemical composition, in situ degradability and amino acid composition of protein supplements fed to livestock and poultry in Cyprus. *Livestock Research for Rural Development* 13. Consultado el 24 de septiembre de 2012. <http://www.lrrd.org/lrrd13/6/hadj136.htm>.
- Hangen, L., and M. R. Bennink. 2002. Consumption of black beans and navy beans (*Phaseolus vulgaris*) reduced azoxymethane-induced colon cancer in rats. *Nutrition and Cancer* 44:60-65.
- INEGI. 2011. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario de estadísticas por entidad federativa. Estado de Durango. México. Consultado el 3 de agosto de 2015.
- Jiménez, F. G., C. M. López, T. J. Nahed, G. S. Ochoa, B. Jong. 2008. Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México. *Vet. Mexico* 39:199-213.
- Liener, I. E., and R. M. Thompson. 1980. In vitro and in vivo studies on the digestibility of the major storage protein of the navy bean (*Phaseolus vulgaris*). *Plant Foods Hum. Nutr.* 30:13-25.
- Lourenço, N. L., P. P. A. Arraes, D. Ellis. 2007. Biofuels in Brazil: An Overview. *Crop Sci.* 47:2228-2237.
- Martínez, E. D., R. G. Pulido, L. Latrille. 2002. Efecto de la paja de trigo tratado con álcali sobre el consumo de alimento y comportamiento ingestivo de vacas lecheras. *Archivos de Medicina Veterinaria* 34:199-212.
- McCrary, M. A., B. R. Hamaker, J. C. Lovejoy, P. E. Eichelsdoerfer. 2010. Pulse consumption, satiety, and weight management. *Adv. Nutr.* 1:17-30.
- Núñez, M. O. G., L. G. Acosta, O. R. Jiménez, S. R. Rosales, L. E. Delgado, R. E. E. Araiza. 2011. Dry bean seed flour used as a protein source for feeding beef cattle. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative* 54:32-33.

- Ørskov, E. R. 1982. Protein nutrition in ruminants. Academic Press. London. Consultado el 10 de enero de 2013. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0308521X83900264>.
- Owens, F. N., D. S. Secrist, W. J. Hill, D. R. Gill. 1998. Acidosis in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 76:275-286.
- Parmar, K. A., A. N. Patel, S. N. Prajapati, R. I. Patel. 2010. Anti viral in HEL cell, HeLa cell cultures, antibacterial and antioxidant activity of *Acacia arabica* seeds extracts by the use of DPPH free radical method. *J. Chem. Pharm. Res.* 2:324-332.
- Prakash, B., M. Mondal, A. Rongsensusang, K. Hannah, C. Rajkhowa. 2006. Chemical composition and in sacco degradability of forest based fodders of Nagaland state of India in Mithun (*Bos frontalis*). *Livestock Research for Rural Development Volume 18. Article 119.* Consultado en línea el 22 noviembre de 2011. <http://www.lrrd.org/lrrd23/5/das23104.htm>
- Reveles, S. F. O., S. R. Rosales, B. C. A. Nava, L. E. Delgado, R. E. I. Cuéllar, C. F. O. Carrete, S. J. C. Ríos. 2010. Identificación de especies vegetales con potencial para la producción de biocombustibles líquidos en Durango, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1:45-54.
- Rosales, S. R., M. O. G. Núñez, B. C. A. Nava, L. G. Acosta, O. R. Jiménez, R. E. I. Cuéllar. 2010. Rendimiento forrajero y contenido de sacarosa en variedades de sorgo cultivadas en Durango, México. En: XXII Semana Internacional de la Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México. p. 533-538.
- Rosales, S. R., O. G. Núñez, B. C. A. Nava, R. Jiménez, E. I. Cuéllar, E. Herrera, J. F. Mercado. 2012. Calidad forrajera e industrial de variedades de sorgo cultivadas en Durango, México. En: 2ª. Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal – Mesa de trabajo: Pastizales y Forrajes. 28 de agosto - 1º de septiembre, Zacatecas, Zac., México. p. 177-182.
- SAS. 2003. *Statistical Analysis System. User's Guide (Release 9.1):* SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Schwartzkopf-Genswein, K. S., K. A. Beauchemin, D. J. Gibb, D. H. Jr. Crews, D. D. Hickman, M. Streeter, T. A. McAllister. 2003. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 81 (E. Suppl. 2): E149-E158.
- SIAP. 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado el 10 de noviembre de 2011. <http://www.siap.gob.mx/>.
- Van Soest, P. J., J. B. Roberson, B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Vatanasuchart, N., B. Niyomwit, K. Wongkrajang. 2009. Resistant starch contents and the in vitro starch digestibility of Thai starchy foods. *Kaset-sart J. (Nat. Sci.)* 43:178-186.

## AGRADECIMIENTOS

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCYTED) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero otorgado a través del proyecto: "Propiedades industriales de especies silvestres y cultivadas del semidesierto duranguense" Clave: DGO-2008-C01-87449.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Durango.

Laboratorio de Nutrición Animal del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA).

# TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DEL HUEVO Y TEMPERATURA EN EL PORCENTAJE DE NACIMIENTOS DE AVES DOMÉSTICAS

Egg Storage period and Temperature in Hatchability of Domestic Poultry

Jesús Antonio Beltrán Legaspi<sup>1</sup>, José Antonio Quintana López<sup>2</sup>, Gerardo Véliz Deras<sup>3</sup>, José Luis Reyes Carrillo<sup>3, 4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón, km. 7.5 Antigua carretera Torreón-San Pedro, ejido Anna, Municipio de Torreón Coahuila, México.

<sup>2</sup>Departamento de Medicina y Zootecnia de Aves Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>3</sup>Posgrado en Ciencias Agropecuarias Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna.

e-mail: jlreyes54@gmail.com

## RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto del tiempo y temperatura de almacenaje del huevo fértil de aves domésticas en el porcentaje de nacimientos de pollos, se partió de un universo de 60, 347 huevos en 3,565 lotes de diferentes aves de traspatio. El periodo de estudio comprendió de abril 2010 a mayo del 2014. Los datos obtenidos del centro de incubación fueron recolectados, clasificados y analizados estadísticamente con el programa X2 (MYSTAT, 2007). Los resultados mostraron que para un periodo de 0-8 días el tiempo de almacenamiento no hubo una diferencia significativa en los porcentajes de nacimientos, no así para un periodo de 9-19 días en donde hubo una asociación negativa de 76% ( $R^2 = 0.5776$ ), clasificados por rangos de porcentaje de nacimientos se encontró poca variación entre los diferentes promedios tanto de temperaturas como del tiempo de almacenaje, sin embargo estas diferencias no significativas tuvieron un considerable efecto en los nacimientos. Se determinó que no hubo una interacción entre las variables de temperatura a partir de las 24 horas de almacenamiento, ya que las temperaturas influyeron en el porcentaje de nacimientos en cada momento que presentaron una variación independientemente del tiempo de almacenamiento. Para almacenamientos menores a 24 horas se encontró

una respuesta significativa para baja temperaturas, esto probablemente debido a que en las primera horas el embrión presenta una formación incompleta del hipogloso lo cual es esencial para iniciar una etapa de incubación o almacenamiento más prolongado.

**Palabras clave:** incubabilidad, muerte embrionaria, nacimiento, periodo, pollito

## SUMMARY

In order to determine the effect of storage time and temperature of domestic bird fertile egg hatchability in chickens, this work was based on a universe of 60,347 eggs located in 3,565 lots of different backyard birds. The study period comprised from April 2010 to May 2014. Data from the incubation center were collected, classified and analyzed statistically with X2 program (MYSTAT, 2007). The results showed that, for a period of 0-8 days of storage time, no significant variance was found in the percentages of births, but not for a period of 9-19 days where there was a negative association of 76% ( $R^2 = 0.5776$ ), classified by ranges hatchability a little variation across both average temperatures and the storage time was found, however these differences were not significant showed a considerable effect on births. It was determined that there

was no interaction between the variables of temperature after 24 hours of storage, as temperatures influenced the percentage of births in every moment presented a variation regardless of storage time. For smaller storage time to 24 hours a significant response to low temperatures was found, this probably because in the first hours the embryo present an incomplete formation of the hypoblast one which is essential to start an incubation step or longer storage time.

**Key words:** chicken, death embryo, hatchability, hatching, period

## INTRODUCCIÓN

A nivel de producción industrial, los huevos para incubación son almacenados en las granjas por un periodo de tres días, en tanto son enviados a los sitios de incubación, colocándolos en refrigeradores a temperaturas alrededor de 15 a 20 °C y una humedad relativa de 75 a 80% (Fasenko, 2007). Diversos estudios han encontrado, correlaciones entre la temperatura y el tiempo de almacenaje. El efecto negativo del almacenamiento sobre la mortalidad embrionaria ha sido señalado por los investigadores desde hace algún tiempo (Merritt, 1964; Arora and Kosin, 1966; Sittman *et al.*, 1971; Mather y Laughlin, 1976). Se ha probado que la mortalidad embrionaria, incluso antes de la incubación se puede medir y que la mortalidad aumenta por el alargue del tiempo de almacenamiento (Fasenko *et al.*, 1992). Una incubabilidad óptima después de un largo almacenaje (> 14 días) fue lograda cuando la temperatura de almacenaje fue cercana a 12 °C (Olsen and Haynes, 1948; Funk and Forward, 1960), pero la temperatura de 15 °C fue mejor para huevos almacenados a ocho días, y a 18 °C se mejoró dicha incubabilidad para un almacenaje de dos días (Kirk *et al.*, 1980). Por el contrario, Mayes y Takeballi (1984), concluyeron que en los periodos de almacenaje corto, son requeridas temperaturas más altas para una máxima incubabilidad. Considerando los problemas de climas cálidos El Jack y Kaltofen (1969), encontraron que la incubabilidad

de huevos almacenados por tres días a 15 °C fue más reducida que la incubabilidad de huevos almacenados a 29.5 ó 32 °C. Respecto al periodo de pre almacenamiento de la incubación se dice que no tiene efecto en la incubabilidad cuando el tiempo de almacenamiento es más corto que siete días y que pueden ser perjudiciales cuando el tiempo de almacenamiento es más prolongado (Fasenko 2007; Reijrink 2009 *et al.*, 2009).

En la ovoposición, el huevo contiene una alta concentración de dióxido de carbono que empieza a escapar después de la puesta y durante el almacenamiento, dando lugar a un aumento en el pH de la albúmina. Esto es importante porque la actividad inicial de desarrollo es controlada por el pH enzima dependiente. El exceso de pérdida de dióxido de carbono hace que la albúmina tenga un pH excesivamente alto y esto afecta negativamente la iniciación del desarrollo embrionario. Si la pérdida de dióxido de carbono es demasiado baja, el pH de la albúmina también será demasiado bajo y dará como resultado que los huevos que son “demasiado frescos” no empollarán como los almacenados durante 3-4 días. Este proceso de pérdida de dióxido de carbono es también dependiente de la temperatura y puede ser estimulada por el enfriamiento después de la ovoposición (Lapao *et al.*, 1999)

Considerando que en las zonas en donde se tienen temperaturas altas del ambiente durante los meses de verano, la producción de huevos puede verse afectada negativamente (Fasenko, 2007). En climas secos semi-cálidos y secos templados como los que prevalecen en la Región Lagunera (INEGI, 2009) aunado al tiempo de almacenaje prolongado por más de una semana (Juárez-Caratachea, *et al.*, 2010) el cual es promovido por el productor con el fin de obtener una “nidada por gallina” con un rango de 9 a 15 huevos por gallina (Juárez y Pérez, 2003) ya que en estado natural la gallina anida de 13 a 15 huevos para incubar (Romanoff, 1960) y es este tiempo prolongado y la temperatura que pueden producir daños significativos al huevo almacenado, y en función de que

el productor de aves de traspatio, no utilizan refrigeradores exclusivos para el almacenamiento del huevo como lo tiene la industria avícola y que les permita tener una temperatura ideal de conservación del huevo durante un periodo determinado, el objetivo es determinar el efecto del tiempo y temperatura de almacenaje, en la incubabilidad de las aves domésticas en regiones con climas extremos como el de la Región Lagunera, en México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue realizado en un centro de incubación comercial en la Ciudad de Torreón Coahuila, México, y que es uno de los 15 municipios de la llamada Región Lagunera; se encuentra localizado en una región con clima considerado como muy seco semi-cálido (89%) y seco templado (11%) del norte de México a una altura sobre el nivel del mar de 1120 metros, entre los paralelos 25° 42' y 24° 48' de latitud norte; los meridianos 103° 31' y 102° 58' de longitud oeste (INEGI, 2009). El periodo de estudio comprendió de abril 2010 a mayo del 2014, con el objetivo de determinar el efecto del tiempo y temperatura de almacenaje del huevo fértil de aves domésticas en el porcentaje de nacimientos de pollos.

Los registros de recepción comprendieron; la fecha de recepción de lote de huevo, cálculo y registro de nacimiento del lote de huevo recibido. La temperatura también fue registrada, midiéndose con un termómetro laser Fluke 62 (*mini IR Thermometer*) con una precisión de  $\pm 1\%$ , tomándose la temperatura a tres huevos representativos del lote directamente a la cáscara parte central del huevo *eggshell temperature* (EST) en la práctica es usado como un indicador de la temperatura del embrión. EST presenta una desviación no mayor a 0.1 a 0.2°C de la temperatura del embrión (Meijerhof and Van Beek, 1993; French, 1997). Se registró la temperatura promedio de las tres lecturas a la que se recibió el huevo y la temperatura se redondeó hacia el número mayor o menor al 0.5. Una vez recibido el huevo para incubación fue identificado

en la parte ancha del mismo con lápiz con punta de carbón con la fecha de entrada en la incubadora.

El huevo se almacenó a la temperatura ambiente a esperar el día y la hora de entrada de incubación. El tiempo de espera en sala de incubación se registró y se sumó al tiempo de almacenaje manifestado por el productor (tiempo de puesta del huevo considerado desde el primer huevo del lote) más el tiempo de entrega en el centro de incubación dándonos esto la "edad del huevo" (tiempo de almacenaje), considerando esta edad del huevo inicial para todo el lote de huevo recibido. Por razones de programación se dispusieron dos fechas de entradas de incubación, lunes y jueves a las 17:00 horas para que los nacimientos se realizaran, después de un periodo de incubación de 21 días 15 horas, el martes y el jueves respectivamente. Los huevos fueron incubados a 37.7 °C (100 °F), con una humedad relativa de 70%, y una frecuencia de volteo de 2 horas, en una incubadora vertical, multietápica con nacedora incluida de aire forzado con capacidad para 750 huevos en cinco charolas en incubación y 150 huevos por nacedora. Los datos obtenidos de dos tipos de documentos; recibo de recepción y registro de control de incubación fueron tabulados en una hoja de cálculo (matriz general), conteniendo los datos de las variables y datos generales por cada evento informados por el productor y observados al momento de la recepción del huevo. Para la realización de esta investigación se partió de un universo de 60,347 huevos en 3,565 lotes de diferentes aves de traspatio.

Los datos obtenidos del centro de incubación fueron recolectados, clasificados y analizados estadísticamente con el programa X2 (MYSTAT, 2007).

## RESULTADOS

Con el fin de determinar la relación entre el tiempo de almacenaje con diferentes temperaturas en el porcentaje de nacimientos, de 60,347 huevos en 3,565 lotes de aves de diferentes productores

en el periodo de abril 2010 a mayo 2014 los datos fueron tabulados y graficados (Figura 1), determinando una línea de tendencia polinómica de segundo orden (cuadrática) que nos permite observar la existencia de una dependencia entre estos factores. Se encontró una asociación negativa de 63% ( $R^2 = 0.4049$ ) entre el porcentaje de nacimientos y el tiempo de almacenamiento de 0 a 61 días y diferentes temperaturas, en donde se puede apreciar que esta asociación negativa obedeció más al tiempo que a la temperatura.

Se observa que a partir del día 19, las temperaturas, la cantidad de huevo para incubar y el número de productores es muy errático por lo que se excluyeron los resultados a partir de los 20 días para un mejor análisis del comportamiento de los factores de estudio, mostrando los siguientes resultados (Figura 2). En este gráfico la línea de tendencia que mejor se ajustó fue una polinómica de segundo orden (cuadrática) y muestra una asociación negativa de 69% ( $R^2 = 0.4879$ ) entre el porcentaje de nacimientos y el tiempo de almacenamiento para 1 a 19 días y diferentes temperaturas promedio en donde la caída fue casi constante manteniéndose en 24.66 °C para los primeros 19 días, el factor tiempo de almacenaje a una temperatura constante observa un efecto negativo conforme va acumulando días, a partir del cuarto día de almacenaje, Sin embargo se podrá observar (Cuadro 1) que existe alguna tendencia a incrementar el porcentaje de nacimientos para temperaturas ligeramente bajas en relación al promedio de almacenaje 22.06, 24.16, y 20.97 °C en los días cuatro, siete y 14, respectivamente.

Esta gráfica también nos permite observar que entre el día cero y el ocho existe un promedio muy regular en los nacimientos, y que a partir del noveno empieza una marcada y constante descenso en los nacimientos, lo que nos llevó a realizar dos análisis de la información en dos grupos por separado, uno de 0 a 8 días y otro de 9 a 19 días.

En la tercera relación del porcentaje de nacimientos de 0 a 8 días de almacenamiento a dife-

rentes temperaturas (Figura 3), la línea de tendencia polinómica de segundo orden (cuadrática) se determina una asociación negativa del 59 % ( $R^2 = 0.3593$ ). Esta relación entre las variables nos permite observar que entre el cero y el ocho existe una constante en los nacimientos, así también el mejor porcentaje de nacimientos ocurrió al cuarto día, con una temperatura promedio baja (la segunda) en relación con el grupo de temperaturas observadas para este grupo, sin embargo almacenajes a menos de un día, muestran no ser el óptimo en el porcentaje de nacimientos el cual se encuentra combinado con un temperatura de 19 °C (el más bajo de este grupo)

Podremos observar (Cuadro 2) una caída en el porcentaje de nacimientos promedio a 31.02 % para este grupo (9-19 días), en relación al grupo de 0-8 días que obtuvo un 43% promedio de porcentaje de nacimientos, al igual que se ve un ligero aumento de la temperatura para este segundo grupo al alcanzar los 25.25 °C comparado contra los 24.07 °C del grupo anterior.

En la Figura 4 se muestra que la línea de tendencia polinómica de segundo orden (cuadrática) tuvo una asociación negativa de 76% ( $R^2 = 0.5776$ ) entre el porcentaje de nacimientos y el tiempo de almacenamiento para 9 a 19 días y diferentes temperaturas promedio. en donde se puede observar en este periodo una caída del 35 al 25 % en el porcentaje de nacimientos y así también un incremento de nacimientos hasta el 37% al día 14 en contraste a una ligera baja de la temperatura promedio de 20.97 °C para este grupo. Para la variable tiempo (Cuadro 3) presentó un mayor efecto en el porcentaje de nacimientos que las temperaturas promedio sin embargo dentro de cada grupo cualquier variación de la temperatura presenta un efecto considerable.

Los porcentajes de nacimientos se clasificaron en cinco rangos (Cuadro 4), determinando a que tiempo y temperatura promedio se habían manejado, encontrando que no parece haber una diferencia significativa entre los niveles para cada

variable, sin embargo su efecto en el porcentaje de nacimientos es de consideración.

## DISCUSIÓN

El efecto negativo determinado entre el porcentaje de nacimientos y el tiempo de almacenamiento, confirma una vez más lo que otros investigadores han determinado ya, principalmente a partir de la semana de almacenamiento (Scott, 1933; Asmundson, 1947; Kosin, 1950; Becker, 1963; Merritt, 1964; Sittman *et al.*, 1971; Whitehead *et al.*, 1985; Fasenko *et al.*, 2001; Reijrink, 2009)

El mayor porcentaje de nacimiento lo encontramos al cuarto día de almacenaje, para de ahí empezar con una caída constante, la cual empieza a tener un efecto dañino a partir del día ocho de almacenamiento, el análisis hecho por separado 0-8 días, nos permitió observar que durante este periodo mantienen una constante no encontrando una diferencia significativa que influya la incubabilidad en este periodo, sin embargo si se encontró un efecto más significativo a partir del día ocho (Fasenko and Robinson, 1999). Las temperaturas por debajo del promedio para 19 días de almacenamiento mostraron ser muy sensibles a incrementar los nacimientos, esto probablemente a que se acercan más a temperaturas de cero fisiológico (Olsen, 1947), 15 °C – 18°C (Kirk, 1980) y 21 °C según Edwards (1902), mientras que la industria maneja actualmente 15-20 °C, (Fasenko 2007). Las temperaturas más altas entre los 25 a 35° C pueden incrementar el desarrollo anormal de embriones e incrementar su mortalidad (Wilson, 1991; Renema *et al.*, 2006). Sin embargo una temperatura baja en las primeras 24 horas de almacenamiento no tuvo un efecto positivo comparado con las temperaturas mencionadas anteriormente y esto podría ser debido al cambio brusco de temperaturas que experimenta el huevo o al corto periodo de tiempo de incubación en donde algunos embriones todavía no completan su desarrollo (Lapao, 1999; Fasenko, 2007; Schulte-Drügge, 2011).

## CONCLUSIONES

No hubo una interacción entre las variables de temperatura a partir de las 24 horas de almacenamiento, ya que las temperaturas influyeron en el porcentaje de nacimientos en cada momento que presentaron una variación independientemente del tiempo de almacenamiento. Almacenamientos menores a ocho días son los ideales para una incubación exitosa. Se recomienda mantener el huevo a temperaturas de 15 grados en almacenamientos prolongados hasta por 19 días. Sin embargo en los almacenamientos menores a 24 horas se encontró una respuesta significativa para temperaturas abajo de 18 °C, esto probablemente, debido a que en las primeras horas el embrión presenta una formación incompleta del hipoblasto lo cual es esencial para iniciar una etapa de incubación o almacenamiento más prolongado.

## LITERATURA CITADA

- Arora, K. L., and I. L. Kosin. 1966. Developmental responses of early turkey and chicken embryos to pre-incubation holding of eggs: Inter- and intra-species differences. *Poult. Sci.* 45:958–970.
- Asmundson, V. S. 1947. Time held prior to incubation and hatchability of turkey eggs. *Poult. Sci.* 26:305–307.
- Becker, W. A. 1963. Length of preincubation storage of turkey eggs and its effects on body weight. *Poult. Sci.* 42:1356–1359.
- Edwards, C. L. 1902. "The physiological zero and the index of development from the egg of the domestic fowl." *Am. J. Physiol.* 6: 351-397.
- El Jack, M. H., and R. S. Kaltofen. 1969. The effect of high holding and housing temperatures on hatchability of chicken eggs. *Poultry science*, 48(3), 1013-1018.
- Fasenko, G. M. 2007. "Egg Storage and the Embryo." *Poult. Sci.* 86: 1020-1024.



- Fasenko, G. M., F. E. Robinson, R. T. Hardin and J. L. Wilson. 1992. "Research note: variability in preincubation embryonic development in domestic fowl. 2. Effects of duration of egg storage period." *Poult. Sci.* 71(12): 2129-2132.
- Fasenko, G. M. and F. E. Robinson. 1999. Profiling egg storage: The effects on egg weight loss, egg characteristics, and hatchability. *Poult. Sci.* 78 (Suppl. 1):9. (Abstr.)
- Fasenko, G. M., V. L. Christensen, M. J. Wineland, and J. N. Petite. 2001. Examining the effects of pre-storage incubation of turkey breeder eggs on embryonic development and hatchability of eggs stored for four or fourteen days. *Poult. Sci.* 80:132-138.
- French, N. A. 1997. "Modeling incubation temperature: The effects of incubator design, embryonic development, and egg size." *Poult. Sci.* 76: 124-133.
- Funk, E. M. and J. Forward. 1960. Effect of holding temperature on hatchability of chicken eggs. *Missouri Agr. Exp. Sta. Bull.* 732, Columbia, MO.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Torreón, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05035.
- Juárez, C. y T. Pérez. 2003. "Comportamiento de la parvada de gallinas criollas en condiciones naturales del medio rural." *Ciencia Nicolaita* 35: 73-80.
- Juárez-Caratachea, A., E. Gutiérrez-Vázquez, J. Segura-Correa and R. Santos-Ricalde. 2010. Calidad del huevo de gallinas criollas criadas en traspatio en Michoacan, Mexico [Egg quality of creole hens reared in the backyard in Michoacan, Mexico]. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 12, 109-115.
- Kirk, S., G.C. Emmans, R. McDonald and D. Amot. 1980. Factors affecting the hatchability of eggs from broiler breeders. *Br. Poult. Sci.* 21: 37-53.
- Kosin, I. L. 1950. A relationship between the length of storage and incubation periods in Broad Breasted Bronze eggs. *Poult. Sci.* 29:620-621.
- Lapao, C., L. T. Gama and M. C. Soares. 1999. Effects of broiler breeder age and length of egg storage on albumen characteristics and hatchability. *Poult. Sci.* 78: 640-645
- Mather, C. M. and K. F. Laughlin. 1976. Storage of hatching eggs: The effect on total incubation period. *Br. Poult. Sci.* 17:471-479.
- Mayes, F. J. and M. A. Takeballi. 1984. Storage of the eggs of the fowl (*Gallus domesticus*) before incubation: a review. *World's Poult. Sci. J.* 40:131-140
- Meijerhof, R. and G. Van Beek. 1993. Mathematical modelling of temperature and moisture loss of hatching eggs. *J. Theor. Biol.* 165: 27-41.
- Merritt, E. S. 1964. Pre-incubation storage effects on subsequent performance of chickens. *Br. Poult. Sci.* 5:67-73.
- MYSTAT 12. 2007. Statistical program developed by SYSTAT Software Inc, USA SYSTAT 12© Copyright 2007, SYSTAT Software, Inc. San José, California, U.S.A.
- Olsen, M. W. and S. K. Haynes. 1948. The effect of different holding temperatures on the hatchability of hen's eggs. *Poultry Sci.* 27:420-426.
- Reijrink, I. A. M., R. Meijerhof, B. Kemp, E. A. M. Graat and H. Van den Brand. 2009. Influence of prestorage incubation on embryonic development, hatchability, and chick quality. *Poult. Sci.* 88: 2649-2660.
- Renema, R. A., J. J. R. Feddes, K. L. Schmid, M. A. Ford and A. R. Kolk. 2006. Internal egg temperature in response to preincubation warming in broiler breeder and turkey eggs. *J. Appl. Poultry Res.* 15: 1-8.

Romanoff, A. L. 1960. The avian embryo. New York, NY, Macmillan, USA.

Schulte-Drüggelte, R. 2011. Recommendations for hatching egg handling and storage. Lohmann Information, 46, 56-60.

Scott, H. M. 1933. The effect of age and holding temperature on hatchability of turkey and chicken eggs. Poult. Sci. 12:49–54.

Sittman, K., H. Abplanalp, and C. F. Myerdick. 1971. Extended storage of quail, chicken and turkey eggs. 1. Hatchability and embryonic mortality. Poult. Sci. 50:681–688.

Whitehead, C. C., M. H. Maxwell, R. A. Pearson and K. M. Herron. 1985. Influence of egg storage on hatchability, embryonic development, and vitamin status in hatching broiler chicks. Br. Poult. Sci. 26:221–228.

Wilson, H. R. 1991. Inter-relationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. World's Poult. Sci. J. 47:5–20.

### AGRADECIMIENTOS

A la Sra. Juana Esmeralda Pérez Alvarado, por permitir el acceso a su base de datos y obtener información para su publicación.

## CUADROS Y FIGURAS

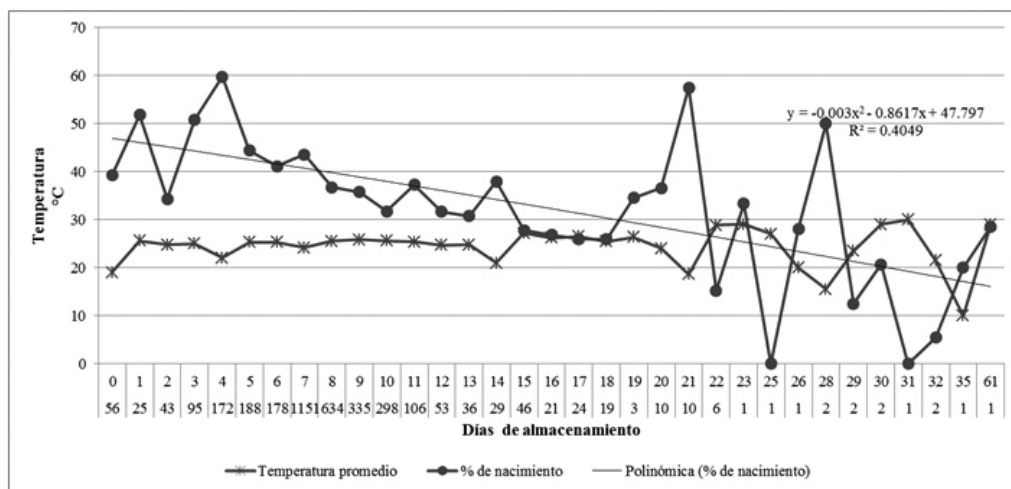
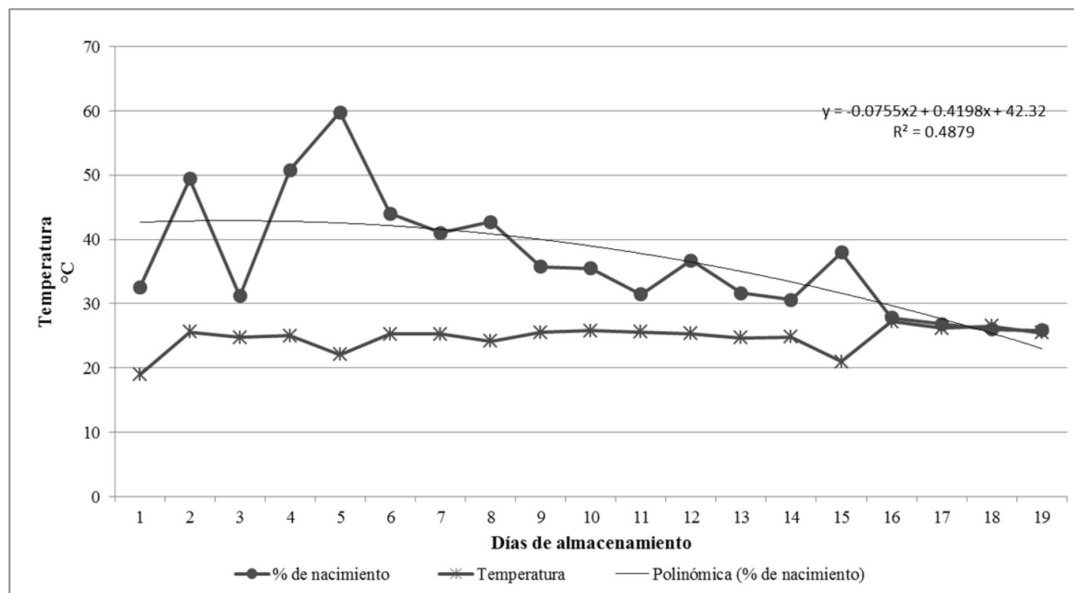


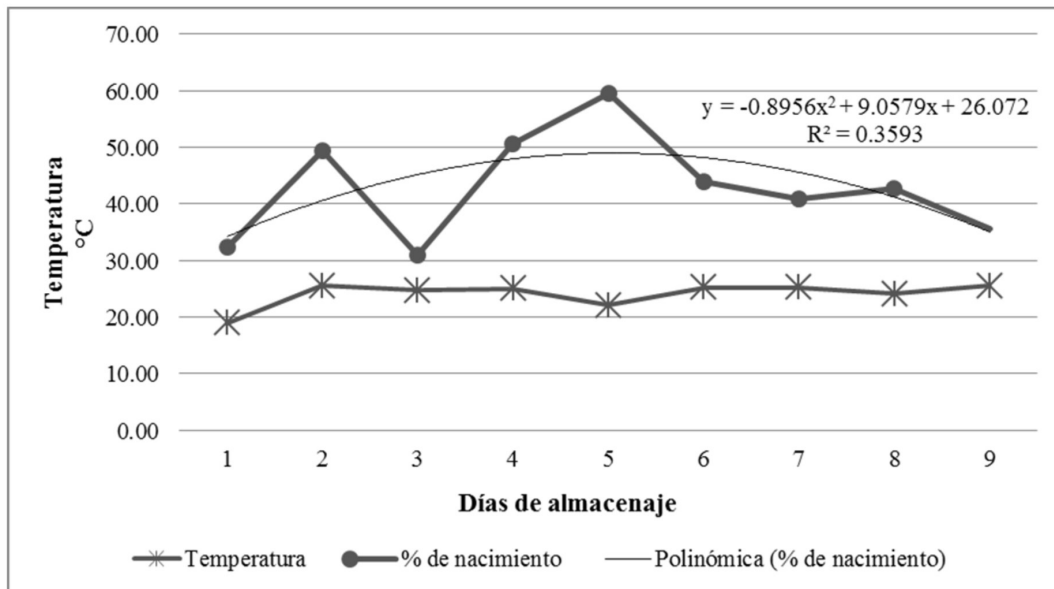
Figura 1. Porcentaje de nacimientos a diferentes tiempos de almacenaje y temperaturas promedio



**Figura 2. Porcentaje de nacimientos de 0-19 días de almacenaje y diferentes temperaturas**

**Cuadro 1. Porcentaje de nacimientos de 0-8 días de almacenaje y diferentes temperaturas**

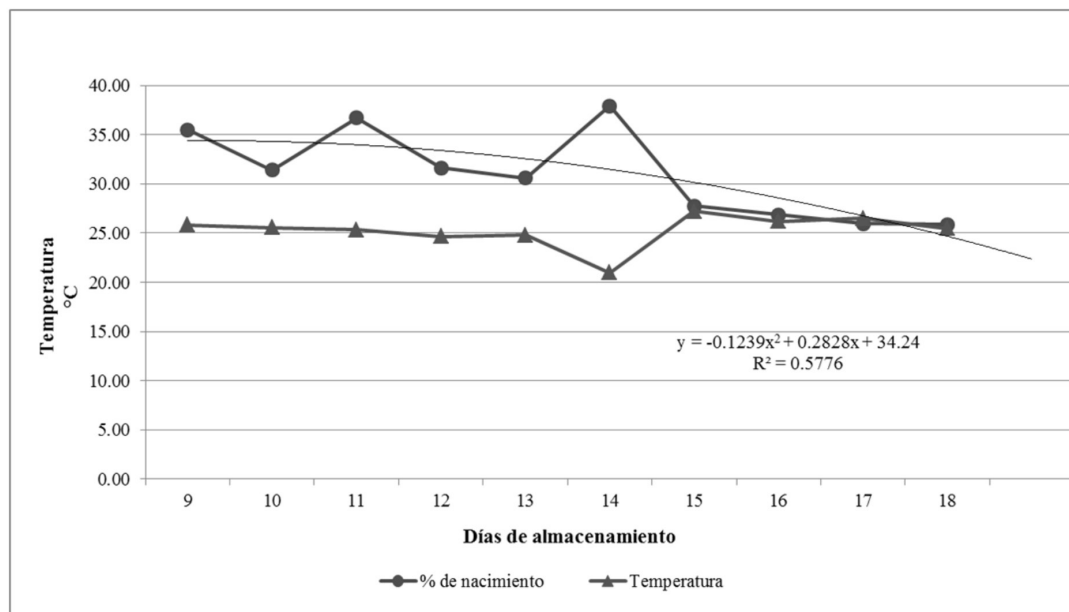
Día	Huevo	Nacimiento	Temperatura	% de nacimiento
0	1984	644	18.96	32.46
1	166	82	25.60	49.40
2	446	139	24.72	31.17
3	2090	1061	25.01	50.77
4	5125	3061	22.06	59.73
5	2726	1199	25.29	43.98
6	2248	922	25.29	41.01
7	19543	8347	24.16	42.71
8	8871	3173	25.50	35.77
Sumas/promedios	43199	18628	24.07	43.00



**Figura 3. Porcentaje de nacimientos de 0-8 días de almacenaje y diferentes temperaturas**

**Cuadro 2. Porcentaje de nacimientos del día 9-19 de almacenaje y diferentes temperaturas**

Día	Huevo	Nacimiento	Temperatura	% de nacimiento
9	4252	1510	25.81	35.51
10	4972	1562	25.56	31.42
11	1518	557	25.35	36.69
12	1110	351	24.66	31.62
13	765	234	24.78	30.59
14	833	316	20.97	37.94
15	1278	355	27.22	27.78
16	354	95	26.19	26.84
17	435	113	26.50	25.98
18	487	126	25.47	25.87
Sumas/promedios	16004	5219	25.25	31.02



**Figura 4. Porcentaje de nacimientos, del día 9 al 19 de almacenamiento y diferentes temperaturas**

**Cuadro 3. Comparativo de resultados de nacimientos en función del tiempo y temperaturas**

Días	Temperatura	% de nacimiento
1 a 8	24.07	43.00
9 a19	25.25	31.02

**Cuadro 4. Porcentaje de nacimientos por rangos de 20 en 20, en relación al tiempo promedio de almacenamiento, temperaturas promedio, número y porcentaje de lotes**

Rango, % nacimiento	Tiempo promedio	Temperatura promedio	No. lotes	% de lotes
100-80	7.16	22.84	260	6.58
79-60	7.12	22.45	545	13.80
59-40	7.52	23.52	816	20.66
39-20	8.13	25.43	1216	30.78
19-0	8.36	26.59	1113	28.18
Promedios/sumas	7.66	24.16	3950	100

# CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE BECERRAS LACTANTES SUMINISTRANDO DIFERENTE CANTIDAD DE CALOSTRO PASTEURIZADO

Growth and Survival of Dairy Calves Providing Different Amount Pasteurized Colostrum

Ramiro González-Avalos<sup>a</sup>, \* José González-Avalos<sup>b</sup>, Blanca Patricia Peña-Revuelta<sup>c</sup>, Alejandro Moreno-Resendez<sup>a\*</sup>, José Luis Reyes-Carrillo<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Posgrado en Ciencias Agropecuarias, carretera a Santa Fe y Periférico, Torreón, Coahuila, México. <sup>b</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo, Hidalgo, México.

<sup>c</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila, México.

\* Integrantes del Cuerpo Académico: Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA) en formación, Clave: UAAAN-CA-141 e Integrantes de la Red Académica de Innovación en Alimentos y Agricultura Sustentable (RAIAAS), COECYT-CIESLAG  
e-mail: jaliscorga@gmail.com

## RESUMEN

La ingesta de calostro es fundamental para las becerras después de su nacimiento, por los beneficios que aporta éste para su crecimiento y supervivencia durante el período de crianza. El objetivo del presente trabajo fue determinar el crecimiento y supervivencia de becerras lecheras a las cuales se les suministraron diferente cantidad de calostro pasteurizado. Se seleccionaron al nacimiento 90 crías de manera aleatoria; y se formaron tres grupos con 30 becerras; los tratamientos aplicados consistieron en suministrar cuatro, ocho y doce litros de calostro utilizando 2 L toma becerra<sup>-1</sup>. El calostro aplicado se colectó del primer ordeño postparto de vacas Holstein Friesian; inmediatamente después a la colecta, se pasteurizó a una temperatura de 60 °C por 60 min, en un pasteurizador comercial, en lotes de 40 L. Las variables que se consideraron para evaluar el crecimiento fueron; peso, altura a la cruz, circunferencia de tórax, ganancia diaria y ganancia de peso total, el registro de cada una de ellas se realizó al nacimiento, a los 30 días de vida y al destete. Las enfermedades que se registraron para monitorear la supervivencia de las becerras, fueron diarreas y neumonías. Se aplicaron análisis de varianza y comparación de medias; mediante la prueba de Tukey, se empleó el valor de  $P < 0.05$  para considerar diferencia es-

taadística para las variables evaluadas. No existió diferencia  $P > 0.05$  en la cantidad de calostro sobre las variables de crecimiento y de animales que se enfermaron de diarrea. No se observó diferencia en el crecimiento de las becerras aún y cuando fue administrado mayor cantidad de calostro pasteurizado.

**Palabras clave:** desarrollo, inmunoglobulina, lactancia inicial, recién nacida.

## SUMMARY

The colostrum intake is essential for calves after birth, for their growth and survival during the rearing period. The aim of this study was to determine the effect of supplying in quantity and number of pasteurized colostrum shots on survival and growth of Holstein Friesian dairy calves. 90 calves were selected at random, three groups with 30 calves each were formed, the treatments consisted of four, eight and twelve L colostrum providing 2 L take calve<sup>-1</sup>. Applied colostrum was collected from the first post-partum milking from Holstein Friesian cows, immediately after the collection, it was pasteurized at a temperature of 60°C for 60 min in a commercial pasteurizer, in 40 L batches. The variables that were considered to assess growth were weight, height at withers, chest circumference,

daily gain and total weight gain. These variables were registered at birth, 30 days of age and at weaning. Diseases that were recorded to monitor the health of calves were diarrhea and pneumonia. For the statistical analysis, they were used the analysis of variance and comparison of means by Tukey test. No differences among the numbers of shots on both, the growth of calves and the number of animals with diarrhea were found. No difference was observed in the growth of calves even when a higher amount of pasteurized colostrum was administered.

**Key words:** development, immunoglobulin, initial lactation, newborn.

## INTRODUCCION

El calostro bovino es la primera secreción mamaria disponible dentro de las primeras 24 horas después del parto (Jaster, 2005). Es una mezcla de las secreciones lácteas y componentes de suero sanguíneo, especialmente las proteínas séricas y otras, que se acumulan en la glándula mamaria durante el periodo seco preparto (Foley *et al.*, 1978). Este proceso inicia varias semanas antes del parto, bajo la influencia de las hormonas lactogénicas incluyendo prolactina, y cesa bruscamente al momento del parto. La formación del calostro, conocida como calostrogénesis, conlleva muchas adaptaciones fisiológicas únicas. La más conocida de ellas es la transferencia masiva de inmunoglobulinas (Ig), particularmente inmunoglobulinas G (IgG), a partir de la circulación materna hacia las secreciones mamarias (Barrington *et al.*, 2001).

Las beceras recién nacidas dependen de la absorción de las Ig presentes en el calostro dentro de las primeras horas de vida para protegerse contra enfermedades infecciosas en la etapa temprana de vida (Godden *et al.*, 2012). Por otro lado, aunque los beneficios en la salud de la transferencia de inmunidad son claras, la realidad en el proceso de la crianza de las beceras es que en las

unidades de producción bovina una proporción alta de éstas se ven privadas de una adecuada transferencia de Ig que llevan al fracaso la transferencia pasiva (Lorenz *et al.*, 2011). De hecho, las beceras que presentan una adecuada transferencia de inmunidad tienen menor morbilidad, menor mortalidad y menor número de tratamientos con antibióticos comparadas con las que registran fallas en la transferencia de inmunidad (Uetake, 2013).

Asimismo, la reducción del riesgo de morbilidad y mortalidad antes del destete y otros beneficios a largo plazo, asociados a la transferencia pasiva de inmunidad, incluyen la disminución de mortalidad en el período posterior al destete, mejoría en la tasa de ganancia y eficiencia alimenticia, reducción de la edad al primer parto, incremento en la producción de leche en la primera y segunda lactancia y reducción de desecho de vaquillas durante la primera lactancia (Faber *et al.*, 2005). La morbilidad y mortalidad en beceras recién nacidas son atribuidas a enfermedades infecciosas. Al respecto, las diarreas y problemas respiratorios son las dos enfermedades más frecuentes; por lo que se ha estimado que, la tasa de mortalidad antes del destete es de 7.8 %; la diarrea y otros problemas digestivos contribuyen al 50 % de las muertes; las enfermedades respiratorias, es la segunda causa de mortalidad con 15 % (Aziz-zadeh *et al.*, 2012).

La contaminación bacteriana del calostro es motivo de preocupación porque las bacterias patógenas pueden actuar directamente en el tracto digestivo y causar enfermedades como diarreas o septicemias (Godden, 2011). La calidad del calostro está determinada por la concentración de anticuerpos y la ausencia de bacterias patógenas. Existe consenso en la literatura de que al menos 3.8 L de calostro materno de buena calidad, esto es  $Ig \geq 50 \text{ g L}^{-1}$  y el total de los recuentos en placa de TPC  $< 100000 \text{ UFC mL}^{-1}$ , debe administrarse para evitar el fallo de la transferencia pasiva de la inmunidad, la cual es caracterizada por una cantidad de Ig en suero  $\leq 10 \text{ g L}^{-1}$  a las 24 h después

de la ingestión de calostro en becerras (McGuirk y Collins, 2004; Godden, 2008).

Diversos patógenos pueden ser transmitidos en el calostro, ya sea por descamación directa de la glándula mamaria, contaminación post-ordeño, o proliferación bacteriana en calostro almacenado de forma inapropiada (Stewart *et al.*, 2005). La contaminación bacteriana del calostro puede ser perjudicial en la becerria, a través de la inoculación con patógenos que interfieren con la absorción intestinal de las Ig, por lo tanto se incrementa el riesgo de transmisión de enfermedades por falla en la transferencia pasiva (Godden, 2008). De acuerdo a Stewart *et al.* (2005) el primer punto de control para alimentar el calostro con una baja carga bacteriana es prevenir la contaminación durante el ordeño, el almacenamiento y el proceso de alimentación. Existe además una serie de estrategias para prevenir la proliferación de bacterias en el calostro almacenado como la refrigeración, el congelamiento y el uso de agentes conservadores como el sorbato de potasio en calostro fresco. Un método adicional para reducir o eliminar los patógenos bacterianos y cuyo uso se ha incrementado significativamente entre los productores es la pasteurización del calostro (McMartin *et al.*, 2006).

Estudios clínicos han descrito que cuando las becerras son alimentadas con calostro pasteurizado a 60°C por 30 o 60 minutos, las becerras obtienen una mayor eficacia de absorción de Ig, lo que provoca una mejora significativa de sus concentraciones en suero en comparación a las becerras alimentadas con calostro fresco sin tratar térmicamente (Johnson *et al.*, 2007; Elizondo-Salazar *et al.*, 2010; Donahue *et al.*, 2012; González *et al.*, 2012; González *et al.*, 2014). Sin embargo, no se ha determinado si hay disminución de los riesgos para la morbilidad y la mortalidad o mayores ganancias de peso en el período pre-destete de las becerras alimentadas con calostro pasteurizado. Por lo antes expuesto, el objetivo del estudio fue evaluar el crecimiento y supervivencia de becerras lecheras a las cuales se les suministraron diferen-

tes cantidades de calostro pasteurizado.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó, del 20 de octubre del 2011 al 30 de diciembre del 2012, en un establo del municipio de Francisco I. Madero en el Estado de Coahuila de Zaragoza a una altitud de 1100 msnm, entre los paralelos 26° 17' y 26° 38' N y los meridianos 103° 18' y 103° 10' O (INEGI 2009).

Se utilizó el calostro de primer ordeño de vacas Holstein Friesian recolectado dentro de las primeras 12 h después del parto. Inmediatamente después de la colecta se determinó la densidad de este producto utilizando un calostrómetro (Biogenics Inc., Mapleton, Or., USA ®), a 22 °C, al momento de la cuantificación se utilizó un termómetro digital (TAYLOR, 9841 ®) para registrar la temperatura. El calostro con densidad  $\geq 50$  mg mL<sup>-1</sup> de Ig, se combinó hasta acumular la cantidad de 40 L (un lote), este proceso se repitió cinco veces, todos los lotes se pasteurizaron a 60°C por 60 min, en un pasteurizador comercial (Dairytech, Inc., Windsor, Colorado USA ®). Posteriormente el calostro fue depositado en bolsas de plástico Ziploc ® de 26.8 x 27.3 cm (2 L por bolsa) y se congeló a -20°C utilizando un congelador tapa sólida (CH-15, Torrey ®).

Para evaluar el crecimiento y supervivencia se seleccionaron al nacimiento 90 becerras Holstein Friesian de manera aleatoria, las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojadas por separado en jaulas de madera previamente lavadas y desinfectadas. Los tratamientos del suministro de calostro pasteurizado aplicados fueron: A: 4 litros, B: 8 litros y C: 12 litros. En los tres tratamientos la primera toma de calostro se suministró durante las primeras 2 h de vida. Se suministraron 2 L toma becerria<sup>1</sup>. Cada tratamiento constó de 30 repeticiones utilizando cada becerria como una unidad experimental.

En todos los tratamientos las becerras recibieron una toma de 4 L de sustituto de leche Hi-bloom



® (Cuadro 1), cada litro fue preparado con 125 g de sustituto en polvo mezclado con 875 mL de agua, la mezcla fue completamente homogeneizada y ofrecida en una sola toma por la mañana 7:00 h a una temperatura de 39°C; ésta se ofreció hasta el destete, el cual se realizó a los 50 días de edad.

El agua estuvo disponible a libre acceso a partir del segundo día de edad. También, se ofreció concentrado iniciador (Cuadro 2) a libre acceso a partir del tercer día de vida para todas las becerras bajo tratamiento.

Las variables que se consideraron para evaluar el crecimiento fueron; peso, altura a la cruz, circunferencia de tórax, ganancia diaria y ganancia de peso total, las cuales se registraron al nacimiento, a los 30 días de vida y al destete. La ganancia diaria de peso se calculó mediante la división de la

ganancia de peso total entre el número de días en lactancia. Para la medición del peso se utilizó una báscula de recibo (EQM 200/400, Torrey ®), Las enfermedades que se registraron para determinar la salud de las becerras fueron diarreas y neumonías, además, se registró la mortalidad.

El registro se realizó a partir del nacimiento hasta los 50 días de vida, la clasificación de las crías con diarrea se realizó mediante la observación de la consistencia de las heces, heces normales corresponde a crías sanas y becerras con heces semi-pastosas a líquidas fueron crías enfermas. En relación a la clasificación de los problemas respiratorios las crías con secreción nasal, lagrimeo, tos y elevación de la temperatura superior a 39,5 °C se consideraron enfermas, si no presentaron lo anterior se consideraron crías sanas.

**Cuadro 1. Composición nutrimental del sustituto de leche.**

Elemento	Unidad*
Proteína	20 % mínimo
Grasa	20 % mínimo
Fibra	20 % máximo
Cenizas	8.0 % máximo
Humedad	6.0 % máximo
Lactosa	**
E.L.N	46.8 %
Vitamina A	50 000 U.I kg <sup>-1</sup>
Vitamina D3	6 000 U.I kg <sup>-1</sup>
Vitamina E	450 U.I kg <sup>-1</sup>
Virginiamicina	80 mg kg <sup>-1</sup>
Oxitetraciclina	162 mg kg <sup>-1</sup>
Sulfato de Neomicina	124 mg kg <sup>-1</sup>

\* Basado en el análisis del fabricante Hi-bloom®

\*\* No está especificado en la ficha técnica del producto

**Cuadro 2. Ingredientes del concentrado iniciador utilizado en la alimentación de las becerras.**

Ingrediente*		%
Humedad	Max.	13.0
Proteína Cruda	Min.	21.5
Grasa Cruda	Min.	3.0
Fibra Cruda	Max.	8.0
Cenizas	Max.	7.0

\* Basado en el análisis del fabricante

### Análisis estadístico

A los datos registrados se les aplicó el análisis de varianza y para la comparación de medias la prueba de Tukey, se empleó el valor de  $P < 0.05$  para considerar diferencia estadística, ambos análisis se ejecutaron utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos reflejan que el suministro de calostro pasteurizado, en diferente cantidad de L, no influyó en el crecimiento, tanto para la ganancia en peso, altura y circunferencia de tórax de las becerras lecheras Holstein Friesian (Cuadros 3 y 4). Aunque los efectos del proceso de pasteurización del calostro bovino sobre las concentraciones de Ig en suero de los recién nacidos se han estudiado más continuamente, el efecto que éste tiene sobre los factores de crecimiento y hormonas que pueden incidir, a largo plazo, en el

desarrollo de las becerras aún se desconoce a detalle, lo que a su vez puede reducir el crecimiento o el desarrollo intestinal. En el presente estudio se determinó que la alimentación con calostro pasteurizado independientemente de la cantidad que se suministró tiene efecto positivo en el desarrollo, éste es muy similar en todos los tratamientos. Elizondo-Salazar y Heinrichs (2009) refieren una ganancia diaria de peso de 0.457 g entre animales alimentados con calostro pasteurizado a 60°C por 30 min, esta ganancia es mayor a la observada en el presente experimento. Rodríguez *et al.* (2012) muestran una media de 0.480 g de ganancia diaria en becerras desarrolladas en establos de la Región Lagunera. Cabe hacer mención la importancia que tiene el análisis detallado del crecimiento adecuado de las becerras, se ha observado que el ritmo de crecimiento influye directamente sobre la edad al primer servicio, así como en la edad y peso al primer parto (Place *et al.*, 1998).

**Cuadro 3. Respuesta de crecimiento (kg) de becerras Holstein Friesian a las que se les dosificaron diferentes cantidades de calostro pasteurizado.**

Variable	Cuatro litros	Ocho litros	Doce litros
Peso nacimiento (kg)	38.33 <sup>a</sup>	38.900 <sup>a</sup>	39.820 <sup>a</sup>
Peso a los 30 días de nacida (kg)	45.767 <sup>a</sup>	46.440 <sup>a</sup>	47.107 <sup>a</sup>
Peso al destete (kg)	55.613 <sup>a</sup>	56.603 <sup>a</sup>	56.913 <sup>a</sup>
Ganancia total de peso (kg)	16.880 <sup>a</sup>	17.703 <sup>a</sup>	17.093 <sup>a</sup>
Ganancia diaria de peso, 0-30 días de vida (kg)	0.234 <sup>a</sup>	0.251 <sup>a</sup>	0.243 <sup>a</sup>
Ganancia diaria de peso, 30-50 días de vida (kg)	0.495 <sup>a</sup>	0.506 <sup>a</sup>	0.490 <sup>a</sup>
Ganancia diaria de peso, nacimiento al destete (kg)	0.338 <sup>a</sup>	0.354 <sup>a</sup>	0.342 <sup>a</sup>

Diferente literal por columna indica diferencia estadística ( $P < 0.05$ )

**Cuadro 4. Respuesta de crecimiento de becerras Holstein Friesian alimentadas con diferentes cantidades de calostro pasteurizado.**

Variable	Cuatro litros	Ocho litros	Doce litros
Altura a la cruz nacimiento (cm)	75.833 <sup>a</sup>	75.867 <sup>a</sup>	76.167 <sup>a</sup>
Altura a la cruz 30 días (cm)	79.667 <sup>a</sup>	79.400 <sup>a</sup>	79.833 <sup>a</sup>
Altura a la cruz destete (cm)	82.733 <sup>a</sup>	82.967 <sup>a</sup>	83.667 <sup>a</sup>
Ganancia de altura a la cruz (cm)	6.900 <sup>a</sup>	7.100 <sup>a</sup>	7.500 <sup>a</sup>
Circunferencia de tórax nacimiento (cm)	79.033 <sup>a</sup>	78.467 <sup>a</sup>	79.467 <sup>a</sup>
Circunferencia de tórax 30 días (cm)	86.200 <sup>a</sup>	86.033 <sup>a</sup>	86.433 <sup>a</sup>
Circunferencia de tórax destete (cm)	91.500 <sup>a</sup>	92.000 <sup>a</sup>	91.667 <sup>a</sup>
Ganancia de circunferencia de tórax (cm)	12.467 <sup>a</sup>	13.533 <sup>a</sup>	12.200 <sup>a</sup>

Diferente literal por columna indica diferencia estadística ( $P < 0.05$ )

Así mismo, aún y cuando el consumo de calostro fue mayor en los tratamientos de ocho y doce L, en los resultados de proteína sérica, no existió diferencia estadística entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), 6.17, 6.32 y 5.99 g dL<sup>-1</sup>, respectivamente. Además, las titulaciones de proteína en suero sanguíneo oscilaron entre 4 y 8.2 g dL<sup>-1</sup>. Aunque la transferencia de IgG es el factor más importante que afecta a

la salud y la supervivencia de la becerro, es posible que el enfoque exclusivo en Ig haya afectado el valor de otros componentes del calostro. El esclarecimiento de los niveles normales de estos otros componentes y el examen del impacto de las prácticas de manejo en éstos podrían proveer rutas adicionales para mejorar la salud y desarrollo de las becerras (Kehoe *et al.*, 2007).

En relación a los resultados obtenidos para diarreas, problemas respiratorios y mortalidad en el presente estudio no se observaron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ), entre tratamientos (Cuadro 5). En relación a la salud, la diarrea es la causa más común de muerte en beceras jóvenes. Una posible explicación es que las crías que registraron niveles altos de transferencia de inmunidad pasiva, por lo que, presentaron una menor incidencia

y severidad de procesos diarreicos, así como otras enfermedades infecciosas; lo anterior se puede confirmar en los diversos estudios en los que se ha observado que, animales con altos niveles de Ig, tienen una menor frecuencia en la incidencia y severidad de diarreas y gastroenteritis; así como enfermedades infecciosas en general (Elizondo-Salazar y Heinrichs, 2009; Godden *et al.*, 2012; González *et al.*, 2012).

**Cuadro 5. Efecto de la administración de calostro pasteurizado sobre la morbilidad y mortalidad de beceras Holstein Friesian.**

Variable	Cuatro litros	Ocho litros	Doce litros
	(%)		
Becerras enfermas de diarrea	33.33 (10/30) <sup>a</sup>	16.66 (5/30) <sup>a</sup>	23.33 (7/30) <sup>a</sup>
Becerras enfermas de neumonía	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>
Becerras muertas por diarrea	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>
Becerras muertas por neumonía	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>

Diferente literal indica diferencia estadística ( $P < 0.05$ )

Se tiende a asociar la neumonía con el periodo posterior al destete. En esta etapa el síndrome respiratorio es el responsable del 50.4 % de las muertes; pero durante la lactancia es el causante del 21.3 % de las bajas. En este experimento no se observaron beceras enfermas por problemas respiratorios en los diferentes tratamientos. Resultados similares fueron observados por González *et al.* (2012), en beceras alimentadas con 4 L de calostro pasteurizado, dentro de las primeras 6 h de vida presentaron una menor incidencia de problemas respiratorios, 5 % (1/20). Godden *et al.* (2012) observaron en beceras alimentadas con 3.8 L de calostro pasteurizado a 60 °C por 60 min, registrando 9.4 % (52/553) de incidencia de problemas respiratorios.

No se registró ninguna muerte durante el presente experimento. En beceras alimentadas con 4 L de calostro pasteurizado González *et al.* (2012),

reportaron resultados similares en mortalidad 0.0 %, las beceras del experimento registraron 7.7 g dL<sup>-1</sup> en la titulación de proteína sérica. Elizondo-Salazar y Heinrichs (2009) no observaron muertes durante el desarrollo de un estudio, donde suministraron calostro pasteurizado vs calostro sin pasteurizar, en ambos grupos se determinó una concentración de 7.8 g dL<sup>-1</sup> de proteína. Godden *et al.* (2012) observaron 2.4 % de mortalidad (13/553) en un estudio donde se alimentaron las beceras con 3.8 L de calostro pasteurizado, en las cuales se determinó un valor de 7.5 g dL<sup>-1</sup> de proteína sérica.

Con respecto al efecto que tienen los factores asociados con una exitosa transferencia de inmunidad en las beceras recién nacidas, éstos están relacionados con el manejo del calostro, incluyendo la concentración y el volumen suministrado, tiempo de alimentación después del nacimiento y la mínima contaminación por bacte-

rias del calostro (Beam *et al.*, 2009). Después del consumo de calostro por parte del recién nacido, las concentraciones de IgG<sub>1</sub> en plasma deben alcanzar un mínimo de 10 g L<sup>-1</sup> a las 48 h de edad, para poder resistir enfermedades infecciosas en tanto se establece su propio sistema inmune, lo cual puede tomar varias semanas o meses (Barrington *et al.*, 2001).

En el presente trabajo no se estudió el efecto que tiene el proceso de pasteurización sobre los componentes bio-activos presentes en el calostro con actividad antimicrobiana (lactoferrina, lisozima y lactoperoxidasa) éstos, representan solamente una fracción menor de las proteínas de la leche y tienen un importante rol como primera línea de defensa; además, participan directa e indirectamente en actividades antimicrobianas y otras importantes funciones fisiológicas como promotoras de salud (Zagorska y Ciprovica, 2012; Gelsinger *et al.*, 2014). Por lo tanto, en un futuro será necesario realizar más estudios para conocer el efecto de la pasteurización sobre los diferentes componentes bio-activos y su significancia clínica en las becerras.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento, no se observa incremento en el crecimiento de las becerras, a las cuales se les suministraron diferente cantidad de calostro pasteurizado. Asimismo, en relación a la presencia de enfermedades, no se observan diferencias estadísticas en becerras con diarrea, problemas respiratorios y mortalidad. El suministro de calostro pasteurizado presenta una alternativa para la reducción de enfermedades y mortalidad en animales durante su lactancia.

## LITERATURA CITADA

- Azizzadeh, M., H. F. Shooroki, A. S. Kamalabadi and M. A. Stevenson. 2012. Factors affecting calf mortality in Iranian Holstein dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*. 104:335-340.
- Barrington, G. M., T. B. McFadden, M. T. Huyler, and T. E. Besser. 2001. Regulation of colostrum genesis in cattle. *Livestock Production Science*. 70:95-104.
- Beam, A. L., J. E. Lombard, C. A. Koprak, L. P. Garber, A. L. Winter, J. A. Hicks and J. L. Schlater. 2009. Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. *J. Dairy Sci*. 92:3973-3980.
- Donahue, M., S. M. Godden, R. Bey, S. Wells, J. M. Oakes, S. Sreevatsan, J. Stabel and J. Fetrow. 2012. Heat treatment of colostrum on commercial dairy farms decreases colostrum microbial counts while maintaining colostrum immunoglobulin G concentrations. *J. Dairy Sci*. 95:2697-2702.
- Elizondo-Salazar, J. A. and A. J. Heinrichs. 2009. Feeding heat-treated colostrum to neonatal dairy heifers: Effects on growth characteristics and blood parameters. *J. Dairy Sci*. 92:3265-3273.
- Elizondo-Salazar, J. A., B. M. Jayarao, and A. J. Heinrichs. 2010. Effect of heat treatment of bovine colostrum on bacterial counts, viscosity, and immunoglobulin G concentration. *J. Dairy Sci*. 93:961-967.
- Faber, S. N., N. E. Faber, T. C. McCauley and R. L. Ax. 2005. Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *The Professional Animal Scientist*. 21:420-425.
- Foley, J. A., A. G. Hunter and D. E. Otterby. 1978. Absorption of colostrum proteins by newborn calves fed unfermented, fermented, or buffered colostrum. *J Dairy Sci*. 61(10):1450-1456.
- Gelsinger, S. L., S. M. Gray, C. M. Jones and A. J. Heinrichs. 2014. Heat treatment of colostrum increases immunoglobulin G absorption efficiency in high-, medium-, and low-quality colostrum. *J. Dairy Sci*. 97:2355-2360.

- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet Clin Food Anim.* 24:19-39.
- Godden, S. 2011. Pasteurized Milk and Colostrum Feeding Systems: Capturing the Benefits and Avoiding the Pitfalls. Tri-State Dairy Nutrition Conference. U.S.A
- Godden, S. M., D. J. Smolenski, M. Donahue, J. M. Oakes, R. Bey, S. Wells, S. Sreevatsan, J. Stabel and J. Fetrow. 2012. Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. *J. Dairy Sci.* 95:4029-4040.
- González, A. R., H. K. Rodríguez, y H. G. Núñez. 2012. Comportamiento productivo de becerras lecheras Holstein alimentadas con calostro pasteurizado. *AGROFAZ. Volumen 12.* 4:1-7.
- González, A. R., A. J. González, R. B. P. Peña, C. J. L. Reyes, y T. P. A. Robles. 2014. Transferencia de inmunidad pasiva en becerras Holstein alimentadas con calostro pasteurizado. *AGROFAZ. Volumen 14.* 1:1-6.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.* Francisco I. Madero, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05009.
- Jaster, E. H. 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G<sub>1</sub> absorption in Jersey calves. *J. Dairy Sci.* 88(1): 296-302.
- Johnson, J. L., S. M. Godden, T. Molitor, T. Ames and D. Hagman. 2007. Effects of feeding heat-treated colostrum on passive transfer of immune and nutritional parameters in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 90:5189-5198.
- Kehoe, S. I., B. M. Jayarao, and A. J. Heinrichs. 2007. A survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms. *J. Dairy Sci.* 90:4108-4116.
- Lorenz, I., J. F. Mee, B. Earley and S. J. More. 2011. Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Ir.Vet J.* 64:2-8.
- McGuirk, S. M and M. Collins. 2004. Managing the production, storage and delivery of colostrum. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 20 (3):593-603.
- McMartin, S., S. Godden, L. Metzger, J. Feirtag, R. Bey, J. Stabel, S. Goyal, J. Fetrow, S. Wells and H. Chester-Jones. 2006. Heat treatment of bovine colostrum. I: effects of temperature on viscosity and immunoglobulin G level. *J. Dairy Sci.* 89:2110-2118.
- Olivares-Sáenz, E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión. 1.1. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, Nuevo León, México.
- Place, N. T., A. J. Heinrichs and H. N. Erb. 1998. The effects of disease, management and nutrition on average daily of dairy heifers from birth to four months. *J. Dairy Sci.* 81:1004-1009.
- Rodríguez, H. K., H. G. Núñez, A. R. González, M. E. Ochoa and D. J. I. Sánchez. 2012. Factores críticos del proceso de crianza que afectan la edad al primer parto en establos de la Región Lagunera. *AGROFAZ. Vol. 12.* 4:9-17.
- Stewart, S., S. Godden, R. Bey, P. Rapnicki, J. Fetrow, R. Farnsworth, M. Scanlon, Y. Arnold, L. Clow, K. Mueller, and C. Ferrouillet. 2005. Preventing bacterial contamination and proliferation during the harvest, storage, and feeding of fresh bovine colostrum. *J. Dairy Sci.* 88:2571-2578.

Uetake, K. 2013. Newborn calf welfare: A review focusing on mortality rates. *J. Anim Sci.* 84:101-105.

Zagorska, J. and I. Ciprova. 2012. The influence of heat treatment on antimicrobial proteins in milk. *World Academy of Science. Engineering and Technology.* 64:832-836.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. Mario A. Valdés Berlanga y familia, por las facilidades prestadas para la realización de la presente investigación. Al personal del establo por permitir trabajar en forma conjunta con los alumnos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

# RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL FORRAJE DE MARALFALFA OBTENIDO EN DIFERENTES FECHAS DE CORTE EN DURANGO, MÉXICO

Yield and Nutritional Quality of Maralfalfa Forage Obtained at Different Cutting Dates in Durango, México

Faviola Ortiz Robledo<sup>a</sup>, Osvaldo Reyes Estrada<sup>a</sup>, Jesús Herrera Corral<sup>b</sup>, Rigoberto Rosales Serna<sup>c\*</sup> y Rafael Jiménez Ocampo<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. km 11.5 Carretera Durango-El Mezquital. Durango, Dgo. México. C. P. 34170. <sup>b</sup>CIIDIR Unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional. Calle Sigma # 119, Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, Dgo. México. C. P. 34220. <sup>c</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital. Durango, Dgo. México. C. P. 34170.

e-mail: rosales.rigoberto@inifap.gob.mx

## RESUMEN

La maralfalfa (*Pennisetum* sp.) es recomendada en Durango para la producción de forraje. El objetivo fue evaluar el rendimiento y calidad del forraje de maralfalfa en diferentes fechas de corte en Durango. En 2015, se realizó un corte uniforme y luego se realizaron cinco muestreos (39, 48, 60, 75 y 90 días después del corte: DC) para evaluar el rendimiento de forraje verde (FV), forraje seco (FS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA), lignina ácido detergente (LAD), sílice (S), lignina (L), hemicelulosa (He), celulosa (Cel), cenizas (Cen) y digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Se corroboró el alto potencial de rendimiento de FV en maralfalfa, que en 39 DC alcanzó 94.1 t ha<sup>-1</sup> y 90 DC obtuvo 204.5 t ha<sup>-1</sup>, superando a las especies forrajeras cultivadas en Durango. El contenido de agua fue alto, por lo que el rendimiento de FS fue bajo (10.3 t ha<sup>-1</sup> a 35.9 t ha<sup>-1</sup>) y esto limitó el uso de la maralfalfa en ensilajes. Las variables relacionadas con la calidad del forraje mostraron valores aceptables en el corte realizado 39 DC: PC (12.7 %), EE (1.8 %), FDN (62.2 %), FDA (36.6 %), LAD (4.3 %), sílice (1.5 %), He (25.7 %), Cel (32.3 %), L (2.0 %), Cen (19.0 %) y DIVMS (79.4 %). La maralfalfa es útil para la producción de forraje en Durango, aunque

debe cuidarse la fecha de corte y su calidad para cumplir con el requerimiento nutricional del ganado.

**Palabras clave:** adaptación, composición química, digestibilidad, *Pennisetum* sp., productividad.

## SUMMARY

Maralfalfa grass (*Pennisetum* sp.) is recommended for forage production in Durango, México. The objective was to evaluate the forage yield and quality in maralfalfa grass at different cutting dates in Durango, México. In 2015, an uniform forage cutting was made in all the plots and thereafter five sampling dates (39, 48, 60, 75 and 90 days after cutting: AC) were performed in order to evaluate green (GF) and dry fodder (DF) yield and the content of crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL), silica (S), lignin (L), hemicellulose (He), cellulose (Cel), ash and *in vitro* dry matter true digestibility (IVTD). Results corroborated the high yield potential for GF production in maralfalfa, reaching 94.1 t ha<sup>-1</sup> at 39AC sampling date and 204.5 t ha<sup>-1</sup> at 90 days AC, surpassing all forage species actually grown in Durango. The forage water content was also high, thus DF yield was low (10.3 t ha<sup>-1</sup> to 35.9 t ha<sup>-1</sup>), limiting the direct



usage of maralfalfa for silage. Traits related to forage quality showed acceptable values at 39 days AC: CP (12.7 %), EE (1.8 %), NDF (62.2 %), ADF (36.6 %), ADL (4.3 %), silica (1.5 %), He (25.7 %), Cel (32.3 %), L (2.0 %), ash (19.0 %) and IVTD (79.4 %). Maralfalfa grass is a useful crop for forage production in Durango, but early cutting dates and forage quality need to be considered in order to satisfy nutritional requirements for beef cattle.

**Key words:** adaptability, chemical composition, digestibility, *Pennisetum* sp., productivity.

## INTRODUCCIÓN

La maralfalfa (*Pennisetum* sp.) es una especie tropical introducida en México como alternativa forrajera, la cual fue promocionada como una opción de valores altos de productividad y contenido de proteína (<http://www.maralfalfa.mx>). Por esta razón, se generó en Durango una alta expectativa por el cultivo de esta especie en superficies amplias para abastecer las necesidades de forraje. Además, se pretendió reducir el requerimiento de suplementos proteicos que se tiene actualmente para el ganado bovino, en dicho estado y otras entidades de México. En varias instituciones se consideró necesaria la validación del rendimiento y calidad forrajera de la maralfalfa en Durango. Lo anterior, debido a que esta especie carecía de recomendaciones técnicas y se desconocían sus propiedades productivas y calidad forrajera, cuando es cultivada localmente.

Desde su introducción en Durango, se han establecido algunas tecnologías para el manejo agronómico y uso forrajero de la maralfalfa (Jiménez *et al.*, 2014a). Se evaluó también la calidad nutricional del forraje producido localmente por esta planta y se establecieron los niveles de proteína, los cuales fueron contradictorios con respecto a los promocionados durante la introducción de esta especie vegetal (Jiménez *et al.*, 2014a).

En Durango, se requieren altas cantidades de forraje para abastecer la demanda de alimento generada por la producción bovina. Actualmente, se

tiene dependencia del pastizal, maíz (*Zea mays*), alfalfa (*Medicago sativa*), sorgo (*Sorghum bicolor*) y avena (*Avena sativa*) para la alimentación del ganado. El uso desmedido del pastizal generó sobreexplotación, daño ambiental, erosión y pérdida de especies (Arrieta y Cortés, 2009; Cisneros *et al.*, 2009). El maíz, muestra competencia con el consumo animal debido a que esta especie es considerada como alimento básico para el humano. El cultivo de alfalfa generó abatimiento de los mantos freáticos en Durango y Coahuila, causando problemas de abastecimiento de agua para uso humano (Godoy *et al.*, 2003). El sorgo muestra problemas de manejo (pulgón amarillo, acame) y por su alto contenido de agua presenta dificultad para el ensilaje, que es uno de los métodos de conservación del forraje más utilizados en Durango. En el caso de avena, se considera como una especie de emergencia y su siembra en temporal genera forraje de calidad baja; mientras que en riego muestra competencia con cultivos alimenticios (trigo) y bajo rendimiento debido al daño ocasionado por las bajas temperaturas invernales.

Se ha propuesto el uso de varias especies para reducir el déficit de forraje, que se registra de manera recurrente en el Norte-Centro de México (Núñez *et al.*, 2010). Es necesario validar dichas especies en Durango para determinar su utilidad forrajera, reducir costos de alimentación y fortalecer la productividad del ganado bovino en la época seca del año. El rendimiento de biomasa y el precio son los principales criterios para la selección de especies forrajeras, principalmente para los agricultores que comercializan forraje. En el caso de productores que usan forraje, para alimentar ganado propio, entonces se cuida la calidad nutritiva mediante la evaluación de la utilidad para la finalización (engorda) y producción de leche.

En Durango, se reinició el estudio sistemático de la calidad de diferentes especies forrajeras utilizadas para la alimentación de ganado bovino. El método tradicional, incluye la evaluación del rendimiento y realización del análisis químico proximal

(AOAC, 1995); aunque éste último se considera insuficiente para caracterizar los forrajes por su calidad nutritiva. Por ello, se recomiendan otros atributos como la digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca (DIVMS), la cual representa una de las características más importantes en la evaluación de la calidad del forraje (Giraldo *et al.*, 2007). El objetivo fue evaluar el rendimiento y calidad del forraje obtenido para diferentes fechas de corte en maralfalfa cultivada en el estado de Durango.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, ubicada en el km 11.5 de la carretera Durango-Mezquital, Dgo., México. El sitio experimental se localiza a 23° 57' latitud norte y 104° 34' longitud oeste y tiene una altitud de 1,876 m. El clima del área es templado seco, con una temperatura media de 17.3 °C y un promedio de 450 mm para la lluvia acumulada anualmente. El suelo predominante en el sitio experimental es del tipo Castañozem lúvico, con más de 70 cm de profundidad y pendiente menor a 2 %.

El cultivo de maralfalfa se estableció en 2014, mediante el uso de material vegetativo (tallos), en un área de 5,499 m<sup>2</sup>. Los surcos utilizados fueron de 100 m de longitud y una separación de 0.81 m. El 31 de julio de 2015, se fertilizó con 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y luego se aplicó un riego para la incorporación del fertilizante. El 13 de agosto de 2015, se realizó un corte para uniformar el crecimiento de las plantas y tallos de maralfalfa, que habían rebrotado de manera desuniforme luego del periodo invernal. Se aplicó nuevamente fertilización, el 20 de agosto de 2015, mediante el uso de 80 kg de nitrógeno ha<sup>-1</sup> y se regó cada 15 días para fortalecer la producción de biomasa y evitar el estrés hídrico (sequía) en las plantas de maralfalfa.

Después del corte de uniformidad, se realizaron cinco muestreos de rendimiento forrajero 39, 48, 60, 75 y 90 días después del corte (DC), para obtener plantas en diferentes etapas de cre-

cimiento. Los muestreos se realizaron en diferentes parcelas, las cuales consistieron en franjas de 12 surcos, dentro del lote completo de maralfalfa. En cada fecha de muestreo se tomaron, de forma aleatoria, seis muestras de 1 m de longitud (0.81 m<sup>2</sup>). En cada sitio de muestreo, los tallos de las plantas se cortaron a una altura de 15 cm del suelo y luego se pesaron en campo con una báscula romana (Rotterä), de 100 kg de capacidad, para obtener el rendimiento de forraje verde. Después, se obtuvo una submuestra de 1.4 kg en promedio, la cual se picó y se colocó en bolsas de papel para su secado. Las submuestras fueron introducidas a una estufa de aire forzado a 60 °C durante 72 h, luego se pesaron nuevamente para determinar la proporción de materia seca y finalmente extrapolar este valor a la muestra completa de forraje verde obtenida en cada parcela.

Las submuestras de forraje secas se molieron en un equipo eléctrico (Wiley®), con criba de 1 mm, y la harina obtenida se utilizó para determinar la composición química y digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca (DIVMS). La proporción de materia seca (MS) se obtuvo a partir de una muestra sometida a una temperatura de 100 °C. El contenido de proteína cruda (PC) se evaluó por el método Kjeldahl, según recomendaciones de la AOAC, (1995), el cual incluyó la cuantificación del nitrógeno total y luego el valor obtenido se multiplicó por el factor 6.25. La fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA), lignina (L) y lignina ácido detergente (LAD) se determinaron con base en el método ANKOM, (2005), en el cual se incluyó la utilización de bolsas ANKOM F57. La celulosa se calculó por diferencia (Cel= FDA-LAD), al igual que la hemicelulosa (He= FDN-FDA).

Las muestras de maralfalfa fueron sometidas a un proceso de fermentación anaeróbica para obtener el valor de la digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca (DIVMS). La fermentación se realizó con líquido ruminal obtenido de dos bovinos macho fistulados, con un peso de 700 kg, los cuales fueron alimentados con heno de alfalfa y

concentrado alimenticio de tipo comercial. El proceso de fermentación se realizó en el incubador Daisy<sup>®</sup> (ANKOM Technology Corp., Macedon, NY) siguiendo el protocolo sugerido por el fabricante (ANKOM, 2011).

Los datos obtenidos para rendimiento, variables relacionadas con la composición química y la DIVMS se analizaron con un diseño completamente al azar. Las edades de corte fueron consideradas como tratamientos y se tuvieron seis repeticiones para las variables de campo (rendimiento) y tres repeticiones para las variables de laboratorio (composición química y DIVMS). La comparación de medias se realizó con base en la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el uso del paquete estadístico SAS<sup>®</sup> Ver. 9.2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de forraje verde de maralfalfa, obtenido a los 39 días después del corte de uniformidad (DC), alcanzó un valor de 94.1 t ha<sup>-1</sup>, lo cual representó una alta capacidad productiva de esta especie (Figura 1). Lo anterior, al comparar los

resultados con el sorgo dulce en donde se observó un promedio de 77.0 t ha<sup>-1</sup> luego de acumular 107 días después de la siembra (Rosales *et al.*, 2010). En el muestreo realizado en maralfalfa 90 DC, se obtuvo un rendimiento de 204.5 t ha<sup>-1</sup>, lo cual superó la producción de forraje verde de todas las especies forrajeras probadas en Durango, las cuales han mostrado valores entre 85.9 t ha<sup>-1</sup> en girasol y 79.7 t ha<sup>-1</sup> sorgo dulce cv. Lico (Núñez *et al.*, 2010). Los resultados concuerdan con lo expuesto en otros estudios, donde se expone que la maralfalfa tiene la capacidad de producir entre 200 y 400 t ha<sup>-1</sup> de forraje verde entre 90 días y un año (Citalán *et al.*, 2012; Delgado y Soto, 2014). En otros estudios realizados en Durango se han obtenido valores de 100.7 t ha<sup>-1</sup> con la variedad de sorgo dulce TOM 3 (Jiménez *et al.*, 2011) y 92 t ha<sup>-1</sup> con el híbrido de maíz H 385 (Castillo *et al.*, 2014). En el caso de pastos perennes se observó un rendimiento de 204 t ha<sup>-1</sup> de forraje verde con pasto bromo (*Bromus willdenowii* cv. Matua), que acumuló dicha cantidad en varios cortes hasta los 241 días después de la siembra (Jiménez *et al.*, 2014b).

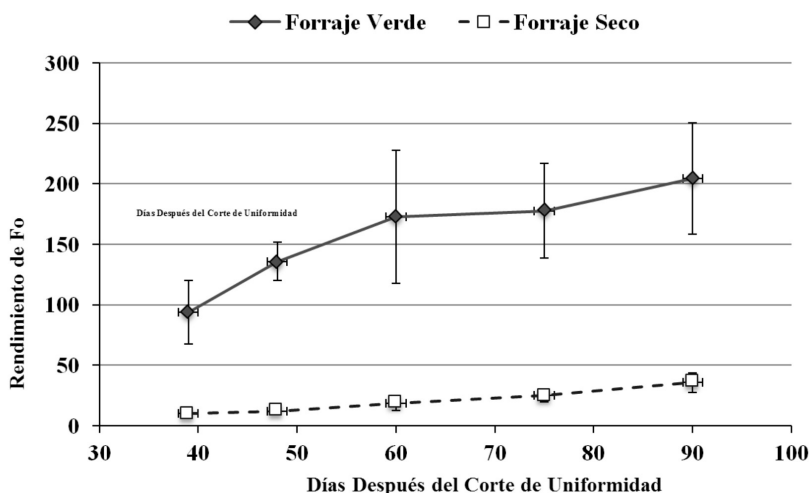


Figura 1. Rendimiento de forraje en diferentes fechas de muestreo de un lote establecido con maralfalfa. (promedio  $\pm$  desviación estándar).

A pesar del alto rendimiento de forraje verde en maralfalfa, se ha observado que el contenido hídrico alcanzó valores entre 83 y 92 % (Jiménez *et al.*, 2014a), lo cual dificultó su manejo y uso en la elaboración de ensilados. Por ello, en el presente estudio el rendimiento de forraje seco se redujo considerablemente y fluctuó entre 10.3 t ha<sup>-1</sup> en el primer muestreo (39 DC) y 35.9 t ha<sup>-1</sup> en el último, el cual fue realizado 90 días DC. En otros estudios, se obtuvieron rendimientos más altos con valores acumulados entre 43.2 t ha<sup>-1</sup> y 47.2 t ha<sup>-1</sup> de forraje seco (Citalán *et al.*, 2012). La maralfalfa es una especie que muestra alta producción de forraje verde, lo cual es importante para las personas que comercializan este producto agrícola. A pesar de lo anterior, la producción de forraje seco fue inferior al

observado en pasto perenne bromo cv. Matua (39 t ha<sup>-1</sup>), aunque en este caso se requirieron 241 días después de la siembra para alcanzar dicho rendimiento (Jiménez *et al.*, 2014b).

El contenido de proteína de la maralfalfa fue mayor en el primer muestreo (12.7 %) y luego se observó disminución paulatina hasta alcanzar los valores más bajos en los dos últimos muestreos, realizados 75 DC (4.9 %) y 90 días DC (5.1 %) (Cuadro 1). Los valores y tendencias fueron similares a los obtenidos en otros estudios con maralfalfa, donde se observó mayor contenido de proteína (13.4 %) en el forraje obtenido 30 días después del corte y luego se redujo hasta 6.2 % a los 90 después del corte (Citalán *et al.*, 2012).

**Cuadro 1. Composición química del forraje de maralfalfa obtenido en diferentes fechas de corte.**

<sup>1</sup> Fecha de Corte	Proteína Cruda (%)	Extracto Etéreo (%)	<sup>2</sup> FDN (%)	FDA (%)
39	12.7 <sup>a</sup>	1.8	62.2 <sup>d</sup>	36.6 <sup>d</sup>
48	8.8 <sup>b</sup>	1.2	66.2 <sup>c</sup>	37.4 <sup>c</sup>
60	7.5 <sup>c</sup>	1.7	71.4 <sup>ab</sup>	41.4 <sup>a</sup>
75	4.9 <sup>d</sup>	1.4	70.4 <sup>a</sup>	39.9 <sup>b</sup>
90	5.1 <sup>d</sup>	1.4	73.7 <sup>a</sup>	42.1 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Fecha de Corte = número de días después del corte de uniformidad; <sup>2</sup>FDN= fibra en detergente neutro, FDA = fibra en detergente ácido. Literales diferentes en la misma columna representan diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre fechas de corte.

En otros trabajos con maralfalfa se observaron niveles proteicos entre 3.6 % y 9.8 %, dependiendo del tratamiento y fecha de corte (Palacios *et al.*, 2013). En estudios previos, los valores registrados fueron mayores y se obtuvieron niveles de 21.8 % a los 56 días después del rebrote y 11.9 % a los 105 días después del rebrote (Correa *et al.*, 2006). Correa *et al.* (2011) reportaron valores de proteína entre 18.4 y 22.1 %, con variaciones ocasionadas por la fertilización y fecha de corte. Con base en

los resultados obtenidos en Durango, la maralfalfa puede considerarse como un forraje pobre en proteína (Jiménez *et al.*, 2014a), que hace necesaria la suplementación del ganado bovino en crecimiento. El contenido de proteína observado en maralfalfa, difiere de los textos promocionales del cultivo de esta especie en México, en el que se mencionaban valores de 20.0 % en cortes realizados entre 40 y 110 días después de la cosecha anterior (Delgado y Soto, 2014).

En el caso de extracto etéreo (grasa cruda), se observó similitud en todas las fechas de muestreo con valores que fluctuaron entre 1.2 % y 1.8 %. Los valores de grasa cruda fueron similares a los observados en otros estudios con maralfalfa, donde se observaron niveles entre 1.7 % y 2.5 % (Correa, 2006). El nivel de grasa cruda en maralfalfa fue reducido y mostró valores más bajos que los reportados en otros estudios (2.9 % a 3.4 %; Correa *et al.*, 2011), lo cual limita su nivel energético y esto se acentúa debido a que una proporción importante del extracto etéreo está compuesto por sustancias insaponificables, como son las ceras y terpenos (Martínez *et al.*, 2010). A pesar de lo anterior, es necesaria su cuantificación para facilitar el balanceo de dietas convencionales, las cuales tienen valores de 2.0-3.0 % de grasa (Martínez *et al.*, 2010) y no deben superar el 5.0 % en bovinos (Tobía y Villalobos, 2004). Cuando los porcentajes de grasa son mayores a 5.0 %, reducen la digestión de la fibra y el consumo de materia seca (Tobía y Villalobos, 2004). Además, pueden causar enranciamiento, oxidación de vitaminas y formación de productos tóxicos (Ojeda, 2012).

El contenido de FDN de la maralfalfa fue significativamente inferior en el muestreo de 39 DC (62.2 %) y se incrementó paulatinamente, hasta alcanzar un valor de 73.7 % en el muestreo realizado 90 días DC. Los valores difirieron de los presentados en otros estudios donde se obtuvieron niveles inferiores de FDN, los cuales fluctuaron entre 53.9 % y 66.9 % (Correa *et al.*, 2006; Correa *et al.*, 2011). En otros trabajos de investigación se obtuvieron valores similares a los obtenidos en el presente estudio, con fluctuaciones entre 65.1 % y 72.7 % (Palacios *et al.*, 2013). El valor observado en la primer fecha

de muestreo resultó similar al que se obtuvo con la variedad de sorgo dulce TOM 3 en un estudio realizado en Durango (62.8 %), aunque fue mayor al promedio registrado para todas las variedades de sorgo (59.6 %) incluidas en dicho estudio.

Respuesta similar, aunque variable, se apreció en el caso de la FDA que mostró su valor más bajo en el primer muestreo (36.6 %); mientras, que el valor más alto se registró 90 DC (42.1 %). Los resultados concuerdan con lo expuesto por Correa *et al.* (2011), quienes obtuvieron valores de FDA entre 35.8 % y 38.0 %. Aunque en algunos estudios se obtuvieron valores más altos, con niveles entre 43.1 % y 53.1 % (Palacios *et al.*, 2013), los resultados de fibras fueron similares a los observados en trabajos anteriores con maralfalfa en Durango, donde se obtuvieron valores de FDA que fluctuaron entre 41.1 % y 46.6 %; mientras que los de FDN variaron entre 65.4 % y 73.7 % (Jiménez *et al.*, 2014a). Con base en los resultados obtenidos, es necesario recomendar que en Durango el corte de maralfalfa se realice de forma preferente antes de 50 días después del rebrote, para evitar que el ganado muestre pérdida de aceptabilidad (preferencia), consumo voluntario y digestibilidad del forraje (Ball *et al.*, 2001; Newman *et al.*, 2006; Undersander, 2011).

El contenido de lignina ácido detergente (LAD), aunque mostró fluctuación, se incrementó paulatina y significativamente con valores entre 4.3 % y 6.0 % (Cuadro 2). Las fluctuaciones observadas pudieron ser ocasionadas por la variación natural del contenido de lignina en respuesta al crecimiento de la planta, irregularidad en la toma de muestra y la inclusión de compuestos no fenólicos como cenizas y proteína (Vargas *et al.*, 2012).

**Cuadro 2. Composición química del forraje de maralfalfa obtenido en diferentes fechas de corte.**

<sup>1</sup> Fecha de Corte	<sup>2</sup> LAD (%)	Sílice (%)	He (%)	Cel (%)	L (%)	Cen (%)	DIVMS (%)
39	4.3 <sup>cd</sup>	1.5 <sup>b</sup>	25.7 <sup>c</sup>	32.3 <sup>c</sup>	2.0 <sup>c</sup>	19.0 <sup>b</sup>	79.4 <sup>a</sup>
48	5.1 <sup>b</sup>	1.8 <sup>a</sup>	28.8 <sup>b</sup>	32.4 <sup>c</sup>	2.5 <sup>c</sup>	22.1 <sup>a</sup>	73.9 <sup>b</sup>
60	3.9 <sup>d</sup>	0.7 <sup>c</sup>	30.0 <sup>ab</sup>	37.4 <sup>a</sup>	2.5 <sup>c</sup>	15.6 <sup>c</sup>	72.3 <sup>c</sup>
75	4.7 <sup>bc</sup>	0.9 <sup>c</sup>	30.5 <sup>ab</sup>	35.3 <sup>b</sup>	3.2 <sup>b</sup>	14.3 <sup>cd</sup>	69.4 <sup>c</sup>
90	6.0 <sup>a</sup>	1.4 <sup>b</sup>	31.6 <sup>a</sup>	36.1 <sup>b</sup>	4.0 <sup>a</sup>	13.3 <sup>d</sup>	60.7 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>Fecha de Corte = número de días después del corte de uniformidad; <sup>2</sup>LAD= lignina ácido detergente, He = hemicelulosa, Cel = celulosa, L = lignina, Cen = cenizas, DIVMS = digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca. Literales diferentes en la misma columna representan diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre fechas de corte.

El contenido de sílice mostró variación entre 0.7 % y 1.8 %, este elemento se encuentra junto con la lignina en la pared celular y el alto valor observado en el muestreo realizado a los 90 días DC, afectó negativamente la calidad del forraje debido a su influencia detrimental sobre la digestibilidad, tasa de digestión y consumo voluntario (Parsi *et al.*, 2001). La hemicelulosa se incrementó en forma paulatina y significativa, por lo cual pasó de 25.7 % en el primer muestreo a 31.6 % en la última evaluación realizada 90 días DC. El incremento de la hemicelulosa mostró valores superiores con respecto a los presentados en otros estudios con maralfalfa (22.5 %; Mateus *et al.*, 2012) y al considerarse como un componente de la FDN, el nivel alto de este compuesto reduce la preferencia y consumo voluntario de los forrajes.

En el caso de celulosa, se observó un incremento desde 32.3 % hasta un nivel de 37.4 % registrado a los 60 días DC, luego se redujo en los dos últimos muestreos. Los niveles observados inicialmente fueron similares a los reportados en otros estudios con maralfalfa, en los que se observó un valor de celulosa de 33.8 % (Mateus *et al.*, 2012). Las diferencias en los niveles de celulosa, observadas en los muestreos finales, se debieron a las variaciones en el contenido natural de este compuesto en los diferentes órganos de la planta

y la falta de uniformidad en la toma de la muestra.

La lignina se incrementó de un nivel de 2.0 %, registrado en el primer muestreo, para luego presentar un valor significativamente alto en la última evaluación (4.0 %). Los resultados demostraron que la maralfalfa cosechada en Durango mostró menor nivel de lignificación, comparada con los resultados obtenidos en otros trabajos de investigación, donde se muestran valores entre 7.1 y 9.6 % de lignina (Correa, 2006) y proporciones entre 6.8 y 7.3 % de este compuesto (Correa *et al.*, 2011). El bajo nivel de lignificación favoreció la digestión del forraje, ya que la lignina es un compuesto que limita la digestibilidad de los forrajes y es considerada como un factor negativo para la producción animal (Lyons *et al.*, 2000).

Por su parte, el contenido de cenizas registró una respuesta irregular y disminuyó a medida que avanzó el ciclo de cultivo, pasando de entre 19.0 % y 22.1 % en las primeras fechas de evaluación, hasta mostrar un valor más bajo en el último muestreo (13.3 %). Los valores anteriores, resultaron superiores a los niveles que se obtuvieron en otros estudios donde se registraron valores entre 10.4 % y 10.5 % (Correa, 2006) y entre 9.8 % y 13.0 %, en experimentos con diferentes niveles de fertilización (Correa *et al.*, 2011). El alto contenido de cenizas, observado entre los 39 y 48 días después del corte,

se relacionó con un alto contenido de minerales y bajo nivel de lignificación, lo cual puede beneficiar la calidad nutritiva del forraje. A pesar de lo anterior, se deben identificar los minerales y analizar cuáles son las proporciones de cada uno, para balancear el contenido de acuerdo con los requerimientos del ganado que se alimentará con el forraje de maralfalfa.

La digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca se redujo paulatina y significativamente conforme avanzó el periodo de muestreo. El valor más alto de digestibilidad se obtuvo en la primera fecha de muestreo (79.4 %), la cual se redujo a un valor de 60.7 % en la última evaluación. Los valores de digestibilidad, obtenidos en el último muestreo, resultaron similares a los registrados previamente en maralfalfa, donde se mostró con un promedio de 60.3 % (Jiménez *et al.*, 2014a) y a los observados en otros estudios donde el forraje con tres semanas de edad registró un valor de 62.5 %, para luego descender a 55.8 % (seis semanas) y 52.1 % (nueve semanas) (Clavero y Razz, 2009). En sorgo dulce, se observaron valores más altos de DIVMS en Durango, con niveles entre 81.7 y 82.6 % (Nava *et al.*, 2015).

## CONCLUSIONES

La maralfalfa representa una opción productiva para obtener forraje en Durango, en el ciclo primavera-verano, aunque debe cuidarse la fecha de corte, calidad y proporción útil en el balanceo de raciones alimenticias para ganado bovino. Esta especie vegetal presentó valores altos de rendimiento forrajero y digestibilidad, cuando se cosechó 39 días después del corte, antes del aumento considerable del contenido de las fibras. El contenido de proteína de la maralfalfa en esa etapa (39 días después del corte anterior) redujo la necesidad de utilización de suplementos para cumplir con los requerimientos proteicos del ganado bovino de engorda. El alto contenido de agua, hace necesaria la generación de tecnología para la fermentación eficiente (aditivos) y reducción del contenido de hu-

medad en maralfalfa, con el fin de facilitar su uso en la elaboración de forrajes ensilados.

## LITERATURA CITADA

- ANKOM. 2005. Acid detergent fiber in feeds. Filter bag technique (ANKOM<sup>200</sup>). Ankom Technology.
- ANKOM. 2011. *In vitro* true digestibility using DAISY incubator. Documento consultado en línea el 31 de Marzo de 2016. [http://digestibility.com/media/documents/IVDMD\\_0805\\_D200.pdf](http://digestibility.com/media/documents/IVDMD_0805_D200.pdf).
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. 12<sup>th</sup> Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C. USA. 1930 p.
- Arrieta H., Y.; A. Cortés. 2009. Diversidad de las gramíneas de Durango, México. *Polibotánica* 28: 49-68. México.
- Ball, D. M.; M. Collins; G. D. Laceyfield; N. P. Martin; D. A. Mertens; K. E. Olson; D. H. Putnam; D. J. Undersander; M. W. Wolf. 2001. Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation Publication 1-01, Park Ridge, IL. USA. 17 p.
- Castillo R., A.; L. M. Salazar S.; R. Rosales S.; R. Jiménez O. 2014. Rendimiento forrajero de maíz utilizado para alimentar bovinos productores de carne y leche en Durango, México. Congreso Mundial de Ganadería Tropical. Tamaulipas, Méx. pp. 105-108.
- Cisneros A., D.; M. I. Mata; E. O. Rueda; M. A. Garbalena. 2009. Evaluación cuantitativa de la vegetación en agostaderos sobrepastoreados tratados con rodillo aereador. Memorias del VI Simposio Internacional de Pastizales. Universidad Autónoma de Nuevo León-Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México. 1p.

- Citalán C., L.; B. Domínguez C.; M. A. Orantes Z.; A. Manzur C.; B. Sánchez M.; M. C. de los Santos L.; J. L. Ruiz R.; J. L. Cruz L.; V. Cordova A.; J. A. Ramos J.; J. Nahed T. 2012. Evaluación nutricional de maralfalfa (*Pennisetum* spp.) en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel, municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas* 1(13): 19-23.
- Clavero, T.; R. Razz. 2009. Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 26: 78-87.
- Correa C., H. J. 2006. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development* 18, Artículo Núm. 84. Documento consultado en línea el 31 de Marzo de 2016. <http://www.lrrd.org/lrrd18/6/corr18084.htm>.
- Correa C., H. J.; H. Arroyave; Y. Henao; A. López; J. M. Cerón. 2011. Pasto maralfalfa: mitos y realidades. Documento consultado en línea el 31 de Marzo de 2016. <https://antoniovyckovilchez.files.wordpress.com/2011/12/maralfalfa.pdf>.
- Delgado E., M.; L. C. Soto D. 2014. Uso de la maralfalfa en la producción ovina. Documento consultado en línea el 31 de Marzo de 2016. <http://corderosupremo.com/wp-content/uploads/2014/03/Maralfalfa-en-la-ovincultura.pdf>.
- Giraldo, L. A.; L. A. Gutiérrez; C. Rúa. 2007. Comparación de dos técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 20: 269-279.
- Godoy A., C.; F. Lucero; C. A. Torres; J. A. Samaniego; I. Reyes. 2003. Uso del agua, relaciones hídricas y producción de alfalfa con riego por goteo superficial. *Agricultura Técnica en México* 29: 113-123.
- Jiménez O., R.; P. A. Domínguez M.; R. Rosales S.; C. A. Nava B.; F. O. Carrete C. 2014a. Rendimiento y calidad del forraje de maralfalfa. 1er. Congreso Internacional de Investigación Agropecuaria y Forestal. Edo. Méx. Méx. pp. 188-195.
- Jiménez O., R.; R. Rosales S.; P. A. Domínguez M.; M. V. Montelongo T.; C. A. Nava B. 2014b. Rendimiento y calidad de forraje invernal obtenido con diferentes especies de pasto perenne. 1er. Congreso Internacional de Investigación Agropecuaria y Forestal. Edo. Méx. Méx. pp. 779-786.
- Lyons, R. K.; R. V. Machen; T. D. A. Forbes. 2000. ¿Por qué cambia la calidad del forraje de los pastizales? *Agri Life Extension Texas A & M System*. 6 p.
- Martínez M., A. L.; M. Pérez H.; L. Pérez A.; G. Gómez C. 2010. Digestión de los lípidos en los rumiantes: una revisión. *Interciencia* 35(4): 240-246.
- Mateus, L.; O. Hernández; M. Velásquez; J. J. Díaz. 2012. Evaluación del pretratamiento con ácido sulfúrico diluido de pasto maralfalfa (*Pennisetum glaucum* x *Pennisetum purpureum*) para la producción de etanol. *Revista Colombiana de Biotecnología* XIV(1): 146-156.
- Nava B., C. A.; R. Rosales S.; F. O. Carrete C.; R. Jiménez O.; P. A. Domínguez M. 2015. Caracterización química de tres variedades de sorgo dulce en dos localidades del estado de Durango. VI Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Durango, Dgo. Méx. pp. 450-454.



- Newman, Y. C.; B. Lambert; J. P. Muir. 2006. Defining forage quality. Nutritive value of Southern Forages. Texas Cooperative Extension. The Texas A&M University System. Texas, USA. 13 p.
- Núñez M., O. G.; R. Rosales S.; G. Acosta L.; C. A. Nava B.; R. Jiménez O. 2010. Validación del potencial forrajero de especies cultivadas en Durango, México. Memoria de la XXII Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio Dgo., Méx. pp. 836-841.
- Ojeda R., M. R. 2012. Evaluación del grado de homologación analítica de forrajes y concentrados en laboratorios nacionales. Universidad Austral de Chile. Tesis de Licenciatura. Valdivia, Chile. 40 p.
- Palacios D., M. P.; V. Mendoza G.; J. R. Fernández V.; J. M. Hernández M. 2013. Effects of defoliation and nitrogen uptake on forage nutritive values of *Pennisetum* sp. The Journal of Animal & Plant Sciences 23(2): 566-574.
- Parsi, J.; L. Godio; R. Miazzo; R. Maffoli; A. Echevarría; P. Provensal. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Documento consultado en línea el 31 de Marzo de 2016. [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/16-valoracion\\_nutritiva\\_de\\_los\\_alimentos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf).
- Rosales S., R.; O. G. Núñez M.; C. A. Nava B.; G. Acosta L.; R. Jiménez O.; E. I. Cuéllar R. 2010. Rendimiento forrajero y contenido de sacarosa en variedades de sorgo cultivadas en Durango, México. Memorias de la XXII Semana Internacional de Agronomía. México. pp. 533-538.
- Tobía, C.; E. Villalobos. 2004. Producción y valor nutricional del forraje de soya en condiciones tropicales adversas. Agronomía Costarricense 28(1): 17-25.
- Undersander, D. 2011. Forage quality: terms and definitions. Documento consultado en línea el 7 de Junio de 2011. [http://ltdt-mfc.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2010/02/11\\_Dan\\_undersanderForageQualityAlfalfa.pdf](http://ltdt-mfc.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2010/02/11_Dan_undersanderForageQualityAlfalfa.pdf).
- Vargas V., A.; P. Pacheco; R. Shigueo F. 2012. Comparação entre os métodos lignin em detergente ácido, lignina permanganato de potássio, lignina Klason e lignina brometo de acetila na determinação do teor de lignina em plantas forrageiras. VI Simpósio de Pós-Graduação e Pesquisa em Nutrição e Produção Animal USP. Brasil. 5 p. Documento consultado en línea el 31 de Marzo de 2016. <http://posvnp.org/simpósios/2012/Alejandro%20Vargas%20Velasquez.pdf>.

## AGRADECIMIENTO

Este estudio recibió apoyo parcial de la Universidad Juárez del Estado de Durango, a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. La Dra. Faviola Ortiz Robledo recibió un apoyo posdoctoral del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

# PREVALENCIA DE *Escherichia coli* Y *Salmonella* spp. EN BECERRAS HOLSTEIN CON DIARREA EN LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO

Prevalence of *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. in Diarrheic Holstein Calves from La Comarca Lagunera, Mexico

Ramón Alfredo Delgado-González<sup>1</sup>, Vicente Homero González-Álvarez<sup>1</sup>, Rafael Rodríguez-Martínez<sup>1</sup>, Francisco Gerardo Véliz-Deras<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, Posgrado en Ciencias en Producción Agropecuaria, carretera a Santa Fe y Periférico, Torreón, Coahuila, México.  
e-mail: velizderas@gmail.com

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue describir la prevalencia *E. coli* y *Salmonella* spp. en becerras Holstein con diarrea. Se recolectaron 90 muestras de heces de becerras entre 1 a 35 días de edad en 9 establos de la Comarca Lagunera. *E. coli* se detectó en un 15.5% de las muestras, con un 13.3% de infecciones mixtas y un 2.2% de infecciones simples, donde la mayor prevalencia se observó en la primera y segunda semanas de edad. La prevalencia de *Salmonella* spp. fue de 28.9%, un 20.0% mixtas y un 8.8% simples, con mayor número de casos en la segunda semana de edad. *E. coli* y *Salmonella* spp. deben ser consideradas en el diagnóstico diferencial del síndrome diarreico durante el primer mes de vida de las becerras en el área de estudio; además, son importantes debido al potencial zoonótico de estos enteropatógenos.

**Palabras clave:** *E. Coli*, *Salmonella* spp., síndrome diarreico, becerras Holstein, Comarca Lagunera.

## SUMMARY

This study describes the prevalence of *E. coli* and *Salmonella* spp. in diarrheic Holstein calves.

Fecal samples were collected from 90 calves ranging from 1 to 35 days of age at 9 dairy farms from la Comarca Lagunera. *E. coli* was detected in 15.5% of the samples, with 13.3% of mixed and 2.2% of single infections, respectively, in the first and second week of age. The prevalence for *Salmonella* spp. was 28.9%, 20.0% mixed and 8.8% for single infections, with the most of cases in the second week of age. *E. coli* and *Salmonella* spp. must be considered in the differential diagnostic of the diarrheic syndrome in calves during the first month of age; furthermore, these enteropathogens are of concern due to its zoonotic potential.

**Key words:** *E. coli*, *Salmonella* spp., diarrheic syndrome, Holstein calves, Comarca Lagunera.

## INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera, México, la producción de leche de vaca es una de las principales actividades económicas del sector pecuario (Reta-Sánchez *et al.*, 2015), con un rendimiento de alrededor de 10 millones de ton de leche y que representa el 20% de la producción total en el país (García-Muñiz *et al.*, 2015); sin embargo, la muerte temprana de las becerras tiene como resultado la pérdida de hembras de reemplazo y por consecuencia la reducción en la producción de leche

(Mushtaq *et al.*, 2013). El deceso de las crías puede darse por procesos tales como la diarrea neonatal de las becerras, alteración muy frecuente que se presenta durante los primeros días de vida del animal y que representa más de un cuarto del total de la mortalidad en los establos (Foster y Smith, 2009), proceso que puede presentarse como un síndrome complejo en el que participan factores infecciosos, ambientales, nutricionales e inmunológicos (Smith, 2012).

Las manifestaciones clínicas de la enfermedad son heces acuosas, amarillentas y ocasionalmente con estrías de sangre, deshidratación, fiebre y depresión (Blanchard, 2012). Clínicamente, la identificación del agente etiológico no es posible, lo que hace necesario realizar estudios de laboratorio; para esto, se toman muestras fecales frescas directamente del recto del animal, para evitar contaminación y posteriormente, se envíanlos especímenes al laboratorio de diagnóstico veterinario, donde generalmente son procesados mediante cultivos bacteriológicos o detección de antígenos con ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA) (Cho y Yoon, 2013).

Entre los principales agentes infecciosos causantes de diarrea en becerras se reconoce a agentes bacterianos como *E. coli* (Fairbrother y Nadeau, 2006), *Salmonella spp.* (Kemal, 2014) y *Clostridium perfringens* tipo C (García *et al.*, 2013), virales tales como Calicivirus (Alkan *et al.*, 2015), Corona y Rotavirus (Meganck *et al.*, 2014), Norovirus (Otto *et al.*, 2011) y Torovirus (Lojkić *et al.*, 2015), además de los protozoarios *Cryptosporidium spp.* y *Giardia spp.* (Gillhuber *et al.*, 2014). Sin embargo, los más comunes y económicamente importantes son *E. coli* y *Salmonella spp.* (Mukhtar *et al.*, 2015); de los cuales, se tienen reportes en Alemania (Wielers *et al.*, 2007), Bangladesh (Abdullah *et al.*, 2013), Brasil (Ambrosim *et al.*, 2002), Bulgaria (Urumova *et al.*, 2015), Egipto (Youssef y El-Haig, 2012), Estados Unidos (Santos *et al.*, 2002), Holanda (Bartels *et al.*, 2010), Irán (Pourtaghi y Reza-Sodagari, 2016), Nueva Zelanda (Al Mawly *et al.*,

2015), Pakistán (Anwarullah *et al.*, 2014), Polonia (Żychlińska-Buczek *et al.*, 2015), Suecia (Torsein *et al.*, 2011) y Sudán (Abubaker *et al.*, 2015). A pesar de su importancia económica y sanitaria, la información sobre estos enteropatógenos en nuestra región es escasa; por tal motivo, el propósito de la presente investigación es describir la prevalencia de *E. coli* y *Salmonella spp.* en becerras Holstein con diarrea.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio.

De diciembre del 2007 a diciembre del 2008 se muestrearon becerras Holstein de la Comarca Lagunera en los Estados de Coahuila y Durango, México, ubicada en el subtrópico mexicano al norte del país (102°22' y 104°47' LO y 24°22' y 26°23' LN), a una altitud de 1,139 msnm. La región presenta un clima semidesértico con temperatura promedio anual de 21°C, con variaciones de 40°C (mayo-agosto) a 6°C (diciembre-enero) que se registran en el mes de junio y diciembre, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 266 mm con un rango de 163 a 504 mm, con época de sequía de noviembre a mayo (INEGI, 2013). La producción lechera en la región es desarrollada por empresas que producen con altos costos unitarios bajo un sistema de producción intensivo que requiere grandes volúmenes para tener utilidad, utilizando ganado raza Holstein, estabulado en instalaciones especializadas con procesos mecanizados y alimentado con forrajes de corte y concentrados. En el 2014 el censo de ganado lechero en la Comarca Lagunera fue de 443,526 cabezas, de éstas alrededor de 250,000 estaban en producción, el resto en crianza y como ganado seco. La producción de leche en México para el mismo año fue de 11,129,918 (miles de litros) y en la región Lagunera fue de 2,274,475 (miles de litros) (SAGARPA, 2015).

## Toma de muestras.

Se visitaron 9 hatos de Torreón y Matamoros en Coahuila y Gómez Palacio, Durango con una población de 3534 becerras; un solo hato tenía alrededor de 2100 becerras y el resto un promedio de 179 animales. Las becerras estaban alojadas en jaulas individuales, alimentadas con sustituto de leche y suplementadas con concentrado a base de avena y maíz. Se recolectaron 90 muestras de heces de becerras Holstein entre 1 a 35 días de edad, con signos clínicos de diarrea, de cada animal se obtuvieron entre 15-20 g de heces directamente del recto, utilizando guantes de vinil y se depositaron en envases de plástico estériles, se almacenaron a 4°-8°C hasta su procesamiento dentro de las siguientes 24 a 48 horas.

## Análisis de muestras.

Aislamiento de *Salmonella* spp. Fueron aisladas por enriquecimiento de heces en medios selectivos. Aproximadamente 1 g de heces fueron agregadas a 9 mL de caldo tetracionato. Después de 24 horas de incubación a 37°C las muestras fueron sembradas en Agar *Salmonella-Shigella*, e incubadas por 24 horas a 37°C. Los aislamientos fueron clasificados de acuerdo a las características de la colonia y a la tinción de Gram. Las colonias lactosa negativas, fueron probadas en medios de TSI y urea, para darlas como positivas de acuerdo a lo descrito por de la Fuente *et al.* (1999).

Detección de *E. coli* F5 (K99). Para la identificación se utilizó ELISA, mediante el paquete BIO-X EASY-DIGEST (BIO K 151) (Bio-X Diagnostics) (Imre *et al.*, 2007), el cual es un paquete diagnóstico antigénico *in vitro* de heces de bovino que corresponde a la técnica de ELISA de doble sándwich. Los principios de la prueba indican que toda la placa de microtitulación está sensibilizada con

una mezcla de tres anticuerpos específicos para los patógenos referidos. Estos anticuerpos capturan estos agentes a partir de las muestras fecales. El material fecal se diluye en una solución amortiguada de dilución y se incuba en la microplaca durante media hora a 21°C +/- 3°C. Los controles positivos y negativos también se depositan sobre la placa. La placa se incuba y se lava y luego se añaden los conjugados, listos para usar en los pocillos. Después de una segunda incubación durante media hora a 21°C +/- 3°C, la placa se lava de nuevo y se añade el cromógeno tetrametilbencidina. Este cromógeno presenta la doble ventaja de ser más sensible que otros cromógenos de peroxidasa y de no ser carcinogénico. Si uno o más de los agentes patógenos que se buscan están presentes en las heces, el conjugado o conjugados correspondientes permanecen unidos a los pocillos correspondientes y la enzima cataliza la transformación del cromógeno incoloro en un producto azul. La intensidad del color resultante es proporcional a la presencia del patógeno en la muestra.

## Análisis estadístico.

Los datos recolectados fueron tabulados y analizados utilizando la prueba de  $\chi^2$  para encontrar diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), utilizando el paquete MYSTAT 12 Versión 12.02.00 (2007).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se investigó la prevalencia de los dos principales patógenos causantes de diarrea en becerras, *E. coli* y *Salmonella* spp. En un 15.5% de las muestras analizadas mediante la técnica de ELISA se detectó *E. coli*, con un 85.7% de infecciones mixtas y un 14.3% de infecciones simples, mientras que la prevalencia de *Salmonella* spp. fue de 28.9%, un 42.6% mixtas y un 30.8% simples (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Porcentaje de becerras con infección mixta y simple con *E. coli* y *Salmonella* spp.**

Patógeno	Total		Infección			
			Mixta		Simple	
	n	%	n	%	n	%
<i>E. coli</i>	14/90 <sup>a</sup>	15.5	12/14 <sup>a</sup>	85.7	2/14 <sup>a</sup>	14.3
<i>Salmonella</i> spp.	26/90 <sup>b</sup>	28.9	12/26 <sup>b</sup>	46.2	8/26 <sup>a</sup>	30.8

<sup>a,b</sup>Distintas letras entre filas son estadísticamente diferentes (**P<0.05**).

La mayor prevalencia para *E. coli* se observó en la primera y segunda semanas de edad (42.9% en cada una), y el 14.3% en la tercera, a partir de la cual, ya no se observaron casos para este patógeno. Para *Salmonella* spp. la mayor prevalencia

también se observó durante la primera y segunda semanas de vida (30.8% y 34.6% respectivamente), observándose una declinación durante la tercera y cuarta semanas (23.1% y 11.5% respectivamente) (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Edad en días de las becerras con infección con *E. coli* y *Salmonella* spp.**

Edad	1-7	8-14	15-21	22-28	Total	Promedio
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)		
<i>E. coli</i>	6 (42.9) <sup>a,x</sup>	6 (42.9) <sup>a,x</sup>	2 (14.3) <sup>b,z</sup>	0 (0) <sup>b,z</sup>	14 <sup>a</sup>	9.2
<i>Salmonella</i> spp.	8 (30.8) <sup>a,x</sup>	9 (34.6) <sup>a,x</sup>	6 (23.1) <sup>a,x,z</sup>	3 (11.5) <sup>b,z</sup>	26 <sup>b</sup>	11.8

<sup>a,b</sup>Distintas letras entre filas presentan diferencia significativa (**P<0.05**).

<sup>x,z</sup>Representan diferencias estadísticas entre columnas (**P<0.05**).

Los resultados obtenidos difieren, respecto a las infecciones mixtas, de lo reportado por Younis *et al.* (2009) en Egipto, quienes observaron una prevalencia del 1.4% para las infecciones combinadas. El mayor porcentaje de becerras con infección por *Salmonella* spp. coincide también con el mayor número de infecciones mixtas para este patógeno, lo que pudiera ser explicado por la administración de antibióticos durante la presentación de un cuadro diarreico, lo cual puede empeorar el proceso debido a que el antibiótico suprime la flora normal, en este caso *E. coli*, permitiendo la sobrepoblación de *Salmonella* spp. en el intestino (Blanchard, 2012).

La ingestión de calostro proporciona protección temporal al recién nacido, debido a la transferencia pasiva de factores de inmunidad, tales como citosi-

nas, inmunoglobulinas, hormonas y leucocitos; sin embargo, al nacimiento la protección contra patógenos es deficiente (Gomes *et al.*, 2014). Debido a su pobre capacidad inmune, en el periodo cercano al nacimiento la cría es más vulnerable a las infecciones; además, otros elementos tales el consumo insuficiente de calostro, limpieza deficiente, variaciones en el clima u otras causas que desencadenen una situación de estrés, pueden mermar el sistema defensivo predisponiendo a la afección por enteropatógenos, y a su vez a las infecciones mixtas (Mukhtar *et al.*, 2015).

La mayor susceptibilidad observada para infecciones por *E. coli* y *Salmonella* spp. en las primeras dos semanas posteriores al nacimiento concuerda con lo reportado por Cho *et al.* (2013), quienes reportaron que los casos se concentraron en los

primeros 15 días de vida de las beceras, con una prevalencia del 4%, muy similar al 3.9% obtenido en el 2015 por Pourtaghi *et al.*, pero demasiado bajo comparado con el 42.9% que presentaron las beceras de esa misma edad en nuestro estudio. Este resultado sugiere que *E. coli* debe ser considerado un factor importante en la presentación de la diarrea de las beceras en el área de estudio. No obstante, existen otros estudios donde las prevalencias fueron demasiado elevadas, con un 75.6%, 78% y 100% (El-Seedy *et al.*, 2016; Sa' Ayinzat *et al.*, 2015; Langoni *et al.*, 2004), respectivamente. La localización geográfica, las prácticas de manejo, las medidas de higiene, así como el consumo de agua y alimento contaminado son factores que pueden influir en las diferencias entre los porcentajes de prevalencias obtenidas en los diferentes estudios, lo que pudiera orientar a estudios posteriores para identificar el cómo estos factores pudieron influir en los resultados reportados en este estudio y por lo tanto, ser considerados elementos de riesgo para la supervivencia de las beceras en los establos de la región.

La mayoría de los casos de infección se presentaron en el grupo de 8-14 d con una prevalencia del 34.6%, contrastando con lo descrito por Langoni *et al.* (2004) quienes reportaron una prevalencia del 6.1% en animales entre las 3-6 semanas de edad; además, la prevalencia reportada en nuestro estudio es alta comparada con las obtenidas por otros investigadores: 8.8% (Ansari *et al.*, 2014), 10.1% (Zahran y El-Behiry, 2014), 18.1% (El-Seedy *et al.*, 2016), 18.6% (Anwarullah *et al.*, 2014) y 21.9% (Abdullah *et al.*, 2013). La vía predominante de transmisión de la *Salmonella* es mediante un ciclo fecal-oral, en las instalaciones de crianza donde se admiten animales susceptibles continuamente favoreciendo la transmisión, teniendo como resultado una rápida diseminación de la enfermedad (Lanzas *et al.*, 2008); además, las distintas serovariedades de *Salmonella* tienen capacidad de resistir condiciones ambientales severas como la desecación (Andino y Hanning, 2015), condiciones que son predominantes en la Región Lagunera.

## CONCLUSIONES

Las prevalencias obtenidas muestran que *E. coli* y *Salmonella* spp. deben ser consideradas en el diagnóstico diferencial del síndrome diarreico durante el primer mes de vida de las beceras en el área de estudio. En los casos de diarrea en los cuales no se encontraron los patógenos de interés, no debe descartarse la acción de otros enteropatógenos. El hecho de que las crías sean portadoras y diseminadoras de estos patógenos debe ser de preocupación debido al potencial zoonótico que poseen estos enteropatógenos; además, se requiere de más investigaciones sobre los serotipos de *Salmonella* spp. presentes en la región y determinar la resistencia a antibióticos por parte de estos microorganismos.

## LITERATURA CITADA

- Abdullah, M., M.R. Akter, S.M.L. Kabir, M.A.S. Khan y M.S.I.A. Aziz. 2013. Characterization of bacterial pathogens isolated from calf diarrhoea in Panchagarh district of Bangladesh. *J. Agric. Food Tech.* 3(6):8-13.
- Abubaker, A., E. Ayis, A.A. Elgaddal y Y.A. Almofti. 2015. Isolation, identification and enterotoxin detection of *Escherichia coli* isolated from calf diarrhoea and their virulence characteristics. *JAIS.* 3(4):141-149.
- Alkan, F., I. Karayel, C. Catella, L. Bodnar, G. Lannave, K. Bányai, B. Di Martino, N. Decaro, C. Buonavoglia y V. Martella. 2015. Identification of a bovine enteric calicivirus, Kirklareli virus, distantly related to neboviruses, in calves with enteritis in Turkey. *J. Clin. Microbiol.* 53:3614-3617.
- Al Mawly, J., A. Grinberg, D. Prattley, J. Moffat, J. Marshall y N. French. 2015. Risk factors for neonatal calf diarrhoea and enteropathogen shedding in New Zealand dairy farms. *Vet. J.* 203:155-160.

- Ambrosim, J.A., F.S. Almeida, E.C. Rigobelo, A.F.P. Castro, R.P. Schocken-Iturrino, J.L. Quintana y F.A. Avila. 2002. Epidemiological, antigenic and pathogenic profile of bovine diarrhea in a Brazilian cattle population. *Revue Élev. Méd. Vét. Pays Trop.* 55(1):15-20.
- Andino, A. y I. Hanning. 2015. Salmonella enterica - Survival, colonization, and virulence differences among serovars. *Sci. World J.* 2015:1-16.
- Ansari, A.R.M.I.H., M.M. Rahman, M.Z. Islam, B.C. Das, A. Habib, S.M.S.H. Belal y K. Islam. 2014. Prevalence and antimicrobial resistance profile of Escherichia coli and Salmonellai solated from diarrheic calves. *J. Anim. Health Prod.* 2(1):12-15.
- Anwarullah, M., J.A. Khan, M.S. Khan, K. Ashraf y M. Avais. 2014. Prevalence of Salmonella and Escherichia coli associated with diarrhea in buffalo and cow calves. *Buffalo Bull.* 33(3):332-336.
- Bartels, C.J.M., M. Holzhauer, R. Jorritsma, W.A.J.M. Swart y T.J.G.M. Lam. 2010. Prevalence, prediction and risk factors of enteropathogens in normal and non-normal faeces of young Dutch dairy calves. *Prev. Vet. Med.* 93:162-169.
- Blanchard, P.C. 2012. Diagnostics of dairy and beef cattle diarrhea. *Vet. Clin. Food Anim.* 28:443-464.
- Cho, Y., K.-J. Yoon, J.-I. Han, C. Wang, V. Cooper, K. Schwartz y T. Engelken. 2013. Case-control study of microbiological etiology associated with calf diarrhea. *Vet. Microbiol.* 166:375-385.
- Cho, Y. y K.-J. Yoon. 2014. An overview of calf diarrhea - infectious etiology, diagnosis, and intervention. *J. Vet. Sci.* 15(1):1-17.
- De la Fuente, R., M. Luzón, J.A. Ruiz-Santa-Quiteria, A. Garcia, D. Cid, J.A. Orden, S. Garcia, R. Sanz y M. Gómez-Bautista. 1999. Cryptosporidium and concurrent infections with other major enteropathogens in 1 to 30-day-old diarrheic dairy calves in central Spain. *Vet. Parasitol.* 80:179-185.
- El-Seedy, F.R., A.H. Abed, H.A. Yanni y S.A.A. Abd El-Rahman. 2016. Prevalence of Salmonella and E. coli in neonatal diarrheic calves. *Beni-Seuf Univ. J. Appl. Sci.* 5(1):45-51.
- Fairbrother, J.M y É. Nadeau. 2006. Escherichia coli: on-farm contamination of animals. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 25(2):555-569.
- Foster, D.M. y G.W. Smith. 2009. Pathophysiology of diarrhea in calves. *Vet Clin Food Anim.* 25:13-36.
- Garcia, J.P., M. Anderson, P. Blanchard, A. Mete y F.A. Uzal. 2013. The pathology of enterotoxemia by Clostridium perfringens type C in calves. *J. Vet. Diag. Inv.* 25(3):438-442.
- García-Muñiz, J.G., C.D. Herrera-Monsalvo, A. Lara-Bueno, R. López-Ordaz, J. Jaimes-Jaimes y R. Ramírez-Valverde. 2015. Effects of drinking water desalination on several traits of dairy cows in a mexican semiarid environment. *Life Sci. J.* 12(2s):87-93.
- Gillhuber, J., D. Rügamer, K. Pfister y M.C. Scheuerle. 2014. Giardiasis and other enteropathogenic infections: a study on diarrhoeic calves in Southern Germany. *BMC Res. Notes.* 7(112).
- Gomes, V.C. Costa-Baccili, V.A. Passos-Baldacim, K. Medici-Madureira, A.G. Alves-Guilloux, C. Rodriguez-Pozzi y C.O.M. Salles-Gomes. 2014. Development of the innate immune response and influence of colostrum suckling in calves. *Am. J. Anim. Vet. Sci.* 9(2):77-83.

- Imre, K., Gh. Dărăbus, M. Ilie y M. Palca. 2007. Epidemiological study using ELISA on the parasitism with *Cryptosporidium* spp. in association with other enteropathogens, at calves. *Bulletin USAMV-CN*. 64(1-2):454-458.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2013. El sector alimentario en México. Serie estadísticas sectoriales.
- Kemal, J. 2014. A review on the public health importance of bovine salmonellosis. *J. Veterinar. Sci. Technol.* 5(2):1-10.
- Langoni, H., A.C. Linhares, F.A. de Avila, A.V. da Silva y A.O. Elias. 2004. Contribution to the study of diarrhea etiology in neonate dairy calves in São Paulo state, Brazil. *Braz. J. Vet. Res. Anim.* 41(5):313-319.
- Lanzas, C., L. D. Warnick, R. Ivanek, P. Ayscue, D.V. Nydamy y Y.T. Gröhn. 2008. The risk and control of *Salmonella* outbreaks in calf-raising operations: a mathematical modeling approach. *Vet. Res.* 39(6).
- Lojkić, I., N. Crešić, I. Šimić y T. Bedeković. 2015. Detection and molecular characterization of bovine corona and toroviruses from Croatian cattle. *Vet. Res.* 11(202).
- Meganck, V., G. Hoflack y G. Opsomer. 2014. Advances in prevention and therapy of neonatal dairy calf diarrhoea: a systematical review with emphasis on colostrum management and fluid therapy. *Acta Vet. Scand.* 56(75):1-8.
- Muktar, Y., G. Mamo, B. Tesfaye, y D. Belina. 2015. A review on major bacterial causes of calf diarrhoea and its diagnostic method. *J. Vet. Med. Anim. Health.* 7(5):173-185.
- Mushtaq, H.M., M.N. Saleem, M.R. Ayyub y I. Khat-tak. 2013. Challenges due to early calf mortality in dairy industry of Pakistan and strategies for improvement. *Veterinaria.* 1:13-17.
- Otto, P.H., I.N. Clarke, P.R. Lambden, O. Salim, J. Reetz, y E.M. Liebler-Tenorio. 2011. Infection of calves with Bovine Norovirus GIII. 1 Strain Jena Virus: an experimental model to study the pathogenesis of norovirus infection. *J. Virol.* 85(22):12013-12021.
- Pourtaghi, H., S. Ghaznavi, H. Reza-Sodagari y A. Ghadimianazar. 2015. Detection of enterotoxigenic *Escherichia coli* isolated from claves' diarrhoea samples by molecular and serological methods. *Adv. Stud. Biol.* 7(6):293-300.
- Pourtaghi, H. y H. Reza-Sodagari. 2016. Antimicrobial resistance of enterotoxigenic and non-enterotoxigenic *Escherichia coli* isolated from diarrheic calves in Iran. *Int. J. Enteric. Pathog.* In Press.
- Reta-Sánchez, D.G., U. Figueroa-Viramontes, J.S. Serrato-Corona, H.M. Quiroga-Garza, A. Gaytán-Mascorro y J.A. Cueto-Wong. 2015. Potencial forrajero y productividad del agua en patrones de cultivos alternativos. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 6(2):153-170.
- Sa' Ayinzat, F.E., S.J. Shaibu y L.B. Tekdek. 2015. The earliest occurrence of *Escherichia coli* in calves in Zaria, Nigeria. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 4(6):218-223.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015. Boletín de Leche Enero-Marzo de 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Santos, R.L., S. Zhang, R.M. Tsois, A.J. Bäumlery L.G. Adams. 2002. Morphologic and molecular characterization of *Salmonella typhimurium* infection in neonatal calves. *Vet. Pathol.* 39(2):200-215.
- Smith, D.V. 2012. Field disease diagnostic investigation of neonatal calf diarrhoea. *Vet. Clin. Food Anim.* 28:465-481.



- Torsein, M., A. Lindberg, C. Hallén-Sandgren, K. Persson-Waller, M. Törnquist y C. Svensson. 2011. Risk factors for calf mortality in large Swedish dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 99:133-147.
- Urumova, V., M. Lyutzkanov y V. Petrov. 2015. Investigations on prevalence and antimicrobial resistance of enterohaemorrhagic *Escherichiacoli* (EHEC) among dairy farms in the north part of the Republic of Bulgaria. *Mac. Vet. Rev.* 38(1):21-29.
- Wieler, L.H., G. Sobjinski, T. Schlapp, K. Failing, R. Weiss, C. Menge y G. Baljer. 2007. Longitudinal prevalence study of diarrheagenic *Escherichiacoli* in dairy calves. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 120(7-8):296-306.
- Younis, E.E, A.M. Ahmed, S.A. El-Khodery, S.A. Osman y Y.F.I. El-Naker. 2009. Molecular screening and risk factors of enterotoxigenic *Escherichiacoli* and *Salmonella* spp. in diarrheic neonatal calves in Egypt. *Vet. Res. Sci.* 87(3):373-379.
- Youssef, A.I. y M.M. El-Haig. 2012. Herd problems and occupational zoonoses of *Salmonella enterica* serovars Typhimurium and Enteritidis infection in diarrheic cattle and buffalo calves in Egypt. *HVM Bioflux.* 4(3):118-123.
- Zahran, R. y A. El-Behiry. 2014. Prevalence, molecular identification and virulence attributes of *Salmonella* serovars isolated from feces of diarrheic cow and buffalo-calves. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 3(11):9-27.
- Żychlińska-Buczek, J., E. Bauer, J. Kania-Gierdziewicz, y A. Wrońska. 2015. The main causes of calf mortality in dairy farms in Poland. *J. Agric. Sci. Technol. A.* 5:363-369.

# VALIDACIÓN DE PATRONES DE CULTIVO FORRAJEROS ALTERNATIVOS CON MENOR ESTRÉS POR ALTAS TEMPERATURAS EN LA COMARCA LAGUNERA

Validation of Forage Alternative Cropping Patterns Under Lower High Temperature Stress in The Comarca Lagunera

**David Guadalupe Reta Sánchez<sup>\*1</sup>, J. Santos Serrato Corona<sup>2</sup>, Arturo Gaytán Mascorro<sup>1</sup>, Héctor Mario Quiroga<sup>1</sup>, Fernando Frausto López<sup>3</sup>, Salvador Ordaz Vargas<sup>3</sup> y Juan Godoy Hernández<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Blvd. José Santos Valdez 1200. Col. Centro. 27440, Cd. Matamoros, Coahuila. <sup>2</sup>Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Domicilio Conocido, Ej. Venecia, Dgo. Apdo. Postal 1-142. Gómez Palacio, Dgo. <sup>3</sup>Beta Santa Mónica, S.P.R. de R.L. de C.V.  
*e-mail: reta.david@inifap.gob.mx*

## RESUMEN

La eficiencia de producción de forraje puede mejorarse con la integración de especies alternativas con alta productividad del agua (PA) en patrones de cultivos con doble cosecha en otoño-invierno y una en primavera. El objetivo de este estudio fue validar en terrenos de productores de la Comarca Lagunera, el potencial forrajero de tres patrones de cultivos alternativos con menor estrés por altas temperaturas. El trabajo se realizó en el establo "Beta San Gabriel", Municipio de Francisco I. Madero, Coahuila, de octubre de 2014 a noviembre de 2015. Se comparó la productividad del patrón tradicional avena-maíz-maíz con la productividad de tres patrones de cultivos alternativos: canola-triticale-maíz, canola-cebada-maíz y canola-cártamo-maíz. Se establecieron tres hectáreas con los patrones alternativos y tres hectáreas con el patrón tradicional. Se determinó la composición química del forraje en las especies integradas en los patrones, y los rendimientos materia seca (MS) y nutrientes de los patrones. El ciclo de crecimiento más corto en los patrones alternativos (262-282 días) respecto al del patrón tradicional (304 días), permitió el ahorro de agua (2-3 riegos); además, los patrones alternativos produjeron mayores rendimientos de proteína cruda (PC) (16.3-39.9%). Los mejores resultados se obtuvieron en

los patrones que incluyeron cebada y triticale en invierno, con rendimientos de MS entre el 90.2 y 98.4% del producido en el patrón testigo, y de 87.4 a 97.2% en energía neta para lactancia (EN<sub>L</sub>). Los patrones alternativos tuvieron un menor costo de producción (15.6-17.8%) que el del patrón tradicional (\$77,332), con ahorros de \$7.72 a \$10.46 por kilogramo de PC producido. Los resultados indican que los patrones forrajeros alternativos en validación presentan el potencial para mejorar la eficiencia de producción de forraje, debido a que su producción ocurre en un tiempo de menor estrés de altas temperaturas y menor demanda de agua por los cultivos.

**Palabras clave:** composición química, costos de producción, especies forrajeras alternativas, precocidad, rendimiento de materia seca, rendimiento de nutrientes.

## SUMMARY

The efficiency of forage production can be improved through integration of high water productivity species into a double cropping pattern in fall-winter season and one in spring season. The objective of this study was to validate with farmers of the Comarca Lagunera, the forage potential of three alternative cropping patterns under lower

high temperature stress. The study was performed in the commercial dairy farm "Beta San Gabriel", located in Francisco I. Madero, Coahuila, from October 2014 to November 2015. The productivity of conventional cropping pattern oat-corn-corn was compared with that for the alternative cropping patterns canola-triticale-corn, canola-barley-corn and canola-safflower-corn. Three hectares with alternative patterns and three with the conventional pattern were established. Forage chemical composition of species evaluated, and dry matter (DM) and nutrient yields of cropping patterns were determined. The shorter growing season in alternative cropping patterns (262-282 days) than that of conventional pattern (304 days), allowed to save water (2-3 waterings); in addition, alternative patterns produced higher crude protein (CP) yields (16.3-39.9%). The best results were achieved for patterns with barley and triticale included in winter cycle, with DM yields between 90.2 and 98.4% of those produced by the conventional pattern, and from 87.4 to 97.2% in net energy for lactation yields (NE<sub>L</sub>). Production costs of alternative patterns were lower (15.6-17.8%) than those of conventional pattern (\$77,332), achieving cost savings of \$7.72 to \$10.46 per kilogram of CP produced. The results indicate that the alternative cropping patterns validated have the potential to improve the efficiency of forage production, because of forage production occurs at a time of lower high temperature stress and a lower crop water demand.

**Key words:** alternative forage species, chemical composition, crop precocity, dry matter yield, nutrient yield, production costs.

## INTRODUCCIÓN

La producción de leche de bovino en la Comarca Lagunera es una de las principales actividades económicas. El forraje en la región se produce bajo irrigación, lo cual constituye una limitante debido a la escasez de agua. Otro factor adverso que afecta la producción de forraje es el cambio climático global, debido al incremento de la temperatura

(González *et al.*, 2006) y la ocurrencia de periodos de sequía más prolongados, situación que se agravará en la próximas décadas (IPCC, 2001; Salinger, 2005; Jones *et al.*, 1999). Asimismo, se indica que los efectos del cambio de clima no serán los mismos en todas las regiones del mundo (Abrol e Ingram, 1996; Jones *et al.*, 1999), por lo que serán necesarias estrategias de adaptación de especies y sistemas de producción específicas para cada región del mundo (Wahid *et al.*, 2007).

El impacto del cambio climático sobre la productividad de los cultivos forrajeros, puede ser mitigado a corto y mediano plazo con la integración de especies y sistemas de producción alternativos con potencial para incrementar la productividad del agua (PA) mediante el desarrollo de los cultivos en periodos del año con menor estrés de temperatura y requerimientos de agua.

Resultados de investigación y validación realizados en la Comarca Lagunera de 2004 a 2011 indican que el desarrollo de sistemas de producción alternativos tiene el potencial de mejorar la productividad en la producción de forraje. En estos trabajos se encontró que las especies que ofrecen mayores oportunidades son las que resultaron sobresalientes en el ciclo otoño-invierno, debido a su alto contenido proteico y al hecho de que las pérdidas de agua por evapotranspiración son menores en este ciclo (Reta *et al.*, 2008; Reta *et al.*, 2011b). Dos de las principales especies sobresalientes fueron canola (*Brassica napus* L.) y cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) (Reta *et al.*, 2008).

Posteriormente, en un proyecto realizado entre 2012 y 2015, se estudiaron patrones de cultivos alternativos en los que se modificó la ubicación de la producción de forraje respecto a los patrones tradicionales. En estos patrones alternativos, de acuerdo a sus características de precocidad y buena calidad de forraje, canola y cártamo, junto con especies convencionales como triticale, cebada y maíz, fueron utilizadas para diseñar sistemas de producción con doble cosecha en otoño-invierno y una en primavera; es decir, se concentra la produc-

ción de forraje durante otoño-invierno y primavera, período con la menor temperatura y evapotranspiración, además de mayor productividad. Los nuevos patrones se caracterizaron por tener un ciclo más corto que los tradicionales, con un mayor rendimiento de PC (15.7-22.3%), rendimientos de MS entre el 92 y 94% del producido en el patrón testigo y de 87 a 91% en  $EN_L$ . En productividad del agua, los valores en los patrones alternativos para la producción de MS (1.90 a 2.01 kg m<sup>-3</sup>) y PC (0.196 a 0.217 kg m<sup>-3</sup>) fueron superiores al testigo; mientras que en la producción de  $EN_L$ , los valores fueron similares (Reta *et al.*, 2015a). El objetivo de este estudio fue validar en terrenos de productores de la Comarca Lagunera, el potencial forrajero de tres patrones de cultivos alternativos con menor estrés por altas temperaturas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el establo "Beta San Gabriel", Municipio de Francisco I. Madero, Coahuila, de octubre de 2014 a noviembre de 2015. En el estudio se comparó la productividad del patrón tradicional avena-maíz-maíz con la productividad de tres patrones de cultivos alternativos con doble cosecha en otoño-invierno y una de maíz en primavera, los cuales fueron los siguientes: canola-triticale-maíz, canola-cebada-maíz y canola-cártamo-maíz. La superficie de la parcela de validación fue de 6 hectáreas, estableciendo la mitad de la superficie con los patrones alternativos, y la otra con el patrón tradicional.

### Ciclo otoño-invierno 2014-2015

Se establecieron tres hectáreas de canola y tres de avena. La preparación del terreno consistió en barbecho, rastreo y nivelación. Se utilizaron los genotipos "IMC205" en canola y "Cuauhtémoc" en avena. La siembra se realizó en suelo seco el 1 de octubre de 2014, y un día después se aplicó el riego de siembra. En canola antes de la siembra se aplicaron 320 kg de Novatec<sup>®</sup>solub 45 y 100 kg de fosfato monoamónico (MAP) por hectárea (155 kg

N ha<sup>-1</sup> + 52 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>), posteriormente se incorporó el fertilizante con un paso de rastra. En avena se aplicó en la siembra una fertilización de 68 kg N ha<sup>-1</sup> y 104 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, utilizando como fuentes urea con inhibidor ureasa y MAP; posteriormente antes del primer riego de auxilio se aplicaron 200 kg de urea ha<sup>-1</sup> (92 kg N ha<sup>-1</sup>).

La siembra se realizó con una sembradora "Brillion" en canola y una sembradora de granos pequeños en avena. La densidad de siembra en canola fue de 12 kg ha<sup>-1</sup>, con un 88% de germinación de la semilla, mientras que en avena se utilizaron 100 kg ha<sup>-1</sup> de semilla con 85% de germinación. En canola se aplicó un sobre riego a los 10 días después de la siembra (dds); posteriormente se aplicó un riego de auxilio, el cual se retrasó hasta los 53 dds (24 de noviembre de 2014) debido a la lluvia ocurrida entre los 20 y 40 dds (62.5 mm). Este riego fue aplicado cuando las plantas alcanzaron una altura de 52 cm con la inflorescencia apenas visible en el ápice, y fue suficiente para completar el ciclo de la canola hasta el corte, que se realizó a los 82 dds en la fase de floración e inicio de crecimiento de vainas. En avena se aplicaron tres riegos de auxilio a los 32, 53 y 86 dds. El corte de canola se realizó con la cortadora de alfalfa a los 82 dds en la fase de floración e inicio de crecimiento de vainas, dejando deshidratar las plantas hasta los 89 dds, cuando se alomilló. Posteriormente se realizó el ensilado cuando el forraje alcanzó el 37% de contenido de materia seca (MS) a los 93 dds. La avena se cortó el 28 de enero de 2015, en la fase de espigado y formación del grano; tres días después se ensiló con un 38% de contenido de MS.

### Ciclo de invierno de 2015

Después del ensilado de la canola, el terreno se preparó con doble pasada de rastra y nivelación con escropa el 4 de enero de 2015; dos días después se aplicaron 200 kg de fertilizante "Yara Mila Tristar" (30 kg N, 30 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 30 kg K<sub>2</sub>O por hectárea) y se realizó la siembra en seco de cebada, triticale y cártamo con un sembradora de gra-

nos pequeños en una superficie de tres hectáreas. Posteriormente, el 7 de enero de 2015 se aplicó el riego de siembra. Se realizó una segunda fertilización inmediatamente antes del primer riego de auxilio el 5 de marzo de 2015 (57 dds) con 300 kg de urea con inhibidor ureasa ( $138 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Posteriormente ya no se aplicó otro riego de auxilio en cártamo y cebada debido a las lluvias durante el ciclo de crecimiento (83.5 mm); mientras que en triticale se aplicó otro riego el 7 de abril de 2015 (90 dds).

El corte de cártamo se realizó el 4 de abril de 2015 (87 dds) cuando el cultivo alcanzó la fase de inicio de yemas florales. El periodo de deshidratación del forraje se alargó debido a las lluvias hasta el 14 de abril de 2015, fecha en la que se alomilló y se ensiló el forraje de cártamo. El triticale y la cebada fueron cortados el 24 de abril de 2015 (107 dds) en las etapas de grano lechoso-masoso e inicio de grano masoso, respectivamente, y se ensilaron un día después, con 42 y 43% de contenido de MS, respectivamente.

### Ciclo de primavera de 2015

Para la siembra del maíz incluido en los patrones de cultivos alternativos, una vez que fueron cosechados los cultivos de invierno, se realizó la preparación del terreno que consistió en doble paso de rastra y nivelación con escropa. El 6 de mayo de 2015 se aplicó el riego de presiembra, realizando el rastreo en húmedo 11 días después, para efectuar la siembra de maíz el 18 de mayo de 2015. Se sembró el híbrido Hytest 9019 en surcos a 0.75 m con una densidad de siembra de 107,000 semillas por hectárea. En la siembra se fertilizó con 200 kg de MAP y 100 kg de urea ( $68 \text{ kg N} + 104 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ). Posteriormente se realizó una fertilización adicional con 300 kg  $\text{ha}^{-1}$  de urea ( $138 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) durante la escarda y aporque realizados a los 31 dds. Durante el ciclo de crecimiento se aplicaron cuatro riegos de auxilio a los 33, 48, 63 y 78 dds. Para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith), se aplicaron los

insecticidas Lannate® (Metomilo) y Cipermetrina® (Cipermetrina) en dosis de  $1.5 \text{ L ha}^{-1}$  y  $0.25 \text{ L ha}^{-1}$ , respectivamente.

Para el maíz testigo, incluido en el patrón avena-maíz-maíz, la preparación del terreno consistió de barbecho, rastreo, nivelación y formación de surcos a 0.75 m. La siembra se realizó en suelo húmedo el 15 de abril de 2015, con una densidad de 92,000 semillas  $\text{ha}^{-1}$ . La fertilización y control de maleza y plagas fue similar a la del maíz en patrones alternativos. Se aplicaron cuatro riegos de auxilio a los 30, 50, 67 y 83 dds.

### Ciclo de verano de 2015

Después de cosechado el maíz de primavera, el terreno se preparó con triple paso de rastra y nivelación con escropa. El 31 de julio de 2015 se realizó la siembra del maíz de verano en suelo seco en surcos a 0.75 m. Se utilizó el híbrido Hytest 9150 con una densidad de siembra de 105 mil semillas por hectárea. En la siembra se fertilizó con 200 kg de MAP y 100 kg de urea por hectárea ( $68 \text{ kg N} + 104 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ). En la escarda y aporque realizados a los 30 dds se fertilizó con 400 kg de urea por hectárea ( $184 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). También en la escarda se aplicaron  $15 \text{ kg ha}^{-1}$  de insecticida Clorver granulado 3%, para el control del gusano cogollero. También para el control de esta plaga se aplicó  $1 \text{ L ha}^{-1}$  de Clorpirifos a los 32 dds. En riegos, se aplicó el riego de siembra (1 de agosto de 2015) y tres riegos de auxilio a los 35, 55 y 75 dds. La cosecha se realizó el 28 de octubre de 2015 (92 dds) cuando el cultivo alcanzó la etapa de un tercio de la línea de leche.

El rendimiento de forraje se determinó con el peso en fresco obtenido en la superficie total sembrada con cada especie forrajera evaluada, el cual fue obtenido con la báscula del establo. Para determinar el porcentaje de materia seca (MS), en cada especie se obtuvieron 5 muestras de planta,  $1 \text{ m}^2$  en los cultivos de otoño-invierno y 5 muestras de 5 plantas en maíz. Estas plantas fueron secadas en una estufa de aire forzado a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  hasta alcanzar

peso constante. El rendimiento de MS se obtuvo multiplicando el rendimiento fresco por el porcentaje de MS obtenido en cada especie. Las plantas que fueron muestreadas para estimar el porcentaje de MS fueron usadas también para determinar la composición química del forraje. Las plantas secas se molieron en un molino Wiley® (Thomas Scientific Swedesboro, NJ, EUA). En composición química del forraje, se determinó fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) (Goering y Van Soest, 1970), y N con el método de Kjeldahl

(Bremner, 1996), con el cual se determinó el contenido de proteína cruda (PC). El contenido de  $EN_L$  se estimó de acuerdo con las metodologías del Consejo Nacional de Investigación (NRC, 2001). Con estos datos se calcularon los rendimientos de PC y  $EN_L$   $ha^{-1}$ , multiplicando el contenido de estos nutrientes en el forraje por el rendimiento de MS en cada cultivo y patrón. Las condiciones de clima durante el desarrollo de las especies establecidas en los patrones de cultivos evaluados en el estudio se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Factores climáticos durante el desarrollo de las especies establecidas en los patrones de cultivos evaluados en la Comarca Lagunera durante 2014-2015.**

Ciclo de crecimiento	Periodo de crecimiento	Temperatura media (°C)		Lluvia (mm)	Ep <sup>†</sup> (mm)
		Máxima	Mínima		
Otoño	2 oct-23 dic	26.8	11.6	62.5	410.9
Invierno	7 ene-24 abr	24.9	12.7	146.1	494.5
Primavera	15 abr-18jul	33.7	19.1	67.60	897.4
Verano	31 jul-28 oct	32.4	18.8	195.6	607.1

<sup>†</sup>Ep = Evaporación del tanque evaporímetro

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características agronómicas de especies forrajeras

**Ciclo de crecimiento.** Las características agronómicas y forrajeras de las especies integradas en los patrones de cultivos en evaluación se presentan en el Cuadro 2. En el ciclo otoño-invierno, las especies alternativas canola, cártamo, cebada y triticale fueron más precoces (82-107 días) que el testigo avena (118 días); además, con excepción del cártamo estas especies presentaron una mayor tasa de acumulación de MS (87-113.8  $kg\ ha^{-1}\ día^{-1}$ ) respecto a la obtenida en avena (69.7

$kg\ ha^{-1}\ día^{-1}$ ), lo cual compensó en parte la mayor precocidad de las especies alternativas. La especie con mayor tasa de crecimiento fue el maíz, principalmente durante el ciclo de primavera (152  $kg\ ha^{-1}\ día^{-1}$ ). La precocidad y tasa de crecimiento observadas en las especies forrajeras alternativas de otoño-invierno respecto a la avena, fueron similares a las encontradas en los trabajos previos de investigación sobre los patrones de cultivos alternativos. El cártamo cosechado en inicio de formación de yemas florales (87 dds), fue el más precoz como segundo cultivo en otoño-invierno (Cuadro 2), sin embargo su tasa de crecimiento fue menor a la observada por Reta *et al.* (2015a).

**Cuadro 2. Características agronómicas, composición química del forraje y rendimientos de materia seca (MS), y nutrientes de especies forrajeras integradas en los patrones de cultivos evaluados en la Comarca Lagunera durante 2014-2015.**

Especie	Ciclo (días)	TCC <sup>†</sup> (kg ha <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	PC	Composición química			Rendimiento		
				FDA (g kg <sup>-1</sup> )	FDN (MJ kg <sup>-1</sup> MS)	EN <sub>L</sub>	MS (kg ha <sup>-1</sup> )	PC (kg ha <sup>-1</sup> )	EN <sub>L</sub> (MJ ha <sup>-1</sup> )
Avena	118	69.7	131.4	360.9	565.9	5.52	8,226	1,080	45,430
Canola	82	89.2	215.8	292.5	357.3	5.86	7,312	1,578	42,832
Cebada	107	113.8	125.4	366.8	611.4	5.56	12,176	1,527	67,756
Triticale	107	87.0	101.4	392.6	624.8	5.15	9,311	944	47,915
Cártamo	87	56.7	169.0	374.2	451.3	5.36	4,934	834	26,426
Maiz (PV-T) <sup>‡</sup>	94	152.0	71.2	324.3	480.5	5.94	14,292	1,018	84,914
Maiz (PV-Pa)	93	157.6	69.1	332.0	480.0	5.86	14,658	1,013	85,860
Maiz (Vr)	92	132.3	69.5	326.7	464.0	5.90	12,174	846	71,818

<sup>†</sup>TCC = Tasa de crecimiento del cultivo; PC = proteína cruda; FDA = fibra detergente ácido; FDN = Fibra detergente neutro; EN<sub>L</sub> = energía neta para lactancia. <sup>‡</sup>PV-T = Ciclo primavera – patón testigo; PV-Pa = Cido primavera – patón alternativo; Vr = Ciclo de verano.

**Composición química del forraje.** La avena como especie forrajera convencional presentó concentraciones de PC, FDA y FDN

de 131.4, 360.9 y 565.9 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente; además de un contenido de EN<sub>L</sub> de 5.52 MJ kg<sup>-1</sup> MS. En comparación a la avena, las especies alternativas de otoño-invierno, canola y cártamo presentaron ventajas en su composición química con una mayor concentración de PC (169.0-215.8 g kg<sup>-1</sup>) y menor contenido de FDN (357-451 g kg<sup>-1</sup>). El contenido de EN<sub>L</sub> en canola (5.86 MJ kg<sup>-1</sup> MS) fue ligeramente mayor que el de la avena, mientras que el del cártamo (5.36 MJ kg<sup>-1</sup> MS) fue menor. Cebada y triticale, cosechados en grano lechoso-masoso presentaron en comparación a avena, menores contenidos de PC (101.4-125.4 g kg<sup>-1</sup>), y mayores concentraciones de FDA (366.8-392 g kg<sup>-1</sup>) y de FDN (611-624.8 g kg<sup>-1</sup>). En EN<sub>L</sub>, la cebada presentó contenidos (5.56 MJ kg<sup>-1</sup> MS) similares a los de avena, mientras que en triticale los valores (5.15 MJ kg<sup>-1</sup> MS) fueron menores. En los ciclos de primavera y verano, el maíz obtuvo niveles bajos de PC (69.1-71.2 g kg<sup>-1</sup>) y FDN (464.0-480.5 g kg<sup>-1</sup>), y altos en EN<sub>L</sub> (5.86-5.94 MJ kg<sup>-1</sup> MS) (Cuadro 2).

La comparación de la composición química del forraje de canola y cártamo con la de la avena en este estudio fue similar a la encontrada en estudios previos en la región; en estos trabajos se observó consistentemente una mejor composición química del forraje en canola, con una mayor concentración de PC (196.0 a 244 g kg<sup>-1</sup>) y menor contenido de FDN (347.0 a 398.0 g kg<sup>-1</sup>), que la obtenida en el forraje de avena, la cual presentó valores de PC de 105.5-134.0 g kg<sup>-1</sup> y de FDN de 536.0 a 632 g kg<sup>-1</sup>) (Reta *et al.*, 2010; Reta *et al.*, 2011a, 2011b; Cruz *et al.*, 2012; Reta *et al.*, 2015a, 2015b, 2015c). La composición química del forraje de cártamo en otros estudios también ha presentado ventajas, con mayor contenido de PC (175.2-185.0 g kg<sup>-1</sup>) y menor concentración de FDN (393.0-455.0 g kg<sup>-1</sup>). En concentración de EN<sub>L</sub>, en general sus valores (4.52-5.82 MJ kg<sup>-1</sup> MS) han sido menores a los de avena (Reta *et al.*, 2008; Danieli *et al.*, 2011; Reta *et al.*, 2014).

En el ciclo de invierno, los contenidos de PC en cebada y triticale fueron ligeramente mayores a los obtenidos en los trabajos previos de investigación (97.0-115.0 g kg<sup>-1</sup>); mientras que sus contenidos de FDN y EN<sub>L</sub> fueron mayores y menores (Cuadro 2), respectivamente a los obtenidos en investigación, los cuales fueron de 537.0-596.0 g kg<sup>-1</sup> en FDN y de 5.65 a 5.82 MJ kg<sup>-1</sup> MS en EN<sub>L</sub> (Reta *et al.*, 2015a). El incremento en contenido fibroso en validación fue debido a que la cosecha se realizó en un etapa de los cereales más avanzada, grano lechoso-masoso en triticale, y en inicio de grano masoso en cebada. El maíz en primavera y verano, fue el cultivo con el mayor contenido energético, sin embargo su composición química fue menor (Cuadro 2) al observado en los trabajos de investigación, en los cuales se presentó un menor valor de FDN (455.0 g kg<sup>-1</sup>) y un mayor contenido de EN<sub>L</sub> (7.07 MJ kg<sup>-1</sup> MS) (Reta *et al.*, 2015a).

#### **Rendimiento de materia seca y nutrientes.**

Los rendimientos de MS de las especies alternativas canola en otoño (7312 kg ha<sup>-1</sup>) y cártamo en invierno (4934 kg ha<sup>-1</sup>) fueron inferiores a los obtenidos por avena (8226 kg ha<sup>-1</sup>). Sin embargo, al considerar su contenido de nutrimental, la canola presentó ventajas en la producción de PC y una disminución del rendimiento de EN<sub>L</sub> de 5.7%. Este comportamiento en los rendimientos de canola en relación a la avena, también ha sido observado en trabajos previos realizados en la Comarca Lagunera, en los cuales los rendimientos de MS han sido similares o ligeramente menores (10 a 13%) (7,000 a 9,980 kg ha<sup>-1</sup>) (Reta *et al.*, 2011a). En cártamo, debido a su menor rendimiento de MS y concentración de EN<sub>L</sub>, sus rendimientos de PC y EN<sub>L</sub> fueron inferiores a los de avena en 22.8 y 41.8%, respectivamente. Este mismo comportamiento en relación a la avena también fue observado en los trabajos de investigación, en los cuales se obtuvo un rendimiento de MS de 7,400 kg ha<sup>-1</sup>; sin embargo, en validación la desventaja del rendimiento de MS en cártamo fue mayor, y como resultado la desventaja en el rendimiento de EN<sub>L</sub> también se incrementó (Cuadro 2) (Reta *et al.*, 2015a).



En invierno, los niveles de rendimiento de MS (9,311-12,176 kg ha<sup>-1</sup>), PC (944-1,527 kg ha<sup>-1</sup>) y EN<sub>L</sub> (47,915-67,756 MJ ha<sup>-1</sup>) de cebada y triticale en el trabajo de validación fue similar o mejor que el observado en el trabajo de investigación (Reta *et al.*, 2015a), donde se encontraron rendimientos de MS de 10,000-10,500 kg ha<sup>-1</sup>, de PC de 1,000-1,200 kg ha<sup>-1</sup> y EN<sub>L</sub> de 57,036-60,965 MJ ha<sup>-1</sup>. En los ciclos de primavera y verano, el maíz obtuvo la mayor producción de MS y nutrientes, con una disminución en verano (Cuadro 2); sin embargo, sus niveles de rendimiento, principalmente en primavera fueron inferiores a los obtenidos normalmente en la región (Reta *et al.*, 2015a).

### Patrones de cultivos

**Ciclo de crecimiento y requerimientos de agua.** El ciclo de crecimiento de los patrones de

cultivos alternativos (262-282 días) fue más corto que el del patrón tradicional (304 días) (Cuadro 3). En los patrones alternativos, las características de mayor precocidad y mayor tasa de crecimiento de las especies forrajeras alternativas de otoño-invierno respecto a la avena, fueron similares a las observadas en los trabajos previos de investigación sobre el comportamiento de patrones de cultivos alternativos (Reta *et al.*, 2015a). De igual manera a lo observado en el proceso de investigación, el factor clave para que los patrones alternativos pudieran producir dos cosechas en otoño-invierno fue la precocidad de canola (82 días); esta característica además hizo posible realizar la cosecha de cebada y triticale a los 107 dds, en la etapa de grano lechoso-masoso, y así obtener los mayores rendimientos de MS posibles en estas especies.

**Cuadro 3. Ciclo de crecimiento, y rendimientos de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y energía neta para lactancia (EN<sub>L</sub>) de cuatro patrones de cultivos evaluados en La Comarca Lagunera durante 2014-2015.**

Patrones de cultivo	Ciclo (días)	MS (kg ha <sup>-1</sup> )	PC	EN <sub>L</sub> (MJ ha <sup>-1</sup> )
Avena-Maíz-Maíz (T) <sup>†</sup>	304	34,692	2,944	202,163
Canola-Cebada-Maíz	282	34,146	4,118	196,447
Canola-Triticale-Maíz	282	31,281	3,535	176,607
Canola-Cártamo-Maíz	262	26,904	3,425	155,118

<sup>†</sup> T = patrón de cultivo testigo

En los patrones alternativos con doble cosecha en otoño-invierno, Reta *et al.* (2015a) encontraron un ahorro en la lámina de riego entre 23 y 32 cm debido a su precocidad y la menor demanda de agua en otoño-invierno. En la validación de estos patrones se observó el mismo comportamiento en cuanto a su menor requerimiento de agua que el

patrón tradicional (avena-maíz-maíz), con un ahorro de dos y tres riegos durante el ciclo de crecimiento, debido en parte a la menor evaporación potencial durante otoño-invierno respecto a los ciclos de primavera y verano (Cuadro 1); sin embargo, en este caso la lluvia ocurrida durante el ciclo otoño-invierno (146.1 mm) fue un factor adicional

que afectó los requerimientos de agua de las especies en evaluación; bajo estas condiciones, la canola sólo requirió el riego de siembra, un sobre riego y el primer riego de auxilio, mientras que en cebada y cártamo, sólo se aplicó el riego de siembra y el primer riego de auxilio. Otro factor importante en el crecimiento y desarrollo de las especies incluidas en los patrones alternativos, fue que dos de las especies se desarrollaron en el ciclo otoño-invierno, con temperaturas inferiores a las observadas durante los ciclos de primavera y verano, cuando dos de las especies en el patrón testigo fueron establecidas (Cuadro 1).

#### **Rendimiento de materia seca y nutrientes.**

Los resultados observados en la validación de patrones de cultivos alternativos fueron similares a los obtenidos en los mismos patrones por Reta *et al.* (2015a) en el proceso de investigación; en comparación al patrón testigo avena-maíz-maíz, los patrones alternativos presentaron rendimientos de MS entre el 77.6 y 98.4% del producido en el patrón testigo, y de 76.7 a 97.2% en EN<sub>L</sub>. Estos resultados fueron variables de acuerdo a los cultivos involucrados en los patrones; cuando el segundo cultivo en otoño invierno fue triticale o cebada, las ventajas en rendimiento de PC fueron de 20.0 a 39.9%, con rendimientos de MS entre el 90.2 y 98.4% del producido en el patrón testigo, y de 87.4 a 97.2% en EN<sub>L</sub> (Cuadro 3). La mejor respuesta con cebada como segundo cultivo, se relacionó con la mayor

precocidad de esta especie, lo cual permitió realizar el corte con un mayor contenido de grano en el forraje, aumentando el rendimiento de EN<sub>L</sub>. El patrón con cártamo en invierno fue sobresaliente por su mayor rendimiento de PC (16.3%), pero obtuvo menor rendimiento que el testigo en MS (22.4%) y EN<sub>L</sub> (23.3%) (Cuadro 3).

#### **Costos de producción**

Los patrones de cultivos alternativos tuvieron un menor costo de producción (15.6-17.8%) que el del patrón tradicional avena-maíz-maíz, que fue de \$77,332. Todos los patrones alternativos tuvieron ventajas de menor costo por unidad de producción de MS y/o nutriente del forraje, sobresaliendo principalmente en la producción de PC, en la que se alcanzaron ahorros de \$7.71 a \$10.42 por kilogramo de PC producido. También se observaron ventajas en la producción de MS, pero sólo en los patrones con cebada y triticale, que tuvieron ahorros de 32 y 17 centavos por cada kilogramo de MS producida, respectivamente. En el patrón con cártamo, el costo de producción de MS fue superior al patrón tradicional en 13 centavos por kilogramo de MS. En la producción de EN<sub>L</sub>, sólo los patrones alternativos con cebada y triticale presentaron ahorros respecto al patrón tradicional, con un mayor ahorro en el patrón con cebada (5 centavos por MJ producido); el patrón con cártamo tuvo un costo superior al testigo en 3 centavos por MJ (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Costos de producción de cuatro patrones de cultivos evaluados en La Comarca Lagunera durante 2014-2015.**

Patrones de cultivo	Costo (\$ ha <sup>-1</sup> )	\$ kg <sup>-1</sup> MS	\$ kg <sup>-1</sup> PC	\$ MJ <sup>-1</sup> (EN <sub>L</sub> ) <sup>†</sup>
Avena-Maíz-Maíz (T) <sup>†</sup>	77,332	2.23	26.27	0.38
Canola-Cebada-Maíz	65,279	1.91	15.85	0.33
Canola-Triticale-Maíz	64,570	2.06	18.26	0.37
Canola-Cártamo-Maíz	63,559	2.36	18.56	0.41

<sup>†</sup>T = Patrón de cultivo testigo; <sup>†</sup>EN<sub>L</sub> = energía neta para lactancia

## CONCLUSIONES

El comportamiento de los patrones de cultivos alternativos en validación fue similar al observado en el proceso de investigación. Los resultados indican que la ubicación de la producción de forraje en otoño-invierno y en primavera, así como la incorporación de especies con alta productividad del agua mejoró el potencial forrajero y redujo costos de producción en los sistemas de producción de la región. La información obtenida sugiere que la aplicación de los patrones de cultivos alternativos desarrollados en este estudio, permite mantener y/o incrementar la producción y calidad de forraje, y la posibilidad de una mejor adaptación al cambio climático, debido a la ubicación de la producción en un periodo del año con menor estrés por altas temperaturas y menor demanda de agua.

## LITERATURA CITADA

- Abrol, Y.P. and K.T. Ingram. 1996. Effects of higher day and night temperatures on growth and yields of some crop plants. In: Bazzaz, F., W. Sombroek (Eds). Global climate change and agricultural production. Direct and indirect effects of changing hydrological, pedological and plant physiological processes.
- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-Total. p. 1085-1121. In D.L. Sparks (ed.) Methods of soil analysis. Part 3. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI.
- Cruz Ch., J.J., G. Núñez H., R. Faz C., D.G. Reta S., H.A. Serrato M. 2012. Potencial forrajero y eficiencia de uso del agua de canola (*Brassica napus* L.) en comparación con cultivos tradicionales en el ciclo de invierno. *Agrofaz*. 12:125-130.

- Danieli, P.P., R. Primi, B. Ronchi, R. Ruggeri, F. Rossini, S. Del Puglia, C.F. Cereti. 2011. The potential role of spineless safflower (*Carthamus tinctorius* L. var. *inermis*) as fodder crop in central Italy. *Italian Journal of Agronomy*. 6:19-22.
- Goering H.K., and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Handbook 379. USDA-ARS, Washington, DC.
- González C., F., G. Núñez H., A. Peña R., D.G. Reta S., R. Faz C., J. Zavala D. 2006. Fecha de siembra, densidad de plantas y estado de madurez del maíz forrajero. En: Martínez R., J.G., Y.I. Chew M., I. Reyes J., G. Núñez H. (Eds). *Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional*. Libro Científico No. 3. INIFAP-CIRNOC-CELALA. pp:99-139.
- IPCC. 2001. Climate change 2001: The scientific basis. In: Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs et al. (eds). Cambridge University Press, UK. [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg1/pdf/wg1\\_tar-front.pdf](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/pdf/wg1_tar-front.pdf) (Accessed 23 December 2015).
- Jones, P.D., M. New, D.E. Parker, S. Mortin, I.G. Rigor. 1999. Surface area temperature and its change over the past 150 years. *Rev. Geophys.* 37:173-199.
- NRC, National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Natl. Acad. Press, Washington, D.C. 408 p.
- Reta S., D.G., H.M. Quiroga G., J.S. Serrato C. 2015a. Patrones de cultivos forrajeros alternativos con mejor adaptación al cambio climático en la Comarca Lagunera. Desplegable para productores Núm. 20. INIFAP-CIRNOC-CELALA.
- Reta S., D.G., J.I. Sánchez D., E. Ochoa M. y A. Reyes G. 2011a. Canola, cultivo con potencial para incrementar la productividad forrajera en la Comarca Lagunera. *Hoard's Dairyman en Español*. Agosto 2011:512-514.
- Reta S., D.G., J.I. Sánchez D., J.S. Serrato C., U. Figueroa V., H.M. Quiroga G., Y.I. Chew M., A. Gaytán M. 2015b. Tecnología para la producción de canola forrajera en la Comarca Lagunera. Desplegable para productores Núm. 21. INIFAP-CIRNOC-CELALA.
- Reta S., D.G., J.S. Serrato C., A. Gaytán M., H.M. Quiroga G., G. Orozco H. y J.A. Payán G. 2014. Potencial forrajero del cártamo en respuesta al distanciamiento entre surcos en la Comarca Lagunera. *AGROFAZ* 14:65-71.
- Reta S., D.G., J.S. Serrato C., R. Figueroa V., J.A. Cueto W., S. Berumen P., J. Santamaría C. 2008. Cultivos alternativos con potencial de uso forrajero en la Comarca Lagunera. Libro Técnico núm. 3. INIFAP-CIRNOC-CELALA. 268 p.
- Reta S., D.G., U. Figueroa V., J.I. Sánchez D., E. Ochoa M., H.M. Quiroga G., A. Gaytán M. 2011b. Patrones de cultivo forrajeros alternativos para una mayor eficiencia de producción y aprovechamiento de los nutrientes reciclados en las excretas del Ganado lechero. Folleto Técnico No. 18. INIFAP-CIRNOC-CELALA.
- Reta S., D.G., U. Figueroa V., J.S. Serrato C., H.M. Quiroga G., A. Gaytán M., J.A. Cueto W. 2015c. Potencial forrajero y productividad del agua en patrones de cultivos alternativos. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 6:153-170.
- Reta S., D.G., U. Figueroa V., R. Faz C., G. Núñez H., A. Gaytán M., J.S. Serrato C., J.A. Payán G. 2010. Sistemas de producción de forraje para incrementar la productividad del agua. *Rev. Fiotec. Mex.* 33 (Núm. especial 4):83-87.
- Salinger, M.J. 2005. Climate variability and change: past, present and future – an overview. *Climatic change*. 70:9-29.
- Wahid, A., S. Gelani, M. Ashraf, M.R. Foolad. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*. 61:199-223.

# EVALUACIÓN DE EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS CONFORME A LA LEGISLACIÓN FORESTAL VIGENTE EN MÉXICO

Volumetric evaluation of volumetric stock according to the current forest legislation in Mexico

**José Luis Reyes Muñoz<sup>1\*</sup>, Javier Leonardo Bretado Velásquez<sup>1</sup>, Héctor Manuel Loera Gallegos<sup>2</sup>, Jorge Armando Chávez Simental<sup>2</sup>, Ignacio Orona Castillo<sup>4</sup>, Raúl Solís Moreno<sup>1</sup>, Eusebio Montiel Antuna<sup>3</sup> y Arnulfo Meléndez Soto<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales (DICAF), Universidad Juárez del Estado de Durango. Río Papaloapan y Boulevard Durango. S/N, Col. Valle del Sur Durango, Dgo. México.

<sup>2</sup>Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Blvd. del Guadiana N. 501. Fracc. Ciudad Universitaria.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Río Papaloapan y Boulevard Durango. S/N, Col. Valle del Sur Durango, Dgo. México. C.P. 34160. Durango. Dgo. México.

<sup>4</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Apartado Postal 1-142 en Gómez Palacio, Durango.

*e-mail: hm.gallegos@ujed.mx*

## RESUMEN

Conforme a la normatividad forestal vigente en México para la elaboración de Programas de Manejo Forestal, se evaluó la eficiencia del muestreo mediante sitios de dimensiones fijas y de dimensiones variables utilizado en los inventarios forestales. Fueron seleccionadas cuatro unidades de manejo en la región Navios-Regocijo-Sierra del Nayar, Durango, México, en donde se levantaron 45 sitios de dimensiones fijas e igual número de sitios de dimensiones variables, a la vez que se realizó el censo total de todos los árboles presentes con diámetro mayor a 10 cm. Los resultados indican que los dos métodos de muestreo son confiables y cumplen con los requisitos mínimos para la elaboración de Programas de Manejo Forestal. El muestreo realizado mediante sitios de dimensiones fijas, resultó ser más preciso al compararlo con las existencias reales totales del área de estudio, ya que presentó errores de muestreo que van del 1.3 al 8.8%.

**Palabras clave:** manejo forestal, recursos forestales, sitios de muestreo.

## SUMMARY

Under existing forestry regulations in Mexico to prepare Forest Management Programs, the efficiency of the sampling was assessed using fixed

dimension plots and dimension variables plots used in forest inventories. Four stands were selected in the region of Navios-Regocijo-Sierra del Nayar, Durango, Mexico, where 45 fixed plots and an equal number of plots of variable dimensions were elaborated, also the total census of all trees with diameter greater than 10 cm was performed. The results indicate that the two sampling methods are reliable and comply the minimum requirements for elaborating Forest Management Programs. Sampling performed using fixed dimension plots, was more accurate when compared to the total actual inventory of the study area, since it presented sampling errors ranging from 1.3 to 8.8 %.

**Key words:** forest management, forest resources, sampling plots.

## INTRODUCCIÓN

El marco normativo forestal vigente tiene como premisa asegurar el aprovechamiento forestal sustentable de los bosques del país, siendo la producción maderable la principal actividad del sector forestal con 5.9 millones de m<sup>3</sup> rollo total árbol durante el año 2012 (SEMARNAT, 2012). La legislación forestal en México señala que se requiere de un Programa de Manejo forestal (PMF) para

el aprovechamiento de los recursos forestales en terrenos forestales y de aptitud preferentemente forestal; un aprovechamiento forestal, es la extracción de los recursos forestales del medio en que se encuentren. Los aprovechamientos forestales en México son clasificados como maderables y no maderables, en el caso de especies de difícil regeneración, selvas tropicales y áreas naturales protegidas, se requiere presentar además una manifestación de impacto ambiental. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (SEMARNAT, 2003) y su Reglamento (SEMARNAT, 2005), especifican que las normas oficiales mexicanas que para el efecto expida la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, determinaran los criterios y las especificaciones de los contenidos de los PMF, los cuales pueden ser de un nivel simplificado, intermedio o avanzado.

Con fecha 17 de octubre de 2008, se publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-152-SEMARNAT-2006 (SEMARNAT, 2008), que establece los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los PMF para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas. La anterior norma señala que independientemente del sistema y los tratamientos silvícolas por aplicar, el estudio dasométrico deberá contener la descripción de la metodología para determinar el volumen de existencias maderables del predio.

El estudio dasométrico es un componente importante de los PMF, ya que en el caso de los aprovechamientos maderables describe la metodología del inventario de estos recursos. La forma práctica de determinar las existencias volumétricas de un predio en particular, es mediante el levantamiento de sitios de muestreo. El diseño de muestreo, número total de sitios muestreados (intensidad) y su forma, determinara en gran medida la precisión de las existencias maderables a nivel sitio, las cuales se pueden extrapolar a nivel rodal para posteriormente determinar la posibilidad de corta.

En México, tradicionalmente los sitios de muestreo utilizados son de dimensiones fijas y variables (Calderón *et al.*, 1997; Caballero y Villa, 1977). Los sitios de dimensiones fijas más comunes son de forma circular de un décimo de hectárea, distribuidos de manera equidistante en donde se miden los árboles presentes dentro del sitio. Mientras que en los sitios de dimensiones variables, se realiza un conteo angular siguiendo el método propuesto por Bitterlich (1984) mediante el uso de un factor de área basal.

La Norma Oficial Mexicana NOM-152-SEMARNAT-2006, también señala que en la elaboración del estudio dasométrico, el muestreo deberá tener una confiabilidad mínima del noventa y cinco por ciento y un error de muestreo máximo del diez por ciento a nivel predial. Además, el material fotogramétrico o imágenes de satélite a utilizar no podrá ser de una escala menor a 1:25000 y tener menos de 5 años de antigüedad.

Bajo los anteriores lineamientos y considerando que la normatividad forestal vigente deja abierta la posibilidad de utilizar tanto sitios de dimensiones fijas como de dimensiones variables en los inventarios forestales; en el presente estudio, se analizan los resultados obtenidos al comparar el muestreo realizado en cuatro unidades de manejo (subrodales) con los dos tipos de sitios ya descritos, resultados que a su vez fueron comparados con las existencias totales para evaluar cuales presentar mayor precisión en la determinación de las existencias volumétricas maderables para el género *Pinus spp.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

El estudio se realizó en el Ejido Agustín Melgar del municipio de Durango, Dgo., México, en la región Navios-Regocijo-Sierra del Nayar, coordenada geográfica de referencia 23.66° latitud norte y 104.91° de longitud oeste, en el macizo montañoso denominado Sierra Madre Occidental (Figura 1).

Fisiográficamente se ubica en la subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses; la altura sobre el nivel del mar presenta un promedio de 2,350 m, con un sistema de relieve predominantemente accidentado y pocas superficies de terreno ondulado o plano. Según la clasificación climática de Köppen adaptada para México por García (1973), los climas predominantes en la región son del tipo C(W1), C(W2) y C(E)(W2), que corresponden a templados húmedos y semifríos subhúmedos, con lluvias en verano, precipitación del mes más seco menor de 43 mm y con un porcentaje de lluvia invernal entre

5 y 10.2 mm, temperaturas mínimas y máximas que pueden ser desde -18 hasta 32 °C. Las comunidades vegetales más importantes del predio están compuestas por bosques mezclados con especies maderables del género *Pinus* y *Quercus*, además de algunas especies arbustivas. Las especies que destacan para el aprovechamiento forestal son: *Pinus leiophylla*, *Pinus durangensis*, *Pinus teocote*, *Pinus cooperi*, *Pinus engelmannii*, *Pinus ayacahuite*, *Quercus rugosa*, *Quercus durifolia*, *Quercus sideroxila*, *Arbutus spp.*, *Juniperus spp.*, *Pinus lumholtzii* y *Alnus spp* (Fernández, 2013).

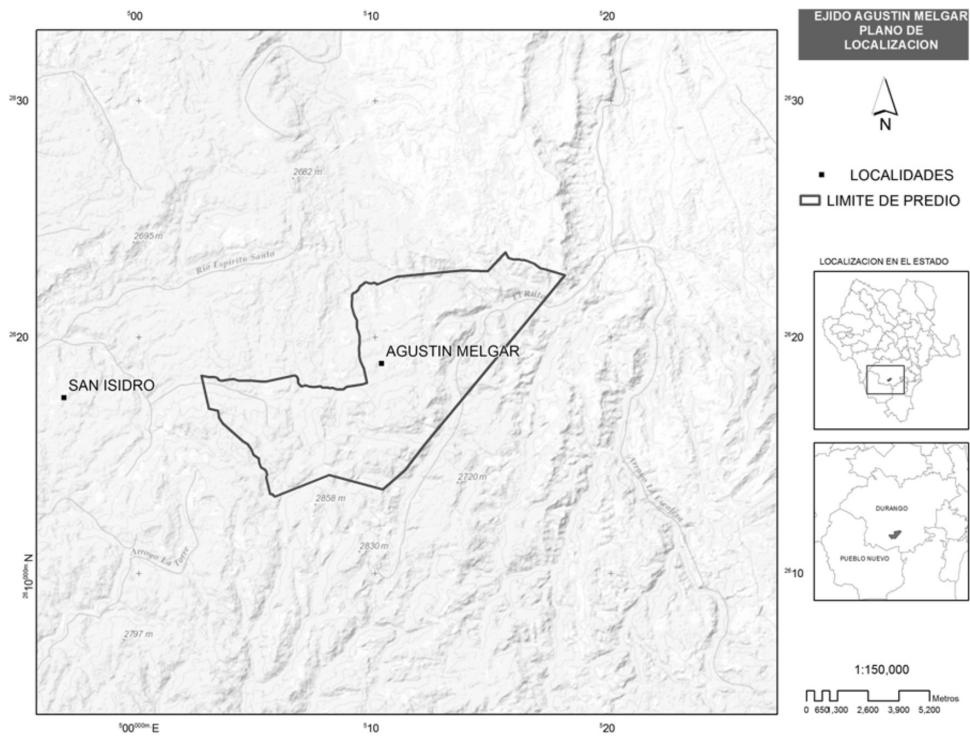


Figura 1. Área de estudio.

## Metodología.

**Inventario.** De las áreas bajo manejo forestal del ejido Agustín Melgar, fueron elegidas cuatro unidades de manejo con una superficie total de 89 ha, en las cuales se determinaron las existencias volumétricas del género *Pinus* bajo la siguiente metodología:

1. Sitios de dimensiones fijas. Se levantaron sitios circulares de un décimo de hectárea (1000 m<sup>2</sup>), con un radio de 17.84 m compensado por pendiente. Fueron medidos de manera directa todos los árboles con diámetro normal mayor a 10 cm, así como sus respectivas alturas. Los resultados fueron agrupados por categoría diamétrica y de alturas (SARH, 1984).
2. Sitios de dimensiones variables. Apoyados con un relascopio simple y tomando como referencia el mismo centro de los sitios de dimensiones fijas, se realizó el conteo de los árboles cuyo diámetro a la altura del pecho abarcó el ángulo visual igual o mayor al factor de área basal (FAB) determinado, el cual fue con valor 1. Éste tipo de sitios no tienen un radio fijo y el número de árboles que caen dentro de la muestra

está en función del área basimétrica por hectárea (SARH, 1986).

3. Inventario total. Posteriormente, en cada una de las cuatro unidades de manejo, se realizó el censo total de todos los árboles de pino con diámetro normal mayor a 10 cm, además de calcular sus respectivas alturas; lo anterior, permitió determinar las existencias volumétricas totales de éstas unidades de manejo.

4. Diseño de muestreo. Se utilizó un diseño de muestreo simple aleatorio sin reemplazo estratificado a las unidades de manejo forestal, mediante líneas equidistantes determinadas a partir del primer sitio y por la intensidad de muestreo asignada.

5. Tamaño de muestra. El mismo número de sitios de muestreo de dimensiones fijas fue el utilizado para los sitios de dimensiones variables, el centro de sitio sirvió para la toma de los dos tipos de datos. Se levantaron 45 sitios por cada método de muestreo, que en relación con la superficie total de las cuatro unidades de manejo, representa una intensidad de muestreo promedio del 5 % (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Sitios e intensidad de muestreo por unidad de manejo.**

UM	Superficie (ha)	Sitios	IM (%)
01-01	32	16	5.0
01-02	22	11	5.0
01-03	16	8	5.0
01-04	19	10	5.3

UM= Unidad de manejo, IM= Intensidad de muestreo.



## Calculo de volúmenes.

1. Sitios de dimensiones fijas. A todos los árboles medidos se les calculó su volumen total mediante la fórmula de Schumacher-Hall, ajustada para la región y que se expresa:

$$V = \beta_0(dcc^{\beta_1})(h^{\beta_2})$$

Dónde:

V= volumen total árbol (m<sup>3</sup>).

dcc= diámetro normal con corteza (cm).

h= altura total del árbol (m).

β's= parámetros de regresión.

El volumen promedio de los sitios se extrapolo para una hectárea y posteriormente se multiplico por la superficie de la unidad de manejo para obtener el volumen total.

2. Sitios de dimensiones variables. De acuerdo al factor de área basal utilizado (FAB 1), se consideraron con valor de 1 todos los que quedaron dentro, mientras que los que quedaron en el límite se les asignó un valor de 0.5, posteriormente el área basal se multiplico por la altura media del sitio para obtener su volumen. Con el promedio de los volúmenes por sitio, posteriormente fue calculado el volumen por hectárea y total para la unidad de manejo

3. Inventario total. En las cuatro unidades de manejo inventariadas, se midieron en forma directa el diámetro normal y se determinó la altura de todos los árboles con diámetro mayor a 10 cm. El volumen fue determinado mediante la fórmula de Schumacher-Hall, anteriormente descrita.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comparación de los resultados obtenidos se muestra en el Cuadro 2, en donde se aprecia el volumen total y los estimados con base en los muestreos realizados; en general, los valores obtenidos con los sitios de dimensiones fijas y variables presentan valores muy similares a los obtenidos en el inventario total de cada una de las unidades de manejo.

En cuanto a la comparación de los volúmenes obtenidos con los sitios de dimensiones fijas y variables, se tiene que existe poca diferencia entre sí; tal similitud en los resultados, se debe a que se levantó igual número de sitios y tuvieron como referencia el mismo centro del sitio.

El error de muestreo determina la diferencia entre el volumen estimado con el muestreo realizado y el volumen verdadero de la unidad de manejo. Resulta muy costoso e impráctico conocer el volumen total de un área forestal en particular, por eso comúnmente el error de muestreo es calculado mediante métodos estadísticos (Romahn y Ramírez, 2010). Para fines del presente estudio, no fue necesario inferir estadísticamente el error de muestreo, ya que el objetivo principal fue determinar cuál de los dos sistemas de muestreo tiene mayor precisión con respecto a las existencias reales de cada una de las unidades de manejo.

Considerando las disposiciones de la NOM-152-SEMARNAT-2006, que en sus numerales 5.2.7.1 incisos g y h, señala que los inventarios de los PMF deberán tener una confiabilidad de muestreo mínima del 95 % y un error de muestreo máximo del 10 %; los resultados obtenidos, indican que los dos sistemas de muestreo se encuentran dentro de estos rangos. En la estimación de los volúmenes de cada una de las unidades de muestreo, los sitios de dimensiones fijas resultaron ser más eficientes, ya que presentan un menor valor porcentual en el error de muestreo (EM), con rangos que van de 1.3 a 8.8

%). Los sitios de dimensiones variables resultaron ligeramente menos precisos en comparación con los sitios de dimensiones fijas; sin embargo, los resultados en su error de muestreo (4.6 a 10.1 %), señalan que también resultan efectivos ya que se encuentran dentro del rango que exige la normatividad forestal vigente; Graciano (2001) y Velasco (2012), reportaron resultados similares en trabajos de investigación relacionados con el mismo tema.

En un estudio de (Lara, R.M.1981) menciona la ventaja de los sitios de dimensiones fijas, toman-

do en cuenta el área basal. La utilización de este nuevo conocimiento permitirá a los manejadores forestales tomar decisiones técnicas que no comprometan la persistencia del recurso, de tal manera que la posibilidad de cosecha deberá ser estimada con mayor exactitud, permitiendo definir el tipo de sitios de muestreo.. A diferencia de este trabajo donde se incluye las existencias reales y el error de muestreo considerado como una necesidad a presentar en los nuevos planes de manejo forestal apegado a la normatividad vigente.

**Cuadro 2. Volúmenes y error de muestreo por unidad de manejo.**

UM	Superficie (ha)	ER/Tot (m <sup>3</sup> r)	Dimensiones fijas		Dimensiones variables	
			ER/Tot (m <sup>3</sup> r)	EM (%)	ER/Tot (m <sup>3</sup> r)	EM (%)
01-01	32	6,356	5,844	8.8	5,920	7.4
01-02	22	3,703	3,615	2.4	3,520	5.2
01-03	16	2,443	2,411	1.3	2,336	4.6
01-04	19	2,907	2,793	4.1	2,641	10.1

UM= Unidad de manejo, ER/Tot= Existencias reales totales y EM= Error de muestreo.

## CONCLUSIONES

La precisión en la estimación de los volúmenes maderables a través de un inventario forestal, está determinada en gran medida por la capacidad y experiencia del personal que lo realiza, siendo de vital importancia que en su realización se cuente con el equipo y material de apoyo adecuado.

Aún y cuando el muestreo realizado con sitios de dimensiones fijas arrojó mayor precisión, es importante mencionar que el muestreo con sitios de dimensiones variables es una buena alternativa en los inventarios forestales, ya que requieren de menor personal y tiempo para su levantamiento.

De acuerdo con la premisa de la normatividad forestal vigente encaminada a lograr un aprovechamiento forestal sostenido y sustentable, se concluye que tanto los sitios de dimensiones fijas como variables, pueden ser utilizados en los inventarios forestales, sin poner en riesgo la permanencia de los bosques del país.

## LITERATURA CITADA

Bitterlich, W. 1984. The Relascopeidea, relative measurements in forestry. Commonwealth Agriculture Bureau. 242 p.

- Caballero D., M. y Villa S., A. B. 1977. Evaluación de cuatro tamaños de sitios circulares en inventario forestal. Publicación No. 18. Dirección General del Inventario Nacional Forestal. 25 p.
- Calderón, O. A., Jiménez, J. A., Treviño, E. y Blas M. 1997. Evaluación de diversos tamaños de sitio de muestreo en inventarios forestales. *Madera y Bosques*. 3 (1): 71-79.
- Fernández G., O. 2013. Modificación al Programa de Manejo Forestal para el Ejido Agustín Melgar. Unión de Ejidos y Comunidades Silvícolas de Durango General Guadalupe Victoria. México. 203 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen; para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, UNAM. 243 p.
- Graciano L., J. J. 2001. Técnicas de evaluación dasométrica y ecológica de los bosques de coníferas bajo manejo de la sierra madre occidental del centro sur de Durango, México. Tesis maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. México. 124 p.
- Lara R., M. 1981 Comportamiento de los diferentes aparatos utilizados en sitios de dimensiones variables con factor de área basal uno. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales de México.
- Romahn de la V., C. F. y H. Ramírez M. 2010. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 294 p.
- SARH. 1984. Normas mínimas de calidad para la formulación de estudios dasonómicos en bosques. Normas del método de desarrollo silvícola. Subsecretaría forestal, México. 311 p.
- SARH. 1986. Manual sobre principios, métodos y aparatos para toma de datos de un inventario forestal. Subsecretaría de desarrollo y fomento agropecuario y forestal, México. 69 p.
- SEMARNAT. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación, publicada el 25 de febrero de 2003, México, D.F. 76 p.
- SEMARNAT. 2005. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación, publicado el 21 de febrero de 2005, México, D.F. 41 p.
- SEMARNAT. 2008. Norma Oficial Mexicana NOM-152-SEMARNAT-2006, Que establece los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas. Diario Oficial de la Federación, publicada el 17 de octubre de 2008, México, D.F. 24 p.
- SEMARNAT. 2012. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2012. 237 p.
- Velasco H., F. 2012. Comparación de dos métodos de muestreo para la estimación de existencias maderables de un inventario forestal en Analco, Ixtlán, Oaxaca. Tesis profesional. Universidad de la Sierra Juárez. México. 75 p.

# ECOLOGÍA DEL FALSO PEYOTE (*Ariocarpus fissuratus*) EN LA RESERVA ECOLÓGICA MUNICIPAL SIERRA Y CAÑÓN DE JIMULCO

Ecology of false peyote (*Ariocarpus fissuratus*) in the Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco

**Celso Manuel Valencia Castro, Edgar Gutiérrez Reyes, Ma. Del Socorro Linaje Treviño, Fernando Hernández Terán, Norma De La Fuente Salcido**

Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Torreón  
e-mail: [cmanuel53@yahoo.com.mx](mailto:cmanuel53@yahoo.com.mx)

## RESUMEN

En la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco (REMSCJ), existen evidencias locales del saqueo y colecta ilegal de *A. fissuratus*. Por esta razón es importante conocer el estado actual de las poblaciones locales del falso peyote. Por lo anterior, se llevó a cabo esta investigación con el objetivo general de estudiar la ecología de las poblaciones de *A. fissuratus*, a partir del conocimiento de su densidad, dominancia y mortalidad. Se utilizaron parcelas circulares tomando como centro la primera planta encontrada al azar, a partir de aquí se contaron y midieron los diámetros de cada planta, iniciando con un radio de un metro de longitud, luego de dos y así hasta los siete metros de radio. En el ejido La Trinidad se repitió seis veces este muestreo tomando como criterio la exposición norte, sur y cenital de las lomas en las que se encontró la especie. En la Loma del Burro del Ejido La Flor de Jimulco se realizaron cinco muestreos siguiendo el mismo criterio. Además, se llevó a cabo un monitoreo rápido en las lomas del ejido Jimulco (Jimulquillo), en donde no se tenían antecedentes de la presencia de poblaciones de falso peyote, en este caso se utilizó el método de los cuadros con parcelas de 2x2 m, en 8 ocasiones.

En cada sub muestra se contaron las plantas de falso peyote, incluyendo las muertas, y se midieron los diámetros de las mismas; a partir de aquí se calculó la densidad, mortalidad y dominancia. La densidad de *A. fissuratus* en los tres sitios estudiados es relativamente baja y, acorde con los estudios previos realizados en los mismos sitios, presenta una tendencia declinante que pone en riesgo la permanencia de la especie en la REMSCJ. La causa principal de la disminución de la densidad de la planta es la extracción ilegal que ocurre con una elevada frecuencia en toda el área de estudio. La mortalidad de las plantas de falso peyote en el área de estudio es elevada, lo cual incrementa el riesgo antes mencionado. La dominancia de la planta es naturalmente baja, la cobertura máxima por individuo fue de  $0.053 \text{ m}^2 \pm 0.0096$ . El estado actual de conservación de esta especie vulnerable y prioritaria, requiere de una mayor vigilancia por parte de todos los actores relacionados, en particular de los dueños de los terrenos.

**Palabras clave:** *Ariocarpus fissuratus*, densidad, dominancia, mortalidad.

## SUMMARY

In the Reserva Ecologica Sierra y Cañón de Jimulco (REMESCJ), there is local evidence of looting and illegal collection of *A. fissuratus*. It is therefore important to know the current status of local populations of false peyote. Therefore, we carried out this research with the overall objective to study the ecology of populations of *A. fissuratus*, from knowledge of its density, dominance and mortality. Circular plots taking as center the first plant found at random were used, they were counted and measured the diameters of each plant, starting with a radius of one meter of length, then two meter and so on until reaching a seven meters radius. In the ejido Trinidad this sampling was repeated six times using as criteria the overhead exposure, north and south of the hills where the species were found. In the Loma del Burro, ejido La Flor de Jimulco five samplings were performed following the same criteria. In addition, it was conducted a rapid monitoring in the hills of ejido Jimulco (Jimulquillo) where had no record of the presence of false peyote populations in this case the method of squares with plots of 2x2 m was used 8 times. In each subsample false peyote plants were counted, including dead, and their diameters were measured; from here the density, dominance, and mortality were calculated. The density of *A. fissuratus* in the three studied sites is relatively low and, according to previous studies in the same places, it shows a downward trend that threatens the permanence of the species in the REMESCJ. The main cause of the decreasing in the density of the plants is the illegal extraction that occurs with a high frequency across the area of study. The mortality of false peyote plants in the study area is high, which increases the risk mentioned before. The dominance of the plant is naturally low, the maximum coverage per individual was  $0.053 \pm 0.0096 \text{ m}^2$ . The current state of conservation of these vulnerable and priority species requires greater vigilance by all related stakeholders, especially the landowners.

**Keywords:** *Ariocarpus fissuratus*, density, dominance, mortality.

## INTRODUCCIÓN

*Ariocarpus fissuratus* (Engelmann) Shumann 1894, mejor conocido como "peyotillo" "falso peyote", "chautle", o "sunami" es una planta que se encuentra al nivel del suelo o bien que sobresale escasamente de la superficie, es de color verde grisáceo o verde pardusco, y tiene una forma subglobosa de hasta 20 cm de diámetro. Los tubérculos son triangulares con el ápice ligeramente redondo y presenta una lanosidad al centro de la planta. Florece sincrónicamente durante tres semanas en el otoño. Sus flores son de color rosa fuerte y nacen en el centro de la planta, las cuales permanecen de 2 a 3 días. No tienen las espinas características de otras especies de cactáceas; sin embargo por su aspecto en campo estos cactus son difíciles de detectar en su hábitat natural (Anderson, 2001).

Existen registros de *A. fissuratus* en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Durango; y aunque las poblaciones son densas, tienen una distribución restringida de modo que puede considerarse como especie rara (Martínez, 2016).

Se conoce que es usado como narcótico, para remediar fiebres y dolores reumáticos. Sin embargo, es importante resaltar que esta especie no contiene mescalina como el verdadero peyote (*Lophophora williamsii*) y sus propiedades curativas no han sido confirmadas (Anderson, 2001). Otros autores como Batis y Rojas (2002) señalan que además del peyote (el más famoso de los cactus alucinógenos), otros cactus pueden tener propiedades farmacológicas y/o psicoactivas. Entre ellos destaca el cacto Doñana, de México, el cacto San Pedro, de los Andes y alrededor de 15 especies usadas por los indígenas de México, las cuales son conocidas como falsos peyotes no precisamente por sus propiedades alucinógenas, sino más bien, por su efectividad como agentes medicinales.

Dado su lento crecimiento, lo extraño de su forma y la belleza de su flor, el falso peyote es muy apreciado por los coleccionistas de todo el mundo. El género *Ariocarpus* ha sido el favorito entre la comunidad de cultivadores de cactáceas lo cual ha impulsado el saqueo de los individuos del medio silvestre. CONABIO-CONANP (2009) reportan que la densidad de sus poblaciones originales ha disminuido notablemente. En San Luis Potosí, estado considerado como el que alberga el mayor número de especies de cactus en peligro de extinción, en el año 2003, “se reportó la desaparición de algunas poblaciones del Cacto Chaute que habían sido recientemente descubiertas, a causa del saqueo excesivo para su venta.”

Debido al tráfico ilegal de esta especie, ha sido incluida en el apéndice I de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2014) y en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de especies en peligro de extinción, además de ser considerada especie prioritaria (CONABIO-CONANP, 2009).

En la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco (REMESCJ), *A. fissuratus* se encuentra en manchones muy localizados, sin embargo, existen evidencias locales de su saqueo y colecta ilegal. Por esta razón es importante conocer el estado actual de las poblaciones locales del falso peyote y revisar propuestas de conservación. Por lo anterior, se llevó a cabo esta investigación con el objetivo general de estudiar la ecología de las poblaciones de *A. fissuratus*, a partir del conocimiento de su densidad, dominancia y mortalidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La duración del presente estudio fue de 10 meses, inició en febrero de 2015 y terminó en diciembre del mismo año.

### Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco, la cual

se encuentra en la región sureste del municipio de Torreón, Coahuila y comprende aproximadamente el 44% de la superficie total de dicho municipio, esto es, 60 458.26 hectáreas. El 99.58% de la zona corresponde a la Provincia Ecológica de las Sierras Transversales con altitudes que van desde los 750 msnm hasta los 3120 msnm. Los tipos de climas predominantes son el clima seco o estepario y el muy seco o desértico.

En el área se presenta un periodo de formación que data de las eras geológicas Cuaternaria y Cretácica inferior, estando conformada en su gran mayoría por rocas sedimentarias y suelos de origen aluvial.

Se presentan suelos someros llamados Litosoles, principalmente en las sierras y Xerosol Cálcico en llanuras y bajadas. Los ecosistemas que se encuentran en la zona son: el matorral xerófilo, dentro del cual se encuentra el falso peyote, el bosque de galería, el matorral submontano y el bosque de pino y encino (Valencia y Martínez, 2002). Otras especies prioritarias que se encuentran en el matorral son: la biznaga colorada (*Ferocactus pilosus*, Galeotti ex Salm-Dick), palmilla de San Pedro (*Leuchtenbergia principis*) y la reina de la noche (*Peniocereus greggii*), la segunda en peligro de extinción y la última, sujeta a protección especial.

## Estudios de Campo

Muestreos de vegetación. Debido a las dificultades que se presentan en la búsqueda de plantas de *A. fissuratus*, aun con la ubicación geográfica en mano, se optó por el uso de parcelas circulares tomando como centro la primera planta encontrada al azar, a partir de aquí se contaron y midieron los diámetros de cada planta, iniciando con un metro de radio, luego de dos y así hasta los siete metros de radio. En el ejido La Trinidad se repitió seis veces este muestreo tomando como criterio la exposición norte, sur y cenital de las lomas en las que se encontró la especie. En la Loma del Burro del Ejido La Flor de Jimulco se realizaron cinco muestreos siguiendo el mismo criterio. Además, se

llevó a cabo un monitoreo rápido en las lomas del ejido Jimulco (Jimulquillo), en donde no se tenían antecedentes de la presencia de poblaciones de falso peyote, en este caso se utilizó el método de los cuadros con parcelas de 2x2 m, en 8 ocasiones (Cox, 1972).

En cada unidad de muestreo se contaron todas las plantas de *Ariocarpus* para el cálculo de la densidad y a cada una de ellas se les midieron sus diámetros con los cuales se calculó la cobertura o dominancia de cada planta, mediante la fórmula del área de un círculo.

Es importante mencionar, que se presenta parcialmente la información proveniente del monitoreo que realizaron los técnicos de la REMSCJ.

**Análisis de datos de campo.** Se utilizó estadística descriptiva para analizar los datos generados en los estudios de vegetación, se calculó la media de la muestra y una medida de dispersión de los datos con respecto a dicho estimador, la desviación estándar. Los datos fueron graficados para su presentación (Navidi, 2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Hábitat y Ecología

Las plantas de *Ariocarpus* se encontraron en la parte media de la bajada a una altitud aproximada

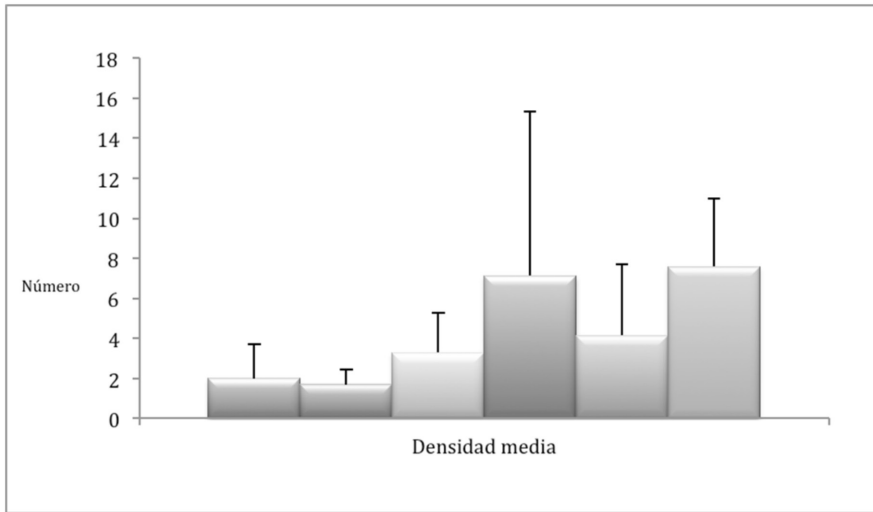
de 1250 msnm, en donde predomina el matorral rosetófilo con especies como la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y la palma (*Yucca* spp.). Los suelos son ricos en grava y pueden ser profundos o superficiales, con presencia de pedregosidad.

### Densidad, mortalidad y dominancia de plantas en el ejido La Trinidad

En la Figura 1 se presenta la densidad promedio y la desviación estándar de *A. fissuratus* calculadas a partir de los conteos totales provenientes de las parcelas circulares con radios de 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 m, lo que da un área total de 154 m<sup>2</sup>, en seis puntos de muestreo.

Se puede apreciar que la densidad media de plantas en las unidades de muestreo de 154 m<sup>2</sup> presentó valores entre  $1.71 \pm .76$  y  $7.57 \pm 8.19$  plantas en el área mencionada. Se muestra además, una alta dispersión de los datos con respecto a la densidad media.

Del total de plantas contabilizadas se dividieron en dos categorías, según el estado de salud de las mismas: las plantas vivas y las que estaban muertas o muy cerca de estarlo. En la Figura 2 se presenta la cantidad promedio de plantas ubicadas en ambas categorías.



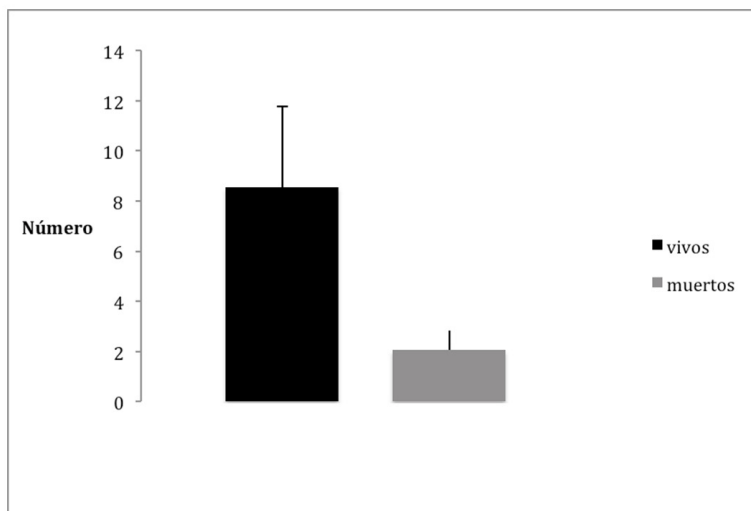
**Figura 1. Densidad promedio y Desviación Estándar del falso peyote en 6 unidades de muestreo de 154 m<sup>2</sup> cada una, en La Trinidad. 2015.**

El valor promedio de plantas vivas fue de  $8.55 \pm 3.2$  mientras que el número medio de plantas muertas fue de  $2.05 \pm .78$ . En la Figura 3 se muestra el porcentaje total de plantas vivas y muertas en el ejido La Trinidad. La causa de esta elevada mortalidad no es clara, pero podría deberse a la combinación de varios factores como la edad de la planta, el ataque de alguna plaga o enfermedad, y el pésimo manejo de quienes extraen las plantas para diversos usos.

Un resumen de este de este sitio de muestreo es como sigue: se encontró un total de 60 plantas en una superficie aproximada de 923.64 m<sup>2</sup>, de los cuales, 46 se encontraban en buenas condiciones

y 14 estaban muertos o en proceso de estarlo. El diámetro mínimo de la planta fue de 3 cm y el máximo de 13.5 cm. Los valores promedio en cada una de las seis unidades de muestreo se presentan en la Figura 4, con valores que varían entre 4.7 y 9.7 cm. La dominancia de las plantas en las mismas unidades de muestreo, presentaron valores promedio entre .0021 y .0081 m<sup>2</sup> (Figura 5). Es importante mencionar que el único dato de referencia que se encontró para este sitio es el de Salazar (2012), en el cual se reporta un registro total de 28 ejemplares, con un diámetro promedio de 9.06 cm, un valor mínimo de 5 cm y un máximo de 13.5 cm, localizados en un área aproximada de 4266 m<sup>2</sup>.

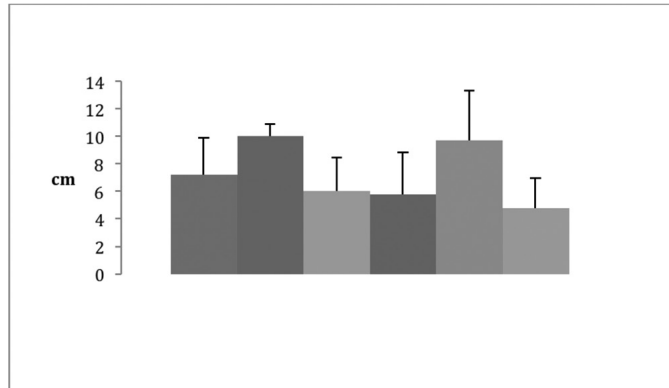




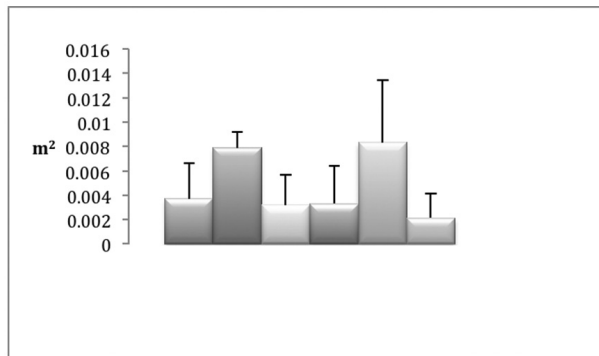
**Figura 2. Número promedio de plantas vivas y muertas, encontradas en muestras de 154 m<sup>2</sup> en el ejido La Trinidad. 2015.**



**Figura 3. Porcentaje de plantas vivas y muertas en La Trinidad. 2015.**



**Figura 4. Diámetro promedio y desviación estándar de plantas de falso peyote en seis puntos de muestreo, en el ejido La Trinidad. 2015.**



**Figura 5. Dominancia promedio y desviación estándar de plantas de falso peyote en seis puntos de muestreo, en el ejido La Trinidad. 2015.**

### Densidad, mortalidad y dominancia de plantas en el ejido La Flor de Jimulco

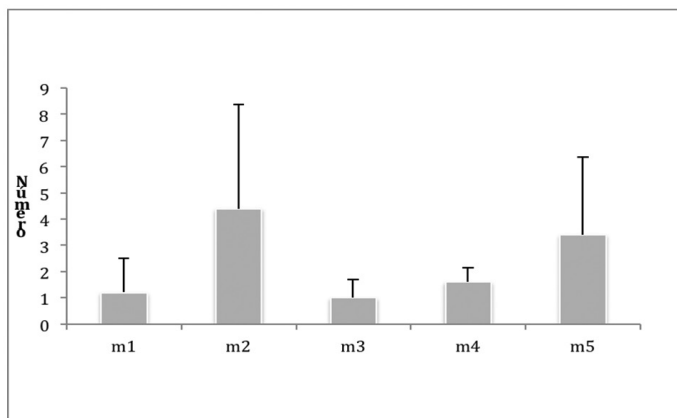
Los lomeríos suaves de la Flor de Jimulco presentan las condiciones idóneas de hábitat para el desarrollo de las poblaciones de *A. fissuratus*. A diferencia de otros sitios, no se aprecian restricciones de espacio, ya que los lomeríos se extienden en una gran superficie. Por otro lado, se encuentran alejadas del centro de población del ejido. No obstante, parece ser que esta última condición más que limitar, favorece la extracción ilegal del falso peyote.

En la Figura 6 se presenta la densidad media de *A. fissuratus* calculadas a partir de los conteos totales provenientes de las parcelas circulares con radios de 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 m, lo que da un área total de 154 m<sup>2</sup>, en cinco puntos de muestreo. La densidad promedio osciló entre  $1 \pm 0.7$  y  $4.4 \pm 3.97$  plantas de falso peyote. En todos los puntos de muestreo se observó una alta dispersión de los datos en torno a la media.

Del total de plantas contabilizadas se dividieron en dos categorías, según el estado de salud de las mismas: las plantas vivas y las que estaban muertas o muy dañadas. El valor promedio de plantas

vivas encontrado fue de  $8.60 \pm 6.69$  mientras que el número medio de plantas muertas fue de  $3.40 \pm 3.44$ . En la Figura 7 se muestra el porcentaje total de plantas vivas y muertas en el ejido La Flor de Jimulco, observándose un ligero incremento en la mortalidad con relación al encontrado en La Trinidad.

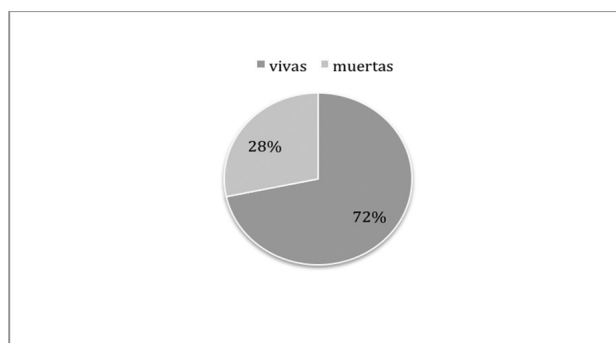
La dominancia de la planta de falso peyote en La Flor de Jimulco se muestra en la Figura 8. El promedio general de los diámetros de las plantas fue de  $9.225 \pm 2.74$  cm, siendo el valor mínimo de 3 cm y el valor máximo de 16 cm, con una cobertura promedio máxima por planta de  $0.053$  m<sup>2</sup> y una inferior promedio de  $0.0047$  m<sup>2</sup>.



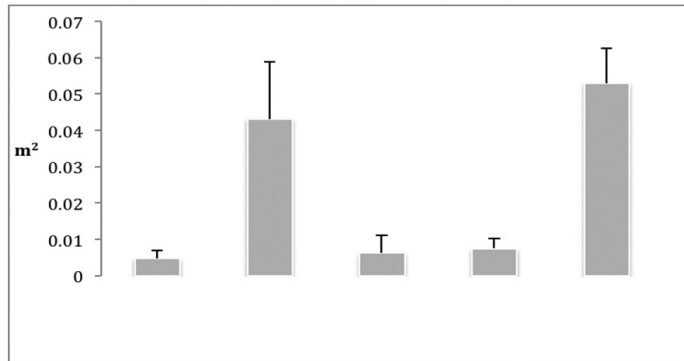
**Figura 6. Densidad promedio y Desviación Estándar del falso peyote en 5 unidades de muestreo de 154 m<sup>2</sup> cada una, en La Flor de Jimulco. 2015.**

Los monitoreos previos llevados a cabo por personal técnico de la REMSCJ, indican que en el ejido La Flor de Jimulco se cuantificó un total de 28 ejemplares, con un diámetro promedio de 8.13 cm y un rango que varió de los 4.5 hasta los 17.15 cm. El área aproximada de localización de estas plantas de falso peyote fue de 479.5 m<sup>2</sup>. En una

segunda loma ubicada también en el Ejido La Flor de Jimulco, se obtuvo un registro de 18 ejemplares de falso peyote, con un diámetro de 9.69 cm y un rango de 7.5 a 12 cm, dentro de un área aproximada de 4891 m<sup>2</sup> (Castañeda *et al.*, 2006; Salazar, 2012)



**Figura 7. Porcentaje de plantas vivas y muertas en La Flor de Jimulco. 2015**

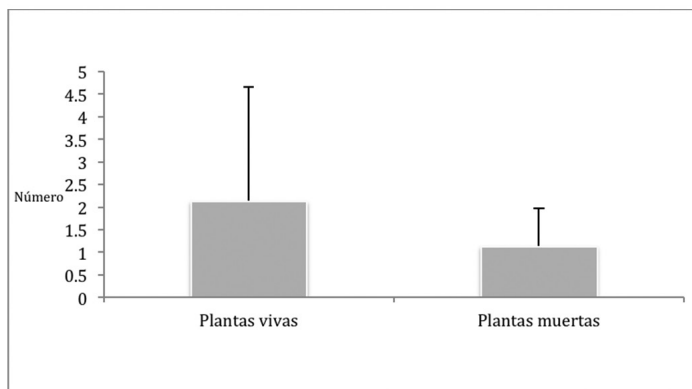


**Figura 8. Dominancia media por planta de *Ariocarpus fissuratus* en cinco unidades de muestreo, en La Flor de Jimulco. 2015**

### Monitoreo de la densidad y mortalidad de falso peyote en el ejido Jimulco

En el monitoreo previo realizado en el año 2012 en Jimulco se reportó una escasa presencia de falso peyote: después de explorar tres lomas de aproximadamente 6.811 ha, se pudieron contar 47 ejemplares con un diámetro promedio de 10.42 cm con valores mínimo y máximo de 6.5 cm y 14.75 cm, respectivamente.

Esta misma población fue monitoreada en 2015, encontrando una densidad media de  $3.25 \pm 2.71$  plantas en  $4 \text{ m}^2$ . En total se encontraron 27 plantas, de las cuales 17 estaban vivas y 9 estaban muertas. Los valores promedio y su desviación, provenientes de las 8 parcelas  $2 \times 2$ , se presentan en la Figura 9. En promedio, por cada  $2.125 \pm 2.53$  plantas vivas, se encontraron  $1.125 \pm 0.83$  muertas.



**Figura 9. Número promedio de plantas vivas y muertas, encontradas en parcelas de  $4 \text{ m}^2$  en Ejido Jimulco. 2015.**

### Disminución de la densidad de falso peyote por actividades antropogénicas

Desde 2006 se reportó el saqueo del falso peyote: de 33 coordenadas que indicaban la posición de un número similar de ejemplares de falso peyote, en 18 coordenadas las plantas estaban muertas y/o saqueadas, y en otras 8 coordenadas no se encontró ninguna. Castañeda (2006) explica este suceso atribuyendo las pérdidas a posibles causas de desecación y saqueo.

En el monitoreo de 2012, se pone especial énfasis en las cavidades que aparecen cercanas a

las plantas de *A. fissuratus* presentes en los sitios recorridos. Salazar (2012) llama a estas cavidades “pozos de extracción” de planta, y ubica un área importante en el ejido Jimulquillo.

En este estudio, se encontraron pozos de extracción en los tres sitios evaluados, algunos recientes y otros medio rellenados por la erosión natural del suelo. Existe además evidencia de la destrucción de otras plantas de diferente especie, principalmente lechuguillas, y aun de la misma especie durante la extracción o cosecha (Figura 10). Esto agrava el impacto del saqueo ilegal del falso peyote, el cual es intenso y continuo.



**Figura 10. Pozos de extracción ilegal de *A. fissuratus* y destrucción de otras especies.**

Tomando como principio la premisa de que las plantas con distribución restringida están potencial o realmente más expuestas a la extinción que las que tienen una distribución amplia, se puede

concretar que *A. fissuratus* es una especie amenazada cuya conservación requiere de atención inmediata y de esfuerzos especiales (Hernández y Godínez, 1994)

## CONCLUSIONES

Acorde a las condiciones en las que se llevó este trabajo, se concluye lo siguiente: La densidad de *A. fissuratus* en los tres sitios estudiados es relativamente baja y, acorde con los estudios previos realizados en los mismos sitios, presenta una tendencia declinante que pone en riesgo la permanencia de la especie en la REMSCJ. La causa principal de la disminución de la densidad de la planta es la extracción ilegal que ocurre con una elevada frecuencia en toda el área de estudio.

La mortalidad de las plantas de falso peyote en el área de estudio es elevada, lo cual contribuye al decrecimiento de las poblaciones de falso peyote.

La dominancia de la planta es naturalmente baja, la cobertura máxima por individuo fue de  $0.053 \text{ m}^2 \pm 0.0096$ .

El estado actual de conservación de esta especie vulnerable y prioritaria, requiere de una mayor vigilancia por parte de todos los actores involucrados, en particular de los dueños de los terrenos.

## LITERATURA CITADA

- Anderson, E. 2001. The cactus family. Timber press. Portland. Oregon. 766p.
- Batis A. y M Rojas. 2002. El peyote y otros cactus alucinógenos de México. *Biodiversitas* 40:1217
- Castañeda Gamaliel. 2006. Evaluación de la población del falso peyote (*Ariocarpus fissuratus*) en las lomas del burro en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. Fundación Jimulco A.C.
- CITES. 2014. Portal Convención sobre el comercio de especies amenazadas de fauna y flor silvestre. <https://Cites.org/esp>. Consultada el 22 de mayo de 2016.

CONABIO-CONANP. 2009. Cacto Chaute (*Ariocarpus fissuratus* subsp. *bravoanus*). Fichas de especies mexicanas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional Áreas Naturales Protegidas, México, D.F.

Cox, W. G. 1972. Laboratory Manual of General Ecology. San Diego State College. Second Edition. WCB. P195.

Hernández H. M. y H. Godínez A. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas Mexicanas amenazadas. *Acta Botánica*. 26:33-52.

Martínez P. C. 2016. *Ariocarpus fissuratus* (Engelmann) Shumann. Departamento Ecología de la Biodiversidad, Instituto de Ecología de la UNAM. [http://www.ecologia.unam.mx/laboratorios/dinamica\\_de\\_poblaciones/cacsucmex/cactaceas2007\\_2arti\\_4.pdf](http://www.ecologia.unam.mx/laboratorios/dinamica_de_poblaciones/cacsucmex/cactaceas2007_2arti_4.pdf)

Navidi W. 2006. Estadística para ingenieros y científicos. Mc Graw Hill. P. 868.

Salazar, L.S. 2012. Monitoreo de especies vulnerables y prioritarias para la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. Falso Peyote (*Ariocarpus fissuratus*).

Valencia C., C. M. y J.J. Martínez R. 2002. Estudio técnico justificativo para declarar área natural protegida la Sierra y Cañón de Jimulco. Informe para el Cabildo de Torreón.

## AGRADECIMIENTOS

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) por el financiamiento del proyecto de investigación: "Etnoecología del falso peyote (*Ariocarpus fissuratus*) en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco". A la Fundación Jimulco A. C., en particular al personal técnico que administra la reserva, por su apoyo durante los trabajos de campo del proyecto.

# EFFECTOS DEL INGRESO EN LAS DECISIONES DEL PRODUCTOR EN LA ZONA RURAL DEL ESTADO DE HIDALGO

Effects of income in the decisions of the producer from the rural area of Hidalgo State

**Nancy Vianey Cruz-Cruz<sup>1</sup>, José Antonio Ávila-Dorantes<sup>2</sup>, Ramón Valdivia-Alcalá<sup>3</sup>, Ignacio Caamal-Cauich<sup>3</sup>, Filemón Rafael Rodríguez-Hernández<sup>4</sup> y Martín Espinosa-Ramírez<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> División de Ciencias Económico - Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. de México, México. CP. 56230. <sup>2</sup> Centro Regional Universitario Península de Yucatán, Universidad Autónoma Chapingo. <sup>3</sup> División de Ciencias Económico - Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. de México. <sup>4</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental Valles Centrales, Oaxaca. <sup>5</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental Río Bravo, Tamaulipas. e-mail: [nvianey.cruz@gmail.com](mailto:nvianey.cruz@gmail.com)

## RESUMEN

El productor rural ha diversificado su ingreso y no ha sido suficiente para que permanezca en su negocio original. De aquí la conveniencia de valorar la importancia de algunas variables socioeconómicas, especialmente el ingreso, en la decisión del productor rural de permanecer o no en su negocio. Se empleó como información primaria la derivada de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2006 para la zona rural del Estado de Hidalgo con 219 observaciones y se aplicó el modelo econométrico de probabilidad lineal (MPL). Se encontró que el ingreso del productor obtenido en su empresa es menor al obtenido fuera de ésta, por lo cual es un factor de decisión para salir de su negocio; que los subsidios, son una fuente importante de ingreso exterior de los hogares rurales con los niveles de vida más bajos, al igual que las remesas, pero éstas aumentan hasta la media del ingreso de las familias de la zona rural.

**Palabras clave:** Hogar, remesas, subsidios, negocio.

## ABSTRACT

The rural producer has diversified his income, but it has not been enough to stay in his business.

The objective of this research is to assess the importance of some socioeconomic variables, especially income, in the rural producer's decision to stay in his business or not. The 2006 National Survey of Household Income and Expenditure (ENIGH) was used for the rural area of the State of Hidalgo, with 219 households. In addition, the econometric model of linear probability (MPL) was applied. It was found that the income earned by a producer in his business is less than what he earns outside it, making it a factor in deciding whether to close his business. It was also found that subsidies are a major source of outside income for rural households with lower incomes, like remittances, but these increase rural area income by up to the average.

**Key words:** Household, remittances, subsidies, business.

## INTRODUCCIÓN

En México, a raíz de los cambios estructurales promovidos por Miguel de la Madrid en 1982 y posteriormente, con la de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), se esperaba que la inversión privada creciera sustancialmente y que el PIB lo hiciera a tasas que permitieran generar los empleos necesarios y bien remunerados que el país requería; y el crecimiento

de los sectores de la producción sería consecuencia del arrastre que haría el sector exportador de los otros. Como consecuencia de la liberación de los mercados y de la apertura comercial, también se esperaba que algunos sectores, como el agropecuario, salieran perjudicados; sin embargo sus problemas serían compensados con creces por el crecimiento de la economía en su conjunto, ya que los sectores beneficiados absorberían la mano de obra desplazada de los sectores perdedores, principalmente del sector primario; pero no ocurrió así, de tal forma que la mano de obra desplazada se ha visto forzada a buscar alternativas de supervivencia como el empleo fuera de este sector, dichas alternativas han dependido del nivel de dotación de capital humano con que cuente la fuerza de trabajo, tales como la educación, y otros como la edad y el género.

Uno de los primeros efectos de la inclusión de economías pobres a mercado mundial ha sido el incremento de su pobreza, tal es el caso del Estado de Hidalgo que con estimaciones del CO-NEVAL en base a CONAPO (2005) se encuentra entre los primeros cinco Estados con alto grado de rezago social del país. Cuenta con 84 municipios de los cuales el 48% tiene pobreza de patrimonio, es decir, tienen para alimentarse, pero no tienen para satisfacer mínimos como vivienda, vestido y calzado. El 29% de la población a nivel estatal vive con pobreza de capacidades, es decir que no tienen ingreso indispensable para cubrir necesidades mínimas de educación y salud. Finalmente con un 23% de la población, no cuentan con el ingreso indispensable para cubrir sus necesidades mínimas aceptables de alimentación, es decir casi en pobreza extrema.

Sumándose a los efectos de la pobreza del suelo y de la poca remuneración de las actividades agrícolas están la movilidad de la población interna y externa nacional, CONAPO (2006) registró que la población migrante hacia los Estados Unidos ascendía a poco más de once millones de personas, la mayoría de ellos concentrados en edades labo-

rales, dicha actividad pretende menguar, a través de remesas, la escasez económica de la población rural principalmente.

Contreras (2005) en su trabajo para la región del bajo en el Estado de Guanajuato, explicó que los motivos de la migración son cuatro; los económicos por la necesidad de ganar más dinero, encontrar trabajo, pagar deudas, buscar mejores empleos, los familiares por la necesidad de acompañar o irse con un miembro de la familia que viaja, los personales en cuanto a superación personal y mejores ambientes y finalmente los de placer que los motiva la curiosidad y distracción.

Tuirán (2000) identificó en diversos estudios que los hogares destinan la mayoría de los ingresos por remesas, a la satisfacción de necesidades básicas y a otros tipos de consumo doméstico, incluidos aquellos "gastos" que en realidad constituyen inversiones en capital humano (educación y salud, entre otros.), el siguiente nivel es el gasto de vivienda (compra, mejora, ampliación o construcción) y finalmente la proporción de recursos destinados a la "inversión productiva". Por su parte, Lozano (2003) empleó una tipología sobre el uso de las remesas a nivel internacional y considera tres modalidades; consumo de bienes básicos, ahorro, inversión productiva.

A pesar de que el productor rural ha diversificado su ingreso entre diferentes actividades dentro y fuera de la unidad de producción, el gobierno hace esfuerzos por aportar apoyos por subsidios para soportar y hacer que el productor permanezca en su negocio, por lo que los subsidios también forman parte del ingreso de los productores. Algunos programas de gobierno que se ejecutan por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2008 y que otorgan subsidios a la población vulnerable se imparten a través de la Secretaría del Desarrollo Social (SEDESOL) con el objetivo de lograr la superación de la pobreza mediante el desarrollo humano integral incluyente y corresponsable, por Fideicomisos Institucionales relacionados con la Agricul-



tura (FIRA) que establece programas de apoyo al sector rural y pesquero y obtener créditos de avío y refaccionario, La Alianza para el Campo que es el principal instrumento de la política de desarrollo agropecuario y rural de México y el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) cuyo objetivo es apoyar el ingreso de los productores rurales, el cual consiste en la entrega de recursos monetarios por cada hectárea o fracción de esta.

Dadas las condiciones socioeconómicas y de infraestructura del Estado de Hidalgo, en particular de la zona rural, la agricultura allí desarrollada no es competitiva, entre otras razones, por el sistema de riego, la contaminación de las aguas y la baja tecnología, las cuales dan como resultado una baja calidad en los productos agropecuarios así como la dificultad de comercializarlos con beneficio al productor. Por esto los productores rurales se ven en la necesidad de salir de los lugares de producción hacia otras localidades donde pueden obtener un ingreso mayor que el obtenido en su comunidad de origen o de su propia finca, siendo esto aún más grave cuando el productor rural opta por salir del país con la esperanza de que la enorme brecha salarial se acortará, sin considerar las consecuencias sociales que generará esta acción.

De acuerdo a estudios de The United States Department of Agriculture- Economic Research Service. (USDA) (2001) la agricultura mexicana tiene acceso a una cuantiosa población nativa de trabajadores, al igual que en México, como en el país vecino, los cuales típicamente complementan su empleo en la agricultura con trabajo fuera de ella, el empleo fuera de las actividades agropecuarias, fuera de la finca, provee un importante suplemento a las ganancias de los hogares, principalmente rurales.

Taylor *et al.* (1999) en su modelo para hogares del Estado de Michoacán, observaron que PROCAMPO, es un ingreso por subsidio el cual nunca es un ingreso neutral, en más de los casos éste incrementó el ingreso real de los hogares, como beneficio de las familias sobre el consumo de lado

de la transferencia de ingreso, y de los precios más bajos de las materias primas y respuesta sobre la producción de lado de la relocalización de recursos entre actividades de producción.

Yúnez (2001) expresó, en un estudio económico sobre los efectos que tendría un aumento en los activos familiares en la probabilidad de participación de los hogares rurales de ocho poblaciones mexicanas en las distintas actividades que les proporcionan ingresos, que la migración internacional representa un aumento en el ingreso de los hogares rurales, y que los ingresos que llevan o envían los migrantes a sus hogares proveen a las familias liquidez económica y seguridad financiera, además que aligeran las limitantes productivas del hogar, y les permite la acumulación de bienes. También mide el efecto de las mismas en las comunidades rurales, mediante la aplicación de un modelo multisectorial para la población de Santa Ana del Valle, una población oaxaqueña de emigrantes internacionales, así como de la aplicación de un modelo multiplicador alternativo. Para el modelo multisectorial, multiplicador, obtiene que el efecto directo es el aumento del ingreso de los hogares que reciben remesas. Los hogares receptores de remesas las gastan en bienes y servicios producidos localmente o fuera de su comunidad. Cuando tal gasto se hace por completo fuera de la comunidad, no hay efecto multiplicador local, lo cual constituye una fuga. Por lo general, un aumento en el ingreso de los hogares se gasta tanto en la comunidad como en el exterior, completándose un circuito, cuyo efecto final de la inyección de remesas es mayor al inicial.

Para el modelo multiplicador alternativo, sugiere la canalización de las remesas a las actividades productivas de la comunidad receptora, esto es, un uso diferente de estas puede ser más beneficioso para la economía, por medio de actividades donde los hogares no receptores de remesas sean involucrados y así salgan beneficiados de igual manera.

Por su parte Mora (2004), obtuvo en su sistema de ecuaciones de ingreso generado por el hogar y

sus determinantes, caso del México rural, que las variables que determinan esta fuente de ingresos están determinadas por el número de migrantes y la norma o tradición de enviar remesas a la comunidad. También las remesas internacionales y nacionales impactan de manera positiva a los ingresos obtenidos en actividades ganaderas y otras como el comercio y los servicios. Además sus resultados apoyan la hipótesis de la Nueva Teoría Económica de la Migración (NELM) de que las remesas eliminan las restricciones en diferentes tipos de actividades productivas de los hogares rurales.

Acerca de esto, Huffman (1980) expresó y ejemplificó, para el caso de los Estados Unidos, en 276 condados de los estados de Iowa, Carolina del Norte y Oklahoma, que dentro del crecimiento económico, en el largo plazo de los Estados Unidos, un mayor ajuste ha sido la relocalización del trabajo entre el mercado de trabajo dentro de la finca y el mercado de trabajo fuera de la finca, una gran proporción de las familias dejaron las actividades agrícolas y tomaron trabajos fuera de dicho sector. En su modelo de oferta de trabajo desarrollado para miembros del hogar que enfrentan opciones de tener un trabajo asalariado o auto emplearse, mostró que el coeficiente de educación positivo y de extensión, implican que si la educación de los productores se incrementa o la extensión incrementa, también incrementaba el trabajo fuera de la unidad familiar. Más allá, los efectos indirectos de que el incremento en la escolaridad refuerzan el efecto directo y positivo de la educación sobre la oferta de trabajo no agrícola fuera de la finca, la extensión agrícola no se encuentra bajo control directo de los productores, esto está determinado por el sector gubernamental. Incrementando el insumo extensión tiene un efecto indirecto de la oferta de trabajo fuera de la finca a través del producto de ésta. También, los productores con mayor nivel de educación, aun sin migrar, han reajustado sus servicios de trabajo agrícola a trabajos no agrícolas más rápido que los productores con bajos niveles de educación.

Por otra parte, Taylor y Yúnez (2000) concluyen, en su investigación de cuatro municipios de los Estados de Michoacán, Jalisco, Coahuila y Puebla, que la escolaridad afecta las elecciones de los hogares sobre las actividades de las cuales obtienen ingreso, además de que esta variable relaciona significativamente al hogar rural a nuevos recursos de ingreso incluidos el trabajo local como la migración. Los autores encuentran que la educación tiene elevado rendimiento al ingreso de los hogares, tanto en sus actividades agropecuarias como en las no agropecuarias. También encuentran que, a medida que aumenta la escolaridad, los rendimientos de la educación se trasladan a actividades distintas a las relacionadas con la producción de cultivos. Si no se toma en cuenta la selección de actividades y la escolaridad de los miembros de la familia, es posible que las estimaciones sobre los rendimientos de la educación en los hogares rurales por actividad sean sesgadas.

Por lo anterior se hace necesario realizar investigaciones que analicen las variables socioeconómicas que afectan las decisiones del productor y que determinan su comportamiento. Los resultados de tales estudios orientarán a los tomadores de decisiones de política agrícola, y que se apliquen políticas más acertadas de las diferentes instituciones gubernamentales, y se otorguen las herramientas que el productor rural necesita para mejorar su nivel de vida en los diversos ámbitos. De aquí que el objetivo de esta investigación sea valorar la importancia de algunos factores socioeconómicos en especial del ingreso, en la decisión del productor rural del estado de Hidalgo de permanecer o no en su negocio(finca), e identificar la importancia del subsidio gubernamental y de las remesas en la estructura del ingreso familiar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo con Ahearn *et al.*, (2006) los productores buscan maximizar su bienestar en la forma en que distribuyen sus actividades (tiempo) considerando el trabajo y el ocio. Una clave en de-

terminar la distribución del tiempo es la tasa de salario del trabajo en el mercado. La tasa de salario del mercado es el costo de oportunidad o precio del ocio. Un individuo preferirá trabajar menos y disfrutar más de su descanso. No hay efecto sustitución en este acto, hay solo un efecto de bienestar. La decisión de un productor es tripartita, escoger entre trabajar en la explotación (negocio), trabajar fuera de la explotación o destinar su tiempo al ocio. Así el productor asume optimizar el siguiente problema y quedando como:

$$\text{Max } U = U(Y, S) \text{-----}(1)$$

U = Utilidad

Y = Ingreso del productor

S = Horas destinadas al ocio del productor

Sujeta a la siguiente restricción;

$$Y = W(H - S) \text{-----}(2)$$

W = Salario del productor

H = Horas disponibles (24 horas al día)

En base a un escenario en el cual el productor obtiene ingresos provenientes de su negocio y también ingresos que son obtenidos externamente a este, la ecuación de ingreso familiar es:

$$Y = Y^f + Y^o \text{-----}(3)$$

Y = Ingreso familiar

Y<sup>f</sup> = Ingreso del negocio

Y<sup>o</sup> = Ingreso fuera del negocio

$$\text{Así } Y^f = \sum p_i q_i - \sum r_j q_j \text{-----}(4)$$

$\sum p_i q_i$  = Ingreso total por los productos obtenidos en el negocio

$\sum r_j q_j$  = Gasto total en insumos para elaborar los productos del negocio

Y<sup>o</sup> queda como:

$$Y^o = Y^i + Y^x + Y^s \text{-----}(5)$$

Y<sup>i</sup> = Ingreso obtenido por el jefe de familia fuera

del negocio

Y<sup>x</sup> = Ingreso obtenido por otros miembros de la familia fuera del negocio

Y<sup>s</sup> = Ingreso proveniente de subsidios

La ecuación (3) se convierte en:

$$Y = [\sum p_i q_i - \sum r_j q_j] + (Y^i + Y^x + Y^s) \text{-----}(6)$$

Finalmente, lo que se espera es:

$$[\sum_{i=1}^n p_i q_i - \sum_{j=1}^n r_j q_j] < (Y^i + Y^x + Y^s) \text{-----}(7)$$

Lo anterior se lee de la siguiente manera; en (1) el productor quiere maximizar su bienestar, sujeto a la restricción del ingreso; esto es, a mayor ingreso, mayor bienestar, dependiendo del salario por horas trabajadas y el tiempo destinado al descanso, en (2) donde el ingreso está formado por el salario que obtiene por trabajar directamente en su unidad de producción, (negocio del productor), y por otros ingresos, en (3) entendiéndose como ingresos fuera de la explotación (fuera del negocio del productor), ya sea del mismo productor, en otro empleo, o de ingresos de otros familiares obtenidos externamente a la unidad de producción o bien de los apoyos de gobierno. Pero, como existen gastos personales del productor así como para mantener su negocio activo, por ejemplo los gastos en insumos, en (4) éstos se restan a su ingreso directo, en (5) es el ingreso fuera del negocio que incluye el ingreso del jefe y los miembros de la familia y de subsidios, en (6) es la suma del ingreso obtenido fuera y dentro del negocio. Finalmente lo que se espera es que el ingreso del negocio sea menor que los otros tipos de ingreso; es entonces cuando existe alta probabilidad de que el productor a la par que su familia en edad de trabajar, se salga de la unidad de producción (7).

Como herramienta principal de información se utilizó la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2006, la cual proporcionó un panorama estadístico del comportamiento de los ingresos y gastos de los hogares, en cuanto a su monto, procedencia y distribución, asociado a

las características de los propios hogares, sus integrantes y sus viviendas correspondientes al estrato de zona rural para el Estado de Hidalgo (población de menos de 2500 habitantes), que resultaron en 219 viviendas localizadas en 11 municipios. Se analizó la información y se realizó una base de datos que concentrara las principales variables utilizadas tales como; el hogar y su ubicación geográfica, las actividades de las cuales se obtuvo el ingreso familiar, el parentesco de los miembros de la familia, el género, la edad, la residencia y el nivel de instrucción académica de los mismos.

Para fines de esta investigación se consideran variables de la ENIGH como lo son; el ingreso monetario corriente, el cual está formado por el ingreso por trabajo subordinado, el ingreso del negocio, las rentas, las transferencias y otros, al cual se definió en este trabajo como ingreso familiar.

Se consideró como Ingreso del Negocio lo siguiente: el ingreso por trabajo independiente, trabajo no agropecuario, trabajo agropecuario, cooperativas y sociedades.

Se entiende como Ingreso fuera del negocio, al obtenido por trabajo subordinado, rentas, transferencias y otros. Las transferencias están compuestas por los subsidios, las remesas, y otros rubros.

Una vez efectuada la recopilación de la información de las principales variables se formuló el modelo econométrico de probabilidad lineal (MPL).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + u_i \text{ (a)}$$

Donde:

$X_1$  = Ingreso familiar en pesos

$X_2$  = Edad del jefe de familia hasta la edad máxima de 90 años

$X_3$  = Escolaridad del jefe de familia en total de años escolares cursados

$X_4$  = Sexo del jefe de familia. Variable dicotómica con 1 si es hombre y 0 si es mujer

$Y = 1$  si el ingreso del negocio es mayor que el ingreso que se obtiene fuera

$Y = 0$  si el ingreso del negocio es menor que el ingreso que se obtiene fuera

Este tipo de modelo, expresa una variable dicotómica  $Y_i$  como una función lineal de las variables explicativas  $X_i$ , por lo que se les denomina modelos de probabilidad lineal (MPL), puesto que  $E(Y_i/X_i)$ , la esperanza matemática condicional de  $Y_i$  dado  $X_i$ , puede interpretarse como la probabilidad condicional de que el evento ocurra, dado  $X_i$ . Es decir,  $Prob(Y_i = 1/X_i)$ .

Por tanto  $E(Y_i/X_i)$  constituye la probabilidad de que el productor rural salga o no de su unidad de producción cuando tenga una característica  $X_i$ . La justificación del nombre de MPL, se puede explicar a continuación.

Asumiendo que  $E(u_i) = 0$ , como siempre (para obtener los estimadores insesgados), se obtiene:

$$E(Y_i / X_i) = \beta_1 + \beta_2 X_i \text{ (b)}$$

Siendo  $P_i$  = probabilidad de que  $Y_i = 1$  (es decir, de que el evento ocurra) y  $1 - P_i$  = probabilidad de que  $Y_i = 0$  (es decir, de que el evento no ocurra), la variable  $Y_i$  tiene la siguiente distribución:

$Y_i$  probabilidad

0 (1 -  $P_i$ )

1 ( $P_i/1$ )

Por tanto, por la definición de esperanza matemática, se obtiene:

$$E(Y_i) = 0(1 - P_i) + 1(P_i) = P_i \text{ (c)}$$

Comparando (b) y (c) se puede igualar:

$$E(Y_i/X_i) = \beta_1 + \beta_2 X_i = P_i$$

Esto es, la esperanza condicional del modelo (a) puede interpretarse efectivamente como la probabilidad condicional de  $Y_i$ .

Dado que la probabilidad  $P_i$  debe estar entre 0 y 1, se debe dar la restricción:

$$0 \leq E(Y_i/X_i) \leq 1$$

Es decir, la esperanza condicional, o la probabilidad condicional, debe estar entre 0 y 1.

### Especificaciones del modelo

Dado que el modelo utilizado asemeja a un modelo de regresión, Gujarati (1993) sugiere que la estimación de los Modelos de Probabilidad Lineal se pueden llevar a cabo utilizando el método estándar de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), considerando algunos problemas especiales como:

No normalidad de las perturbaciones  $u_i$  misma que aunque no satisfaga el hecho de la normalidad no es tan crítico pues a medida que se aumente indefinidamente el tamaño de la muestra, se puede contar que los estimadores de MCO tienden a tener una distribución normal.

Valor cuestionable en  $R^2$ . Convencionalmente tiene un valor limitado en los modelos de respuesta dicotómica. Como resultado el  $R^2$  será muy inferior a 100 por ciento para este tipo de modelos MPL, la mayoría se encuentra entre .20 y .60 por ciento; sin embargo, para un tamaño de muestra grande, estos valores siguen siendo significativos. Por esta razón John Aldrich y Nelson citados por Gujarati (1993), plantean que el uso del coeficien-

te de determinación como un estadístico resumen debe evitarse en aquellos modelos que contengan variables dependiente cualitativas.

Varianzas heterocedásticas de las perturbaciones. En presencia de heterocedasticidad, los estimadores de MCO aunque sean insesgados no son eficientes, hecho que implica que no tienen varianza mínima, pero este problema no es insuperable y una forma de resolver el problema consiste en transformar la información a ambos lados del modelo planteado en (a) como sigue:

$$\sqrt{[E(Y_i/X_i) (1-E(Y_i/X_i))]} = \sqrt{[P_i (1-P_i)]} = 0 \text{ sea } \sqrt{w_i}$$

$$Y_i/(\sqrt{w_i}) = \beta_0/(\sqrt{w_i}) + \beta_1 [X_1/(\sqrt{w_i})] + \beta_2 [X_2/(\sqrt{w_i})] + \beta_3 [X_3/(\sqrt{w_i})] + \beta_4 [X_4/(\sqrt{w_i})] + [u_i/(\sqrt{w_i})]$$

Como el término de perturbación ahora es homocedástico y como el verdadero  $E(Y_i/X_i)$  no se conoce y por tanto  $w_i$ , las ponderaciones, tampoco se conocen. Para estimar  $w_i$ , se corre la regresión mediante el método de mínimos cuadrados en dos etapas:

Etapa 1. Una vez corrida la regresión por MCO, a pesar del problema de heterocedasticidad se obtiene  $\hat{Y}$  = estimación del verdadero  $E(Y_i/X_i)$ . Luego se obtiene  $\hat{w}_i = \hat{Y}_i(1 - \hat{Y}_i)$ .

Etapa 2. Se utiliza  $\hat{w}_i$  estimado para transformar la información y nuevamente se corre por MCO con los datos transformados de esta manera.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

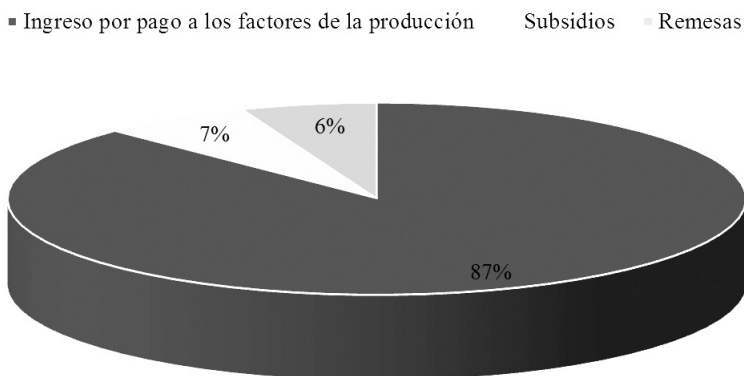
### Los subsidios

Con el moderno crecimiento económico, se han observado individuos efectuando una readaptación de sus recursos en respuesta a cambios dentro de las condiciones económicas, personas que realizan trabajos por contrato o bien personas

que se auto emplean, quienes relocalizan su tiempo en respuesta a cambios en el valor del trabajo que ellos realizan, o bien lo diversifican por medio del ingreso recibido por el gobierno a través de subsidios.

Para el caso de la zona rural del Estado de Hidalgo, a nivel general, se encontró que en la estructura del ingreso familiar, destaca en primer lugar el ingreso por pago a los factores de la pro-

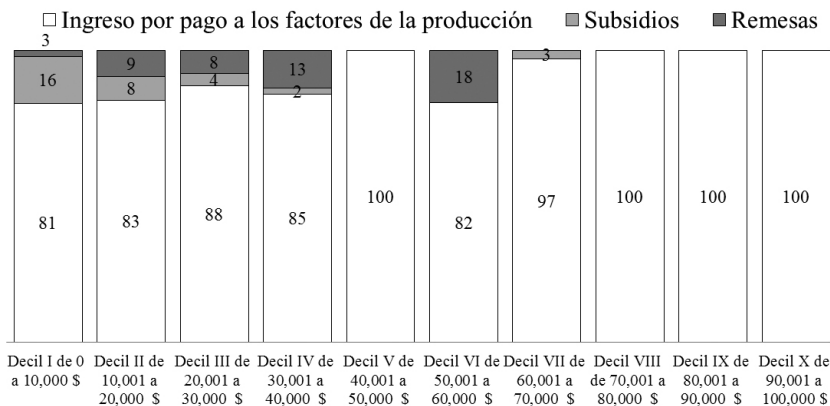
ducción (ingreso proveniente del trabajo asalariado y no asalariado, del negocio, del hogar, de las rentas, y otros ingresos) y en segundo lugar el ingreso atribuido a los subsidios, lo cual significa que este trae un impacto positivo en el negocio de las familias al ser invertido en sus unidades de producción, y finalmente se compone de las remesas. Véase Figura 1. Composición del ingreso monetario en la zona rural.



**Figura 1. Composición del ingreso monetario en la zona rural.**

No obstante, como se presenta en la Figura 2. Composición porcentual del ingreso monetario, y haciendo un análisis detallado, la composición del

ingreso total del hogar cambia para diferentes niveles de ingreso.



**Figura 2. Composición porcentual del ingreso monetario.**

Para los deciles I al IV, se observó que los subsidios forman parte del ingreso de las familias, destacando que para el decil I, con nivel más bajo de ingreso, este concepto llegó a ser del 16 por ciento. Para el resto de los deciles no se mostraron entradas por subsidios, excepto el decil VII con sólo 3 por ciento de participación, la composición fue únicamente ingreso por pago a los factores de la producción.

Los subsidios fueron más importantes en el decil I donde las familias percibieron menos de tres salarios mínimos diarios al trimestre, que es el sector con el ingreso más bajo de esta zona y que corresponde al 58 % de las familias.

En cuanto a las remesas, en el decil VI que son hogares que percibieron más de 10 salarios mínimos diarios por trimestre, se mostró una gran importancia de éstas en la conformación del ingreso, con un 18 % y con una nula participación de los subsidios.

Para los últimos tres deciles, VIII, IX y X, las remesas y los subsidios no forman parte de su ingreso familiar, con nula participación de ambos; estos sectores de la población percibieron ingresos desde 15 salarios a más de 20 salarios mínimos diarios por trimestre y corresponden a sólo el 3.2 % de los hogares rurales.

Estos resultados resultan congruentes con los obtenidos por Yúnez, *et al.* (1999) quienes encontraron que el ingreso vía subsidios tiene un efecto positivo en el ingreso de los hogares y a su vez en el consumo de éstos, este fenómeno se cumple en los hogares que registraron el nivel más bajo de

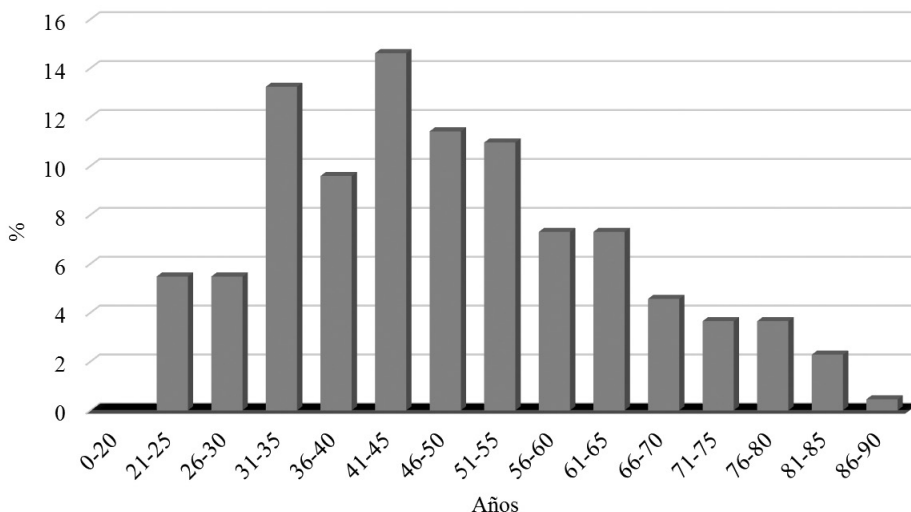
ingresos, en la zona rural de Hidalgo.

Se observa que para el sector más marginado de la zona los subsidios son importantes formadores del ingreso de la familia rural; las remesas lo son con un comportamiento inverso, pues a medida que el ingreso aumenta estas toman importancia, hasta un nivel en que los productores rurales perciben ingresos “altos” donde no son considerados ni los subsidios ni las remesas.

## Las remesas

Por parte de las remesas, éstas vienen a ser el tercer componente del ingreso familiar, cómo se muestra en la Figura 1. Además esta partida registró un comportamiento en sentido contrario a los subsidios, para los primeros deciles, Figura 2, es decir, para los primeros 4 deciles con menor ingreso, las remesas fueron creciendo en importancia relativa con respecto al ingreso familiar, lo cual no sucedió con el resto de los deciles que corresponden a hogares con niveles de ingreso superiores, donde es casi nula su participación, excepto por el decil VI, donde se registró alto porcentaje de recepción de remesas hasta 18 por ciento del ingreso familiar. Yúnez (2001) menciona que la migración representa un aumento en el ingreso de los hogares a partir de remesas, cuyos destinos son la compra de bienes y servicios o bien a la producción local y Mora (2004) explica que los flujos migratorios han representado una fuente importante de ingreso y financiamiento, pues las familias receptoras viven, en gran parte, en las zonas rurales.

## Edad del jefe del hogar

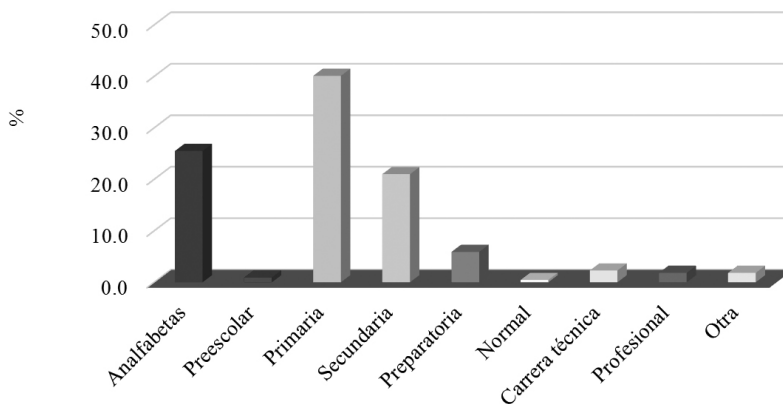


**Figura 3. Edad del jefe del hogar**

En la Figura 3. Edad del jefe del hogar, se muestra que el 60% de los jefes de hogar tienen entre 21 años y 55 años; se puede hablar de una población madura es decir en edad productiva, que es comparable con la población, a nivel nacional, residente en los Estados Unidos en edades de 30 a 54 años con más del 48 % del año 2000 al 2003.

Siendo que la edad para los jefes de familia más jóvenes se concentra entre los 21 a 25 años y para los jefes de familia más grandes, con menos de 5 casos, en edades de los 86 a 90 años.

## Escolaridad



**La Figura 4. Escolaridad del jefe del hogar**



La Figura 4. Escolaridad del jefe del hogar, muestra un alto porcentaje de la población es analfabeta, 25.5 %, lo que representa serios problemas para la obtención de diferentes ventajas dentro y fuera de su negocio; de la mayor parte que es alfabeta, 74.5 %, el sector más grande, 40.1 %, asistió al nivel primaria, y un 21 % de los jefes del hogar asistió al nivel secundaria. Finalmente un solo 1.8 % de los jefes de familia asistió al nivel profesional, que es el nivel más elevado de educación encontrado para la zona de estudio. Huffman (1980) obtiene resultados similares al encontrar una relación positiva entre el grado de educación y el tiempo trabajado fuera del negocio, y la educación y la facilidad de adaptar su negocio a otras actividades diferentes a las tradicionales (agropecuarias).

Yúnez (2001) concuerda con estos resultados en cuanto a educación e indica que hay una asociación positiva entre la escolaridad promedio de los miembros de los hogares rurales y la probabilidad de que estos participen en la migración .

### Sexo

Del total de los jefes de familia de la muestra, la mayoría fueron hombres; sin embargo, la proporción de mujeres es relativamente elevada, 19 %, lo que sugiere que esta región se está viendo afectada por los continuos desplazamientos de los jefes de familia hombres a otras localidades al interior del país o bien exteriormente. Véase Figura 5. Sexo del jefe del hogar.

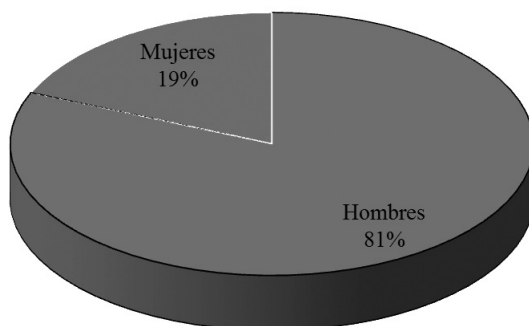


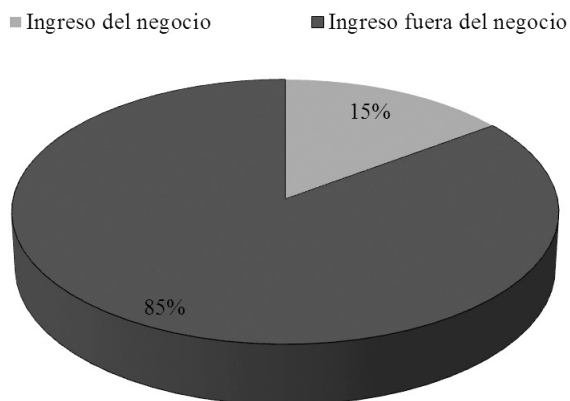
Figura 5. Sexo del jefe del hogar.

### Ingreso del negocio vs ingreso fuera del negocio

La composición del ingreso familiar también se puede analizar a través de dos partidas; una con el ingreso que se obtiene a través del negocio del productor y la otra con el ingreso obtenido fuera de éste. Para la zona rural, el ingreso obtenido por el negocio del productor fue de solo un 15% y el ingreso proveniente de fuentes externas a este fue

de un 85%. Dichas fuentes externas son salario por trabajos externos, transferencias provenientes de otros países, subsidios de gobierno, entre otras.

Un desglose del ingreso familiar revela que la mayor proporción del ingreso de los hogares rurales se le atribuye actualmente al ingreso fuera del negocio familiar como lo muestra la Figura 6. Composición del ingreso monetario.



**Figura 6. Composición del ingreso monetario.**

## Resultados del modelo econométrico

Los resultados del modelo propuesto, en Cuadro 1, son los siguientes:

**Cuadro 1. Parámetros estimados.**

Variable	Definición	Grados de libertad	Estimación	Error estándar	Valor t	Pr> t
Término independiente		1	-6.26007	10.03374	-0.62	0.5334
INGM	Ingreso monetario	1	-0.51485	0.38818	-1.33	0.1861
EDA	Edad del jefe del hogar	1	0.25228	1.03037	0.24	0.8068
ESC <sup>1</sup>	Escolaridad del jefe del hogar	1	-1.57023	0.81044	-1.94	0.054
SEX <sup>2</sup>	Sexo del jefe del hogar	1	3.54131	1.07807	3.28	0.0012
F-Valor		Pr>F	Durbin-Watson D	R-cuadrado		
10.12		<.0001	1.861	0.1912		

<sup>1</sup>Significativa

<sup>2</sup>Altamente significativa

El modelo planteado inicialmente fue  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \beta_4 X_{i4} + u_i$ , mediante la sustitución de los parámetros queda:

$$Y = -6.26007 - 0.5148 \text{ INGM} + .2522 \text{ EDA} - 1.57023 \text{ ESC} + 3.5413 \text{ SEX}$$

### Interpretación estadística del modelo

A pesar de que solo se obtuvieron dos pruebas de t significativas para los parámetros escolaridad y sexo, el resto mantiene congruencia en sus interpretaciones a pesar de que no superan dicha prueba individual.

También se muestra que el modelo en la prueba F pasó hasta con un 99 % de probabilidad y resultó esencial para conocer la significancia del conjunto de las variables explicativas, ingreso familiar, edad, escolaridad y sexo, sobre la variable dependiente Y.

Por otra parte se obtuvo en la medida de correlación una Durbin-Watson de 1.86, es decir un valor alrededor de 2 lo que significa que no existe auto correlación entre los residuos.

Por último se obtuvo un  $R^2$  el cual mide la variación en la variable dependiente Y, explicada por la variación conjunta de todas las variables independientes en un 19 %, este modelo es utilizable para los fines que fue construido y tiene una capacidad razonable para explicar correctamente el fenómeno económico que intenta representar considerando que se empleó una muestra grande.

### Interpretación económica del modelo

Si el ingreso familiar aumenta en un peso, la probabilidad de que el ingreso del negocio sea mayor que el ingreso fuera del negocio disminuye en 51 %. Esto es congruente dada la información recabada y analizada para el sector rural de Estado de Hidalgo, la cual mostró que el ingreso fuera del negocio es mayor que el ingreso obtenido dentro.

Si la edad del jefe de familia aumenta en un año, la probabilidad de que el ingreso del negocio

sea mayor que el ingreso fuera del negocio aumente en 25 %. La zona de investigación demostró que la edad de los jefes de familia no es muy grande y predominan entre los 21 a 55 años de edad.

Si el nivel de instrucción del jefe de familia, escolaridad, aumenta en un año, la probabilidad de que el ingreso del negocio sea mayor que el ingreso fuera del negocio disminuye con certeza en un 100 %. Esto concuerda con los resultados de las investigaciones como antecedente a la presente, lo cual al aumentar la escolaridad del jefe de familia, este tiende a salir de su negocio para ofertar su fuerza de trabajo en otro empleo que seguramente le remuneraría mejor.

Si el jefe de familia es hombre, la probabilidad de que el ingreso del negocio sea mayor que el ingreso fuera del negocio aumenta en 100 % (certeza). Pues estaría demostrado que las actividades productivas en su negocio le están siendo rentables.

### CONCLUSIONES

Los subsidios y las remesas, en unión a los ingresos provenientes de los pagos a los factores de la producción, son unos de los principales recursos que los hogares rurales consideran en la formación de su ingreso familiar.

Los subsidios son una fuente muy importante de ingreso exterior de los hogares de la zona rural del Estado de Hidalgo para los estratos que percibieron los ingresos más bajos. Estos disminuyen en importancia a medida que el ingreso familiar aumenta.

Las remesas tienen importancia en la población con niveles de ingreso bajo, y aumentan su participación a medida que el ingreso del productor aumenta, pero solo hasta la media del ingreso total de la zona rural. En los últimos 4 deciles, que corresponden a las familias con los mayores ingresos, las remesas dejan de participar en la formación del ingreso familiar.

Los productores rurales del estado de Hidalgo están caracterizados por tener edad productiva grande pero no de ancianidad, y contar con baja escolaridad misma que tiene un impacto positivo y uno negativo; el primero al aumentar la probabilidad que le dedique más tiempo a su negocio, al cerrársele actividades alternativas a su negocio familiar, y el segundo con contribuir a la probabilidad de incentivar a algunos de los miembros de la familia a que salgan de su unidad de producción abandonándola o bien por cambio de actividad.

El ingreso del productor obtenido a través del negocio es menor al ingreso obtenido fuera de éste, por lo cual es un factor de decisión en el productor rural; de salir de su negocio, propiciando algunos efectos como la migración.

## LITERATURA CITADA

- Ahearn, M. C., El-Osta, H., and Dewbre, J. 2006. The impact of coupled and decoupled government subsidies on off-farm labor participation of U.S. farm operators. *American Journal of Agricultural Economics*, 88, 393-408.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2005. Grado de marginación en México. Recuperado 02 de julio 2008 de [http://www.microbancos.com/seminario/Biblioteca/vulnerabilidad/marginacion-Mexico-CONAPO/anexo\\_a-IM.pdf](http://www.microbancos.com/seminario/Biblioteca/vulnerabilidad/marginacion-Mexico-CONAPO/anexo_a-IM.pdf)
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2006. Migración en México. Recuperado 02 de marzo 2008 de [http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/migra2006\\_01/migracion.htm](http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/migra2006_01/migracion.htm)
- Contreras, R. 2005. Motivos de migración (reflexiones sobre el género femenino). Universidad de Guanajuato. Facultad de Ciencias Administrativas. México. Recuperado 13 de agosto 2008 de [http://www.inmujeres.gob.mx/dgpe/migracion/res/Anexo\\_20\\_06.pdf](http://www.inmujeres.gob.mx/dgpe/migracion/res/Anexo_20_06.pdf)
- Encuesta Nacional de Ingresos Gastos y Hogares (ENIGH). 2006. Recuperado 07 de febrero 2008 de [http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/enigh/enigh\\_2006/default.asp#](http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/enigh/enigh_2006/default.asp#)
- Gujarati, D. N. 1993. *Econometría* (2ª ed.). México: McGraw-Hill-Interamericana de México, S.A. de C.V.
- Huffman, W. E. 1980. Farm and off-farm work decisions: The role of human capital. *The Review of Economics and Statistics*, 62, 14-23.
- Lozano, F. 2003. Experiencias internacionales en el envío y uso de las remesas. In: Rodolfo Tuirán (coordinador) *Migración México-Estados Unidos. Opciones de política*. México: Consejo Nacional de Población, México. 1-24. Recuperado 02 de marzo de 2008 de [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/migracion\\_internacional/MigracionOpPolitica/lozano.pdf](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/migracion_internacional/MigracionOpPolitica/lozano.pdf)
- Mora, J. J. 2004. El impacto de la migración y las remesas en la distribución y fuentes de ingreso: El caso del México rural. In: 1er. Seminario Internacional sobre Migración y Remesas. 26 de octubre. Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 1-26.
- Taylor, J. E., Yúnez-Naude, A., and Dyer, G. 1999. Agricultural price policy, employment, and migration in a diversified rural economy: A village-town CGE analysis from Mexico. *American Journal of Agricultural Economics*, 81, 653-662.
- Taylor, J. E., and Yúnez-Naude, A. 2000. The returns from schooling in a diversified rural economy. *American Journal of Agricultural Economics*, 82, 287-297.

- Tuirán, R. 2000. Migración México–Estados Unidos. Opciones de Política. México: Consejo Nacional de Población, México. 1-24. Recuperado 02 de marzo de 2008 de [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/migracion\\_internacional/MigracionOpPolitica/01.pdf](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/migracion_internacional/MigracionOpPolitica/01.pdf)
- Yúnez, A. 2001. Las remesas y el desarrollo rural. In: Seminario Internacional sobre la transferencia y uso de las remesas: Proyectos productivos y de ahorro. 3-6 de octubre. CEPAL, Sin Fronteras y Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, México. 1-16.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2008. Programas nacionales. Recuperado 02 de marzo de 2008 de [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)
- United States Department of Agriculture-Economic Research Service. (USDA). 2001. Hired Farm Labor: Comparing the U.S. and Mexico. Agricultural Outlook. Recuperado 02 de marzo 2008 de <http://pdic.tamu.edu/pdicdata2/pdfs/ao278g.pdf>



# **ÍNDICE DE AUTORES, VOLUMEN 16 NÚMERO 1**

## **AUTHORS INDEX, VOLUME 16 NUMBER 1**

Beltrán Legaspi Jesús Antonio.	27
Cruz Cruz Nancy Vianey.	97
González Avalos Ramiro.	37
Reta Sánchez David Guadalupe.	65
Reveles Saucedo Fanny Olivia.	13
Reyes Muñoz José Luis.	77
Rosales Serna Rigoberto.	47
Valencia Castro Celso Manuel.	85
Véliz Deras Francisco Gerardo.	57

---

# NORMAS PARA PUBLICAR EN AGROFAZ

Una acción importante que Ud. puede hacer al momento de preparar su manuscrito es tomar como consulta un ejemplar reciente de la Revista AGROFAZ en términos del formato de Encabezado, Título, Resumen, Summary, Palabras clave, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión (combinación de Resultados y Discusión), Literatura Citada, y cuadros y figuras, los cuales se describen con mayor detalle a continuación. Si el manuscrito no se ajusta al estilo y forma se rechazará inmediatamente.

El manuscrito deberá redactarse a doble espacio en procesador Word versión 2010, utilizando el tipo de letra Times New Roman 11, incluyendo números y letras en las figuras; con renglones y páginas numeradas consecutivamente, con márgenes de 2.5 cm en los cuatro costados. La extensión del artículo debe ser entre 15 y 20 cuartillas. Los cuadros y figuras deberán colocarse en secciones separadas al final del manuscrito (no ubicarlas dentro del texto). Las figuras deberán estar en un formato que permita hacer modificaciones posteriores respecto al tamaño de los números en los ejes, el grosor de las líneas en éstos y texto de las leyendas. El tamaño de letra es el siguiente (todo en Times New Roman); para el título en español se usará el tamaño 14 en mayúsculas en negritas, centrado; el título en inglés va debajo del anterior en minúsculas, excepto la primera letra de cada palabra, tamaño 12 en negritas, centrado; nombres de los autores en tamaño 11 en negritas y en el orden normal (Nombre, apellido paterno y apellido materno), centrados; las instituciones en tamaño 11 letra cursiva en minúsculas y centradas.

Los títulos de segundo orden (Resumen, Summary, Palabras clave, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Literatura Citada) van con mayúsculas, en negritas y centrados; los títulos de tercer orden van al margen izquierdo en minúsculas, a excepción de la primera letra, en negritas; los títulos de cuarto orden van al margen izquierdo en minúsculas, a excepción de la primera letra, en negritas, con punto seguido de texto.

Los manuscritos deberán contener las siguientes secciones, en este orden:

## TÍTULO

Debe ser un título descriptivo tan breve como sea posible de no más de 45 caracteres incluyendo espacios, y debajo de éste anotar en Inglés (descriptivo, claro y conciso); nombres de los autores sin título, posición o grado académico; e instituciones, incluyendo el departamento, ciudad, estado o país (todos con la primera letra mayúscula), y código postal. Los pies de página en primera página (dirección actual y correo electrónico del autor para correspondencia) son referenciados por superíndices utilizando números. Los agradecimientos, incluyendo agradecimientos de apoyo económico y estación experimental, se referenciarán como pie de página del título.

## RESÚMEN

Deberá consistir de no más de 300 palabras en un solo párrafo que resuma los resultados pertinentes incluyendo evidencias estadísticas (valor de P), en una forma breve pero entendible, iniciando con una oración clara del objetivo de estudio y finalizando con las conclusiones; no debe contener citas bibliográficas. Las abreviaciones que no son estándar deberán definirse la primera vez que se mencionen.

---

## **PALABRAS CLAVE**

Son palabras que se enlistan para indicar al lector los temas a los que se hace referencia en el artículo, además de facilitar la recopilación y búsqueda en los bancos de información. Se debe enlistar un máximo de seis palabras o frases que sean las que mejor describan la naturaleza de la investigación y no deben estar contenidas en el título. La primera letra de cada palabra clave debe ser minúscula a menos que sea un nombre propio, deben estar separadas por coma, ordenadas alfabéticamente, y no se aceptan abreviaciones, van después del resumen. El título de esta sección va en negritas, en minúsculas y todo con letra cursiva incluyendo las palabras clave.

## **SUMMARY**

Se seguirán las mismas normas que para el resumen en español. La información del Summary debe ser coincidente con el Resumen.

## **KEY WORDS**

Se seguirán las instrucciones dadas para las palabras clave.

## **INTRODUCCIÓN**

La introducción debe contener los antecedentes y la justificación del trabajo de investigación, debe especificar la hipótesis a probar, y establecer claramente los objetivos. Se deben seleccionar cuidadosamente las referencias bibliográficas para soportar cada concepto e importancia del estudio.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Indicar la ubicación donde se realizó el experimento, condiciones climáticas y edáficas. En este apartado se describen claramente los procedimientos biológicos, analíticos y estadísticos, o referencias específicas de los procedimientos originales. Todas las modificaciones a los procedimientos deberán explicarse. Las razones, fechas de las actividades del experimento si son necesarias, características del material biológico (i.e. raza, sexo, edad y peso vivo, variedad, especie). Los métodos estadísticos comúnmente utilizados en ciencias agropecuarias no requieren ser descritos a detalle, pero se debe proporcionar la referencia bibliográfica.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los autores tienen la opción de combinar los resultados y discusión en una sola sección o presentarlos por separado.

## **RESULTADOS**

Los resultados se pueden presentar en forma de cuadros o figuras cuando sea factible. El texto debe elaborarse en base a los datos tabulados, pero los datos no deberán repetirse dentro del texto. Se presentaran los datos con alguna fuente de variación (incluyendo el nivel de significancia; i.e. valor de P) para facilitar al lector la interpretación de los resultados del experimento. Es preferible reportar el valor de significancia actual (i.e.  $P = 0.032$ ) para de esa manera permitirle al lector definir que rechazar o aceptar.



---

## DISCUSIÓN

La discusión deberá interpretar los resultados de una marea clara y concisa en términos de mecanismos biológicos y significancia, y también deberá integrar los resultados de investigación previamente publicados en la literatura para proporcionarle al lector una amplia base sobre la cual aceptar o rechazar la hipótesis probada. Cuando la discusión se presente por separado no se debe hacer referencia a ninguna tabla o figura, tampoco deberá incluir valores de P a menos que se cite el valor de P de otros trabajos.

## CONCLUSIONES

Se deben concluir con aseveraciones que deben estar en concordancia con los objetivos planteados, sin rebasar el alcance del artículo.

## LITERATURA CITADA

Se presentarán únicamente las referencias bibliográficas citadas a lo largo del manuscrito. Las fuentes bibliográficas citadas en esta sección deben estar publicadas o aceptadas para publicación (en prensa). Las comunicaciones personales y los datos no publicados no deben aparecer en esta sección. Las referencias bibliográficas se ordenarán alfabéticamente por el apellido paterno del autor(es), y después en orden cronológico. Después del autor, anotar el año de publicación. Al igual que en las citas del cuerpo del escrito, dos o más publicaciones del mismo autor en el mismo año deberán diferenciarse agregando letras como subíndices después del año. Todos los nombres de los autores deben aparecer en la sección de Literatura Citada.

A continuación se describen algunos ejemplos de referencias bibliográficas:

### Libros y artículos de libros editados:

AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.

NRC. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

Robinson, P. H., E. K. Okine, and J. J. Kennelly. 1992. Measurement of protein digestion in ruminants. In: S. Nissen, editor, Modern methods in protein nutrition and metabolism. Academic Press, San Diego, CA. p. 121–127.

### Boletines técnicos, Tesis, y Disertaciones:

Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agric. Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington, DC.

Sigma. 1984. Total hemoglobin: Quantitative, colorimetric determination in whole blood at 530–550 nm. Tech. Bull. No. 525. rev. ed. Sigma Chemical, St. Louis, MO.

Ward, J. D. 1995. Effects of copper deficiency on performance and immune function of cattle. Ph D Diss. North Carolina State Univ., Raleigh.

---

## Revistas Periódicas (Journals) y Resúmenes:

Cleale, R. M., R. A. Britton, T. J. Klopfenstein, M. L. Bauer, D. L. Harmon, and L. D.

Satterlee. 1987a. Induced non-enzymatic browning of soybean meal. II. Ruminal escape and net portal absorption of soybean protein treated with xylose. *J. Anim. Sci.* 65:1319–1326.

Hall, J. B., R. B. Staigmiller, R. E. Short, R. A. Bellows, S. E. Bartlett, and D. A. Phelps. 1993. Body composition at puberty in beef heifers as influenced by nutrition and breed. *J. Anim. Sci.* 71(Suppl. 1):205. (Abstr.).

## Memorias de congresos:

NMC. 1995. Summary of peer-reviewed publications on efficacy of premilking and postmilking teat disinfections published since 1980. In: *Natl. Mastitis Counc. Reg. Meet. Proc.*, Harrisburg, PA. *Natl. Mastitis Counc.*, Arlington, VA. p. 82–92.

Talmant, A., X. Fernandez, P. Sellier, and G. Monin. 1989. Glycolytic potential in longissimus dorsi muscle of large white pigs as measured after in vivo sampling. In: *Proc. 35th Int. Congr. Meat Sci. Technol.*, Copenhagen, Denmark. p. 1129.

Van der Werf, J. H. J. 1990. A note on the use of conditional models to estimate additive genetic variance in selected populations. *Proc. 4th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.*, Edinburgh, Scotland XIII:476–479.

## Publicaciones Electronicas:

FDA. 2001. Effect of the use of antimicrobials in food producing animals on pathogen load: Systematic review of the published literature. <http://www.fda.gov/cvm/antimicrobial/PathRpt.PDF>. (Accessed 14 December 2001).

Huntington, G. B., D. L. Harmon, N. B. Kristensen, K. C. Hanson, and J. W. Spears. 2006. Effects of a slow-release urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 130:225–241. doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.01.012.

Le Neindre, P., C. Terlouw, X. Boivin, A. Boissy, and J. Lensink. 2001. Behavioral Research and its application to livestock transport and policy: A European perspective. *J. Anim. Sci.* 79(ESuppl.).<http://www.asas.org/jas/jas0905.pdf>. (Accessed 7 October 2001).

## CUADROS Y FIGURAS

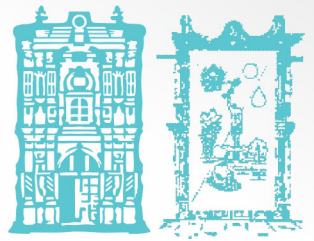
Los títulos de Cuadros y Figuras deben ir en negritas. Los Cuadros se deben de preparar de tal manera que se expliquen por si solos. Los títulos de los Cuadros deberán ubicarse en la parte superior del mismo. Las abreviaciones utilizadas por el autor en cada Cuadro o Figura deberán ser descritas. Es recomendable crear los Cuadros en el procesador Word. Cada columna deberá tener un encabezado, separando las unidades utilizadas con una coma. Para referenciar la información del cuerpo del Cuadro, utilice números como pie de página. Cada pie de página debe iniciar en una hilera nueva.

---

Las Figuras deben ir numeradas y al final del manuscrito. El título de las Figuras deberá ubicarse en la parte inferior de la misma. El uso de color en las Figuras deberá evitarse a menos que sea necesario para entender la Figura.

## **ENVÍO DE CONTRIBUCIONES**

Dirigirse a la página web de AGROFAZ [www.agrofaz.mx](http://www.agrofaz.mx); para comunicarse con el editor puede escribir al correo electrónico: [mavazna@hotmail.com](mailto:mavazna@hotmail.com)



## AGROFAZ

([www.agrofaz.mx](http://www.agrofaz.mx))

ISSN: 1665-8892

Publicación Semestral de Investigación  
Científica en Ciencias Agropecuarias  
Facultad de Agricultura y Zootecnia  
([faz.ujed.mx](http://faz.ujed.mx))

Universidad Juárez del Estado de Durango  
([www.ujed.mx](http://www.ujed.mx))

Apartado Postal 1-142, Gómez Palacio,  
Durango, México CP 35000  
e-mail: [faz.ujed@prodigy.net.mx](mailto:faz.ujed@prodigy.net.mx)

AGOSTO | 20  
16