

# Índice

---

Editorial .....	5
Evaluación de unidades familiares de producción lechera en Aguascalientes: estrategias para incrementar su producción y rentabilidad .....	7
<i>Carlos U. Häubi Segura y José Luis Gutiérrez Lozano</i>	
Control de <i>Sporobolus indicus</i> L (R) Br. (espartillo) y rehabilitación de un pastizal de <i>Megathyrus maximus</i> (guinea Likoni) en estado de deterioro .....	35
<i>Yurangel Sardiñas, Mario Varela, César Padilla, Verena Torres, Aída Noda y Nidia Fraga</i>	
La producción de becerros en Chihuahua: un análisis económico marginal .....	51
<i>Nicolás Callejas Juárez, Juan A. Ortega Gutiérrez, Joel Domínguez Viveros y Samuel Rebollar Rebollar</i>	
Influencia del genotipo bovino en el grado de clasificación de canales generadas en el trópico mexicano .....	67
<i>José Manuel Zorrilla-Ríos, Phillip Lancaster, Carla Goad, Gerald Horn y Margarita Hernández-Gallardo</i>	
Unidades de vegetación de un bosque nativo, según condiciones edáficas (Entre Ríos, Argentina) .....	79
<i>Julián Alberto Sabattini, Graciela Boschetti, Rafael Alberto Sabattini, César Quintero, Juan Pablo Hernández y Romina Befani</i>	
Evaluación productiva, económica y social del agua de riego de durazno ( <i>Prunus persica</i> L. Batsch) en Zacatecas (México) .....	97
<i>José Luis Ríos-Flores, Miriam Torres-Moreno, José Ruiz-Torres, Marco Antonio Torres-Moreno y Jesús Enrique Cantú-Brito</i>	
<i>Indicaciones para los autores</i> .....	111

# Index

---

Editorial .....	5
Evaluation of family dairy farms in Aguascalientes: strategies to increase production and profitability .....	7
<i>Carlos U. Häubi Segura y José Luis Gutiérrez Lozano</i>	
Control of <i>Sporobolus indicus</i> L. (R) Br. and rehabilitation of <i>Megathyrus maximus</i> cv. Likoni pasture under damage conditions .....	35
<i>Yurangel Sardiñas, Mario Varela, César Padilla, Verena Torres, Aída Noda y Nidia Fraga</i>	
The production of calves in Chihuahua: a marginal economic analysis .....	51
<i>Nicolás Callejas Juárez, Juan A. Ortega Gutiérrez, Joel Domínguez Viveros y Samuel Rebollar Rebollar</i>	
The role of genotype on classification grades of beef carcasses produced under mexican tropical conditions .....	67
<i>José Manuel Zorrilla-Ríos, Phillip Lancaster, Carla Goad, Gerald Horn y Margarita Hernández-Gallardo</i>	
Vegetation units of native forest, according to soil conditions (Entre Ríos, Argentina) .....	79
<i>Julián Alberto Sabattini, Graciela Boschetti, Rafael Alberto Sabattini, César Quintero, Juan Pablo Hernández y Romina Befani</i>	
Productive, economic and social evaluation of irrigation water in peach ( <i>Prunus persica</i> L. Batsch) in Zacatecas (Mexico) .....	97
<i>José Luis Ríos-Flores, Miriam Torres-Moreno, José Ruiz-Torres, Marco Antonio Torres-Moreno y Jesús Enrique Cantú-Brito</i>	
<i>Instructions for authors</i> .....	119

# Editorial

---

**T**ras doce años de editar *Avances en Investigación Agropecuaria* (Rev. AIA), se ha tomado la decisión de que, a partir de 2016, será una publicación en forma exclusivamente electrónica; pese a que esta noticia no es grata, cabe señalar que contaremos con la variante de publicar en papel, sólo los ejemplares necesarios, bajo el enfoque de sobre pedido.

Varios son los motivos que nos inducen a tomar esta decisión; sin embargo, como era de esperarse, el principal factor de este suceso radical es el de carácter económico. Aunque desde hace tiempo habíamos planteado esta posibilidad, los cambios que describimos en el editorial del primer número (volumen 19), aunado a la dura crisis financiera que tiene nuestro estado (Colima), por los recortes presupuestales (entre otros factores), más las propias implicaciones económicas por las que atraviesa el país, inducen a mantener la revista con otras opciones que signifiquen menos inversión.

Se trata, desde luego, de decisiones difíciles de ejecutar; éstas, conllevan a mantener la viabilidad editorial de Rev. AIA, asociada a otros fenómenos característicos de nuestro entorno. Uno de ellos, que es necesario destacar y reflexionar para la comunidad académica, es el del relevo generacional en la dirección de la revista; esto, en virtud de que nuestro interés y deseo reside en lograr una mayor consolidación de este proyecto. Dado que 13 años en este medio son relativamente poco tiempo en un contexto de esperanza permanente, siempre será medular considerar quién/es será/n el/los responsables de este relevo.

Puede ser que en otras revistas, en otros ámbitos (o países), este proceso generacional no tenga mayor repercusión en la vida de una publicación. Sin embargo, en el entorno en el que nos encontramos, esta situación se vuelve vital para cumplir con este compromiso que hemos adquirido de forma absolutamente altruista; es decir, sin ninguna doble intención salvo la de contribuir, decididamente, con un alto sentido cívico-científico para lograr un importante enfoque académico de gran responsabilidad, con la propia institución y con México.

A pesar de que nos hemos estado preparando para dar este paso, siempre existe la clásica incertidumbre; pues en nuestras condiciones, dichos ajustes aletargan los logros adquiridos, desalientan las actividades y, lo más grave: la decepcionante indiferencia del entorno.

Inminente es la siguiente reflexión: ¿qué pasaría si se dejara de editar Rev. AIA? Se trata de un cuestionamiento serio, crucial, profundo, que siempre se ha mantenido en vilo para los que estamos inmersos en el proceso editorial: sería casi catastrófico; sin embargo, para el resto de la comunidad (espero estar equivocado), se convertiría en mero cotilleo, en

el “chisme del momento” en los corredores universitarios, tan sólo comentarios (algunos, quizás, despiadados) acerca de uno más de los tantos proyectos que suelen desaparecer por falta del apoyo necesario.

Para quienes contribuimos con la generación de esta empresa editorial —desde su primera parte y, ahora, que somos responsables en esta segunda época— nos produciría una gran pena y desesperanza; lo cual nos conduciría, irremediablemente, a preguntarnos acerca del resto de la comunidad académica: ¿cómo apreciarían y valorarían semejante situación?...

La reflexión no es sólo una hipótesis con visos funestos; se trata de una posibilidad real, dado el entorno tan reacio a la labor altruista que realizamos; máxime en un medio en el que, a pesar de los ingentes esfuerzos de un equipo en todo sentido (tiempo, talento, innovación, calidad en la publicación, entre otros), se ven severamente menguados; e, inclusive, frenados tanto por factores internos como externos.

A pesar de la situación actual —quizás un tanto kafkiana—, el espíritu de nuestro grupo es el de continuar con este proyecto. Por lo tanto, el compromiso de todos los que participamos en *Rev. AIA* sigue en pie; sin embargo, debemos permanecer en guardia ante un sinnúmero de elementos que detienen el progreso, que no valoran este esfuerzo; y que, desafortunadamente, olvidan que la ciencia y la cultura son elementos fundamentales para la plena realización y libertad de una nación.

*José Manuel Palma García*  
Director, *Rev. AIA*

# Evaluación de unidades familiares de producción lechera en Aguascalientes: estrategias para incrementar su producción y rentabilidad •

Evaluation of family dairy farms in Aguascalientes: strategies to increase production and profitability

**Carlos U. Häubi Segura<sup>1\*</sup> y José Luis Gutiérrez Lozano<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Centro de Ciencias Agropecuarias “La Posta”  
Carretera a Jesús María, Km. 3  
Jesús María, Aguascalientes, México.

<sup>2</sup> Fundación Ahora, A. C.  
Cordillera de los Andes 130- 2 Jardines de la Concepción  
Aguascalientes, Aguascalientes, México (C. P. 20120)

\* Correspondencia: drhaubi@yahoo.com


• Artículo invitado

## Resumen

Con el objetivo de analizar la lechería familiar, se evaluaron diez unidades de tres comunidades de Aguascalientes, durante el periodo 2009-2010; donde se realizó: control de datos productivos (pesaje de leche semanal) y reproductivos por computadora, análisis bromatológico de los alimentos utilizados (AQP, Van Soest), balanceo de dietas por computadora y análisis de costos de producción. El diagnóstico se basó en el modelo de Medicina de Producción, encontrándose producciones promedio menores a 16 litros ( $15.17 \pm 5.54$ ), con picos de producción variables (16 a 40 litros), consecuencia de dietas de bajo costo (\$12-30/d), con baja materia seca (12-15 kg MS/d), energía (20-25 Mcal ENLac/d) y proteína cruda (2-2.5 kg/d), lo cual reduce la proyección a 305d: ( $5,609 \pm 1,862$ ), la utilidad-hato-mes (UHM: \$1,200)

## Abstract

In order to analyze family milk production in Aguascalientes, ten units in three communities were evaluated during the period 2009-2010. The following was done: control of production (weekly weighing milk) and reproductive data by computer. Chemical analysis of the components of the feed used (AQP, Van Soest), computer balancing of diets and production cost analysis. The diagnosis was based on the model of Medicine Production, finding average yields under 16 liters ( $15.17 \pm 5.54$ ), with peak production variables (16-40 liters), due to low cost diets (\$12-30/d) with low dry matter (12-15kg DM/d), energy (20-25 ENLac/d) and crude protein (2-2.5 kg/d), which reduces the projection 305d ( $5,609 \pm 1,862$ ), utility/herd/month (UHM: \$1,200) and utility/cow/month (UCM: \$120). Strategies used by producers

y la utilidad-vaca-mes (UVM: \$120). Estrategias utilizadas con los productores fueron: A) selección de ganado y eliminación de vacas bajas productoras (proyección 305  6,000 kg) para compra de alimento, incrementando seis a siete veces UHM y UVM; B) mejorar producción, incrementando cantidad ofrecida (kg MS/día), balanceando según etapa productiva (altas, medias, bajas productoras), sustituyendo granos por forrajes de calidad; C) apoyo gubernamental para compra de alimento (“kit de arranque”) durante el periodo de transición y lactancia temprana; D) establecer cadena de valor lechero: producción, enfriamiento, acopio, transformación y comercialización en sistema de tiendas de economía solidaria. La implementación de estas estrategias productivas en un ambiente social solidario puede mejorar la economía y la eficiencia de las UFL’s, para convertirlas en empresas familiares rentables.

### Palabras clave

Bovinos, modelos, lechería, economía, solidaridad, productividad.

were: A) selection of livestock and disposal of low producing cows (projection 305d <6,000 kg) for the purchase of feed, increasing UHM and UCM, six to seven times, B) improve production, increasing feed quantities (kg DM/day), balancing diets upon productive stage (high, medium, low producers), substituting grain for high quality fodder, C) government support for the purchase of food (“starter kit”) during the transition period and early lactation, D) establish dairy value chain: production, cooling, storage, processing and marketing in the system of solidarity economy stores. The implementation of these productive strategies in a supportive social environment can improve the economy and efficiency of the FMPU, to turn them into profitable family business.

### Key words

Bovine, models, dairy, economy, solidarity, productivity.

## Introducción

**E**n México, en 2010, la producción de leche anual fue de 10’676,691 toneladas de ~~de~~ ~~leche~~, con un total de 2’374,623 cabezas de ganado lechero registradas (SIAP, 2014); lo que da una producción promedio —por vaca estimada— de 4,496 kg por año; lo cual es muy bajo, si se considera que algunos ranchos logran producciones de más de 10,000 kg y se tienen vacas que superan los 15,000 kg por lactancia.

La diferencia entre estos extremos son los modelos de producción que se utilizan en cada rancho. En los grandes hatos comerciales el ganado se maneja en sistemas de producción intensiva, con costos de alimentación y de manejo elevados; pero que resultan rentables por el gran número de animales que manejan (Wilcox *et al.*, 1992).

Por otro lado, los modelos de producción mixtos, donde el ganado es pastoreado en algunas épocas del año y en otras se estabulan, permiten costos de producción más bajos pero con un menor número de animales y producciones más modestas (Hernández *et al.*, 2013).

Como parte de un programa de desarrollo comunitario en zonas de alta y muy alta marginación de Aguascalientes —realizado por la Fundación Ahora, A. C.— desde 2008, se llevó a cabo un estudio de factibilidad de los métodos y sistemas productivos, para determinar la viabilidad de proyectos de lechería familiar, con la finalidad de ofrecer alternativas de solución que mejoren la productividad de los mismos.

El objetivo fue identificar las causas de la baja producción de leche y de los bajos niveles de ingreso de las pequeñas unidades familiares de producción lechera (UFL), así como detectar las áreas de oportunidad dentro del manejo zootécnico de las pequeñas empresas lecheras; pero también dentro de la cadena de valor del producto lácteo determinar si la integración de las distintas fases productivas de los productos lácteos (producción, acopio, refrigeración, transformación y comercialización) pueden aportar una mayor utilidad para los productores y sus comunidades.

### *Metodología de análisis para sistemas de lechería familiar*

Se muestran los datos de un proyecto, en donde se escogieron 10 unidades familiares de lechería (UFL's) de las comunidades de Los Durón (LD), Los Hernández (LH) y El Cardón (EC), pertenecientes al municipio de Aguascalientes, Aguascalientes, México. Su ubicación: 21°46'20"N; 102°08'13" O, elevación 1,990.10 msnm (Google Maps, 2015). El clima de la región corresponde a BSh, con precipitación anual promedio de 531.20 mm, principalmente en los meses de junio a septiembre (SMN-CNA, 2014).

### *Selección de Unidades Familiares de lechería (UFL's)*

Las UFL's seleccionadas participaban en un proyecto de desarrollo comunitario y capacitación en economía solidaria, así como un proyecto productivo para la mejora en la producción lechera, transformación de los productos lácteos y desarrollo de la cadena de valor lechero, ofrecido por la Fundación Ahora, A. C. (Gutiérrez-Lozano y Häubi-Segura, 2010).

### *Diagnóstico socio-económico y productivo*

A todos los ganaderos se les hizo una encuesta corta de la situación económica y productiva, seguida por un diagnóstico operativo y económico de sus producciones lecheras y agrícolas, basado en la filosofía de la medicina de producción (Fuhrman, 1993; Risco y Meléndez-Retamal, 2011), el cual incluyó: nutrición para la producción, reproducción, crianza de reemplazos, salud del hato, economía y administración, ecología y bienestar animal, y producción agrícola.

### *Análisis bromatológico y de las raciones*

Para evaluar la calidad y pertinencia de las raciones del ganado, a cada productor se le tomaron muestras de los principales ingredientes utilizados en las dietas: concentrados comerciales, rastrojo de maíz, ensilaje de maíz, pastos usados en el pastoreo, cascarilla de soya, maíz rolado y alfalfa henificada (comprada).

Se realizó un Análisis Químico Proximal (AQP o Análisis de Weende), según los métodos de la AOAC (2002), el cual incluyó: Humedad (Hum), Materia Seca (MS), Cenizas (Cen), Proteína Cruda (PC), Grasa Cruda o Extracto Etéreo (EE), Fibra Cruda (FC) y Extractos Libres de Nitrógeno (ELN). Para los ingredientes fibrosos se realizó, además, el análisis de los componentes de la pared celular (Van Soest *et al.*,

1991), el cual incluyó: Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA) y Lignina en Ácido Detergente (LAD), para evaluar —en forma indirecta— la calidad nutricia y la digestibilidad de la dieta.

Por otro lado, se analizó la forma de ofrecer la ración a los animales y se evaluó la eficiencia de cada productor; para ello se tomó en cuenta: las condiciones individuales de cada explotación, la producción individual de las vacas, el estado reproductivo y la condición corporal de los animales.

Con base en estos datos, se ofrecieron alternativas de solución a cada productor, tales como: cambios en los horarios de alimentación y en la forma de presentar los alimentos, así como incluir otros ingredientes para balancear la dieta.

### *Modificación de las raciones*

Como parte del proyecto se realizaron cambios en la alimentación de algunos establos, para evaluar el impacto de dietas con mayor cantidad de materia seca, y se balancearon para energía y proteína (NRC, 2001). Dichos cambios se basaron en la adición de dos kg de maíz rolado para ranchos con deficiencia en energía, o de dos a cuatro kg de alfalfa en heno para ranchos con deficiencia de proteína y fibra.

La nueva dieta se ofreció durante cuatro semanas y se registraron los cambios en producción de leche diaria y se calculó el cambio en la proyección a 305 días. Al inicio del proyecto, las vacas estaban en un sistema mixto de pastoreo y estabulado; pero durante este periodo se registró una sequía importante y se perdió gran parte del valor nutritivo de los pastos, por lo que los resultados de dicha suplementación no fueron claros (aunque se incluyen en el presente ensayo).

### *Análisis de la producción de leche*

Cada uno de los productores dentro del programa se encargó de pesar en forma diaria la producción de leche de sus vacas, utilizando cubetas y jarrones graduados. La producción se anotó en libretas especiales y una vez por semana se reportaban y registraban dichas producciones en un programa de manejo de hatos computarizado (DairyLive® Ver. 3.02, Living Software, Inc.); con lo cual se analizaron las curvas de producción y la respuesta a los cambios en el programa de alimentación.

Se analizaron tres periodos de alimentación: A: antes del cambio de dieta, B: cambio a una dieta mejorada, C: regreso a dieta inicial, utilizando un modelo experimental tipo *switchback*, en el cual cada vaca se convierte en su propio testigo (Morris, 1999).

Para el análisis de las curvas de producción y de la proyección a 305 días se utilizó el método con base de coeficientes de la Universidad de McGill (Montreal, Canadá). Los coeficientes corresponden al porcentaje de leche producida en un día específico con base en el total de leche producido en una lactancia conocida y ajustada a 305 días. En este caso, se ajustaron los valores para lactancias extendidas por medio de regresión lineal a partir del pico de lactancia (77 DEL) (cuadro 1).



**Cuadro 1**  
**Coefficientes de la Universidad de McGill utilizados para calcular la proyección a 305 días del ganado, tanto para lactancias cortas como para lactancias extendidas.**

Mes	DEL (media)	Coeficientes originales (Univ. McGill) <sup>1</sup>		Coeficientes modificados lactancias extendidas <sup>2</sup>	
		Vaq l Lact.	Adultas	Vaq l Lact extendida	Adultas extendida
1	16	0.348	0.371	0.348	0.371
2	46	0.409	0.421	0.409	0.421
3	77	0.397	0.400	0.397	0.400
4	107	0.381	0.376	0.385	0.3784
5	138	0.362	0.35	0.3629	0.3512
6	168	0.344	0.326	0.3415	0.325
7	199	0.323	0.299	0.3194	0.2979
8	229	0.301	0.276	0.298	0.2717
9	260	0.277	0.249	0.2759	0.2445
10	290	0.249	0.211	0.2545	0.2183
11	320.7			0.2326	0.1915
12	351.2			0.2109	0.1648
13	381.7			0.1891	0.1381
14	412.2			0.1674	0.1115
15	442.7			0.1456	0.0848

<sup>1</sup> Fuente: Canadian Dairy Information Center. Dairy Production Lactation Curve. (<http://animsci.agrenv.mcgill.ca/courses/450/topics/11.pdf>)

<sup>2</sup> Curvas generadas por regresión lineal (y = bx + a): -00084366x + 0.46503308 para adultas y -0.00065513x + 0.44831786 para vaquillas.

El cálculo de la proyección a 305 días se realizó dividiendo la cantidad de leche producida en un día en leche específico (LecheDEL) entre el coeficiente correspondiente a los DEL (CoefDEL) y multiplicándolo por 100:

$$\text{Proy305} = \text{LecheDEL} / \text{CoefDEL} * 100$$

Por ejemplo, una vaca madura con una producción de leche de 25 litros, a los 77 DEL, debería producir 6,250 litros en toda su lactación.

La fórmula divide la producción de leche entre el coeficiente correspondiente a los DEL y lo multiplica por 100, entonces:

Para vaca adulta:	$25 / 0.400 * 100 = 6,250$
Para vaquilla de 1er parto:	$25 / 0.397 * 100 = 6,297$

Se pueden calcular, alternativamente, los coeficientes a partir de la curva generada por los parámetros originales de McGill y ajustándolos con la ecuación de Wood (1967):

$$Y = a * t^b * \exp(-c * t)$$

Donde los parámetros para vacas adultas son:

$t$  = tiempo de lactancia dado en meses en leche (MEL: 1 mes = 30.4 días)  
 $a = 0.434285$ ,  $b = 0.318412$  y  $c = 0.142361$  ( $R^2 = 0.995$ )

Mientras que para vaquillas de primer parto es:

$a = 0.401122$ ,  $b = 0.325962$ ,  $c = 0.122092$  ( $R^2 = 0.984$ )

Por ejemplo, para calcular el coeficiente para la misma vaca, de 25 litros y 77 Días en Leche (DEL), es necesario convertir el tiempo de lactancia a MEL ( $77 \text{ DEL} / 30.4 = 2.5329 \text{ MEL}$ ); y luego, utilizar este valor como tiempo  $t$ , para luego calcular el coeficiente:  $\text{Coef}@2.533 \text{ MEL} = 0.412644$ , lo que da una  $\text{Proy}305$  de 6058 litros, que es un poco menor (3%) a la calculada por los coeficientes originales de McGill.

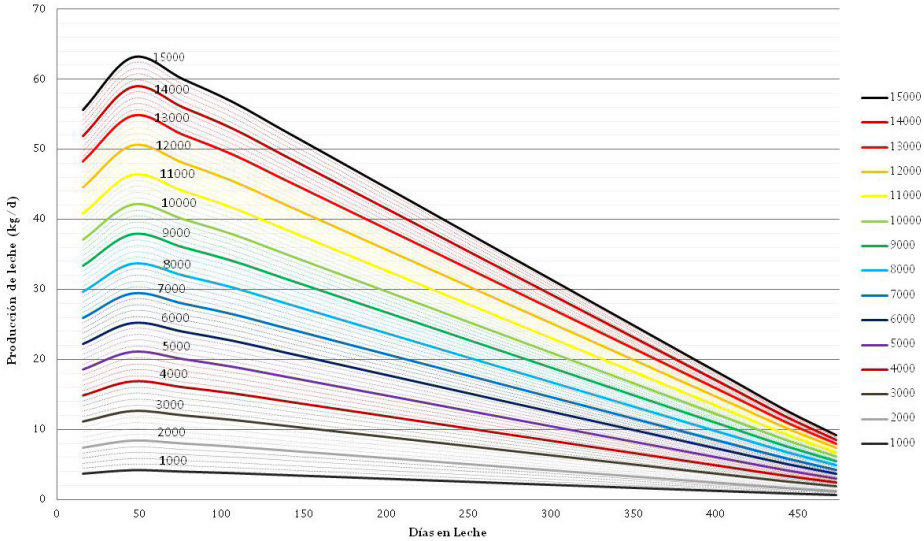
Cabe mencionar que este método ajusta muy bien tanto para vacas altas productoras —que alcanzan rápidamente un pico de producción y luego presentan una menor persistencia— como para las vacas de los pequeños establos, que tienen curvas más “planas”, donde no se alcanza un buen pico, pero la persistencia es proporcionalmente mayor (Macciota *et al.*, 2005).

Los coeficientes se utilizaron para calcular un grupo de lactancias estándar contra las cuales se puede comparar la producción de una vaca en específico, generándose un “poster” para colgar en las oficinas de las UFL’s (figura 1).

Figura 1

“Poster” entregado a los ganaderos (original en color), que muestra las curvas de producción de leche calculadas con el modelo de coeficientes de la Universidad McGill (Montreal, Canadá) para vacas lecheras.

Curvas de lactancia generadas por el modelo de coeficientes de McGill para determinar la proyección a 305 días



Nota: El eje vertical corresponde a la producción diaria; mientras que el área bajo la curva es la producción total de leche en la lactancia. Este método permite evaluar rápidamente la proyección a 305d de una vaca a partir de una sola pesada de leche y su correspondiente “Días en Leche”.

Al utilizar las curvas de lactancia presentadas en la figura 1, el ganadero puede rápidamente identificar el nivel de producción de una vaca si cuenta con, al menos, una medición de leche y los días en leche correspondientes. Se recomienda pesar tres veces en una semana para tener un valor confiable y pesar cada semana (lo ideal) o, por lo menos, cada mes.

Las vacas que presentan las curvas más bajas (menos de 5,000 kg/305d), puede deberse a una deficiencia nutricional en la ración (en especial, de materia seca y energía) y no precisamente a una mala genética (Lemus-Ramírez *et al.*, 2008). Es necesario ofrecer una dieta bien balanceada antes de seleccionar negativamente a las vacas más bajas.

### Control reproductivo por computadora

En cada rancho se levantó el censo del ganado y de los eventos reproductivos individuales (fechas de: nacimiento o número de lactancia, del último parto, de los servicios y semental utilizado, de secado), así como eventos especiales (abortos, reabsorciones, retenciones placentarias, etcétera). Los datos se anotaron en formatos especiales y luego se capturaron en el programa de manejo del hato.

Cabe resaltar que ninguno de los hatos tenía datos completos y fidedignos, por lo que se tuvo que recurrir a aproximaciones, basadas en la memoria y la exploración física de los animales. Para cada rancho se imprimieron (mensualmente) hojas de inventario del hato y hojas de trabajo para el manejo reproductivo, especificando fechas probables de secado, parto, inseminación y palpación.

A partir de estos datos se debe analizar el estado reproductivo del hato, de acuerdo a los siguientes indicadores: intervalo entre partos, días en leche promedio, días abiertos, servicios por concepción, días de espera voluntaria, días a primer servicio, porcentaje de retorno a calor (prueba de los 24 días), porcentaje de preñez a palpación a 60 días, fertilidad por toro, fertilidad por inseminador.

En este proyecto, no fue posible realizar un análisis completo de la reproducción por la falta de datos y por el reducido tamaño de los hatos.

### *Análisis del manejo de hato*

Se establecieron hojas de “problemas y soluciones” para cada rancho y, posteriormente, un cuadro-resumen para los datos generales de los pequeños productores de la zona. Acorde con la filosofía de la medicina de producción, se organizaron los resultados en las siguientes áreas de manejo: nutrición para la producción, salud de ubre y calidad de leche, reproducción, crianza de reemplazos, salud del hato, economía y administración, bienestar animal y ecología y agricultura sustentable (cuadro 3).

### *Método estadístico*

En muchas ocasiones, debido al pequeño número de animales por unidad productiva y a la diversidad de manejo y alimentación entre las diferentes explotaciones, no es factible realizar un análisis estadístico formal; por lo que el análisis de datos se enfoca en identificar tendencias y relaciones, en donde los valores presentados expresan las medias poblaciones y desviaciones estándar.

Asimismo, se recomienda llevar un seguimiento mensual de las mismas variables, para detectar cambios en el tiempo que permitan conocer los patrones de desarrollo de la empresa y del sistema productivo.

## Diagnóstico productivo y económico del sistema de lechería familiar

### *Diagnóstico socio-económico y productivo*

Las UFL's incluidas en este proyecto pertenecen a comunidades de alta y muy alta marginación. Todos los productores son ejidatarios, con parcelas de cuatro a cinco hectáreas; la mayoría realiza cultivos de maíz forrajero de temporal y rentan praderas para su pastoreo durante la época de lluvias.

Casi todos los productores tienen tractores e implementos agrícolas propios, resultado de proyectos de apoyo gubernamental, pero que utilizan una vez al año; y muy pocos maquilan el servicio de ensilado para otros agricultores. Ninguno de los productores en

este proyecto tiene pozo o sistema de riego en sus terrenos, aunque algunos pueden comprar tiempo de riego a vecinos que sí tienen pozos.

Los productores ordeñan entre cuatro y 15 vacas; y mantienen, además, becerras, vaquillas en crecimiento y, en casi todos los casos, un toro para monta directa. La raza predominante es la Holstein; pero algunos animales son de raza Pardo Suizo y/o cruzas con el mismo, y todavía se ven algunas vacas con genética criolla, pero muy poca mezcla de sangre cebuina (*Bos indicus*).

La calidad genética del ganado es muy variable: la mayoría de los animales son crías de toros del rancho, de desconocida calidad genética; por lo tanto, los productores las consideran “malas productoras” de leche (cuadro 2).

**Cuadro 2**  
**Relación de las Unidades Familiares de Lechería (UFL's)**  
**incluidas dentro del proyecto y su producción de leche inicial diaria (L/d)**  
**y proyección a 305 días calculada (Proy-305).**

Comunidad <sup>1</sup> / UFL <sup>2</sup>	Vacas en leche	Vacas secas	Vaquillas	Becerras	Toro	Total animales	Prod. Vaca/día	Proy-305d
LD / AJ	8	2	3	1	1	15	20.78	6338
LD / AM	15	4	5	4	1	29	15.40	4697
LD / HG	6	1	2	1	1	11	18.30	5582
LH / JIH	10	1	2	2	1	16	14.44	4404
LH / GH	7	2	2	1	0	12	14.00	4270
LH / JH	8	1	3	1	0	13	14.00	4270
LH / PH	7	2	2	1	0	12	14.00	4270
EC / MM	8	1	5	2	1	17	13.00	3965
EC / BM	4	0	0	0	1	5	11.75	3584
EC / GP	4	0	1	2	1	8	17.42	5313
Totales	77	14	25	15	7	138	1178.8	46693
Promedio (± DE)	7.7 (3.2)	1.4 (1.17)	2.5 (1.58)	1.5 (1.08)	0.7 (0.48)	13.8 (6.44)	15.31 (2.73)	4669 (833.7)

<sup>1</sup>Comunidades: LD = Los Durón; LH = Los Hernández; EC = El Cardón; Prod. = Producción; Proy. = Proyección.

<sup>2</sup>UFL's participantes en el proyecto, según iniciales del propietario.

### *Análisis general del sistema producto leche*

En este proyecto se buscó caracterizar la cadena de valor lechero: desde la producción agrícola, la producción de leche, el enfriamiento, transporte, transformación y comercialización de la leche fluida o de los productos derivados. En esta etapa se hizo especial énfasis en la producción de leche, por lo que se buscó analizar la eficiencia productiva de los pequeños productores e identificar alternativas de solución viables.

Se presenta una perspectiva resumida de los problemas principales de las UFL´s en el cuadro 3, según la Medicina de Producción; y, posteriormente, se analiza a profundidad la situación de la nutrición y alimentación del ganado.

### Cuadro 3

#### Análisis de la problemática de los hatos en el estudio.

<i>Área de trabajo</i>	<i>Problemática</i>	<i>Alternativas de solución</i>
Control de datos	No se llevan registros completos, desconocimiento de parámetros productivos y reproductivos, animales no están "aretados".	Usar cuaderno, "aretar" ganado, computadora con programa de manejo de hatos, capacitar persona para manejo de datos.
Nutrición para la producción	Proy305 < 6000, pastoreo no controlado, sobrepastoreo, dietas bajas en MS, ENLac, PC, concentrado caro, dieta única.	Asegurar alimento para todo el año, incrementar cantidad de MS, ENLac, PC. Ajustes a dieta. Pastoreo controlado.
Salud de ubre y calidad de leche	Ordeña manual, equipos rústicos, falta pre-sello y sellado de ubre, leche caliente. Una sola persona ordeña sólo 10-15 vacas.	Equipos portátiles de mejor calidad, lavado y pre-sello de ubres, análisis de calidad de leche y de mastitis subclínica, trabajo colaborativo.
Reproducción	Faltan registros, no se conocen parámetros reproductivos, no se insemina, calores perdidos.	Registrar en agenda, libros y computadora con programa de manejo de hato, establecer programa reproductivo, capacitación en palpación e inseminación, termo de semen por grupo.
Crianza de reemplazos	Falta de registros y aretes, dieta baja en proteína, no se sincroniza, 1er. parto > 26 meses, 1 <sup>a</sup> lactancia mala.	Registros en libros, computadora, identificar con dos aretes, 18% PC primer año, evitar vaquillas gordas; meta: 1er. parto 24 meses 153 cm y 550 kg.
Sanidad y salud de hato	Pérdida de peso en época seca, baja fertilidad y producción, desnutrición crónica.	Garantizar alimento todo el año, uso de vitaminas y minerales.
Economía y administración	Precio de leche muy bajo, bajos costos de producción por mano de obra barata, pero costo por litro alto por baja producción, bajas utilidades.	Incrementar el gasto en alimentación para incrementar la producción de leche. Dar valor agregado (quesos, yogurt, helados), comercialización directa. Compras en cooperativa.
Ecología y bienestar animal	Falta acceso al agua, incrementar bordos. Falta control de moscas. Sobrepastoreo en verano, estabulación en invierno, problemas de estiércol, faltan sombras.	Fuentes de agua limpia y abundante, acceso a pozos. Programa de control de moscas (físico, químico, biológico).
Agricultura pecuaria	Productores de maíz de temporal para ensilado. Tienen tractores pero no los comparten. Ensilados de mala calidad.	Agua de pozo para riegos de apoyo. Trabajo colectivo: tres tractores por parcela. Capacitar en el auto-inoculador de ensilados.

El promedio de producción por vaca, por lactancia, analizado en este proyecto fue bajo ( $5,609 \pm 1,862$  litros por lactancia - 305 días); lo cual no permite mayores utilidades a los productores. Sin embargo, la percepción de los mismos es que el precio de la leche “caliente” es muy bajo ( $\$3.70$  a  $\$3.90$ , promedio  $\$3.80 \pm \$0.10$ ); y, por lo tanto, no quieren invertir más en alimentación.

El análisis de los costos de producción —tal y como ellos lo calculan— arrojan costos relativamente bajos; sobre todo, durante la época de lluvias, lo que les permite pastorear por  $\$5.00$ /vaca/día, reduciendo el costo de alimentación ( $\$2.37/d \pm \$0.37$ ). No obstante, estos costos no incluyen sueldos, ni costos de operación; por lo que el verdadero costo es más alto ( $\$3.42/L \pm \$0.33$ ).

Aparentemente, los pequeños productores lecheros obtienen mejores utilidades por litro de leche producido ( $\$0.30$  a  $\$0.40/L$ ), comparado con los grandes hatos lecheros; los cuales tienen costos de producción más altos ( $\$4.30/L$ , punto de equilibrio  $24.50 L/vaca/día$ ), pero también consiguen mejores precios para la leche ( $\$4.50/L$ ). Sin embargo, los pequeños niveles de producción ( $3,500 L/mes \pm 1,384$ ) reducen los ingresos mensuales por familia ( $\$1,456.00 \pm \$1,336.00$ ) a niveles que no les permiten salir de la pobreza.

Los costos que más afectan la economía de los pequeños productores son los alimentos balanceados ( $\$3.70$  a  $\$3.85/kg$ ) y los suplementos energéticos (grano de maíz:  $\$3.30/kg$ ) y proteicos (pasta de soya  $\$5.50/kg$ ). En comparación, el costo de alfalfa es relativamente bajo ( $\$2.30/kg$  a  $\$2.70/kg$ ), siempre y cuando tenga la calidad esperada; por lo que es importante enseñarles a alimentar las vacas con pasturas de calidad, en lugar de granos (cuadro 4).

### *Nutrición para la producción*

El análisis de las pesadas de leche y de las curvas de producción demostró que las vacas tienen proyecciones a 305 días de menos de 6,000 litros ( $5,609 \pm 1,862$ ), con producciones promedio menores a 16 litros ( $15.17 \pm 5.54$ ), con picos de producción muy variables (rangos desde 16 hasta 40 litros); en comparación al estándar de la raza Holstein que —en 2011, en EU— fue de 10,616 kg a 365 días, con producciones récord de hasta 32,688 kg al año (Holstein Association USA, 2011).

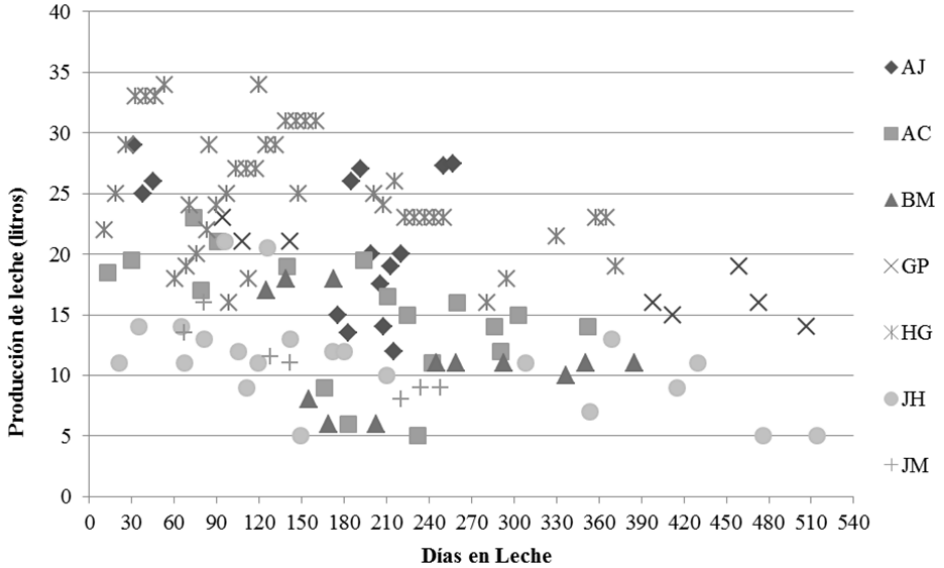
La gráfica de dispersión entre Días en Leche (DEL) y la producción de leche permiten ver la gran disparidad en producciones entre vacas y entre los diferentes establos, por lo que resulta inadecuado tratar de ajustar una curva de lactancia promedio al total de los datos (figura 2).

Esto se ha intentado en otros estudios con pequeños productores lecheros con ciertas dificultades, donde se analizaron en conjunto tanto las “buenas” como las “malas” lactancias (Val Arreola *et al.*, 2004, 2005, 2006); sin tomar en cuenta que las bajas producciones son un efecto tanto de la mala nutrición como de la mala selección genética, y no características propias del sistema productivo.

En cambio, en este proyecto se buscó demostrar que es posible que las UFL's mejoren sus niveles de producción de leche y rentabilidad económica con manejo, alimentación y control de datos adecuado.



Figura 2  
 Producción de leche (litros/d) de todas las vacas en la prueba,  
 por Unidad Familiar de Lechería (UFL) y por días en leche.



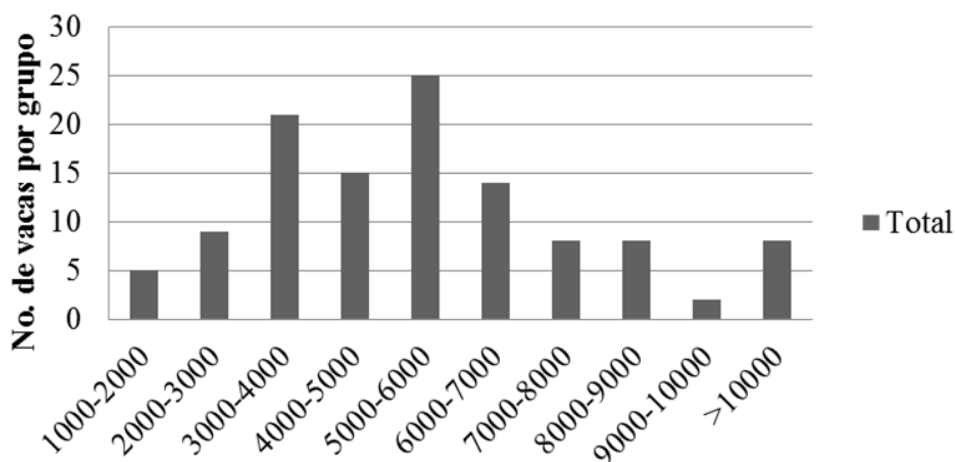
Nota: A cada vaca se le midió cinco veces su producción de leche. Leyenda: UFL's participantes en el proyecto, según iniciales del propietario.

En los grandes hatos lecheros se considera que, entre los 20 y 200 DEL, que corresponde al periodo de mayor productividad, no debe haber vacas con menos de 20 litros de producción, ya que esto representa una proyección a 305 días de menos de 6,000 kg y es resultado de una mala preparación al parto y una mala nutrición.

En el caso de los pequeños productores, una gran cantidad de vacas están en este cuadro y tienen proyecciones a 305 días muy bajas, con la media del grupo entre 5,000 a 6,000 kg/305d, aunque existen vacas muy altas productoras (> 9,000 kg/305d) (figura 3).

Figura 3

Número de vacas por grupo de Proyección a 305 días (DairyLive® ver. 3.02).



**Grupo de vacas según proyección a 305 días**

Nota: Se incluyen sólo vacas con más de 100 DEL al inicio del estudio (n=54 vacas).

Al inicio del proyecto se observó que, dentro de un mismo hato, todas las vacas recibían una misma alimentación, basada en pastoreo y rastrojo y/o ensilado de maíz al mediodía, y suplementación con alimento balanceado o mezcla propia durante la ordeña (8 a 10 kg/vaca/día), sin distinción del estado reproductivo o nivel de producción de cada individuo. Esto tenía como efecto que las vacas estuvieran sub-nutridas al inicio de la lactancia y sobre-nutridas al final de la misma.


La cantidad total de alimento ofrecido en las explotaciones lecheras evaluadas resultó muy baja comparada con los requerimientos necesarios para mantener la producción de leche (cuadro 4).

**Cuadro 4**  
**Dietas utilizadas por las Unidades Familiares de Lechería (UFL´s)**  
**de tres comunidades de Aguascalientes.**

Ingredientes	Nutrientes <sup>1</sup>			Cantidad de alimento por UFL <sup>2</sup> (kg/d BTC)									
	MS	EN <sub>Lac</sub>	PC	AJ	ACM	HG	JIH	GH	JH	PH	MM	BM	GP
Concentrado	89	1.65	18	10	8.3	10					4.2	3.1	4
Pastoreo	20	1.15	16	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30
Heno de alfalfa	88	1.35	19	2							8		
Silo de maíz	30	1.40	6			15					6	6	
Rastrojo de maíz	92	0.95	5		2.5	0					2	2	5
Cascarilla soya	91	1.60	16				5	5	5	5			
Pasta de soya	89	2.01	44				1	1	1	1			
Maíz molido	88	1.90	8				2	2	2	2			2
Maíz rolado	87	2.00	8									2.4	
Total				27.0	25.8	40.0	23.0	23.0	23.0	23.0	35.2	43.5	41.0

<sup>1</sup>Nutrientes: Materia Seca MS (%), Energía Neta de Lactancia ENLac (Mcal/kg MS), Proteína Cruda PC (%) BTC = Base Tal Cual; <sup>2</sup>UFL's participantes en el proyecto, según iniciales del propietario.

Por ejemplo, para soportar la producción promedio de los hatos (15.4 L/d) se calculó que el aporte de nutrientes fue menor a los requerimientos de Materia Seca (13.1 vs. 17.1 kg MS/día), Energía Neta de Lactancia (19.0 vs. 23.9 Mcal ENLac/día) y proteína cruda (2.0 vs. 2.1 kg PC/día). En otras palabras: la dieta que recibieron las vacas resultaría incluso insuficiente para alimentar a una vaca baja productora, en el último tercio de lactancia, con una producción menor a 16 litros.

Para aumentar la producción de leche es necesario incrementar la cantidad total de nutrientes (en especial, la energía), sin descuidar la proteína y la fibra efectiva. Para esto, se ofreció a las vacas un suplemento alimenticio  “kit de arranque”) basado en las deficiencias energéticas y/o proteicas observadas en las UFL´s y calculadas con programa de balanceo de raciones por computadora (Spartan Ver. 3.0) (cuadro 5).

## Cuadro 5

Análisis de requerimientos y aportes nutricionales de las raciones ofrecidas en diez Unidades de Lechería Familiar (UFL's) del estado de Aguascalientes y el máximo de leche potencialmente producible, calculado a partir de Materia Seca (MS), Energía Neta de Lactancia ( $EN_{Lac}$ ) y Proteína Cruda (PC).

	UFL's <sup>1</sup>									
	AJ	ACM	HG	JIH	GH	JH	PH	MM	BM	GP
Producción actual	20.8	15.4	18.3	14.4	14.4	14.4	14.4	13.0	11.8	17.4
Producción esperada	22.0	18.0	25.0	15.0	15.0	15.0	15.0	21.0	18.0	24.0
Req MS (kg/día)	18.8	17.1	18.0	16.8	16.8	16.8	16.8	16.3	15.9	17.7
Req $EN_{Lac}$ (Mcal/día)	27.7	23.9	26.0	23.2	23.2	23.2	23.2	22.2	21.3	25.3
Req PC (kg/día)	2.5	2.1	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	2.2
Aporte MS (kg/día)	13.7	12.7	16.4	10.2	10.2	10.2	10.2	17.4	14.5	15.9
Aporte $EN_{Lac}$ (Mcal/día)	20.5	17.8	24.4	15.9	15.9	15.9	15.9	23.3	19.9	20.5
Aporte PC (kg/día)	2.4	1.9	2.3	1.7	1.7	1.7	1.7	2.7	1.8	2.0
Max Leche MS (L/d)	4.6	1.6	13.3	-6.4	-6.4	-6.4	-6.4	16.4	7.3	11.7
Max Leche $EN_{Lac}$ (L/d)	10.7	6.9	16.2	4.2	4.2	4.2	4.2	14.6	9.9	10.6
Max Leche PC (L/d)	20.2	13.1	19.3	10.4	10.4	10.4	10.4	24.1	11.7	13.8
Max Leche total	10.7	6.9	16.2	4.2	4.2	4.2	4.2	14.6	9.9	10.6
Deficiencia	EN <sub>Lac</sub>	PC	P-E	P-E	P-E	P-E	P-E	P-E	PC	PC
Kit de arranque <sup>2</sup> (kg/vaca/d)	Maíz 2 kg	Alf 4 kg	Alf 4 kg	Alf 4 kg	Ctrl	Ctrl	Ctrl	Ctrl	Alf 4 kg	Alf 4 kg

<sup>1</sup> UFL's participantes en el proyecto, según iniciales del propietario. Las UFL's GH, JH, PH y MM decidieron no participar en el experimento y no se les modificó la ración; por lo que se consideraron como controles (Ctrl).

<sup>2</sup> Se suplementó al ganado según sus deficiencias principales: Deficiencia energética: Maíz roado (2 kg/vaca/d); deficiencia de proteína cruda (PC) o proteica-energética (P-E): Alfalfa en heno (4 kg/vaca/d).

El análisis de los picos de producción alcanzados muestra que éstos son ligeramente superiores a los predichos por la cantidad de alimento consumido; pero esto se debe al uso de las reservas corporales durante el primer tercio de la lactancia. La forma de la curva de lactancia demuestra que las vacas se quedan sin reservas corporales antes de alcanzar su pico óptimo; por lo tanto, no alcanzan a expresar su potencial genético.

Debido a que todos los ranchos manejan una sola ración y el concentrado se ofrece en la sala de ordeña, una recomendación que se implementó en todos los hatos fue clasificar a las vacas según sus días en leche y niveles de producción y dividir las en tres grupos con tres niveles de suplementación de concentrado (Alto: 10 kg, Medio: 8 kg, y Bajo: 6 kg); esto, con el objetivo de optimizar la producción de leche y reducir costos.

Asimismo, se hizo especial énfasis en modificar la forma en que se ofrecía el alimento, ya que el concentrado se daba todo durante las dos ordeñas del día; lo cual estaba produciendo problemas de acidosis ruminal subclínica (Enemark, 2008).

La recomendación final se basó en: a) ofrecer una dieta estándar a todas las vacas en producción, incluyendo 4 kg de concentrado junto con los forrajes habituales (ensilado de maíz, rastrojos, alfalfa henificada) en el pesebre y dividirla en dos porciones: una a ser ofrecida en la mañana y otra en la tarde; b) suministrar el resto del concentrado especificado para cada vaca durante las dos ordeñas (Altas: 3 + 3 kg; Medias: 2 + 2 kg; Bajas: 1 + 1 kg), con lo que se logró ajustar los niveles de energía y proteína a la vez que reducir los problemas de acidosis ruminal.

Las dietas se modificaron de acuerdo a las deficiencias nutricionales más importantes. Para deficiencia puramente energética se adicionaron 2 kg de maíz rolado (\$6.40/vaca/día) y para deficiencia de proteína y energía se adicionaron 4 kg de alfalfa (\$10.80/vaca/día). Con esto se esperaba un incremento en la producción de leche proporcional a los nuevos niveles de  $EN_{Lac}$  y PC ofrecidos (hasta 4 L/vaca/día, ingreso de \$15.20/vaca/día); sin embargo, el resultado fue significativamente menor (media 2.25 litros vaca/día, ingreso \$8.55/vaca/día), lo cual implicaría que varios ranchos hubieran perdido dinero de haber implementado estos cambios de dieta.

Sólo en una UFL (HG), la suplementación de alfalfa logró incrementar la producción del hato significativamente (de 18.3 a 24.1 litros/vaca/día), lo cual representó un cambio en la proyección de leche de 6,000 a 8,000 kg. Cabe mencionar que este rancho era el que estaba dando mayor cantidad de alimento desde el inicio, por lo que la cantidad de energía y proteína de la dieta, para reponer condición corporal fue menor, y más nutrientes pudieron ser derivados a leche.

Cuadro 6  
Resultados productivos y económicos de la suplementación alimenticia  
en Unidades de Lechería Familiar (UFL's) del estado de Aguascalientes, México.

Item	UFL's <sup>1</sup>											Media	DE
	AJ	ACM	HG	JIH	MM	BM	GP	Suma	Media	DE			
Vacas, #	8	15	6	10	8	4	4	55	7.9	3.8			
Prod. Leche inicio (L/d)	20.8	15.4	18.3	14.4	13.0	11.8	17.4	872	15.9	3.2			
Prod. Leche final (L/d)	22.0	18.0	24.0	17.0	18.0	16.0	24.0	1064	19.9	3.4			
Ingreso inicio, \$	19,709	27,387	13,018	16,681	11,698	5,287	7,838	101,618	14,517	7,498			
Ingreso final, \$	20,867	32,011	17,073	19,638	16,197	7,199	10,798	123,783	17,683	7,949			
Costo inicio, \$	15,076	21,911	12,441	12,468	14,189	5,685	7,102	88,871	12,696	5,375			
Costo final, \$	16,663	26,847	14,422	15,762	14,189	7,009	8,426	103,317	14,760	6,472			
UHM inicio, \$	4,634	5,476	577	4,213	-2,491	-398	736	12,748	1,821	2,979			
UHM final, \$	4,204	5,165	2,651	3,877	2,008	190	2,372	20,466	2,924	1,646			
Diferencia UHM, \$	-430	-312	2,074	-337	4,499	588	1,636	7,718	1,103				
UVM inicial, \$	579	365	96	421	-311	-100	184		176	310			
UVM final, \$	525	344	442	388	251	47	593		370	182			
Diferencia UVM, \$	-54	-21	346	-34	562	147	409		194	247			

Nota: UHM: utilidad-hato-mes, UVM: utilidad-vaca-mes (UHM/vacas); <sup>1</sup>UFL's participantes en el proyecto, según iniciales del propietario; moneda \$ = pesos mexicanos.

La baja respuesta a la suplementación puede ser explicada, en parte, por la sequía que se presentó en los meses de agosto y septiembre de 2009; lo cual redujo el aporte nutricional por pastoreo y que fue repuesto, parcialmente, por los ingredientes adicionados.

Por otro lado, es necesario reconocer que, parte de la energía y proteína suplementada, tiene que cubrir los requerimientos de mantenimiento y crecimiento de vacas que han estado sub-nutridas durante gran parte de la presente lactancia y no puede derivarse totalmente hacia la producción de leche.

Estos resultados sugieren que la suplementación parcial no es la solución definitiva para los pequeños hatos lecheros, y que es necesario establecer programas de alimentación completos destinados a cubrir los requerimientos nutricionales de las vacas para cada etapa de producción.

La vaca lechera utiliza una cantidad de energía y proteína para llenar sus requerimientos de mantenimiento; tras lo cual, el remanente se puede destinar a la producción de leche, con un incremento en forma lineal con la energía y proteína ofrecida; por lo que resulta económicamente más rentable alimentar con dietas de altas productoras a las vacas, incluso con precios de leche bajos.

Una alternativa para mantener bajos los costos de producción es mejorar las técnicas de pastoreo, para lo cual se deben introducir especies de gramíneas y leguminosas más productivas y de mayor calidad nutricional, cambiar a un pastoreo rotacional para evitar el sobrepastoreo; especialmente, al inicio del periodo de lluvias, mejorar las técnicas de fertilización y evitar la compactación del terreno.

## Recomendaciones para mejorar el sistema de lechería familiar

La mejoría de los sistemas basados en el diagnóstico realizado deben enfocarse en las áreas de oportunidad para mejorar la economía de las unidades familiares de producción lechera; se indican, en este caso, cuatro áreas: A) selección genética y productiva de las vacas, B) incrementar la producción de leche, C) suplementación nutricional o “kit de arranque”, y D) dar un valor agregado al producto lácteo.

### A) Selección genética y productiva de las vacas

Es necesario llevar a cabo una selección del mejor ganado productor (“las vacas”) y eliminar las vacas bajas productoras (“las bocas”) (Gutiérrez-Lozano y Häubi-Segura, 2010).

A continuación se presenta el resultado de un modelo de selección y desecho programado a partir de una situación hipotética.

Se toma como ejemplo una UFL de 22 vacas (cuadro 7), con una producción de 137,000 litros al año, con vacas desde 2,000 hasta 11,000 litros por lactancia (media  $6,227 \pm 2,328$ ), con un promedio de 20.40 litros  $\pm 7.60$ , y una utilidad-hato-mes (UHM) de sólo \$1,116 y utilidad-vaca-mes (UVM) de \$51.70 (NOTA: para este ejercicio se utilizaron únicamente utilidades brutas; es decir, utilidades sobre el costo de alimentación).

Resulta evidente que con estas utilidades no es posible mantener una familia; sin embargo, por medio de un sistema de desecho programado se demostrará que es posible mejorar la economía familiar.

Por lógica, este rancho tiene 11 vacas por arriba del promedio, y 11 vacas por debajo del mismo, donde éstas últimas se están comiendo literalmente las utilidades generadas por las vacas productoras buenas. Para mejorar la producción y las utilidades económicas se debe eliminar, por lo menos, a la mitad de las vacas malas (1/4 del hato = 25% de desecho anual = 6 vacas /año) y comprar, con esto, alimento de calidad. Se supone que un hato lechero puede crecer a partir de sus reemplazos en un 10% al año (35% nuevas vaquillas al parto, menos 25% de desecho voluntario).

Primero, se eliminan las dos vacas más malas del hato (vacas viejas, con mastitis crónicas, abortadas o “pateadoras”) y se compra alimento para las 20 vacas restantes. Si se obtienen \$6,000.00 de cada vaca de rastro se pueden comprar 4,000 kg de alfalfa en heno que permitirá alimentar durante 50 días a las 20 vacas restantes.

A continuación, se venden las siguientes dos vacas más malas (vacas abiertas, de baja producción, que ya no se deben cargar) y se vuelve a comprar alimento; ello permite alimentar a las 18 vacas restantes de forma más eficiente durante 55 días.

Posteriormente, esperar a que las vacas reaccionen al incremento de alimento y volver a seleccionar a las siguientes vacas más malas, comprar alimento y eliminar a las siguientes dos vacas más malas; lo que permite alimentar a las 16 vacas restantes durante 60 días.

En un programa de desecho más agresivo, si se eliminan otras dos vacas (36 % de desecho) y se guardan únicamente las 14 vacas con una Proy305 mayor a los 6,000 litros, se incrementa significativamente el promedio del establo ( $7,571 \pm 1,654$ ;  $24.82 \text{ L/vaca/día} \pm 5.4$ ), con lo que se obtiene una utilidad todavía mayor y se puede mantener una alimentación de calidad (cuadro 7).



**Cuadro 7**  
**Análisis productivo y económico del efecto de selección genética**  
**y desecho voluntario por eliminar dos vacas cada dos meses en una**  
**Unidad Familiar de Producción Lechera (UFL) hipotética de 22 vacas.**

	<i>Número de vacas iniciales</i>				
	22	20	18	16	14
Valor vaca eliminada	\$6,000	\$6,000	\$6,000	\$6,000	\$6,000
No. vacas eliminadas	2	2	2	2	2
Ingreso por eliminación	\$12,000	\$12,000	\$12,000	\$12,000	\$12,000
No. vacas restantes	20	18	16	14	12
Costo dieta (\$/día)	\$80	\$80	\$80	\$80	\$80
Uso de alfalfa (kg/vaca/día)	4	4	4	4	4
\$Alfalfa (\$/kg)	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3
Compra alfalfa (kg)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Uso alfalfa (kg/día)	80	72	64	56	48
Tiempo uso alfalfa (días)	50	55.5	62.5	71.4	83.3
Precio leche	\$4.00	\$4.00	\$4.00	\$4.00	\$4.00
Total producción <sup>1</sup> (L/hato/año)	137,000	132,000	125,000	116,000	106,000
Proyección 305d <sup>2</sup> (L)	6,227	6,600	6,944	7,250	7,571
Producción (L/vaca/día)	20.42	21.64	22.77	23.77	24.82
Ingreso por vaca (\$/vaca/día)	\$81.7	\$86.6	\$91.1	\$95.1	\$99.3
- Costo dieta (\$/vaca/día)	-\$80.0	-\$80.0	-\$80.0	-\$80.0	-\$80.0
= Utilidad por vaca (\$/vaca/día)	\$1.7	\$6.6	\$11.1	\$15.1	\$19.3
Utilidad vaca mes <sup>3</sup>	\$51.7	\$200.6	\$337.4	\$459.0	\$586.7
Utilidad hato día (\$/hato/día)	\$36.7	\$131.1	\$199.3	\$241.3	\$270.2
Utilidad hato mes <sup>4</sup>	\$1,116.3	\$3,986.9	\$6,060.1	\$7,335.9	\$8,213.0
Cambio en utilidad	100 %	357 %	543 %	657 %	736 %

<sup>1</sup> Calculado de la producción total de vacas al inicio, con proyecciones de 2,000 a 11,000 litros a 305 días, de donde se eliminan, bimensualmente, las dos vacas menos productoras. <sup>2</sup> División del total de leche entre el número de vacas al inicio del periodo. <sup>3</sup> Utilidad vaca/hato por día x 30.40 días para obtener la utilidad-vaca-mes (UVM) y <sup>4</sup> utilidad por hato por mes (UHM). Moneda \$ = peso mexicano.

Nota: Precios válidos al 1º de octubre de 2010.

Los indicadores que mejor representan la eficiencia productiva y económica son la utilidad-hato-mes (UHM) y la utilidad-vaca-mes (UVM). El primero, permite valorar el ingreso familiar mensual; mientras que el segundo permite comparar ranchos de diferente tamaño y nivel de tecnificación. Así, el UVM \$1,000.00 es el valor más alto de la región de Aguascalientes y el referente de control.

Si el rancho de 22 vacas inicialmente obtenía utilidades totales muy bajas (UHM \$1,116.00) y una UVM de sólo \$51.70, ahora, con sólo 14 vacas, puede ganar seis veces más (UHM \$7,336.00, UVM \$459.00). Y con 12 vacas se puede ganar, incluso, más (UHM \$8,200.00, UVM \$586.70).

Por otro lado, si se sigue eliminando ganado hasta tener sólo 10 vacas, la UHM y la UVM mejoran significativamente (\$8,384.00, \$838.00, respectivamente); pero la utilidad relativa empieza a disminuir, según la ley de las utilidades marginales decrecientes; por lo que no se recomienda pasar del 90% de la utilidad más elevada.

En el cuadro 7 se muestra que, inclusive, cuando no hay cambios en la dieta o en el manejo que lleven a una mejora en la producción por vaca, con el simple hecho de eliminar las vacas menos productoras se logra un incremento en la utilidad de la empresa. En forma empírica, varios ganaderos han llevado a cabo análisis similares y refieren que “tenían mayores ganancias cuando ordeñaban menos vacas”. La causa de esta pérdida económica no está en el mayor número de animales *per se*, sino que al incrementar el tamaño del hato se dividió el alimento disponible para el ganado. Aquí la solución es tener “menos bocas y más vacas”.

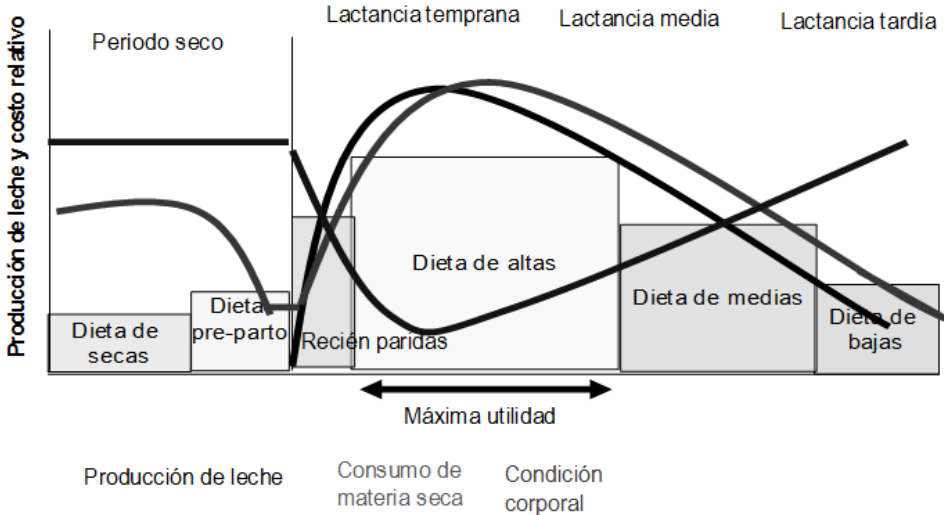
### *B) Incrementar la producción de leche*

El análisis productivo y económico de las UFL's demuestra que el sistema actual de producción, basado en el mínimo uso de recursos y dietas de bajo costo (que no cubren los requerimientos de materia seca, energía y proteína de las vacas durante el primer tercio de lactancia), no permite alcanzar producciones de leche económicamente sustentables.

Para esquematizar dichas relaciones, se imprimió un “poster” para los ganaderos, donde se marcan las curvas de producción de leche, consumo de materia seca y condición corporal, así como los costos relativos de cada ración (figura 4).

Figura 4

“Poster” entregado a los ganaderos que muestra la relación de las curvas de producción de leche (Leche), consumo de materia seca (CMS), condición corporal (CC) y el costo relativo de las dietas para cada etapa productiva.



El aparente “ahorro” que se hace en el alimento tiene efectos negativos en la producción, la reproducción y la salud de los animales. La razón por la cual resulta más económico alimentar a una vaca con dietas caras se debe a que para mantener viva una vaca se deben cubrir primero los requerimientos de Energía Neta de Mantenimiento ( $0.08 \cdot \text{Peso Vivo}^{0.75}$ , aprox. 9 a 12 Mcal  $\text{EN}_{\text{Mant}}/\text{día}$ ), y solamente después del excedente de energía neta se puede empezar a producir leche.

La curva de energía contra producción de leche demuestra que después de los primeros 12.9 Mcal de  $\text{EN}_{\text{Mant}}$ , la producción de leche incrementa —en forma lineal— hasta los 40 litros; lo que representa un incremento de 1.40 litros por cada Mcal de  $\text{EN}_{\text{Lac}}$  adicional, tomando en cuenta 0.715 Mcal por litro de leche.

En el cuadro 8 se presentan los requerimientos de energía, proteína, costo, precio de leche y utilidades a diferentes niveles de producción.

**Cuadro 8**  
**Costos de producción de leche a diferentes niveles de producción**  
**(0 a 50 litros por día) y análisis económico de las raciones.**

Nutrientes	Producción de leche (L/d)					
	0	10	20	30	40	50
ENLac (Mcal/d)	12.9	20	27.2	34.3	41.5	48.6
PC (kg/d)	1.02	1.71	2.39	3.08	3.76	4.45
Costo ración (\$/d)	\$ 25	\$ 35	\$ 55	\$ 65	\$ 85	\$ 100
Precio leche (\$/L)	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4
Ingreso por vaca (\$/d)	\$ 0	\$ 40	\$ 80	\$ 120	\$ 160	\$ 200
Utilidad por vaca (\$/d)	-\$ 25	\$ 5	\$ 25	\$ 55	\$ 75	\$ 100
Costo por litro (\$/L)		\$ 3.50	\$ 2.75	\$ 2.17	\$ 2.13	\$ 2.00

\$ = Pesos mexicanos.

El cuadro 8 muestra que, a mayor producción de leche —incluso a costos muy elevados de alimentación— se logran mayores utilidades por animal y resulta más barato el litro de leche producido. Esto se debe a que, una vez cubiertos los requerimientos de mantenimiento de energía y proteína de la vaca, el alimento adicional se puede convertir a leche. Si el costo de una Mcal de EN<sub>Lac</sub> es de \$1.50, y para producir 20 litros de leche se requieren 27.20 Mcal, entonces el costo es de \$40.80; esto es: \$2.04 por litro; pero producir 40 litros requiere sólo 41.5 Mcal y cuesta \$62.25, lo que equivale a \$1.56 por litro, 24 % más barato.

El análisis de los costos de la proteína en la dieta también arroja una eficiencia mayor cuando se produce cerca del máximo potencial de las vacas; lo cual explica por qué los establos de altos productores son más eficientes que los bajos productores.

Por lo anterior, es importante que los pequeños productores empiecen a incrementar la cantidad de alimento desde la lactancia temprana (de preferencia, desde el periodo de transición), para así elevar la producción y productividad de las vacas.

Uno de los graves problemas de la ganadería mexicana es la dependencia de los granos de importación, los cuales están sujetos a los precios de los energéticos. Una de las alternativas de solución es basar las dietas en pasturas de alta calidad, incluyendo especies arbustivas y arbóreas, las cuales son producidas en forma local y a menor costo que los granos.

### C) *Suplementación nutricional o “kít de arranque”*

Lo ideal es que se deberían modificar las dietas de acuerdo con en el modelo de asesoría nutricional utilizado con los grandes productores lecheros; esto significa realizar análisis bromatológico de los ingredientes y formulación de dietas a mínimo costo por computadora, esto es: producir más con menores costos.

Sin embargo, las dietas utilizadas por los pequeños productores corresponden a dietas para vacas “bajas productoras” (en su 3er. tercio de lactancia), con bajos niveles de materia seca, energía y proteína, lo que hace imposible mejorar la producción de leche.

En virtud de este problema, en este proyecto se ofreció a los productores un “kit de arranque” (una cantidad de alimento extra por vaca): ya fuera alfalfa en heno para incrementar proteína y fibra en la dieta o maíz rolado para incrementar la energía de la dieta basal. Esta adición de nutrientes tuvo un efecto parcial; ya que, en algunos ranchos, no se notó una diferencia significativa (principalmente, debido a la sequía y la pérdida del valor nutritivo de las praderas); mientras que, en otros ranchos se logró un efecto positivo en la producción (de 18 a 24 litros/vaca/día) y en la condición corporal de las vacas. Ello demuestra que las vacas que tienen la calidad genética adecuada y que se encuentran en el primer tercio de lactancia pueden responder favorablemente a la dietas para altas productoras.

Por otro lado, se observó que vacas de bajo mérito genético, con baja condición corporal y en el segundo o tercer tercio de lactancia (vacas medias y bajas productoras) ya no incrementaban significativamente la producción de leche; sin embargo, esta suplementación se debe realizar, ya que resulta necesaria para preparar a la vaca para la siguiente lactancia.

El hecho de suplementar a las vacas para llevarlas a un mayor nivel de producción implica un costo adicional para el ganadero (\$10.00/vaca/día), por lo que requiere de un incremento en la producción de más de 3.0 litros/día para pagar el costo adicional. Esto es factible, siempre y cuando la suplementación se inicie en el periodo de transición y se continúe durante todo el primer tercio de la lactancia; y, de preferencia, continuarlo hasta la mitad de la lactancia. Si se inicia la suplementación en la lactancia media o tardía, los nutrientes se utilizan para compensar la pérdida de condición corporal generada por la mala alimentación.

Otro aspecto relevante que se propone al sector gubernamental es que apoye a los pequeños productores lecheros a través de créditos que puedan ser utilizados como capital de trabajo, basado en un paquete tecnológico para suplementar los nutrientes que requiere cada vaca (denominado “kit de arranque” en este proyecto); está diseñado para que cada vaca se prepare adecuadamente desde el periodo de transición (preparto: 21 días antes del parto, y periodo post-parto: 21 días después del parto) y hasta pasar el pico de lactancia (100 DEL), lo que comprende 120 días de suplementación basada en pasturas de alta calidad (unos \$10.00 en el periodo preparto y posparto y \$15.00 en el periodo de alta producción: \$1,600.00 pesos por vaca por una sola lactancia).

Las vacas suplementadas deben responder con un incremento en la producción de leche que compensaría el dinero invertido y permitiría mantener la alimentación de la vaca durante el resto de la lactancia.

Con esto se espera que las vacas se conviertan en “buenas productoras” y generen los ingresos necesarios para que el ganadero pueda reinvertir las ganancias en otras áreas de manejo del hato. El dinero requerido para este “kit de arranque” implica un crédito que puede manejarse como un fondo revolvente para que el ganadero pueda ahorrar el dinero y reinvertirlo en las siguientes lactancias de las vacas.

Los problemas de pequeños ganaderos deben ser atendidos por programas de gobierno de una forma diferente a la que se ha venido realizando en la zona. Tradicionalmente, todos los proyectos productivos de gobierno (SAGARPA, FIRA, gobiernos municipales) se basan en apoyos y créditos para la compra de activos; tales como maquinaria e implementos agrícolas o cabezas de ganado de mejor genética; pero, desgraciadamente, no apoyan el capital de trabajo, como sería la compra de alimentos.

Los frutos de los programas gubernamentales no se han visto, ya que la causa principal de la pobreza entre los pequeños ganaderos se encuentra en cuatro problemas que no se habían identificado o tomado en cuenta: a) Es necesario establecer una clara diferencia entre la empresa del establo lechero y la empresa agrícola, b) Los apoyos de maquinaria e implementos agrícolas no benefician al establo lechero en forma directa, c) El establo lechero, como empresa independiente, debe costear los insumos a precio de mercado, por lo que no importa si éstos se compran a otro agricultor o a sí mismo, d) Para apoyar a los ganaderos hay que ayudarlos a que las vacas entren a un ciclo virtuoso de producción, donde las dietas para altas productoras generan las utilidades para el resto de la empresa.

#### *D) Dar valor agregado al producto lácteo*

Una de las principales causas de la mala economía de las empresas lecheras, es el bajo precio que se paga por la leche fluida. Esto se debe a la importación de leche en polvo, lo cual incrementa la oferta del producto y baja el valor de la leche nacional. Incluso, los ganaderos que cuentan con tanque enfriador y son socios de empresas pasteurizadoras y comercializadoras de leche fluida se ven castigados por los bajos precios de leche; por lo que tratar de organizar a los pequeños productores en cooperativas que cuenten con tanques enfriadores no es la solución. El gobierno debe dar preferencia a la compra de leche de los productores nacionales, especialmente de aquellos en las zonas de alta y muy alta marginación, porque ellos son los pilares de la economía local.

La capacitación de los ganaderos para adoptar las nuevas tecnologías de producción (pesaje de leche, registros productivos y reproductivos, control de datos por computadora, programas de mejora continua y/o medicina de producción) no debe basarse únicamente en la asistencia técnica sino que debe estar ligada a programas de servicio social vinculados con las universidades y con capacitación de técnicos agropecuarios de la misma comunidad.

La transformación de la leche en productos lácteos (queso, yogurt, crema y mantequilla artesanal) es una alternativa interesante para los pequeños productores para dar un valor agregado a su trabajo, pero esto debe hacerse a través de una sistema de integración basado en la economía solidaria, en donde se tenga garantizada la comercialización de los productos. Esto se puede hacer a través de un sistema de tiendas de consumo responsable (por ejemplo: Compartiendas®, Fundación Ahora, A. C.) y/o a través de los desayunos escolares del DIF (Desarrollo Integral de la Familia) y las escuelas públicas, donde la leche de los productores locales es consumido por los niños de las mismas comunidades, de manera que la riqueza se genera y se queda en la misma comunidad.

## Conclusiones

Los pequeños ganaderos lecheros no pueden mejorar su situación económica y productiva con programas de asesoría técnica o de capacitación únicamente; es necesario establecer programas de trabajo en cuatro niveles capital de trabajo: selección y eliminación de ganado, nutrición adecuada a la etapa productiva, “kit de arranque” para que cada vaca alcance su potencial productivo y que la empresa dé valor agregado a su leche.

Los proyectos de apoyo deben ir acompañados de asesoría técnica integral; de preferencia, por parte de prestadores de servicio social provenientes de las universidades, donde los estudiantes vivan dentro de la comunidad, y tengan el tiempo y dedicación para lograr un verdadero cambio social.

Finalmente, es necesario que el gobierno cambie su política de importación de lácteos y dé preferencia a los productores locales y nacionales.

## Literatura citada

- AOAC. (2002). *Official methods of analysis*. 16th edition. Ed. Association of Official Analytical Chemists, AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- Enemark, J. M. (2008). The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): a review. *Veterinary Journal* 176(1):32-43.
- Fuhrman, T. (1993). *Production medicine in large dairy herds*. Western Large Dairy Herd Management Conference, Las Vegas, Nevada, USA, 1993. pp. 157-166. En: <http://www.wdmc.org/1993/93WDMC167-176.pdf> (Consultado el 15 de febrero de 2015).
- Gutiérrez-Lozano, J. L. y Häubi-Segura, C. U. (2010). *Menos bocas, más vacas: pasando de la precariedad a la rentabilidad en el campo hidroclásico*. Fundación Ahora, A. C. y Fundación Produce Aguascalientes, A. C. Aguascalientes, México. 173 pp. En: <http://es.scribd.com/doc/123480895/Menos-Bocas-Mas-Vacas-Fundacion-Ahora-2010#scribd> (Consultado el 16 de febrero de 2015).
- Hernández-Morales, P.; Estrada-Flores, J. G.; Avilés-Nova, F.; Yong-Ángel, G.; López-González, F.; Solís-Méndez, A. D. y Castellan-Ortega, O. A. (2013). Tipificación de los sistemas de producción campesinos de producción de leche del sur del estado de México. *Universidad y Ciencia* 29(1) 19-31.
- Holstein Association USA (2011). *Holstein breed characteristics*. URL: [http://holsteinusa.com/holstein\\_breed/breedhistory.html](http://holsteinusa.com/holstein_breed/breedhistory.html) (Consultado el 17 de febrero de 2015).
- Google Maps (2015). Comunidad “Los Durón”, Mpio. de Aguascalientes, Ags., México. URL: <https://www.google.com.mx/maps/place/Aguascalientes/@21.7671148,-102.1336117,1549m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x8429e6a5760913b9:0x662e2fa6b1f4151f6m1!1e1>.
- Lemus-Ramírez, V. y Guevara-Escobar, A. (2008). Curva de lactancia y cambio en el peso corporal de vacas Holstein-Frisien en pastoreo. *Agrociencia* 42(7): 753-765.
- Morris, T. R. (1999). *Experimental design and analysis in animal sciences*. CABI Publishing, Wallingford, UK. 209 pp.
- Macciota, N. P. P.; Vicario, D. y Cappio-Borlino, A. (2005). Detection of different shapes of lactation curve for milk yield in dairy cattle by empirical mathematical models. *J. Dairy Sci.* 88: 1178-1191.
- NRC. National Research Council. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*, 7th Rev. Ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D. C. 408 pp.
- Risco, C. A. y Meléndez-Retamal, P. (Eds.) (2011). *Dairy production medicine*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK. 363 pp.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera) (2014) URL: <http://www.siap.gob.mx>. (Consultado el 01 de octubre de 2014).
- SMN-CNA (Servicio Meteorológico Nacional-Comisión Nacional del Agua) (2014). Estación 00001073 “La Tinaja II” Mpio. El Llano, Aguascalientes. URL: [smn.cna.gob.mx/](http://smn.cna.gob.mx/) (Consultado el 12 de octubre de 2014).

- Val-Arreola, D.; Kebreab, E.; Dijkstra, J. y France, J. (2004). Study of the lactation curve in dairy cattle on farms in central Mexico. *J. Dairy Sci.*, 87:3789-3799.
- Val-Arreola, D.; Kebreab, E.; Mills, J. A. N. y France, J. (2005). Analysis of feeding strategies for small-scale dairy systems in central Mexico using linear programming. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 14(4): 607-624.
- Val-Arreola, D.; Kebreab, E. y France, J. (2006). Modeling small-scale dairy farms in central Mexico using multi-criteria programming. *J. Dairy Sci.*, 89(5): 1662-1672.
- Ván Soest, P. J.; Robertson, J. B. y Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74(1): 3583-3597.
- Wilcox, C. J.; Ván Horn, H. H. y de Lorenzo, M. A. (1992). *Large dairy herd management*. Amer. Dairy Science Assn, USA. 826 pp.
- Wood, P. D. P. (1967). Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature* 216: 164-165.

Recibido: Abril 14, 2015

Aceptado: Julio 20, 2015



# Control de *Sporobolus indicus* L (R) Br. (espartillo) y rehabilitación de un pastizal de *Megathyrus maximus* (guinea Likoni) en estado de deterioro

Control of *Sporobolus indicus* L (R) Br. and rehabilitation of *Megathyrus maximus* cv. Likoni pasture under damage conditions

**Yurangel Sardiñas,<sup>1\*</sup> Mario Varela,<sup>2</sup> César Padilla,<sup>1</sup> Verena Torres,<sup>1</sup> Aída Noda<sup>1</sup> y Nidia Fraga<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Ciencia Animal  
Km 47 ½, Apartado Postal 24  
San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas  
varela@inca.edu.cu

\* Correspondencia: yurangel@ica.co.cu

## Resumen

Debido a la disminución del 50% en la producción de biomasa, en pastizales de guinea Likoni, con infestación de espartillo, se realizó un estudio en una lechería del Instituto de Ciencia Animal (ICA); con el objetivo de evaluar diferentes métodos de control de espartillo y la rehabilitación del pasto deteriorado, así como identificar las variables de mayor contribución a la varianza explicada. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial (4x3) y cuatro réplicas. Los factores consistieron en cuatro tratamientos (labranza mínima, labranza mínima con fertilización química, estiércol vacuno con labranza mínima y un control) y tres años de muestreos. Se usó análisis univariado y modelos de Regresión en Sitios (CITA), mediante el análisis de componentes principales. En la labranza mínima con fertilización química se logró el mayor control ( $P < 0.001$ )

## Abstract

Due to the decrease of 50 % in the biomass production in grasslands of guinea Likoni with high infestation of smutgrass, a study was performed in a dairy farm of the Institute of Animal Science in Cuba with the aim to evaluate different methods of smutgrass control and the rehabilitation of the pasture under damage conditions, as well as to identify the variables of major contribution to the explained variance. A random blocks design was used, with factorial arrangement (4x3) and four replications. The factors consisted of four treatments (minimal tillage, minimal tillage with chemical fertilization, cow manure with minimal tillage and a control) and three years of samplings. The univariate analysis and models of Regression in Sites (CITA), by means of the analysis of principal components, were used. In the minimal tillage with chemical fertilization, the major control of

de espartillo, con la reducción de 42.50 a 7% en la composición botánica y la producción de biomasa del pasto guinea Likoni aumentó ( $P < 0.001$ ) de 0.50 a 3.88 t MS ha<sup>-1</sup>. El deterioro de la guinea se acrecentó en el control y, al finalizar el experimento, sólo se alcanzó 0.43 t MS ha<sup>-1</sup>; mientras que el espartillo aumentó de 42.50 a 74.10%. El análisis de componentes principales permitió explicar el 82% de la variabilidad de los datos, donde se corroboró el control de la arvense y la rehabilitación del pasto base, porque se correlacionaron de forma negativa las variables relacionadas con el espartillo; mientras que la analogía fue positiva entre las variables correspondientes al pasto guinea.

### Palabras clave

Arvense, fertilización, producción de biomasa, análisis multivariado.

smutgrass was achieved ( $P < 0.001$ ), with the reduction from 42.50 to 7% in the botanical composition and the biomass production of the guinea Likoni grass increased ( $P < 0.001$ ) from 0.50 to 3.88 t DM ha<sup>-1</sup>. The deterioration of the pasture increased in the control and at the end of the experiment, only 0.43 t DM ha<sup>-1</sup> were reached, whereas the smutgrass increased from 42.50 to 74.10%. The analysis of principal components allowed explaining 82% of the variability of the information, where the control of the weed and the rehabilitation of the pasture were confirmed because the variables related to the smutgrass were negatively correlated, while the correlation was positive between the variables corresponding to the guinea grass.

### Keywords

Weed, fertilization, biomass production, multivariate analysis.

## Introducción

El decrecimiento en la producción de leche y carne en el contexto latinoamericano se debe, entre otros aspectos, al continuo deterioro de los agroecosistemas de pastizales. En este sentido, Holmann *et al.* (2004) afirmaron que en Honduras la tasa de degradación anual se encontraba entre 10 y 12%, superior a la de recuperación. Por su parte, Pezo *et al.* (2007) indicaron que los pastizales sometidos al proceso de recuperación, retornaron al estado de degradación, a partir del cuarto año de explotación. En Cuba, en la actualidad, la situación es similar y, entre las causas que provocan este fenómeno, se puede considerar la infestación de arvenses.

Por su parte, Padilla *et al.* (2009) plantearon que es usual encontrar pastizales de *Megathyrus maximus* (guinea Likoni) que se recuperaron mediante la renovación o rehabilitación, con indicios de deterioro entre tres y cuatro años posteriores a su establecimiento; ello, por el aumento de la densidad de plantas indeseables de escaso rendimiento y valor nutritivo, como *Sporobolus indicus* (L.) R. Br. (espartillo).

En Cuba, Catasús (1997) hizo referencia al espartillo como planta ruderal, colonizadora y con capacidad de vivir con escasos requerimientos de humedad y nutrientes.

En los recorridos que realizan los investigadores del Instituto de Ciencia Animal (ICA), mediante el sistema de extensión (SEICA), se ha encontrado la presencia profusa del espartillo en áreas de la ganadería que se localizan en explotación comercial, tanto para la producción de leche como de carne. En este sentido, Sardiñas (2011) encontró que una población de 60,000 plantas ha<sup>-1</sup> de esta arvense, provocó hasta 50% de pérdidas en el rendimiento del pasto guinea Likoni.

El uso de herbicidas es uno de los métodos que más se emplea para el control de espartillo, según Mislevy *et al.* (1999); aunque no existen productos selectivos que no afecten al pasto mejorado. Tampoco la quema o la chapea resultan eficientes, porque estimulan la aparición de nuevos hijos que brotan de yemas activas en la base de los tallos aéreos (Adjei *et al.*, 2003), y la información disponible de otras alternativas de control es limitada.

Sin embargo, la aplicación de métodos culturales — mediante labranza mínima y fertilización química u orgánica adecuadas— pueden mejorar las propiedades físicas del suelo e incrementar su fertilidad; y, a su vez, favorecer la recuperación de pastizales guinea Likoni, con el consecuente incremento de la producción de biomasa vegetal y la reducción del impacto negativo de arvenses, como el espartillo.

Por tales motivos, el objetivo del presente trabajo fue recuperar un pastizal de guinea Likoni en estado de deterioro por infestación de espartillo, mediante diferentes métodos de rehabilitación.

## Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Instituto de Ciencia Animal (ICA), en una vaquería comercial de 120 animales bajo condiciones de pastoreo, sobre un suelo Ferralítico Rojo típico (Hernández *et al.*, 2015) y en un agroecosistema de guinea Likoni con infestación de espartillo. Se utilizó un sistema rotacional con tiempos de ocupación de uno y dos días, y tiempos de reposo de 28 a 32 días en el periodo lluvioso; y de 45 a 50 días para el periodo poco lluvioso, respectivamente. La carga global de la unidad fue de 1.8 UGM ha<sup>-1</sup>. Es preciso destacar que cada muestreo se efectuó antes que se iniciara la rotación de los animales, aunque no se tuvo en consideración el elemento animal en la discusión de los resultados, debido a que no fue objetivo de la investigación.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4 x 3 y cuatro réplicas, donde los factores consistieron en cuatro tratamientos (labranza mínima, labranza mínima con fertilización química, estiércol vacuno con labranza mínima y control) y tres años de muestreos.

Se marcaron 16 parcelas de 156.3m<sup>2</sup> cada una y se midieron aleatoriamente 10 marcos de 1 m<sup>2</sup> por parcela y el marco de 1 m<sup>2</sup> constituyó la unidad experimental. De forma general, se midió el 15.60% del área experimental en cada parcela. Se determinó la composición botánica por el método de t'Mannetje y Haydock (1963); la densidad se calculó según Huss *et al.* (1996), la cual consiste en la relación entre el número de individuos de una especie por unidad de superficie muestreada. Además, se calculó la disponibilidad de biomasa (t MS ha<sup>-1</sup>) mediante la metodología propuesta por Herrera (2006). La altura de la guinea y de la arvense se midió con regla graduada.

La rehabilitación con los diferentes tratamientos se realizó en el periodo lluvioso (junio) y tuvo una duración de tres años, con una frecuencia de muestreo anual de dos veces para cada periodo climático (diciembre y marzo en el periodo poco lluvioso, y junio-septiembre en el lluvioso).

Se efectuó un muestreo de suelo antes de comenzar el experimento, según la metodología propuesta por Crespo *et al.* (2006); en cada parcela se tomó una muestra compuesta con tres submuestras de 0 a 20 cm de profundidad con una barrena helicoidal.

Las muestras de suelo, después de secadas al aire, se homogeneizaron y se pasaron por un tamiz con malla de 0.50 mm. Se envasaron en frascos de cristal con cierre hermético y se almacenaron a temperatura ambiente hasta su análisis (Herrera *et al.*, 1986). Se determinó el pH en Cloruro de potasio, la materia orgánica (Walkley y Black, citado por Jackson, 1970), el nitrógeno (AOAC, 1995), el fósforo (Oniani, 1964), el calcio y magnesio (Maslova, citado por Paneque, 1965).

Además, se efectuó el análisis químico del estiércol vacuno para determinar la cantidad total a aplicar, donde se apreció que el contenido de nitrógeno fue de 2.11%; mientras que el fósforo fue de 0.37% y el contenido de materia orgánica de 45.52%.

En el tratamiento con fertilización orgánica se aplicaron 25 t ha<sup>-1</sup> de estiércol vacuno descompuesto con esparcidora de materia orgánica, previo a la labranza mínima que se efectuó con arado de discos ADI-3; y un pase de grada de 7,500 kg, para incorporar el estiércol a mayor profundidad en el suelo. En el tratamiento que correspondía a la fertilización química se aplicó fórmula completa (8-10-16) equivalente a 40, 50 y 80 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, respectivamente, en el periodo lluvioso del segundo año; y se aplicó fertilización de mantenimiento con urea, a razón de 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno en el último año.

Desde el punto de vista climático, se midió la temperatura y el comportamiento de las precipitaciones en el periodo comprendido entre 1970-2009. En los últimos 39 años, la temperatura promedio anual de la zona fue de 24.30°C, la temperatura máxima alcanzó 32.60°C en agosto y la mínima 14.60°C en enero. La suma promedio de las precipitaciones anuales fue de 1,403.20 mm, con los mayores valores en junio (265.30) y el menor en diciembre, con sólo 31.40 mm. La lluvia caída durante la estación lluviosa (mayo-octubre), representó como promedio 78%.

El procesamiento de los datos se efectuó mediante análisis de varianza con el paquete estadístico InfoStat. versión 1.0 (Rienzo *et al.*, 2001). En los casos necesarios se aplicó la dócima de comparación de medias de Duncan (1955). El porcentaje de guinea y espartillo se transformó según  $\sqrt{\%+0.375}$ , porque no cumplieron en primera instancia los supuestos de homogeneidad de varianza y la densidad de las especies se transformó mediante  $\sqrt{0.375}$ .

Para dar una respuesta integradora de los resultados, valorar las posibles correlaciones entre variables y conocer el grado de preponderancia de éstas, se utilizó la metodología propuesta por Varela *et al.* (2009). Ésta se basa en una generalización de los modelos de Regresión en Sitios (CITA) para el caso de datos con estructura de tres vías (tratamientos, variables, muestreos) y utiliza el análisis de componentes principales de tres modos, propuesto por Kroonenberg y De Leeuw (1980).

El método consiste en realizar tres análisis simultáneos de componentes principales, al ajustar el siguiente modelo:

$$z_{ijk} = \sum_{p=1}^p \sum_{q=1}^q \sum_{r=1}^r a_{ip} b_{jq} c_{kr} g_{pqr}$$

Donde  $a_{ip}$ ,  $b_{jq}$  y  $c_{kr}$  son los elementos de las matrices de componentes principales (A, B y C), asociadas con cada modo respectivo.

En este experimento, A es la matriz de componentes principales para el modo tratamiento, B es la matriz para el modo atributo o variable, C es la matriz para el modo periodo de muestreo y G es un arreglo de tres entradas. El elemento  $g_{pqr}$  es un indicador de la relación entre el componente  $p$  del primer modo, el componente  $q$  del segundo, y el componente  $r$  del tercer modo.

Los resultados de esta metodología se presentan mediante un gráfico Biplot (Gabriel, 1971), que permitió caracterizar de forma multivariada el efecto de los diferentes tratamientos en el control del espartillo y la rehabilitación del pastizal de guinea Likoni durante el periodo experimental.

## Resultados

Es preciso destacar que antes de aplicar los tratamientos se efectuó un muestro para conocer el estado de la vegetación, y en la composición botánica predominó el espartillo con 42.50%; mientras que el pasto guinea Likoni representó el 37%. El resto del área lo ocupó el pasto natural *Paspalum notatum* (Sacasebo) y, en ocasiones, se apreció el área despoblada.

Otro elemento de gran importancia para la toma de decisiones en cuanto a los métodos a emplear para el control de la arvense y la rehabilitación del pastizal, fue la densidad de cinco plantas de espartillo  $m^{-2}$ ; lo que evidenció el estado de deterioro de este agroecosistema, donde la disponibilidad de biomasa total fue de  $1.40 \text{ t MS ha}^{-1}$ ; de ellas,  $0.60 \text{ t MS ha}^{-1}$  correspondió al espartillo,  $0.50$  a la guinea y  $0.30 \text{ t MS ha}^{-1}$  al pasto natural.

En cuanto al análisis de suelo, en el cuadro 1 se aprecia que no hubo diferencias en el área experimental antes de establecer los tratamientos; lo que confirma la uniformidad desde el punto de vista de algunos indicadores que definen el estado de fertilidad del suelo.

**Cuadro 1**  
**Análisis químico de algunos indicadores del suelo en el área experimental.**

Tratamientos	Indicadores					
	N (%)	P (mg 100 g <sup>-1</sup> )	Ca cmol (+) Kg <sup>-1</sup>	Mg cmol (+) Kg <sup>-1</sup>	pH	MO (%)
Labranza mínima	0.21	6.24	104.79	2.4	5.65	3.97
Labranza mínima con fertilizante químico	0.19	6.15	107.78	2.1	5.55	3.92
Estiércol vacuno con labranza mínima	0.17	6.15	102.79	2.4	5.68	3.46
Control	0.22	6.96	106.28	2.2	5.53	3.39
EE(±)	0.03 NS	2.61 NS	0.26 NS	0.27 NS	0.10 NS	0.43 NS

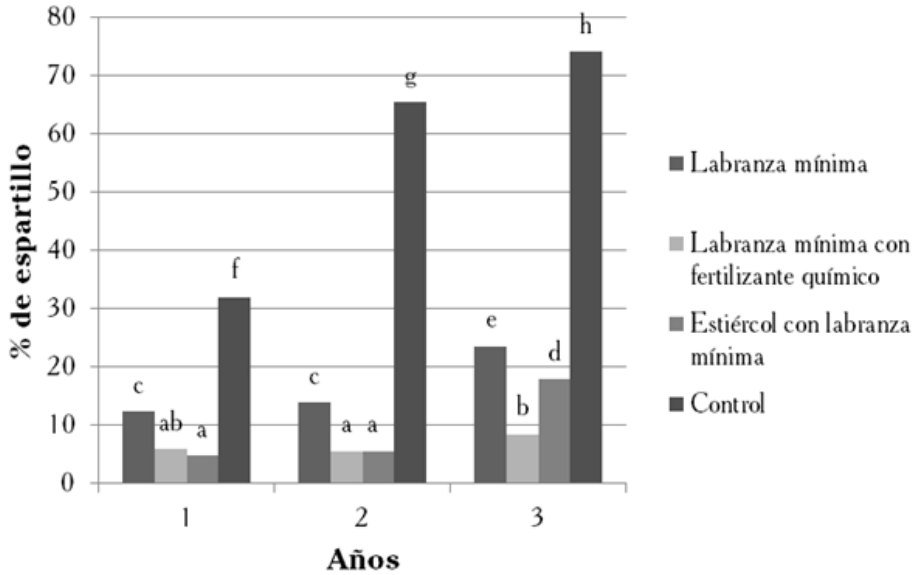
Nota: NS= No significativo.

Se estableció la comparación entre los resultados del presente experimento con los criterios propuestos por Crespo *et al.* (2006), para el estado de la fertilidad de los suelos dedicados a la ganadería; y los resultados evidenciaron que el nitrógeno total, el contenido de materia orgánica, el fósforo y el pH fueron favorables para el desarrollo.

Los resultados, en cuanto al porcentaje de espartillo (figura 1) en la composición botánica, indicaron interacción entre los factores en estudio (tratamientos/años de muestreos). Todos los métodos de rehabilitación contribuyeron de forma significativa ( $P < 0.001$ ) a la reducción de la cobertura vegetal de la arvense durante el periodo experimental con relación al valor inicial (42.50%); y durante los dos primeros años no existieron diferencias entre los tratamientos con fertilización química y orgánica que ejercieran mayor control.

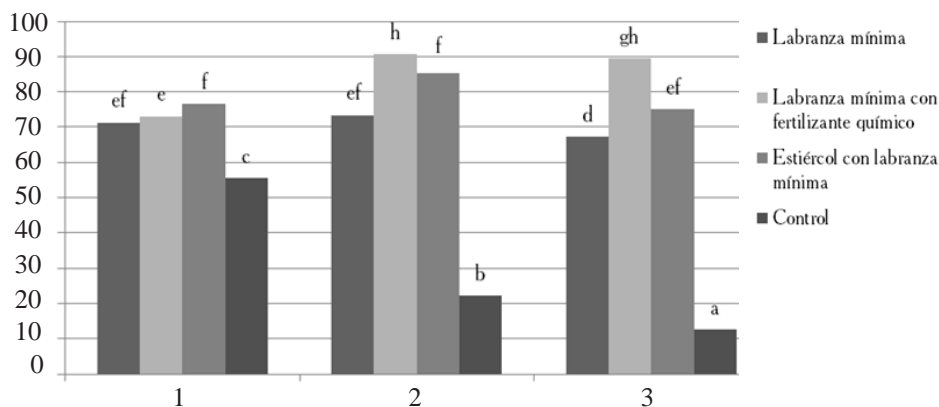
Aunque se aprecia, en el tercer año, un leve incremento en la presencia del espartillo en estos tratamientos, los valores fueron inferiores a lo que se encontró antes de aplicar la rehabilitación. También, se observa que el hecho de no aplicar ninguna labor y sólo efectuar el pastoreo con los animales, provocó el aumento progresivo de esta planta en el pastizal.

Figura 1  
 Porcentaje de cobertura de la arvense  
 en la composición botánica durante el periodo lluvioso.



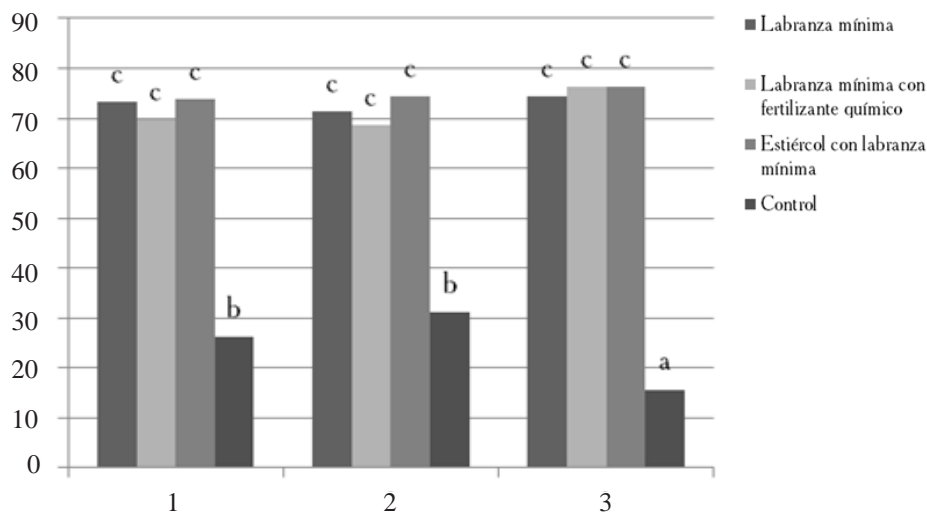
Con relación al porcentaje de cobertura en la composición botánica del pasto guinea Likoni (figura 2), existió interacción entre los factores tratamiento/años del muestreo. En el periodo lluvioso hubo respuesta positiva del pasto, al aplicar los tratamientos; y la presencia del pasto mejorado fue mayor en el tercer año ( $P < 0.001$ ), cuando se aplicó labranza mínima con fertilización química. Mientras que en el control, propiciaron el aumento del pasto mejorado en más de 70% y la labranza mínima con fertilización química fue superior en el segundo y tercer año. Sin embargo, en el control disminuyó de forma significativa ( $P < 0.001$ ) el porcentaje de cobertura de la guinea, constatándose un valor inferior al que se encontró antes de aplicar los tratamientos.

Figura 2  
 Porcentaje de cobertura de guinea Likoni  
 en la composición botánica. Periodo lluvioso.



EE ( $\pm$ ) 0.01\*\*\*

Periodo poco lluvioso.



EE ( $\pm$ ) 0.02\*\*

Por su parte, en el periodo poco lluvioso (figura 2), la diferencia en el porcentaje de cobertura del pasto guinea fue significativa ( $P < 0.01$ ) en todos los métodos de rehabilitación con relación al control, durante los tres años que duró el experimento. Los resultados indican incrementos en la composición botánica de esta especie en valores



superiores a 70% cuando se aplica la rehabilitación. Mientras que, someter al pastizal sólo al manejo animal sin aplicar ningún tipo de fertilización o labor mecánica, provocó el deterioro paulatino.

Otra variable que se analizó fue la densidad del espartillo, y se indica en el cuadro 2 la interacción entre los factores en estudio para los dos periodos climáticos. En el periodo lluvioso, la mayor densidad se obtuvo en el control con ocho plantas m<sup>-2</sup> durante los tres años de evaluación, sin diferencias entre éstos. La menor densidad de la arvense se logró en el primer año, con 0.53 plantas m<sup>-2</sup>, al aplicar estiércol vacuno con labranza mínima.

**Cuadro 2**  
**Comportamiento de la densidad**  
**de espartillo (plantas m<sup>-2</sup>) durante el periodo experimental.**

Años	Tratamientos			
	Labranza mínima	Labranza mínima con fertilizante químico	Estiércol vacuno con labranza mínima	Control
Periodo lluvioso				
1	1.21 <sup>b</sup> (1.28)	1.35 <sup>cd</sup> (1.68)	0.89 <sup>a</sup> (0.53)	2.90 <sup>f</sup> (8.25)
2	1.51 <sup>d</sup> (2.28)	1.25 <sup>bc</sup> (1.68)	1.23 <sup>bc</sup> (1.53)	2.93 <sup>f</sup> (8.25)
3	1.98 <sup>e</sup> (3.85)	1.40 <sup>cd</sup> (1.93)	1.95 <sup>e</sup> (3.90)	2.94 <sup>f</sup> (8.58)
EE (±)	0.02***			
Periodo poco lluvioso				
1	1.52 <sup>a</sup> (2.00)	1.59 <sup>a</sup> (2.23)	1.61 <sup>a</sup> (2.32)	2.87 <sup>cd</sup> (7.93)
2	1.49 <sup>a</sup> (1.93)	1.61 <sup>a</sup> (2.32)	1.62 <sup>a</sup> (2.38)	2.78 <sup>c</sup> (7.48)
3	1.82 <sup>b</sup> (3.05)	1.84 <sup>b</sup> (3.12)	1.64 <sup>a</sup> (2.43)	3.00 <sup>d</sup> (8.70)
EE (±)	0.01*			

<sup>abcdef</sup> Medias con letras diferentes difieren a P < 0.05 (Duncan, 1955).\*\*\*P < 0.001, \*P < 0.05, () Valores reales. Datos transformados según  $\sqrt{0.375}$ .

Con relación a la disponibilidad de biomasa de la guinea Likoni (cuadro 3), existió interacción entre los factores tratamientos y años de muestreos. En este sentido, la mayor producción del pasto mejorado (3.88 t MS ha<sup>-1</sup>), se encontró en el tercer año, cuando se aplicó labranza mínima con fertilización química con diferencias (P < 0.001) con relación al resto de los tratamientos.

Un elemento interesante es que en todos los tratamientos, excepto en la labranza mínima con fertilización química, se aprecia una disminución de la disponibilidad de biomasa con los años de explotación del pastizal (cuadro 3).

Por otra parte, en el tratamiento control (cuadro 3) se encontró la menor disponibilidad de biomasa en el segundo y tercer año, con valores de 0.49 y 0.43 t MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

### Cuadro 3

Efecto de diferentes métodos de rehabilitación en la disponibilidad de biomasa (t MS ha<sup>-1</sup>) de guinea Likoni, correspondiente al periodo lluvioso en cada año.

Años	Tratamientos			
	Labranza mínima	Labranza mínima con fertilizante químico	Estiércol vacuno con labranza mínima	Control
1	2.09 <sup>cd</sup>	2.64 <sup>e</sup>	2.82 <sup>ef</sup>	1.35 <sup>b</sup>
2	1.64 <sup>b</sup>	3.04 <sup>f</sup>	2.43 <sup>de</sup>	0.49 <sup>a</sup>
3	1.53 <sup>b</sup>	3.88 <sup>g</sup>	1.73 <sup>bc</sup>	0.43 <sup>a</sup>
EE(±)	0.04***			

Nota: <sup>abcdefg</sup>Medias con letras diferentes difieren a  $P < 0.05$  (Duncan, 1955).

\*\*\* $P < 0.001$ .

Al efectuar el análisis de componentes principales de tres modos, de acuerdo con la metodología de Varela *et al.* (2009), la solución en la matriz correspondiente al modo muestreo, se representa en el cuadro 4; e indicó que los dos periodos de muestreo (lluvioso y poco lluvioso) presentaron valores del mismo signo en el primer componente principal.

### Cuadro 4

Matriz de componentes principales para el modo muestreo.

Matriz	
Muestras	$r_1$
M <sub>1</sub>	0,39
M <sub>2</sub>	0,35
M <sub>3</sub>	0,41
M <sub>4</sub>	0,43
M <sub>5</sub>	0,42
M <sub>6</sub>	0,40

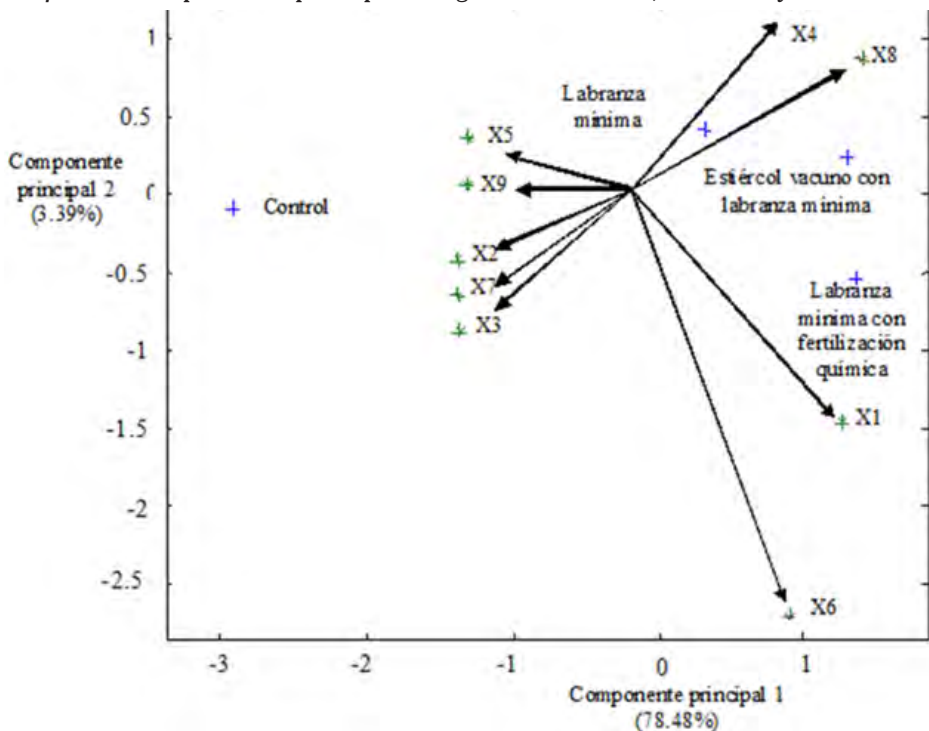
En la figura 3 se aprecia el análisis de componentes principales, lo que permitió explicar el 82% de la variabilidad de los datos en una figura *biplot*.

El porcentaje de cobertura del pasto guinea (x8) y la disponibilidad de biomasa (x4) tuvieron alto valor de preponderancia, lo que se indica en la longitud de los vectores. El 78.48% de la variabilidad de los datos se explica en la componente uno, donde estas variables se asocian con los tratamientos que mejor control ejercieron sobre la arvense y la mejora en la rehabilitación del pastizal.

En la figura 3 se aprecia la correlación negativa entre el porcentaje de cobertura del pasto guinea y las variables x7 y x3, correspondientes al porcentaje de cobertura de espartillo y su densidad; ello confirmó el efecto positivo de la rehabilitación en el control de la arvense.

Figura 3

*Biplot* de componentes principales según tratamientos, variables y muestreos.



Nota: Nomenclatura de las variables: disponibilidad de guinea y espartillo (x1 y x2), densidad de espartillo y guinea (x3 y x4), altura de espartillo y guinea (x5 y x6), porcentaje de espartillo, guinea y sacasebo (x7, x8 y x9).

Por otra parte, el ángulo inferior a 45° entre los vectores x2, x3 y x7, indica alta correlación positiva entre éstas, y confirma el estado de degradación del pastizal en el tratamiento donde no se aplicó ninguna labor cultural.

## Discusión

El concepto de degradación de pastizales abarca un grupo de elementos que es preciso destacar para comprender la esencia del presente trabajo. Este proceso inicia con la degradación agrícola, donde se producen cambios en la composición botánica, se incrementa el porcentaje de cobertura de especies indeseables o arvenses y disminuye la producción de biomasa de las especies pratenses de mayor valor nutritivo en la cubierta vegetal del suelo (Dias-Filho, 2006). También, Andrade *et al.* (2006) hicieron referencia a diferentes niveles de degradación con relación al grado de infestación de arvenses. En este sentido, los resultados iniciales —antes de aplicar los tratamientos— indicaron una degradación moderada (entre 36-60%), ya que el valor que se obtuvo fue de 42.50%.

Lo anterior, unido a los criterios de Padilla (2005), quien recomendó la rehabilitación en pastizales de guinea con valores similares a los que se encontró antes de aplicar los tratamientos, constituyeron la línea base para cumplir los objetivos del experimento.

El trabajo se centró en el efecto de la aplicación de las labores mecánicas acompañadas de la fertilización química u orgánica sobre el componente vegetal (espartillo-pasto guinea); y aunque se utilizó el sistema de rotación con animales, éste no fue objeto de la investigación.

Los resultados del presente trabajo corroboran los criterios Andrade *et al.* (2006), así como de Padilla y Febles (2007), quienes consideran de vital importancia el uso de la labranza y la reposición de nutrientes en suelos degradados por invasión de arvenses, para recuperar la productividad de pastizales en estado de deterioro.

La labor de aradura y el pase de grada contribuyeron a la destrucción de las plantas de espartillo y al incremento de la presencia del pasto mejorado por el fraccionamiento de las macollas. Si se tiene presente el criterio de Lok (2005), con relación al efecto de las propiedades físicas del suelo —en la mejora de la productividad de los pastizales mejorados— entonces, se puede inferir que los métodos utilizados en el experimento pudieron influir en la mejora de dichas propiedades y en la mineralización de la materia orgánica existente con mayor rapidez; lo que se confirmó en el tratamiento donde sólo se aplicó labranza mínima.

Por otra parte, la respuesta del pasto guinea —desde el punto de vista del porcentaje de cobertura y la disponibilidad de biomasa— a la fertilización, con NPK, aun cuando los niveles de los indicadores de suelo fueron favorables, pudiera estar asociada a la capacidad que tiene el pasto mejorado de absorción de nitrógeno asimilable, proveniente de la fórmula completa en el segundo año y de la urea en el tercer año.

Crespo y Fraga (2005) señalaron que los fertilizantes químicos poseen acción más rápida que los fertilizantes orgánicos, y pueden producir incremento significativo en la disponibilidad de biomasa, en un periodo de tiempo relativamente corto. Además, el efecto de la combinación de las temperaturas (24-26.80°C) y las precipitaciones (207.70 mm como promedio) en el periodo lluvioso, pudieron contribuir al mayor crecimiento del pasto mejorado.

Por su parte, Labrada (2009) planteó que los cultivos necesitan un sistema adecuado de fertilización para mantener estable la cantidad de biomasa y, a su vez, impedir la proliferación de arvenses.

Lo anterior, sumado a las labores mecánicas, fueron elementos determinantes en el control del espartillo, debido a la competencia por espacio vital.

En los resultados se evidenció el aumento del porcentaje del espartillo en el tiempo, al ocupar 74.16% en el tratamiento control al finalizar la etapa experimental; y también se apreció un ligero incremento en el porcentaje de cobertura del espartillo en el resto de los tratamientos. Así como la disminución de la disponibilidad de biomasa en todos los tratamientos, excepto en la labranza mínima con fertilización química.

Estos resultados confirmaron los criterios de Holmann *et al.* (2004), al considerar que, en América Latina, transcurridos tres años de la aplicación de métodos de recuperación, los pastos retornan al estado de deterioro; lo que se puede asociar al manejo inadecuado, unido a las condiciones climáticas adversas que prevalecen en el trópico con periodos poco lluviosos de más de 200 días.

El conocimiento anterior puede servir de base para establecer estrategias que permitan mantener la estabilidad de los pastizales mediante la aplicación de diferentes métodos culturales que impliquen la rehabilitación o renovación del pastizal, según el porcentaje de la arvense.

Esto significa que se mantuvo una tendencia similar en cuanto a la respuesta de los diferentes tratamientos al control del espartillo y la rehabilitación de la guinea, durante los dos periodos climáticos.

La representación gráfica del análisis de componentes principales, mediante el *Biplot*, también corroboró el resultado anterior. En este sentido, Sardiñas *et al.* (2011) utilizaron este tipo de análisis multivariado para evaluar el componente vegetal —cuando se utilizó la renovación de pastizales, mediante la siembra de variedades de *Megathyrus maximus* y el control de espartillo— con resultados interesantes que contribuyeron a dilucidar la información.

## Conclusiones

Se logró el control del espartillo y la rehabilitación de guinea Likoni, y fue mayor el efecto en la disminución del porcentaje de cobertura de la arvense; así como el aumento de la producción de biomasa del pasto mejorado.

Las variables de mayor contribución al 82% de la varianza explicada por el componente principal uno, fueron: la disponibilidad de biomasa y el porcentaje de cobertura del pasto guinea.

Se confirmó el deterioro del pasto guinea con el incremento progresivo del espartillo en el tratamiento control, en la medida que transcurrió la etapa experimental.

### Agradecimientos

A los departamentos Biomatemática y Ciencia de los Pastos del Instituto de Ciencia Animal (ICA) en Cuba.

## Literatura citada

- Adjei, M. B.; Muñahey, J. J.; Mislevy, P. y Kalmbacher, R. S. (2003). *Smutgrass control in perennial grass pastures*. SS-AGR-18. University of Florida. IFAS. Distribution Gainesville.
- AOAC. (1995). *Official methods of analysis*. (Ed.). Association of Official Agricultural Chemists, Washington D. C. 1,298 pp.
- Andrade, M.; Ferreira, M.; Batista, J. C.; Andrade, M. y Carneiro, A. (2006). *Sistema de produção de forragens: alternativas para a sustentabilidade da pecuaria*. Anais de Simposios da 43 Reunião Anual de SBT\_Joao Pessoa\_PB. (CD-ROM).
- Catasús, L. (1997). *Manual de agrostología*. (Ed.) Academia. La Habana, Cuba. 98 pp.
- Crespo, G. y Fraga, S. (2005). Estudio preliminar del efecto de métodos de rehabilitación y de la aplicación de estiércol vacuno en el control de *Sporobolus indicus* (L.) R. Br. (espartillo) en un pastizal de guinea (*Panicum maximum* vc. Likoni). *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 39: 629-633.
- Crespo, G.; Rodríguez, I.; Otero, I.; Calero, B. y Fraga, S. (2006). Metodología para la evaluación integral del estado de fertilidad de los suelos en una región ganadera de La Habana. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 40: 495.
- Dias-Filho, M. B. (2006). Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens degradadas. Embrapa Amazônia Oriental Belém, PA. Disponible en: <http://www.cpatu.embrapa.br/publicacoes.online> (Consultado el 10 de julio de 2010).
- Duncan, D. B. (1955). Multiple ranges Multiple F test. *Biometrics*. V.11.
- Gabriel, K. R. (1971). The Biplot graphic display of matrices with applications to principal components analysis. *Biometrika*. 58: 453-467.
- Hernández, A.; Pérez, J. M. y Bosch, O. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba. 91 pp.
- Herrera, R. S. (2006). *Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales, abonos orgánicos y bio-gas*. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Ed. EDICA (con la colaboración de la Universidad de Santa Catarina, Brasil). 361 pp.
- Herrera, R. S.; González, S.; García, P.; Ríos, C. y Ojeda, F. (1986). Análisis químico del Pasto. En: *Los Pastos en Cuba*. Ed. EDICA, La Habana, Cuba. 701 pp.
- Holmann, F.; Argel, P.; Rivas, L.; White, D.; Estrada, R. D.; Burgos, C.; Pérez, E.; Ramírez, G. y Medina, A. (2004). ¿Vale la pena recuperar pasturas degradadas? Una evaluación de los beneficios y costos desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e Instituto Internacional de Investigaciones en Ganadería (ILRI). Cali, Colombia.
- Huss, D. L.; Bernardon, A. E.; Anderson, D. L. y Bran, J. M. (1996). *Principios del manejo de praderas naturales*. Serie: zonas áridas y semiáridas. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile. 183pp.
- Jackson, M. L. (1970). Determinación de la materia orgánica en los suelos. En: *Análisis químico de suelos*. Ed. Revolucionaria. Instituto del Libro. La Habana, Cuba. 82 pp.
- Kroonenberg, P. M. y De Leeuw, J. (1980). Principal component analysis of three-mode data by means of alternating least squares algorithms. *Psychometrika*. 45: 69-97.
- Labrada, R. (2009). Manejo mejorado de malezas para mitigar la crisis de alimentos. En: *XII Congreso da SEMh/XIX Congresso da ALAM/ II Congresso de IBCM*. Herbología e Biodiversidade/Numa Agricultura Sustentable. 319 pp.
- Lok, Sandra. (2005). *Estudio de la selección de los indicadores de la estabilidad en el sistema suelo-planta de pastizales en explotación*. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. 111 pp.
- Mislevy, P. y Martin, F. D. (2002). West indian dropseed giant smutgrass *Sporobolus indicus* var, *Pyramidalis*. Control in Bahia grass (*Paspalum notatum*). *Weed Technology*. 16: 707.
- Oniani, O. G. (1964). Determinación del fósforo y potasio del suelo en una misma solución de suelo Krasnozen y Podsólicos en Georgia. *Agrojima* 6:25.

- Padilla, C. (2005). *Efecto de diferentes variedades de gramíneas en el control de Sporobolus indicus (L.) R. Br. (espartillo)*. Informe final del proyecto de investigación. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 126 pp.
- Padilla, C. y Febles, G. (2007). *Opciones técnico-económicas para la recuperación de pastizales y control de malezas*. II Congreso Internacional de Producción Animal. IV Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. (CD-ROM).
- Padilla, C.; Sánchez, R.; Cino, D.; Curbelo, F. y Tuero, R. (2009). Aplicación de labores mecánicas al suelo, combinadas con la utilización de fertilizante mineral y de abono orgánico en la recuperación de un pastizal de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT115. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 4: 211-215.
- Paneque, V. (1965). *Manual de prácticas de suelo*. Universidad de la Habana. 25 pp.
- Pezo, D. A. y Piniero, M. (2007). *Las escuelas de campo de ganaderos como estrategias para promover la rehabilitación y diversificación de fincas con pasturas degradadas: algunas experiencias en América Latina*. IV Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes: II Congreso de Producción Animal. La Habana, Cuba. 218 pp.
- Rienzo, J. A.; Balzarín, M.; Casanova, F.; González, L.; Tablada, M.; Washington, G. y Robledo, C. W. (2001). *InfoStat versión 1. Software estadístico*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Sardiñas, Y.; Varela, M. y Padilla, C. (2011). Control de *Sporobolus indicus* (L.) R. Br. (espartillo) en agroecosistemas de *Panicum maximum* vc. Likoni. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 45 (1): 83-88.
- Sardiñas, Y. (2011). *Recuperación de pastizales de Panicum maximum Jacq vc. Likoni, invadidos de Sporobolus indicus (L.) R. Br. (espartillo)*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba.
- t'Mannetje, L. y Haydock, K. P. (1963). The dry weight-rank method for the botanical analysis of pastures. *J. Brit. Grassland. Soc.* 8:269.
- Varela, M.; Crossa, J.; Kumar, A.; Cornelius, P. L. y Manes, Y. (2009). Generalizing the sites regression model to three-way interaction including multi-attributes. *Crop Sci.* 49: 2043-2057.

Recibido: Octubre 07, 2014

Aceptado: Agosto 06, 2015





Título: *Gusanos*

Técnica: mixta (scratch / estireno y rotulador indeleble)

Año: 2015

Medidas: 25 x 15 cm

Autora: Adoración Palma (ZmanoS)



# La producción de becerros en Chihuahua: un análisis económico marginal

---

The production of calves in Chihuahua:  
a marginal economic analysis

**Nicolás Callejas Juárez,<sup>1</sup> Juan A. Ortega Gutiérrez,<sup>1\*</sup>  
Joel Domínguez Viveros<sup>1</sup> y Samuel Rebollar Rebollar<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Chihuahua  
Facultad de Zootecnia y Ecología  
Periférico Francisco R. Almada Km. 1  
Chihuahua, Chihuahua, México (C. P. 33820).  
Tels. (614) 434 0363 y 434 0304 Ext.15  
Fax (614) 434 0345  
ncallejas@uach.mx

<sup>2</sup> Universidad Autónoma del Estado de México  
Centro Universitario Temascaltepec  
Km. 67.5 Carretera Toluca-Tejupilco  
Barrio de Santiago S/N  
Temascaltepec, Estado de México (C. P. 51300).

\* Correspondencia: jortega@uach.mx

## Resumen

El uso de los recursos con productividad (eficiencia, eficacia, calidad y economía) deben ser el objeto de uso en el sector agropecuario. Se realizó un análisis para cuantificar la situación económica marginal de costos, ingresos y utilidad en productores con 40, 100, 200 y 500 vacas del sistema vaca-becerro, en las cuatro principales zonas productoras del estado de Chihuahua. Los datos se analizaron con el programa de simulación MEXSIM, utilizado por la SAGARPA para analizar los principales sistemas de producción agropecuaria de México y desarrollado por Agricultural and Food Policy Center (AFPC), de la Universidad de Texas A&M (TAMU). La situación económica fue precautoria para todas las escalas de producción, debido a bajas precipitaciones que provocaron

## Abstract

The use of resources with productivity (efficiency, effectiveness, quality and economy), should be the object of use in the agricultural sector. An analysis of the economic situation of marginal costs, income, and utility producers with 40, 100, 200 and 500 cows from the system cow-calf, in four major areas producing the State of Chihuahua. The data were analyzed with the simulation program MEXSIM, used by SAGARPA to analyze the main systems of agricultural production in Mexico and developed by Agricultural and Food Policy Center (PSAC), The University of Texas A & M (TAMU). The economic situation was precautionary for all scales of production, due to low rainfall, which caused the decrease in forage and weaned calves. However, 100% of the

la disminución del forraje producido y de los becerros destetados. Sin embargo, el 100% de las unidades de producción analizadas son rentables; asimismo, es variable entre escalas de producción y se incrementa a mayor escala de producción. La utilidad marginal promedio fue de 1,656.82 \$/vaca, 115.18 \$/ha, 2,563.41 \$/becerro y 16.34 \$/kg de becerro. El sistema de producción muestra una ineficiencia de 32%, provocada por los productores de menor escala.

### Palabras clave

Bovinos carne, vaca-becerro, costo, ganancia, economía agropecuaria.

analyzed production units are profitable; however, it is variable between scales of production and increases to larger-scale production. The average marginal utility was \$1,656.82 per cow, \$115.18 per ha, \$2,563.41 per weaned calve and \$ 16.34 per kg of calf. The production system shows an inefficiency of 32%, caused by smaller-scale producers.

### Keywords

Cattle, cow-calf, cost, profit, agricultural economics.

## Introducción

La cuestión del tamaño óptimo del hato vacuno ha sido discutida y debatida durante, por lo menos, 150 años (Klosterman, 1972). Mejorar la productividad debería ser el objetivo principal de los productores de becerros. La dimensión económica de los sistemas de producción es un componente fundamental en la productividad que, junto con otros, forman parte del desafío para responder a la creciente necesidad mundial de asegurar la alimentación para la humanidad. La volatilidad de los precios de los productos básicos y la tendencia general al alza, en el costo de los alimentos, son indicadores de que los sistemas mundiales de los alimentos están impulsados por la demanda y no por la oferta (Copeland, 2011).

Se observa que el desmedido flujo de capitales especulativos distorsiona los mercados en tal medida que, son insuficientes para la formación de precios de los alimentos. Los mercados a futuro no reflejan la situación real de oferta y demanda en los mercados agrícolas y sus precios no convergen con los del mercado al contado, ni proporcionan una cobertura efectiva contra las fluctuaciones (Martínez y Hernández, 2012). Uno de los causantes de esta volatilidad fue el incremento de la demanda de alimentos en China, como consecuencia de 622% de incremento del ingreso per cápita en el periodo 2000-2013.

La forma común de medir la eficiencia del sistema vaca-becerro ha sido con indicadores de eficiencia técnica, como porcentaje de: preñez, crías destetadas, mortalidad, y peso al destete; y económica, como el costo de: becerro destetado, mantenimiento de la vaca, generar un reemplazo, ingreso y ganancias totales (Hanset *et al.*, 1987). A su vez, Davis *et al.* (1983) consideran incluir peso y consumo de alimento de la progenie, peso de la vaca al destete y factores de ponderación de peso y alimento de la progenie.

Finalmente, Wagner (1980) consideró la cantidad anual de alimento consumido por la vaca y del ternero, desde su nacimiento hasta su sacrificio; los cuales, representaron hasta un máximo de 56% y 66%, respectivamente, de la variación en la eficiencia. Asimismo, los indicadores productivos con influencia en el sistema —por orden de importancia— son:

producción de carne/ha, materia seca disponible/kg de carne producido, carga animal, kg carne producido/vaca y costo del kg de carne producido; las variables ambientales que influyen son: extensión de cada potrero (ha/potrero), la proporción de suelo cubierto por piedra y materia orgánica, y la proporción de arbustos, zacates y hierbas; todo se resume en los kilogramos de carne producidos (por unidad animal) como el mejor indicador que expresa la eficiencia del sistema vaca-cría en Chihuahua (Báez *et al.*, 2000).

En virtud del continuo incremento demográfico que impulsará la demanda de alimentos —simultáneo al hecho de que el cambio climático y la degradación de los recursos naturales supondrán dificultades para su suministro— el seguimiento de los mercados de productos agropecuarios a través de los precios (al contado y de futuros), es otro componente fundamental del monitoreo del seguimiento de las inversiones; de tal manera que, tanto los agricultores actuales como los del futuro, invertirán en la agricultura únicamente si sus inversiones son rentables (Schinca, 2009).

Sin embargo, la vocación productiva de gran parte de la superficie en México es pecuaria (109.80 millones de hectáreas), en donde la actividad productiva se desarrolla de manera tradicional; asimismo, la ganadería bovina representa una de las fuentes más importantes de ingreso (43.80% del valor pecuario producido), alimento (6 millones de toneladas de carne), divisas (más de un millón de becerros exportados anualmente), energía para el trabajo, deporte (lazo doble, achatado, rodeo, jaripeo) y cultura para algunas zonas rurales del país.

El inventario mundial de bovinos es de 1,430 millones de cabezas; Brasil posee 14.43%, India 12.88%, China 7.74% y EUA 6.08% (FAO, 2014). Según datos del USDA (2014), la producción mundial de carne en canal fue de 59,598 miles de toneladas en 2014, el consumo interno fue de 84% y solamente se exportó 16%. Una diferencia considerable con respecto al año 2000, cuando se produjeron 53,029 miles de toneladas, destinando al consumo interno 91% y se comercializó el 11%.

Los principales productores mundiales fueron: EUA (19%), Brasil (17%) y China (11%); a su vez, los principales países exportadores: Brasil (21%), India (19%) y Australia (18%); y los principales importadores: EUA (15%), China (14%) y Rusia (10%). Asimismo, la producción mundial de becerros al destete fue de 294 millones de cabezas; la India fue el principal productor (22%), seguido de Brasil (17%) y China (16%). Las exportaciones fueron: 5.3 millones de cabezas; los principales exportadores fueron: Australia (26%), Canadá (21%) y México (21%). Las importaciones mundiales fueron 4.10 millones de cabezas; de éstas, EUA importó un 55%.

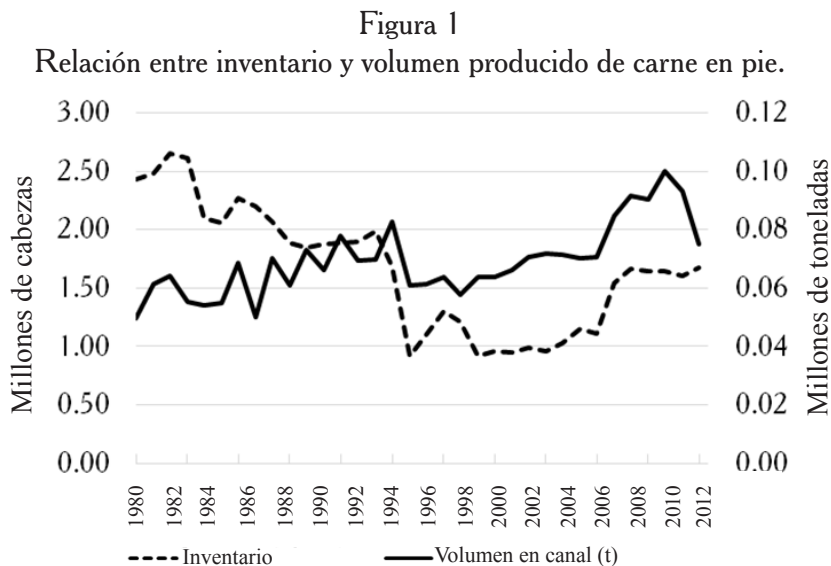
En México, de acuerdo con la SAGARPA (2013), la ganadería constituye el principal uso del suelo en México, desarrollándose en una superficie de 114 millones de hectáreas, lo que representa un 58% del territorio nacional; con un inventario nacional de 30 millones de cabezas de bovinos-carne y poco más de 1.82 millones de toneladas de carne en canal producidas (24% de incremento en la última década). La zona del trópico húmedo produjo 40%, la árida y semiárida 32% y la templada 28% de la carne en canal.

Los principales estados productores fueron Veracruz y Jalisco, con 14% y 11%, respectivamente. En promedio, la participación de México en el mercado de importación

de animales vivos de EUA representa el 53% (USDA, 2014). En 2013, las exportaciones nacionales de bovinos en pie fueron poco más de 776 mil cabezas (74% becerros y 26% vaquillas), representaron 43% menos que el año anterior. Los principales estados exportadores fueron: Chihuahua (29%), Sonora (22%), Tamaulipas (15%) y Durango (15%) (SIAP, 2013).

En el estado de Chihuahua, la producción y exportación de becerros para engorda representa la principal actividad pecuaria y fuente de divisas. Según SIAP (2012) en el año 2011 el inventario de la entidad fue de 1.63 millones de cabezas, que produjeron 188,381 toneladas de carne en pie, con un valor de 224.83 millones de dólares. La exportación de becerros en pie hacia EUA es la forma tradicional de comercialización, con un promedio anual de 380,000 cabezas (Gobierno del estado de Chihuahua-CONACyT, 2006). La participación de la exportación nacional de becerros en el mercado de EUA representó 13.30% y la de Chihuahua 3.53% del inventario total en corrales de engorda de EUA. En 2011, la entidad exportó 580,742 cabezas de ganado: 71% novillos de carne, 28% vaquillas, 1.42% novillos de rodeo y 0.13% equinos (SDR, 2012).

Según datos de SIAP (2013) en el periodo 1980-1996 el inventario de bovinos-carne en la entidad disminuyó 60.70%; sin embargo, se incrementó en un 75.10% en el periodo 1996-2012. Aun cuando el inventario disminuyó inicialmente, la eficiencia se incrementó en 267.10% por cabeza en inventario, debido al sacrificio de animales adultos (vacas y toros); mientras que cuando el inventario se incrementó, la eficiencia disminuyó 40.40% por cabeza en inventario, debido a la recuperación del tamaño de hato (figura 1).



Fuente: elaboración propia, con datos de SIAP (2013).

En 1983, por cabeza de ganado bovino, se produjeron 19.24 kg en pie; mientras que en 2013 fue de 8.81 kg; esto significa una disminución de 54.20%.

En 2013 el hato ganadero de Chihuahua se compuso de la siguiente manera: 53.53% de vacas, 10.71% de vaquillas, 15.74 de becerros machos, 16.38 de becerros hembras, 2.74% de sementales y 0.80 de novillos. Esta distribución indica que se tiene una relación de 18.83 vacas por semental, 60% de pariciones y 20% vacas de desecho.

Esta ganadería se caracteriza por un patrón de producción consistente en: el uso de grandes extensiones de superficie, medianas inversiones en pie de cría, bajos niveles de aseguramiento y de aplicación de insumos, un reducido capital fijo y mínima fuerza de trabajo especializada. Sólo algunos productores desarrollan esta actividad con alto nivel tecnológico y el manejo inadecuado de algunos agostaderos ha propiciado el sobrepastoreo y deterioro de la cubierta vegetal y suelo; ello trae consigo una drástica disminución del hato ganadero y de la productividad, en general, en la ganadería de carne (UACH, 2002). La carga animal tiene un máximo de hasta 40 hectáreas por unidad animal en el desierto y ocho hectáreas en la llanura (Rodríguez, 2008); lo que explica por qué las unidades de producción requieren grandes extensiones de tierra y la utilidad por unidad de superficie es pequeña.

En EUA las unidades de producción bovinos-carne, con hasta 100 vacas en producción, representaron el 90.40%, la mayoría con menos de 50 vacas en promedio; además, solamente 3% del total de productores obtiene el 100% de su ingreso familiar de la unidad de producción (USDA-NASS, 2007). Según el Censo agropecuario de México (2007) el estado de Chihuahua contaba con 11,306 unidades de producción bovinos-carne y un inventario de 445,771 cabezas de ganado; lo que significó 39.43 cabezas de ganado por unidad de producción.

La situación económica de un sistema de producción o actividad productiva puede medirse a través de los costos de producción, eficiencia de la producción y ganancia o utilidad. La rentabilidad es una medida de eficiencia económica que indica el rendimiento del capital afectado por la producción. Su determinación posibilita el análisis de las empresas en forma global, poder comparar con otros modelos productivos y la planificación para optimizar el uso de los recursos tierra, trabajo y capital (Maldonado *et al.*, 2000).

El estudio de factibilidad se puede utilizar de muchas maneras, pero principalmente se centran en proyectos empresariales (Dekom, 1991). Además, Taylor y Field (1995) estimaron que, en EUA solamente, entre 5 a 10% de los productores del sistema vaca-becerro calculan el costo de producción; en México se desconoce esta cifra.

Lawrence *et al.* (1999) indican que la desviación estándar refleja la variación entre hatos y pone de relieve la naturaleza del negocio de la carne de vaca y de la importancia de la gestión integrada de los recursos. El sistema de producción vaca-becerro se sujeta a un alto riesgo e incertidumbre, debido a que la producción y rendimiento dependen de las condiciones ambientales que se presenten antes y durante el ciclo productivo; lo que conlleva a un incremento del costo de suplementación de alimento.

La escasa cantidad de agua almacenada en las diversas obras hidráulicas de los predios ganaderos, así como los elevados y normales índices de evaporación y transpiración, tendrán

un efecto negativo en esta actividad económica (Giner *et al.*, 2011). Hall (2007) encontró que en Virginia la época en que las vacas gestantes necesitan más nutrientes coincide con la baja disposición de forraje de calidad y lleva al productor a suplementar su ganado; ello mejora la calidad de la vaca y becerro, pero incrementa el costo de producción.

En general, los costos de alimentación en EUA representan al menos 50% del costo total para mantener una vaca durante todo el año (Garrard y Glaze, 2008). Asimismo, la dependencia de un solo mercado de exportación de becerros para México agrega el riesgo económico. Una forma objetiva de medir el riesgo es a través de la distribución de probabilidad de la inversión, debido a que separa la forma el riesgo subjetivo de la forma de pensar del productor y dejarlo solamente en términos de probabilidad. El agua es el factor de producción limitante número uno en estas condiciones; y la producción de biomasa en el agostadero, el segundo. La productividad se ve reflejada en los kilogramos de becerro cosechados por vaca y por hectárea. La eficiencia de los insumos (forraje) está directamente relacionado con el objetivo de este sistema de producción (kilogramos cosechados de becerro al destete).

Esta investigación tuvo como objetivo cuantificar la situación económica o de rentabilidad, al utilizar los indicadores marginales económicos y financieros. Se consideró el costo, ingreso y utilidad marginal por vaca en producción, por hectárea utilizada, por becerro destetado y por kilogramos de carne de ternero destetado. Igualmente, el riesgo se midió al considerar la probabilidad de que un productor obtuviera ganancia, porque en ella se ven reflejados todos los riesgos.

## Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en las cuatro regiones productoras más importantes del estado de Chihuahua; éste, se encuentra localizado en el norte de México; cuenta con una superficie de 247,460 Km<sup>2</sup> (12.60% de la superficie nacional); 40% de la superficie tiene clima muy seco, 33% seco y semiseco, 24% templado subhúmedo y 3% cálido subhúmedo; temperatura media anual de 17°C, y precipitación pluvial promedio de 500 mm anuales.

La escala de producción (vacas en producción) representativa de cada lugar (mayor frecuencia), se denominó Unidad Representativa de Producción (URP), la cual tiene características similares en número de vacas en producción, tecnología, acceso al mercado de insumos y acceso al mercado de productos. Las escalas de producción representativas se eligieron considerando el número de unidades de producción y número de vacas y vaquillas en producción por año ganadero en la entidad; cuentan con 4,600 unidades de producción (11% de la entidad) y 192,217 vacas en producción (14% del inventario de la entidad).

En el estado de Chihuahua se reportaron poco más de 1.7 millones de cabezas de ganado y 47 mil unidades de producción, el área de estudio correspondieron 57.10 y 41.31%, respectivamente; la escala de 40 vacas aportaron 16.13 de las cabezas de ganado y 17.47 % de las unidades de producción, la de 100 vacas 16.56 y 9.13%, la de 200 vacas 10.77 y 5.68%, y la de 500 vacas 13.64 y 9.03%, respectivamente (Censo agropecuario, 2007).

En el sistema de producción vaca-becerro, la escala de producción se refiere al número de vacas y vaquillas que estuvieron disponibles al inicio del año ganadero, de quien

depende el número de becerros destetados o cosechados y a quien se le asigna el costo de producción. Las regiones analizadas también son las principales productoras y exportadoras de becerros a Estados Unidos.

Se analizaron cuatro escalas representativas de producción de 40, 100, 200 y 500 vacas en producción. Los datos utilizados en el análisis fueron sobre eficiencia productiva, costos e ingresos de producción para el año 2011 y se analizaron en 2012 (cuadro 1).

Cuadro 1  
Datos técnicos de las escalas de producción analizadas.

Vacas	Mortalidad (%)	Parición (%)	Vaca de desecho (%)	Reemplazo (%)	Toros de desecho (%)
40	5.3	75	10	33	0
100	3.6	60	5	29	25
200	5.1	70	8	33	8
500	2.0	70	12	40	19

Para cuantificar la situación económica o de rentabilidad se utilizó el análisis marginal de costo de producción, rendimiento y utilidad marginal, a través del programa de simulación MEXSIM, que utiliza la plataforma SIMETAR© (desarrollado por Texas A&M University) y utilizado por la SAGARPA para analizar la situación económica y prospectiva de los principales sistemas de producción en México.

El programa SIMETAR es utilizado para analizar sistemas de producción agropecuarios que asocian el riesgo (Richardson y Nixon, 1986). La situación económica de la URP consideró —para su análisis— dos variables: descapitalización e ingreso neto, y tres posibles situaciones o resultados; una buena situación económica se obtiene cuando la suma de las probabilidades de descapitalización e ingreso neto negativo es menor a 25%; precautoria, cuando es mayor o igual a 25% y menor e igual que 50%; y desfavorable, cuando es mayor a 50%.

El costo marginal (CMg) se define como el incremento del costo total ( $\Delta CT$ ) en función de una unidad más producida ( $\Delta x$ ); permite evaluar individualmente una decisión de producción o uso de un recurso, a través de su costo, y tomar la decisión de producirla; es decir, permite cuantificar el costo de tener una vaca más en producción, una hectárea más de agostadero, un becerro más producido y un kilogramo de carne en pie más, producido para el siguiente periodo o ciclo de producción.

$$CMg = \frac{\Delta CT}{\Delta x}$$

El ingreso marginal (IMg) se define como el incremento en el ingreso total ( $\Delta IT$ ) por una unidad más producida ( $\Delta x$ ); esta forma de evaluar la producción permite contrastarlo contra el costo de producirla; es decir, cuantifica el ingreso obtenido por una



vaca más en producción, una hectárea más de agostadero, un becerro más producido y un kilogramo de carne en pie más producido.

$$IMg = \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Finalmente, la utilidad marginal (UMg) o valor producido se define como “la diferencia entre ingreso marginal (IMg) y costo marginal por unidad producida (CMg)”;

significa cuantificar o medir la decisión tomada de tener una vaca más en producción, una hectárea más de agostadero, un becerro más producido y un kilogramo de carne en pie más producido y vendido; de tal manera que, si la decisión tomada fue acertada se tendrá utilidad o ganancia y viceversa.

$$UMg = IMg - CMg$$

El análisis de riesgo es un criterio en toda inversión; permite conocer con anticipación cuál es la probabilidad de que el capital invertido genere ganancias. Asimismo, se identifican como factores de riesgo: el precio de mercado de los becerros, el precio de los insumos, las políticas públicas y los recursos naturales.

Medir el riesgo significa: estimar la distribución del rendimiento económico de una inversión.

## Resultados

Los valores promedio que caracterizan el sistema de producción vaca-becerro en el estado de Chihuahua fueron:  $210 \pm 204.29$  vacas en producción;  $3,792.50 \pm 4,301.03$  hectáreas de agostadero;  $16.06 \pm 11.34$  hectáreas por cabeza de ganado;  $7,607.75 \pm 6,482.88$  millones de pesos en activos;  $67.10 \pm 7.00\%$ ,  $162.50 \pm 15.00$  kg de PV de becerros machos destetados;  $150.00 \pm 11.55$  kg de PV de becerros hembras destetados;  $104.90 \pm 14.05$  kg de PV producidos por vaca y  $8 \pm 2$  meses al destete.

La diferencia en algunos indicadores se reduce cuando se mide la eficiencia objeto de estudio en kilogramos de becerro producidos y kilogramos producidos por vaca. Esto indica que las variables elegidas para evaluar la productividad son las más adecuadas.

En 2011 la probabilidad de que el ingreso neto de los productores fuera negativo (riesgo) fue de 31.95% y 44.55% de descapitalización, lo que implica una situación económica precautoria para todas las escalas de producción analizadas (cuadro 2).



**Cuadro 2**  
Situación económica por escala de producción.

<i>Vacas</i>	<i>Ingreso neto negativo (%)</i>	<i>Descapitalización (%)</i>
40	33.60	72.00
100	31.80	43.80
200	31.40	47.80
500	31.00	34.60

Se encontraron cinco principales factores o insumos que determinaron el costo de producción de bovino-carne en el estado de Chihuahua. El alimento (suplemento y forrajes) comprado (38.20%) que es un reflejo de la disminución de producción natural de forraje; mano de obra fija (26.07%), considerando al productor como asalariado; compra de sementales (15.60%); combustibles (13.63%); reparación y mantenimiento de activos (8.70%) y, otros (12.13%) (cuadro 3).

**Cuadro 3**  
Principales costos de producción (por ciento del total).

<i>Vacas</i>	<i>Alimento</i>	<i>Combustible</i>	<i>Salarios</i>	<i>Reparación y mantenimiento</i>	<i>Compra de ganado</i>	<i>Otros</i>
40	75.70	10.10	0.00	7.70	0.00	6.50
100	35.00	11.50	35.50	5.50	0.00	12.50
200	20.20	8.40	29.30	15.20	10.20	16.70
500	21.90	24.50	13.40	12.80	21.00	19.20

Las dos principales fuentes de ingreso fueron, en promedio, la venta de becerros al destete (88.70%) y transferencias gubernamentales (11.30%), como Programa Ganadero Nacional (PROGAN) y activos productivos para la reproducción. Sólo la escala de producción más pequeña asocia la producción pecuaria con la agrícola, al utilizar el 100% de la cosecha como insumo pecuario. También se puede observar que conforme la escala de producción se incrementa, disminuye la proporción del subsidio (cuadro 4).

Cuadro 4  
Origen del ingreso (por ciento).

Vacas	Producción de carne	Transferencias
40	77.70	22.30
100	89.20	10.80
200	92.40	7.60
500	95.50	4.50

*Costo marginal (CMg)*

El costo marginal promedio por vientre fue de 2,232.68 pesos; por hectárea utilizada, 268.51 pesos; por ternero destetado, 3,283.60 pesos; y por kilogramo de carne en pie producida, 20.92 pesos (cuadro 5).

Cuadro 5  
Costo marginal (pesos).

Vacas	Vaca	Hectárea	Becerro destetado	Carne producida (kg)
40	2,709.16	637.45	3,612.22	24.91
100	1,283.98	42.80	2,213.75	15.27
200	2,937.67	293.77	4,384.58	25.79
500	1,999.91	100.00	2,923.84	17.72
DS	747.95	268.38	929.90	5.22

*Ingreso marginal (IMg)*

Para obtener el ingreso marginal por vientre se consideró el ingreso por la venta del becerro destetado. En promedio, el ingreso marginal fue de 3,889.50 pesos por vientre; 381.27 pesos por hectárea; 5,846.99 pesos por cría destetada; y 37.27 por kilogramo en pie de becerro destetado (cuadro 6).

Cuadro 6  
Ingreso marginal (pesos).

<i>Vacas</i>	<i>Vaca</i>	<i>Hectárea</i>	<i>Becerro destetado</i>	<i>Carne producida (kg)</i>
40	3,150.00	741.18	4,200.00	28.97
100	3,480.00	116.00	6,000.00	41.38
200	4,430.00	443.00	6,611.94	38.89
500	4,498.00	224.90	6,576.02	39.85
DS	677.49	275.78	1,133.23	5.63

### *Utilidad marginal (UMg)*

La utilidad marginal promedio por vientre fue de 1,656.82 pesos; fue mayor para la escala de 500 vacas y más baja para la de 40 vacas. Por hectárea utilizada fue de 115.18 pesos; fue mayor para la de 200 vacas y menor para la de 40 vacas. Por cría destetada fue de 2,563.41 pesos; es mayor para la de 100 vacas y menor para la de 40 vacas. Finalmente, la utilidad por kilogramos de carne en pie producido fue de 16.35 pesos; fue mayor para la de 100 vacas y menor para la de 40 vacas (cuadro 7).

Cuadro 7  
Utilidad marginal (pesos).

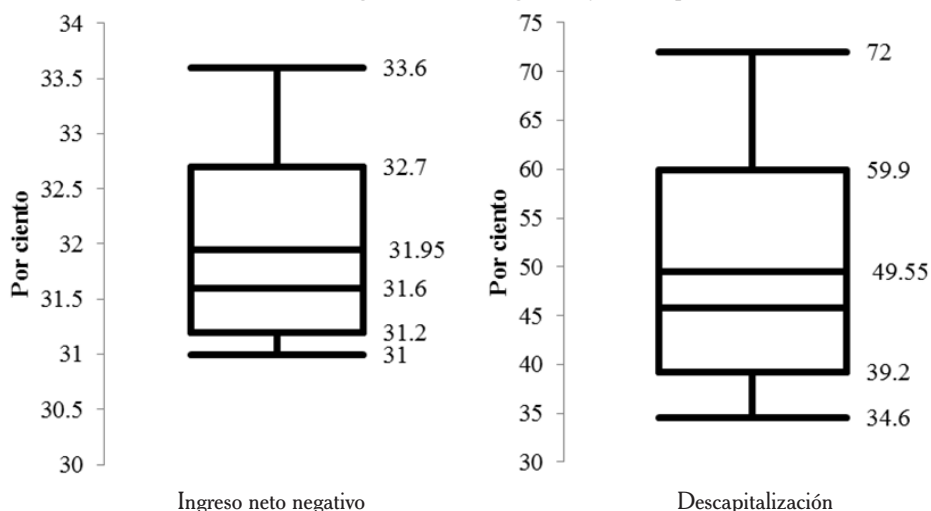
<i>Vacas</i>	<i>Vaca</i>	<i>Hectárea</i>	<i>Becerro destetado</i>	<i>Carne producida (kg)</i>
40	440.84	103.73	587.78	4.05
100	2,196.02	73.20	3,786.25	26.11
200	1,492.33	149.23	2,227.36	13.10
500	2,498.09	124.90	3,652.18	22.13
DS	913.63	32.27	1,494.07	9.84

### *Riesgo*

En promedio, 30% de las unidades de producción mostraron una situación económica favorable; significa que la probabilidad de que el ingreso neto negativo y descapitalización fueran de hasta 25%; de esta manera, el restante 80% se encontraba en una situación económica precautoria. Ello significa que ambas probabilidades (ingreso neto negativo y descapitalización) fueron de 25 a 50% (figura 2). La probabilidad de descapitalización es un problema mayor que la probabilidad de obtener ingreso neto negativo.

Figura 2

Probabilidad del ingreso neto negativo y descapitalización.



## Discusión

En 2008 se encontró que 75% de las unidades de producción se encontraban en una situación económica precautoria y 25% en una situación económica pobre (Agroprospecta, 2009). En 2010 la primera situación creció al 100%, es decir, todas las unidades de producción analizadas se encontraron en una situación económica precautoria; y, para 2011, se encontró la misma situación económica (precautoria) encontrada en 2010, lo que significó que la probabilidad de que el ingreso neto sea negativo y descapitalización fueron superiores a 25% y menores a 50%. Esta situación se asocia con la baja producción de forraje como consecuencia de la disminución de la precipitación, exportación del becerros machos y pie de cría castradas (SIAP, 2012).

En 2014, además de becerros exportados, las exportaciones de becerras castradas de México (pie de cría) fue 14.18%, ocasionado por una decisión de los engordadores de EUA, para solamente engordar becerros y vaquillas castradas; esto, pese a que anteriormente también se engordaban vacas y toros desechados en Estados Unidos. La exportación del pie de cría ocasiona entropía en el sistema de producción de becerros, cuando la renovación del activo principal (vacas) se detiene.

En 2007, en promedio, 32% del costo total correspondió a combustible, 28% a reparación y mantenimiento de los activos, 21% a la compra de alimento, 15% a salarios y el resto a “otros” (Agroprospecta, 2009). Para este mismo año, un rancho promedio de EUA tuvo un costo promedio de producción de 871,689.36 pesos, la compra de ganado (45%) y alimentación (21%) fueron sus principales costos de producción (Census of Agriculture, 2007). Estos costos resultados contrastan con los encontrados en esta in-

vestigación, en donde la compra de alimento representó 38.20%, salarios 19.55%, combustible 13.63%, reparación y mantenimiento de activos 10.30%, y compra de activos (sementales) 7.80%. El incremento del costo de alimentación se debió a la disminución de agua de lluvia.

Por su parte, Ramsey *et al.* (2005) encontraron que, en unidades de producción de Texas, Oklahoma y Nuevo México, los factores que determinaron una baja rentabilidad fueron: la escala de producción, cantidad de alimento suministrado, construcciones, maquinaria, inversión en reemplazos, porcentaje de pariciones, mortalidad y el tiempo en que una vaca es preñada.

Con relación a los costos de los insumos encontrados por Miller *et al.* (2001), en Illinois y Iowa, en escalas de 20 a 373 vacas en producción, el costo por concepto de compra de alimento fue de 712.50 pesos por vientre; mientras que en Chihuahua fue de 402.87 pesos, lo que significa una eficiencia a favor de 309.63 pesos.

Igualmente, Larson (2011) encontró que en Saskatchewan (Canadá) el costo anual de mantenimiento por vientre fue de 7,539.79 pesos en 2010, y se incrementó 10.10% en 2012 (Larson, 2013).

En lo que concierne a los costos encontrados por Ramsey *et al.* (2005) en los estados de Nuevo México, Texas y Oklahoma, existe una mayor eficiencia de los productores mexicanos, de 511.52 pesos por vientre; ello explica por qué los engordadores estadounidenses aprovechan el costo de oportunidad de importar los becerros y no producirlos.

En 2007, en promedio, 88% del ingreso del productor del estado de Chihuahua provino de la venta de becerros y 12% de otros ingresos, como: venta de subproductos, renta de activos y transferencias gubernamentales (Agroprospecta, 2009).

Larson (2011) encontró que el ingreso total por becerro destetado fue de 7,653.78 pesos (35.41 \$/kg), lo que representa una eficiencia de 1.86 pesos más respecto de Chihuahua. En este caso, los productores de Canadá tienen un costo de oportunidad o mayor eficiencia respecto de los productores de México. Considerando los datos reportados por Báez (2012), en el periodo 1997-2011, el costo de producción real creció 4.83 \$/kg de becerro destetado.

A la par, al considerar al productor más eficiente por rubro analizado (cuadro 6) en comparación con el menos eficiente, se dejó de ganar 3,365.08 \$/vaca, 121.42 \$/ha utilizada, 4,757.27 \$/becerro y 35.04 \$/kg en pie destetado. Esto significa una improductividad del 34% en las vacas utilizadas, 23% en la superficie utilizada, 32% en los becerros producidos y 37% en los kilogramos de carne producidos. En todos los rubros el productor de menor cantidad de vacas en producción fue también el menos eficiente, debido a la asociación que tiene entre los sistemas pecuario y agrícola.

El riesgo, en este sistema de producción, está asociado a variables como la cantidad de forraje producido por hectárea, porcentaje de pariciones y mortalidad (cuadro 1). Al tomar en cuenta la desviación estándar de la utilidad marginal por hectárea, se encontró que en 2008 fue de  $109.56 \pm 17.94$  pesos (Agroprospecta, 2009); en tanto que, para 2011, fueron de  $112.77 \pm 32.27$  pesos. Esto significa que el riesgo del sistema de producción se incrementó 12.25 puntos porcentuales.

## Conclusiones

El sistema de producción vaca-becerro en el estado de Chihuahua México es rentable; sin embargo, el alto riesgo asociado a la dependencia de los recursos naturales (forraje), el alto costo de alimento suplementario y el mercado inestable de los becerros destetados (con el mínimo valor agregado), provoca que anualmente la rentabilidad disminuya. Ante un concepto de productividad se hace necesario obtener el costo de oportunidad o económico para determinar cuál es la mejor alternativa para los recursos disponibles en la entidad destinados al sistema de producción analizado; para ello, debe considerarse el cambio climático y la volatilidad de precios internacionales de los insumos para la producción de carne de bovino y precios de la carne.

El 13% de las URP se encontraron en una buena situación económica y 87% en una situación económica precautoria. Al tomar en cuenta la escala de producción más eficiente, el sistema de producción mostró una ineficiencia de 32%, lo que fue mayormente ocasionado por el productor de menor escala.

## Literatura citada

- Agroprospecta. (2009). *Formación y análisis microeconómico de unidades representativas de producción de bovinos carne*. Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios, SAGARPA.
- Báez, A. D.; Reyes, G.; Melgoza, A.; Royo, M. y Carrillo, R. (2012). Características productivas del sistema vaca-cría en el estado de Chihuahua. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 37(2).
- Censo agrícola, ganadero y forestal. (2007). En: [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/ca2007/resultados\\_agricola/default.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/ca2007/resultados_agricola/default.aspx) (Consultado el 21 de abril de 2012).
- Census of Agriculture. (2007). En: [http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Full\\_Report/Volume\\_1,\\_Chapter\\_1\\_US/usv1.pdf](http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Full_Report/Volume_1,_Chapter_1_US/usv1.pdf) (Consultado el 10 de junio de 2014).
- Copeland, L. (2011). Meeting the challenges for agriculture. *Agriculture*, 1(1):1-3.
- Davis, M. E.; Rutledge, J. J.; Cundiff, L. V. y Hauser, E. R. (1983). Life cycle efficiency of beef production: II. Relationship of cow efficiency ratios to traits of the dam and progeny weaned. *Journal of animal science*, 57(4):852-866.
- Dekom, A. K. (1991). Systems feasibility-studying the possibilities. *Journal of Systems Management*, 42(6): 23-27.
- FAO (2014). En: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QA/S> (Consultado el 25 de marzo de 2014).
- Garrard, R. M. y Glaze Jr., J. B. (2008). Supplement allows ranchers to eliminate hay feeding and reduce winter feed costs. *Journal of Extension*, 46(3).
- Giner, R. A.; Fierro, L. C. y Negrete, L. F. (2011). Análisis de la problemática de la sequía 2011-2012 y sus efectos en la ganadería y agricultura de temporal. *Documento de circulación interna. Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA)*. Saltillo, Coahuila.
- Gobierno del estado de Chihuahua, CONACyT. (2006). Anexo Convocatoria de Fondos Mixtos, Área 1. Cadena alimentaria agropecuaria. En: [http://www.conacyt.gob.mx/FondosyApoyos/Mixtos/Constituidos/Chihuahua/Documents/Chihuahua\\_Demandas\\_2006-01.pdf](http://www.conacyt.gob.mx/FondosyApoyos/Mixtos/Constituidos/Chihuahua/Documents/Chihuahua_Demandas_2006-01.pdf). (Consultado el 25 de julio de 2013).
- Hall, J. B. (2007). The cow-calf manager: Winter feeding and supplements livestock update. En: [http://www.sites.ext.vt.edu/newsletter-archive/livestock/aps-97\\_12/aps-851.html](http://www.sites.ext.vt.edu/newsletter-archive/livestock/aps-97_12/aps-851.html) (December 1997). Extension Beef Cattle Specialist, Virginia Tech. (Consultado el 13 de junio de 2013).
- Hanset, R. Michaux, C. y Stasse, A. (1987). Relationship between growth rate carcass composition, feed intake, feed conversion ratio and income in four biological types of cattle. *Genet. Sel. Evol.* 19:225-248.
- Klosterman, E. W. (1972). Beef cattle size for maximum efficiency. *Journal of Animal Science*, 34(5), 875-880.

- Larson, K. (2011). Saskatchewan cow-calf cost of production analysis. The Western Beef Development Centre (WBDC). Fact sheet # 2011-01.
- Larson, K. (2013). Saskatchewan cow-calf cost of production analysis. The Western Beef Development Centre (WBDC). Fact sheet #2013-02.
- Lawrence, J. D.; Strohbehn, D. R. y Center, I. B. (1999). Understanding and managing costs in beef cow-calf herds. En: *White Paper prepared for the Integrated Resource Management Committee, National Cattlemen's Beef Association Convention*. Iowa Beef Center, Iowa State University.
- Maldonado, P.; Altamirano, H. H.; Bogado, E. F. y Crudeli, G. A. (2000). Evaluación económica de modelos de producción de carne bovina y bubalina. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000*.
- Martínez, J. A. F. y Hernández, K. C. (2012). Structural dimension of financial speculation on food demand. <http://congresoreedes.unican.es/actas/PDFs/20.pdf>. (Consultado el 30 noviembre 2014).
- Miller, A. J.; Faulkner, D. B.; Knipe, R. K.; Strohbehn, D. R.; Parrett, D. F. y Berger, L. L. (2001). Critical control points for profitability in the cow-calf enterprise. *The Professional Animal Scientist*, 17(4), 295-302.
- Ramsey, R.; Doye, D.; Ward, C.; McGrann, J.; Falconer, L. y Bevers, S. (2005). Factors affecting beef cow-herd costs, production, and profits. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 37(1), 91-99.
- Richardson, J. W. y Nixon, C. J. (1986). Description of FLIPSIM V: A general firm model policy simulation model. Texas A&M University, Department of Agricultural Economics, Agricultural and Food Policy Center. *Bulletin B1528*, July.
- Richardson, J. W. y Nixon, C. J. (1982). Producer's preference for a cotton farmer owned reserve: an application of simulation and stochastic dominance. *Western Journal of Agricultural Economics*, 123-132.
- Rodríguez, M. C. (2008). Suplementación práctica de bovinos en pastoreo, FZ-UACH. En: [http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicaciones-fpchihuahua/pdf/manual\\_bovinos\\_pastoreo.pdf](http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicaciones-fpchihuahua/pdf/manual_bovinos_pastoreo.pdf) (Consultado el 25 de octubre de 2013).
- SAGARPA. (2013). Programa Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios. En: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Otros/Attachments/2/conargen.pdf> (Consultado el 16 de julio de 2013).
- Schinca, N. (2009). El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. *Actividad Dietética*, 13(2):49-50.
- SDR (Secretaría de Desarrollo Rural, Gobierno del estado de Chihuahua). (2012). En: [http://www.chihuahua.gob.mx/sdr/plantilla5.asp?cve\\_Noticia=9479](http://www.chihuahua.gob.mx/sdr/plantilla5.asp?cve_Noticia=9479)
- SIAP. (2011). Base de datos. Secretaría de Agricultura, ganadería, pesca y alimentación. En: <http://www.siap.gob.mx/avance-de-la-produccion-pecuaria/> (Consultado el 12 de abril de 2012).
- SIAP. (2013). En: [http://www.campomexicano.gob.mx/portal\\_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/bovcarn.pdf](http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/bovcarn.pdf) (Consultado el 31 de marzo de 2013).
- Taylor, R. E. y Field, T. G. (1995). Achieving cow/calf profitability through low-cost production. Range Beef Cow Symposium. *Animal Science Department*. 12-5-1995.
- Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) (2002). Evaluación de la Alianza para el Campo. Informe de evaluación estatal Fomento ganadero. Pp. 30-31.
- USDA (2014). En: <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1488> (Consultado el 05 de febrero de 2014).
- USDA. (2007). Census of agriculture. En: <http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/> (Consultado el 25 de junio de 2014).
- USDA-NASS. (2007). Fact Sheet: 2007 Census of Agriculture, Cattle Production. En: [http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Online\\_Highlights/Fact\\_Sheets/beef\\_cattle.pdf](http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Online_Highlights/Fact_Sheets/beef_cattle.pdf) (Consultado el 16 de junio de 2010).
- Wagner, W. R. (1980). Cow-calf unit efficiency in beef cattle. *Dissertation Abstracts International*, B, 40(8).

Recibido: Diciembre 09, 2014

Aceptado: Julio 10, 2015





Título: *Nopalandia*  
Técnica: mixta (bolígrafo y grafito / papel)  
Año: 2015  
Medidas: 28 x 25 cm  
Autora: Adoración Palma (ZmanoS)



# The role of genotype on classification grades of beef carcasses produced under mexican tropical conditions

---

Influencia del genotipo bovino en el grado de clasificación de canales generadas en el trópico mexicano

José Manuel Zorrilla-Ríos,<sup>1\*</sup> Phillip Lancaster,<sup>4</sup> Carla Goad,<sup>3</sup> Gerald Horn<sup>2</sup> y Margarita Hernández-Gallardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
Universidad de Guadalajara  
Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100  
La Venta del Astillero, Zapopan, Jalisco, México (C. P. 45110).

<sup>2</sup> Animal Science Department  
Oklahoma State University  
Stillwater, Okl. USA (74078).

<sup>3</sup> Department of Statistics  
Oklahoma State University  
Stillwater, Okl. USA (74078).

<sup>4</sup> Department of Animal Sciences  
University of Florida  
Range Cattle Research and Education Center  
3401 Experiment Station  
Ona, FL, USA (33865).

\* Correspondence: zorrillarios@yahoo.com.mx

## Abstract

The present study identified the distribution of 22,850 beef carcasses belonging to three genotypes according to a visual judgment of the height of the hump (large, indicative of *Bos indicus*; medium, Crosses between *B. indicus* and *Bos taurus*, and small, *B. taurus*) among the classification grades obtained under the Mexican norm NMX-FF-078-SCFI-2002, at the No 51 Federal Inspected Type abattoir, Tabasco State, southeastern Mexico. Chi-square analysis was used to determine the association and the proportion of hump classification with carcass grading criteria. Fifty four percent of the carcasses

## Resumen

El presente estudio identificó la distribución de 22,850 canales de bovino de diferentes genotipos. Éstos, en función del juzgamiento visual del tamaño de la giba (grande, representativa de un genotipo *Bos indicus*; mediana, genotipo producto de la cruce entre *B. taurus* y *B. indicus* y pequeña, considerada como genotipo *B. taurus*) en los grados de clasificación obtenidos bajo la norma mexicana NMX-FF-078-SCFI-2002, en el rastro Tipo Inspección Federal No. 51 de La Unión, Tabasco (México). Se determinó el grado de asociación y la proporción de canales, juzgados por el tamaño de su giba; y el criterio

classified as large hump (*B. indicus* breeding), 35% as small hump (*B. taurus* breeding), and 10.70% as medium hump (Crossbred). *B. taurus* and Crossbred genotypes had greater ( $P < 0.0001$ ) percentage of Select carcasses (17.90 and 18.50%, respectively) and Standard grades (55.20 and 60.10%, respectively) than *B. indicus* genotype (10.10% for Select and 39.30% for Standard). *B. indicus* genotype had greater ( $P < 0.0001$ ) percentage of Commercial carcasses (36.20%) and Out of Grade (14.40%) grades. The three genotypes representing the overall beef herd for the Mexican tropics, *B. taurus*, *B. indicus*, and Crossbred were present at the Select beef carcass classification grade suggesting that genotype is not a factor introducing bias in the Mexican carcass classification norm NMX-FF-078-SCFI-2002.

### Key words

*Bos indicus*, *Bos taurus*, crosses, meat, evaluation, climate.

de clasificación de la canal, por el procedimiento analítico de Chi-Cuadrada. Cincuenta y cuatro por ciento de las canales correspondieron al tipo de giba grande (genotipo *B. indicus*), 35% al de pequeña (genotipo *B. taurus*) y el 10.70% al de mediana (genotipo producto de la cruce entre *B. taurus* y *B. indicus*). En los genotipos *B. taurus* y cruce se concentró un mayor número de canales con clasificación de selecta ( $P < 0.0001$ ; 17.90 y 18.50%, respectivamente) y estándar (55.20 y 60.10%, respectivamente) que el genotipo *B. indicus* (10.10% para canales selectas y 39.30% de estándar). El genotipo *B. indicus* concentró un mayor número de canales de grado comercial (36.20%) y fuera de clasificación (14.40%) ( $P < 0.0001$ ). Los tres genotipos de bovinos considerados (*B. indicus*, *B. taurus* y Cruzas) dieron lugar a canales clasificadas como selectas, sugiriendo que el genotipo no sea un factor de sesgo en la norma de clasificación de canales de bovino mexicano NMX-FF-078-SCFI-2002.

### Palabras clave

*Bos indicus*, *Bos taurus*, cruza, carne, evaluación, clima.

## Introduction

Beef production under Mexican tropical conditions is going through a stage of evolution with the introduction of a significant level of concentrate supplementation under grazing conditions and-or finishing under confinement. New strategies are geared towards the intensification of the traditional off-pasture finishing system, as well as the introduction of Continental breeds crossed with *Bos indicus* type of cattle (Almanza, 2007; Peel *et al.*, 2010; García, 2011). The combination of this management approach with the introduction of European genotypes among a beef population dominated by the zebu breeds has produced a wide range of beef carcasses in terms of grade of finishing. This variation is recognized by a sector of the industry which has implemented the current classification norm NMX-FF-078-SCFI-2002 to properly allocate these carcasses into the variety of beef markets present in Mexico (Shwedel and Zorrilla, 2007; Peel *et al.*, 2011; Zorrilla-Ríos *et al.*, 2013).

Carcass classification distribution according to gender (young bulls, heifers and mature bulls or cows) has been previously reported by Zorrilla-Ríos *et al.* (2014). The effect of gender on the final classification grade and for each of the five criteria assessed (maturity,

conformation, meat and fat color and subcutaneous fat distribution) was estimated as the impact on the distribution of percentage proportions out of the total observations. Final carcasses classified as Select were only present in the young bull group (18.70%) and heifer (1.10%). Young bulls and heifers dominated the Standard grade (63.20% and 39.80%, respectively) with mature bulls and cows concentrating the Commercial and Out of Grade grades.

The hump size in beef animals is an anatomical structure that has been used as an indication of zebu breeding (*B. indicus* blood) present in the genetic make-up of an individual (Ensminger, 1987). Its assessment in beef carcasses has been used as an indicator of the proportion of *B. indicus* genotype present in a population (Sherbeck *et al.*, 1996).

The objective of the present study was to identify the existence of a possible relationship between genotype and the classification grade obtained by beef carcasses judged under the Mexican norm at a commercial abattoir located in southeastern Mexico.

## Materials and methods

There was no need to apply for Animal Care and Use Committee approval as data used in the present study were collected directly from carcasses made available by a commercial abattoir.

Twenty two thousand eight hundred and fifty beef carcasses were classified according to the current Mexican norm NMX-FF-078-SCFI-2002 (Secretaría de Economía, 2002) at the No 51 Federal Inspected Type commercial abattoir located in the State of Tabasco, Mexico, owned by the Beef Cattle Union of Tabasco State. The classification took place between November 2009 and February 2010. The Tabasco State of Mexico is located in the southeast region of the country between a latitude 17°15' and 18°39' North and longitude 91°00' and 94°17' West. The climate is described as Tropical humid (Am) and sub-humid (Aw) with rains in summer, 2,750 mm mean precipitation per year with a mean temperature of 26°C and maximum of 42°C (García, 1988).

The five criteria specified in the norm for the grading of a carcass are maturity (age), conformation, meat color, fat color, and distribution of the subcutaneous fat. The sum of the five criteria would yield a final grade referred as Supreme, Select, Standard, Commercial, or Out of Grade (Zorrilla *et al.*, 2013). A subjective visual assessment assisted by the use of representative photographs for size of hump was conducted on all carcasses at the time of their classification for grade.

A large hump corresponded to one approximately 12 cm height or more; a medium hump between 6 and 11 cm height and a small hump, less than 5 cm. Each one of the three hump categories specified were considered as indicative of a predominant type of beef genotype: large for *B. indicus*; small for *B. taurus* and medium for Crossbred, an undefined cross between *B. taurus* and *B. indicus* genotypes. A detail description on criteria and their application to judge each carcass under the Mexican norm are described in Zorrilla-Ríos *et al.* (2013).

Chi-square contingency analysis (Proc FREQ of SAS; SAS Instit., Cary, NC) was used to determine the association between the observed and the expected frequency of oc-

currence of hump classification with each of the five carcass grading criteria and the final carcass grade. One-way tables were also constructed to evaluate the proportions of hump classification within each of the five carcass grading criteria and final carcass grade.

## Results

The final classification grade distribution of the 22,850 carcasses is shown in table 1. There were no carcasses with a final grade of Supreme. The majority of the carcasses graded Standard (47.11%) and Commercial (28.19%) with a much smaller percentage of carcasses grading Select (13.77%) and Out of Grade (10.93%).

Table 1  
Frequency and percentage distribution of beef carcasses  
in each of the final classification grades.

Grades	No. of carcasses	% of total
Supreme	0	0.00
Select	3,146	13.77
Standard	10,766	47.11
Commercial	6,441	28.19
Out of grade	2,498	10.93
Total	22,850	100.00

The frequency and proportion of carcasses classified in each of the hump size categories are presented in table 2. A majority of the carcasses were classified as having a large hump (54.0%), a condition interpreted as an indicator for a majority of the carcasses having a strong *B. indicus* influence. Additionally, 35.3% of the carcasses were classified as having a small hump indicating primarily *B. taurus* breeding. Only 10.7% of the carcasses were classified as having a medium hump, which was interpreted as being an undefined cross between *B. indicus* and *B. taurus* genotypes (Crossbred).

Table 2  
Frequency and percentage of beef carcasses in each of the hump size classifications.

Hump size classification	No. of carcasses	% of total
Large	12,341	54.0
Medium	2,444	10.7
Small	8,065	35.3
Total	22,850	100.0

The results of the Chi-square contingency analysis indicating the extent of association between the observed and the expected frequency of occurrence of hump classification (beef genotype) and the test for uniform distribution for each of the five carcass grading criteria and the final carcass grade are presented in table 3. None of the carcasses from any genotype had a final grade of Supreme.

There was a significant ( $P < 0.01$ ) association between genotype and final grade such that *B. taurus* and Crossbred genotypes had 17.90% and 18.50% respectively, of carcasses present in the Select and 55.20% and 60.10% respectively, in the Standard grades, compared with 10.10% and 39.30% for *B. indicus* genotype. The *B. indicus* genotype as compared to *B. taurus* and Crossbred had twice the percentage of carcasses in the Commercial (36.20% vs. 15.00% and 19.80%, respectively) and Out of Grade (14.40% vs. 6.50% and 7.00%, respectively) grades.

Table 3

Frequency of observations in numbers and as percentage of total in brackets for test for association and test for uniform distribution of beef carcasses in each genotype within each final classification grade and for each of the five grading criteria.

Criteria	<i>Bos indicus</i>	Crossbred	<i>Bos taurus</i>	Test for association	P-value	Test for uniform distribution	P-value <sup>1</sup>
Final grade				<0.01			
Supreme	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)				< 0.01
Select	1,248 (10.10)	451 (18.50)	1,447 (17.90)				< 0.01
Standard	4,848 (39.30)	1,468 (60.10)	4,449 (55.20)				< 0.01
Commercial	4,472 (36.20)	367 (15.00)	1,602 (19.80)				< 0.01
Out of Grade	1,773 (14.40)	158 (6.50)	567 (7.00)				< 0.01
Maturity				<0.01			
Supreme	3,808 (30.89)	863 (35.31)	3,339 (41.40)				< 0.01
Select	1,911 (15.48)	629 (25.74)	1,855 (23.00)				< 0.01
Standard	1,847 (14.97)	606 (24.80)	1,409 (17.47)				< 0.01
Commercial	3,024 (24.50)	188 (7.69)	895 (11.10)				< 0.01
Out of Grade	1,751 (14.19)	158 (6.46)	567 (7.03)				< 0.01
Conformation				<0.01			
Supreme	6 (0.05)	6 (0.25)	8 (0.10)				0.82
Select	3,574 (28.96)	1,105 (45.21)	3,291 (40.81)				< 0.01
Standard	5,886 (47.69)	1,140 (46.64)	4,007 (49.68)				< 0.01
Commercial	2,080 (16.85)	92 (3.76)	507 (6.29)				< 0.01
Out of Grade	795 (6.44)	101 (4.13)	252 (3.12)				< 0.01

Continúa en la página siguiente

Viene de la página anterior

Criteria	<i>Bos indicus</i>	Crossbred	<i>Bos taurus</i>	Test for association	P-value	Test for uniform distribution	P-value
<b>Meat color</b>							
Supreme	293 (2.37)	58 (2.37)	230 (2.85)	<0.01			< 0.01
Select	4,137 (33.52)	1,395 (57.08)	4,065 (50.40)				< 0.01
Standard	5,672 (45.96)	733 (29.99)	2,953 (36.62)				< 0.01
Commercial	1,464 (11.86)	157 (6.42)	569 (7.06)				< 0.01
Out of Grade	775 (6.28)	101 (4.13)	248 (3.08)				< 0.01
<b>Fat color</b>							
Supreme	871 (7.06)	300 (12.27)	910 (11.28)	<0.01			< 0.01
Select	4,457 (36.12)	1,147 (46.93)	3,799 (47.10)				< 0.01
Standard	4,147 (33.60)	791 (32.36)	2,617 (32.45)				< 0.01
Commercial	2,001 (16.21)	105 (4.30)	485 (6.01)				< 0.01
Out of Grade	865 (7.01)	101 (4.13)	254 (3.15)				< 0.01
<b>Fat distribution</b>							
Supreme	432 (3.50)	139 (5.69)	377 (4.67)	<0.01			< 0.01
Select	4,098 (33.21)	1,186 (48.53)	3,518 (43.62)				< 0.01
Standard	4,678 (37.91)	906 (37.07)	3,287 (40.76)				< 0.01
Commercial	2,214 (17.94)	112 (4.58)	625 (7.75)				< 0.01
Out of Grade	919 (7.45)	101 (4.13)	258 (3.20)				< 0.01

<sup>1</sup> Test for uniform distribution compares the observed frequency of each genotype with the expected frequency within each grade. Expected frequency = cumulative frequency\*0.3334.

For the maturity criteria alone (table 3), there was a significant ( $P < 0.01$ ) association between genotype and maturity grade where *B. taurus* had 41.40% of carcasses with Supreme compared with 35.31% and 30.89% for Crossbred and *B. indicus* genotypes respectively, while the *B. indicus* had twice the percentage of Commercial and Out of Grade carcasses as *B. taurus* and Crossbred genotypes. *B. taurus* and Crossbred genotypes had a 23% and 25.74%, respectively, for Select carcasses and 17.47% and 24.80%, respectively, for Standard carcasses, compared with 15.48% and 14.97% for the *B. indicus* genotype.

For the criteria of conformation, few carcasses classified as Supreme (table 3). Although, genotype and conformation did show a significant ( $P < 0.01$ ) association such that *B. taurus* and Crossbred genotypes had a 40.81% and 45.21%, respectively of their total population within the Select grade, compared with 28.96% for the *B. indicus* genotype. Concomitantly, *B. indicus* genotype had a 16.85% of carcasses at the Commercial grade compared with 6.29% and 3.76% for the *B. taurus* and Crossbred genotypes. A similar percentage distribution for all genotypes was observed at the Standard and Out of Grade grades.

For the meat color criteria, a significant ( $P < 0.01$ ) association was found where *B. taurus* and Crossbred genotypes had 50.40% and 57.08% respectively of their carcasses in the Select grade, compared with 33.52% for *B. indicus* genotype. The *B. indicus* genotype had 11.86% of the carcasses in the Commercial grade compared with 6.42% and 7.06% for Crossbred and *B. taurus*. The three genotypes had a similar proportion of carcasses at the Supreme (from 2.37 to 2.85%) and Out of Grade (from 3.08 to 6.28%) grades.

There was a significant ( $P < 0.01$ ) association between fat color and genotype such that *B. taurus* and Crossbred genotypes had 11.28% and 12.27% respectively of their total population within the Supreme and 47.10% and 46.93%, respectively, within the Select grade whereas the *B. indicus* genotype had 7.06% and 36.12% respectively (table 3).

A similar percentage for all genotypes was observed at the Standard grade and as a consequence, the *B. indicus* genotype had 16.21% of carcasses at the Commercial grade compared with 7.06% and 6.42% for *B. taurus* and Crossbred genotypes.

As for the fat distribution criteria, the three genotypes had a similar percentage of carcasses at the Supreme and Standard grades (table 3). At the Select grade, *B. taurus* and Crossbred genotypes had 43.62% and 48.53%, respectively, compared with 33.21% for the *B. indicus* genotype. Conversely, the *B. indicus* genotype had a twice the percentage of carcasses within the Commercial grade compared with *B. taurus* and Crossbred genotypes.

The test for uniform distribution is statistically significant for all cases except for the criteria for conformation at the Supreme grade (table 3). *B. taurus* and *B. indicus* were present in a higher frequency than expected for the Final grades of Select and Standard, while *B. taurus* alone was present in a higher frequency than expected at the Commercial and Out of Grade grades.

*B. taurus* and *B. indicus* genotypes exceeded the expected frequency at the Supreme, Select, and Standard grades for the criteria of maturity, meat color, fat color, and subcuta-



neous fat distribution. The *B. taurus* and *B. indicus* genotypes also exceeded the expected frequency at the Select and Standard grades for conformation. Crossbred genotype was in all cases, below the expected frequency most probably due to the relatively low numbers of observations present as compared to those of the *B. taurus* and *B. indicus* genotypes.

## Discussion

Sherbeck *et al.* (1996) and Wulf and Page (2000) have used carcass hump height as an identification of a *B. indicus* genotype. Moreover, a heritability estimate of 0.54 for the height of the hump in Brahman cattle has been reported by Riley *et al.* (2002). Méndez *et al.* (2009) in a survey of beef carcass quality covering the Northern, Central and Southern regions of Mexico reported that 90% of the slaughter population sampled (1,696 carcasses) had some degree of *B. indicus* background as judged by a hump height of 7 cm or more.

This estimated level of *B. indicus* genotype from a population composed of sub-samples from three regions in Mexico contrasts with the 64.70% found in the present study, due partially to the fact that the current data came exclusively from the tropics where the presence of *B. indicus* would be expected to be higher. Boleman *et al.* (1998) considered *B. indicus* genotype those steer carcasses showing hump height 10 cm or more, although a confounding effect between genotype and castration may have taken place as steers would show a reduced development of a hump due to the lack of hormonal stimulus.

The dependence on the *B. indicus* genotype by the beef production systems for the southeastern tropics in Mexico is a sine qua non condition imposed by the environment. Thus, for beef breeders in the tropics of Mexico the information generated in this study should assist them to focus their targets on the carcass type to be produced. Using the criteria and ranges considered in the current Mexican beef carcass classification norm NMX-FF-078-SCFI-2002, their challenge would be to move the carcasses classified as Commercial and Standard towards the Select category.

The high proportion of carcasses graded Supreme or Select based on the maturity criteria could be a reflection of an adequate husbandry practice implemented among the producers to achieve finish weight at a reasonable age. Moderate improvements particularly in conformation and subcutaneous fat distribution would contribute to reaching this goal, a strategy realistically achievable using crosses of *B. indicus* and *B. taurus* genotypes.

## Conclusions

The three genotypes representing the overall beef herd for the mexican tropics, *B. taurus*, *B. indicus* and Crossbred were present at the Select grade for beef carcass classification. This condition could be interpreted as a reflection of an impartial structure of the criteria used by the Mexican norm NMX-FF-078-SCFI-2002 and their ranges to differentiate grades, in terms of genotypes when judging carcasses produced in the tropics.

Results indicated that beef genotypes from *B. taurus* and Crossbred originated a greater percentage of carcasses in the more desirable quality grades (Select and Standard) than *B. indicus*. Under the conditions in which the present study was conducted, the main restriction for the beef carcasses studied to reach the Supreme grade applying the Mexican carcass classification norm was their conformation, which could be addressed through the implementation of adequate genetics (crossbreeding) and good husbandry strategies in relation with environmental conditions of the Mexican tropics.

## *Acknowledgments*

MVZ Eduardo Álvarez, from the Cattle Union of Tabasco, for making available the data and partial financial support; MVZ, MSc Alejandro García Baduy, from Técnicas Agropecuarias, and Dr. Gastón Castillo, from Novus International de México, for partial financial support.

## Cited literature

- Almanza, M. A.V. (2007). *Unión Ganadera Regional de Tabasco. 70 años son un buen comienzo*. UGRT. México 2007. 197 pp.
- Boleman, S. L.; Boleman, S. J.; Morgan, W.W.; Hale, D. S.; Griffin, D. B.; Savell, J. W.; Ames, R. P.; Smith, M.T.; Tatum, J. D.; Field, T. G.; Smith, G. C.; Gardner, B. A.; Morgan, J. B.; Northcutt, S. L.; Dolezal, H. G.; Gill, D. R. and Ray, F. K. (1998). National beef quantity audit: Survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. *J. Anim. Sci.* 76:96-103.
- Ensminger, M. E. (1987). *Breeds of Cattle*. In: Beef cattle science (Animal Agriculture Series). Sixth Edition. The Interstate Printer & Publishers, Inc. Danville, Illinois. 47 pp.
- García, E. (1988). *Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen* (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana), 4ta. Edición. D. R. 1981. México. 227 pp.
- García, Y. K. (2011). *Experiencias de producción de carne en el trópico húmedo*. 1er. Congreso Ganadero Virbac Bovinos Carne. Guadalajara, Jalisco, México. Memorias. Pp. 35-52.
- Méndez, R. D.; Meza, C. O.; Berruecos, J. M.; Garcés, P.; Delgado, E. J. and Rubio, M.S. (2009). A survey of beef carcass quality and quantity attributes in Mexico. *J. Anim. Sci.* 87:3782-3790.
- Peel, D.; Johnson, R. J. and Mathews, K. H. (2010). Cow-calf beef production in Mexico. A report from the Economic Research Service, USDA. LDP-M-196-01, November 2010.
- Peel, D. S.; Mathews, K. H. Jr. and Johnson, R. J. (2011). Trade, the expanding mexican beef industry, and feedlot and stocker cattle production in Mexico". *A report from the Economic Research Service, USDA, LDP-M-206-01, August 2011*.
- Riley, D. G.; Chase, C.C. Jr.; Hammond, A. C.; West, R. L.; Johnson, D. D.; Olson, T. A. and Coleman, S. W. (2002). Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. *J. Anim. Sci.* 80:955-962.
- Secretaría de Economía, México. Diario Oficial de la Federación (2002). NMX- FF-078-SCFI-2002.
- Sherbeck, J. A.; Tatum, J. D.; Field, T. G.; Morgan, J. B. and Smith, G. C. (1996). Effect of phenotypic expression of brahman breeding on marbling and tenderness traits. *J. Anim. Sci.* 74:304-309.
- Shwedel, K. y Zorrilla, R. J. M. (2007). *Plan rector para elevar la competitividad de la ganadería, engorda y procesamiento de la carne mexicana de bovino*. Comité Nacional Sistema Bovinos Carne. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 118 pp.
- Wulf, D. M. and Page, J. K. (2000). Using measurements of muscle color, pH, and electrical impedance to augment the current USDA beef quality grading standards and improve the accuracy and precision of sorting carcasses into palatability groups. *J. Anim. Sci.* 78:2595-2607.
- Zorrilla-Ríos, J. M.; Lancaster, P. A.; Goad, C. L.; Horn, G. W.; Hilton, G. G. and Galindo G. G. (2013). Quality evaluation of beef carcasses produced under tropical conditions of México. *J. Anim. Sci.* 91:477-482.
- Zorrilla-Ríos, J.M.; Covarrubias M.I.A.; Hernández G.M.; Hernández G.J.; Moreno L.I.G. and Lancaster, P.A. (2014). Survey of beef carcass quality graded in Tabasco State, Mexico. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.* 22(3,4): 55-60.

Recibido: Marzo 06, 2015

Aceptado: Julio 09, 2015



Título: *Flores*

Técnica: mixta (cepillo grafo, soplado de tinta y plumilla / cartón)

Año: 2015

Medidas: 28 x 25 cm

Autora: Adoración Palma (ZmanoS)

# Unidades de vegetación de un bosque nativo, según condiciones edáficas (Entre Ríos, Argentina)

---

Vegetation units of native forest, according to soil conditions  
(Entre Ríos, Argentina)

**Julián Alberto Sabattini,\* Graciela Boschetti,  
Rafael Alberto Sabattini, César Quintero,  
Juan Pablo Hernández y Romina Befani**

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Universidad Nacional de Entre Ríos (FCA-UNER)  
Ruta 11 km 10,5-Oro Verde, Entre Ríos (Argentina)  
\* Correspondencia: [juliansabattini@hotmail.com](mailto:juliansabattini@hotmail.com)

## Resumen

En la región centro-norte de Entre Ríos (Argentina), las condiciones edáficas determinan las unidades de vegetación de los bosques nativos. El uso ganadero inapropiado, vinculado al grado de disturbio que presentan los bosques nativos, genera modificaciones observables en la estructura vegetal. El objetivo del presente estudio fue delimitar las unidades de vegetación del bosque nativo y su relación con las condiciones edáficas, a fin de diagnosticar el estado de conservación y degradación de un campo ganadero, en la ecorregión Espinal de Entre Ríos. Se extrajeron muestras de suelos y se caracterizó la estructura arbórea, arbustiva y herbácea de los bosques nativos de un establecimiento agropecuario de 12,400 ha, ubicado al sur del departamento Feliciano (Entre Ríos). Con la utilización de sensores remotos y cartas topográficas se reconocieron las clases de suelo Garat (Argiacuol Vértico), Grecco (Epiacualfe Vértico), Asociación de Serie A° Quebracho con Garat, Asociación de Serie A°

## Abstract

In the North Central region of Entre Ríos (Argentina), soil conditions determine the vegetation units of native forests. Unsuitable livestock use, related to the degree of disturbance that present the native forests, produce observable changes in the vegetation structure. The objective of the present study was to define vegetation units of native forest and its relationship with soil conditions to diagnose the state of conservation and degradation in a grazing area of the Argentine Espinal. Soil samples were extracted and the arboreal, shrubby and herbaceous structure of the native forest were characterized in a livestock farm of 12,400 ha, located in the south of Feliciano Department (Entre Ríos). The following soil classes were recognized: Garat (Vertic Argiuaquols), Grecco (Vertic Epiacualfs), Association Serie A° Quebracho with Grecco, Association Serie A° Quebracho with Garat and Complex A° Feliciano (Sub Group Haplaquents). With the use of remote sensing and topographic maps, these soil classes allowed

Quebracho con Grecco y Complejo A° Feliciano (Sub Grupo Haplacuentes). Estas clases de suelo permitieron definir cinco unidades de vegetación, donde el bosque nativo se asoció a las condiciones edáficas. Los ambientes presentaron diferencias en la diversidad vegetal, lo que permite estimar cuál será la evolución futura, manteniendo el grado de intervención antrópica del sistema actual.

### Palabras clave

Ecorregión espinal, suelos, degradación, arbustivas, sensores remotos.

to define five vegetation units, where the native forest was associated with edaphic conditions. The environments showed differences in plant diversity allowing the estimation of what future developments would look like, while maintaining the same degree of human intervention in the current system.

### Keywords

Espinal ecoregion, soil, degradation, shrubs, remote sensing.

## Introducción

El suelo es un recurso que puede ser considerado no renovable; es muy valioso, en virtud de que proporciona sustento para los ecosistemas y la vida humana. Las diferentes clases de suelos presentan comportamientos diversos en función de sus características físicas, químicas y biológicas. La calidad de evaluación de la aptitud de tierras y la fiabilidad de las decisiones de su uso, dependen en gran medida de la información disponible sobre las características y propiedades de los suelos, porque es posible establecer correlaciones con la vegetación (Mermut y Eswaran, 2001; Bogaert y D'Or, 2002; Salehi *et al.*, 2003; Ziadat, 2007).

Las relaciones entre suelo-vegetación y suelo-paisaje son altamente complejas, debido a que la variación de las propiedades del suelo dentro de una región puede ser consecuencia de la heterogeneidad topográfica (Huddleston y Riecken, 1973; Daniels *et al.*, 1987; Honeycutt *et al.*, 1990; Feldman *et al.*, 1991; Brubaker *et al.*, 1993).

Numerosos estudios han intentado correlacionar la vegetación clímax con los suelos y los resultados no han sido satisfactorios, debido a que otros factores no edáficos fueron determinantes de los tipos de vegetación (Tisdale y Bramble-Brodahl, 1983; Sexton, 1986; Neiman, 1988; Jensen *et al.*, 1990).

Bunting (1978) al utilizar el análisis de los factores y múltiples funciones discriminantes, logró correlacionar las propiedades de suelos seleccionados con los principales tipos de vegetación en las montañas de Guadalupe, en el suroeste de Texas. Estudios más recientes han demostrado que la utilización de especies indicadoras de una comunidad vegetal en ecosistemas específicos permite identificar tipos de suelos asociados y viceversa (Mücher *et al.*, 2009). El éxito de este último método es limitado a la disponibilidad de información sobre la vegetación natural y se magnifica su uso en las ecorregiones que han sido antropizadas.

Estudios realizados acerca de la sabana y bosque semi-deciduo del sureste de Brasil, determinaron que la vegetación y los suelos están íntimamente relacionados, pero que es



difícil identificar las relaciones causa-efecto cuando se suma el gradiente geomorfológico y el régimen de drenaje de agua (Guidão *et al.*, 2002).

Por otro lado, en el Parque Natural “El Hondo” (España), se comprobó la relación entre los tipos de vegetación, los usos y tipos de suelos (Torres *et al.*, 2010).

La representación gráfica de la vegetación tiene especial interés en los trabajos de paisaje, porque los perfiles de vegetación permiten esquematizar la organización espacial de las comunidades vegetales en un esquema topográfico (Whitney, 1991; Smith, 1995). Actualmente predominan los estudios florísticos de las comunidades, definidas por su estructura y fisonomía (Panareda, 1996). En ese sentido, las representaciones gráficas esquemáticas, los ideogramas, sintetizan la estructura del paisaje (Bordon, 1983).

Otra alternativa para evaluar unidades de ambiente y vegetación del bosque nativo es mediante la aplicación de sistemas de información geográfica (Mermut y Eswaran, 2001; Salehi *et al.*, 2003). En particular, el uso de Modelos de Elevación Digital permite obtener los atributos del paisaje que, junto con las imágenes satelitales, logran mejorar la capacidad de mapeo de los suelos (Lee *et al.*, 1988).

Los bosques nativos del centro-norte de Entre Ríos son muy heterogéneos en su fisonomía y estructura del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, por la diversidad de suelos y la profusa red hidrográfica que surca la región (Sabattini *et al.*, 1999). Estas características, sumadas a las condiciones del manejo ganadero, generan mosaicos espaciales de ambientes con diferentes potenciales de productividad secundaria en términos de kg carne ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>.

Es importante señalar que la proporción de especies indeseables se incrementa significativamente a raíz de cualquier disturbio que altere el equilibrio del sistema, desencadenando un proceso regresivo de las comunidades vegetales de mayor valor forrajero (Landi y Galli, 1984). El sobrepastoreo constituye la principal causa de arbustización, reduciendo la capacidad de competencia de las especies forrajeras, y conduce a un proceso de enmalezamiento (Casermeiro y Spahn, 1999; Sabattini *et al.* 1999).

Las arbustivas reducen la superficie accesible al pastoreo y producen fuerte competencia con las especies de valor del pastizal natural, por agua, nutrientes y luz; ello genera un proceso creciente de degradación que, normalmente, concluye con baja productividad de esos ambientes (Sione *et al.*, 2006).

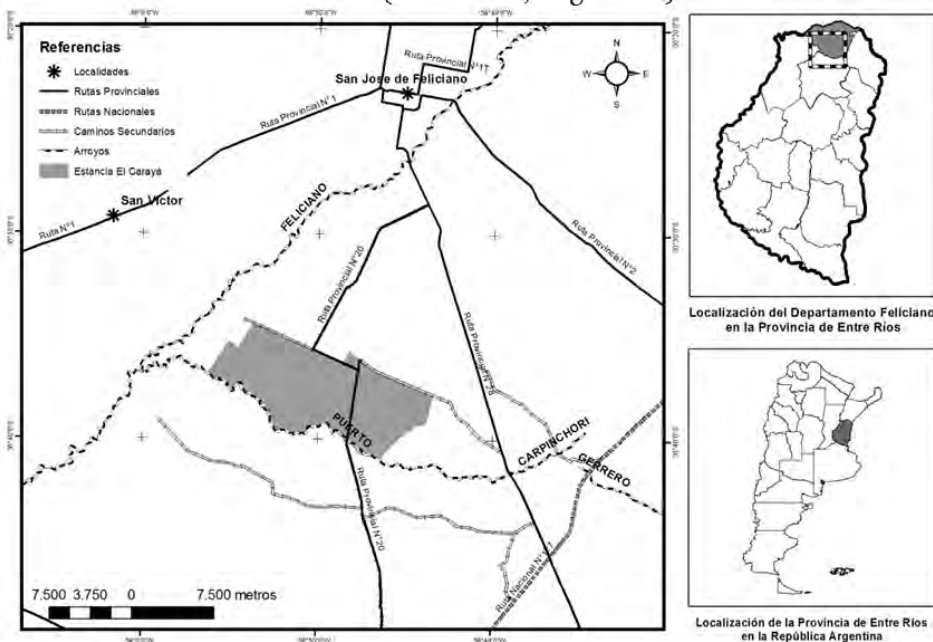
A partir de la hipótesis de que existe relación entre la composición de la vegetación del bosque nativo y las características edáficas en un ecosistema del centro-norte de la provincia de Entre Ríos, se planteó como objetivo delimitar las unidades de vegetación de un bosque nativo, según las características edáficas y topográficas; con la finalidad de diagnosticar el estado de conservación y degradación del ambiente para establecer pautas de manejo ganadero.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en la estancia “El Carayá”, ubicada en el distrito Atencio, al sur del departamento Feliciano, localizado en el centro-norte de la provincia de Entre Ríos, Argentina (figura 1).

El área de estudio abarca 12,400 ha; situadas en latitud sur 30°32’ a 30°40’, longitud oeste 58°44’ a 58°56’ y altitud de 70 metros sobre nivel del mar.

Figura 1  
Localización de la estancia “El Carayá” en el distrito Atencio, del departamento Feliciano (Entre Ríos, Argentina).



El sector norte de Entre Ríos presenta clima templado-húmedo de llanura (Rojas y Saluso, 1987), y temperatura media anual de 18.9°C, con máxima promedio de 24.8°C y mínima de 12.0°C. La precipitación media anual es de 1,300 mm, concentrada entre los meses de octubre y marzo (Plan Mapa de Suelos Provincia de Entre Ríos, 1986).

La topografía de los suelos se ubica en zonas planas a muy poco onduladas; son imperfectamente drenados y después de las lluvias quedan con exceso de agua en la superficie. Tienen epipedón de poco espesor de textura limosa, al que le sigue un horizonte impermeable y con dificultad para la penetración de las raíces, de textura franca arcillo limosa. No tienen peligro de erosión, pero el exceso periódico de agua en la superficie y las características físico-químicas adversas, reducen su aptitud y capacidad productiva (Plan Mapa de Suelos Provincia de Entre Ríos, 1980).



El área de estudio pertenece a la ecorregión Espinal (Cabrera, 1976) que se caracteriza por bosques xerófilos dominados por algarrobo negro (*Prosopis nigra*), ñandubay (*Prosopis affinis*) y espinillo (*Acacia caven*). Además, se encuentran los denominados “bañados con bosque selva” de la ecorregión Paranaense (Sabattini *et al.*, 1999).

El centro-norte de Entre Ríos está caracterizado, fundamentalmente, por la actividad ganadera bovina para cría y, en menor medida, ovina. El estado del bosque nativo se determinó en el campo a través de 85 puntos de muestreo, durante los meses de abril y julio de 2012; con apoyo de imágenes satelitales, georreferenciados con GPS, utilizando el método Preferencial (Matteuci y Colma, 1982).

En cada punto de muestreo se caracterizó el bosque nativo, según especies arbóreas (nativas y exóticas) y arbustivas más notables. Se determinó su posición en la sucesión vegetal, el tipo de bosque nativo y su degradación, según Sabattini *et al.* (1999, 2013), evaluándose el sobrepastoreo, entresaca, suelo desnudo, fuego y desmonte (Sabattini *et al.*, 2010).

Se cuantificó el enmalezamiento de arbustivas, según la siguiente escala de coberturas: Clase + (menos del 5% de cobertura de arbustivas); Clase 1 (5-15% de cobertura de arbustivas); Clase 2 (16-25% de cobertura de arbustivas); Clase 3 (26-50% de cobertura de arbustivas) y Clase 4 (más del 50% de cobertura de arbustivas).

Se realizó un análisis de conglomerados, jerárquico con el software InfoStat, versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012).

Se utilizó imagen satelital Landsat 5-TM del 16 de enero de 2011, para establecer las unidades ambientales de bosques nativos, según el grado de enmalezamiento.

Previamente, se realizó la calibración atmosférica, utilizando el modelo de COST (Chávez, 1996). La georreferenciación se basó en imagen patrón Landast 7 ETM, aplicando entre 50 y 75 puntos de muestreo, para obtener un error cuadrático medio menor al tamaño del pixel (Chuvieco, 1996).

Posteriormente, se realizó una clasificación supervisada de máxima verosimilitud, utilizando las bandas TM3, TM4 y TM5; con antelación se elaboraron los sitios de entrenamiento para cada grado de enmalezamiento.

Las bandas espectrales seleccionadas fueron combinadas en falso color compuesto 543. Esta combinación es considerada la más adecuada para discriminar la vegetación y tipos forestales de diferentes regiones boscosas (Horler y Ahern, 1986; Lencinas y Farías, 2005). Se evaluó en cada clasificación una matriz de contingencia, el índice de fiabilidad global (0-100%) y el índice Kappa (Chuvieco, 1996).

Además, se utilizaron fotografías aéreas (escala 1:20.000) del año 1965 obtenidas del Plan Mapa de Suelos del INTA-FAO, las cuales fueron digitalizadas y georreferenciadas con el objetivo de analizar la dinámica de los bosques nativos actuales; y, además, tener un punto retrospectivo que permita conocer el estado sucesional de los ambientes.

Para el relevamiento de suelos se seleccionaron 17 lotes del campo, según la Carta de Suelos del Departamento Feliciano (Plan Mapa de Suelos Provincia de Entre Ríos, 1986), fotografías aéreas y las imágenes satelitales Landast 5-TM antes mencionada. En cada lote se extrajo una muestra compuesta de suelo constituida por 15 sub-muestras del horizonte superficial (00-12 cm) tomadas el 19 de abril y el 16 de mayo, de 2012.

Se cuantificaron las siguientes variables (Jackson, 1976): pH relación suelo:agua 1:2,5 p/v; Carbono Orgánico por Walkley y Black; Nitrógeno Total por Kjeldahl; Nitrógeno Disponible por Harper; Ca, Mg, Na y K intercambiables y Capacidad de Intercambio Catiónico a pH 7; y Conductividad Eléctrica.

Además, se determinó el Fósforo Extraíble (Bray y Kurtz, 1945); Capacidad Máxima y Adsorción de Fosfatos e Índice de Retención de Fósforo (Quintero *et al.*, 1996); Clase Textural por Pipeta de Robinson; y Densidad Aparente por método de cilindro.

Los lotes se agruparon por clases de suelo y se los asoció con los tipos de bosques nativos y paisajes. Para realizar el mapa de suelos del campo se utilizó el mapa de suelos a escala 1:100.000, del Departamento Feliciano (Plan Mapa de Suelos Provincia de Entre Ríos, 1986), un modelo de elevación digital - SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) y los análisis de suelo.

## Resultados

Desde el punto de vista del estado sucesional, predominan los bosques vírgenes (estables) que representan el 53%, el 16% son sucesionales y 1% renovales. Es importante destacar que se relevó 26% de bosques en estado intermedio, entre sucesional a virgen, y 4% entre sucesional a renovación, correspondiente a situaciones de alteración, resultado del desmonte y la entresaca de varios años.

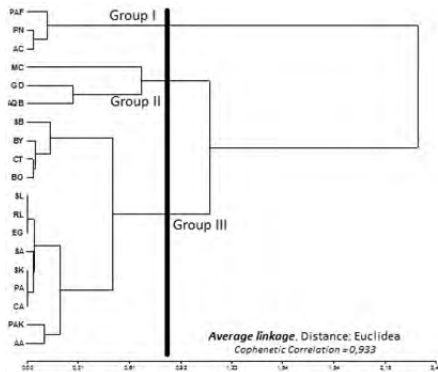
Por otra parte, los tipos de bosques nativos dominantes responden a las siguientes categorías, en orden decreciente: 36% bajo y abierto; 31% bajo y cerrado, 19% alto y cerrado; 13% alto y abierto; y 1% bosque selva.

Las arbóreas más representativas presentan una frecuencia del 50 al 80%, e incluyen especies como *Prosopis nigra* (PN), *Acacia caven* (AC), *Prosopis affinis* (PAF) y *Myrcianthes cisplatensis* (MC). Diecinueve especies de árboles fueron agrupadas por su frecuencia: Grupo I: alta frecuencia (80%) AC, PN y PAF; Grupo II: frecuencia intermedia (30-50%) MC, *Aspidosperma quebracho-blanco* (AQB) y *Geoffroea decorticans* (GD); y el Grupo III, trece especies de frecuencias inferiores al 20% (figura 2A).

La especie *Aloysia gratissima* (AG) fue la arbustiva de mayor distribución (Grupo I: 72% de frecuencia); seguida de *Eupatorium laevigatum* (EL), *Eryngium horridum* (EH), *Baccharis coridifolia* (BC), *Trithrinax campestris* (TC) y *Baccharis punctulata* (BP), que integran el Grupo II con frecuencia entre el 48 y 58% de arbustivas (figura 2B). El Grupo III está representado por seis especies con frecuencias entre el 15 y 28% y el Grupo IV por nueve especies con frecuencias inferiores al 11%.

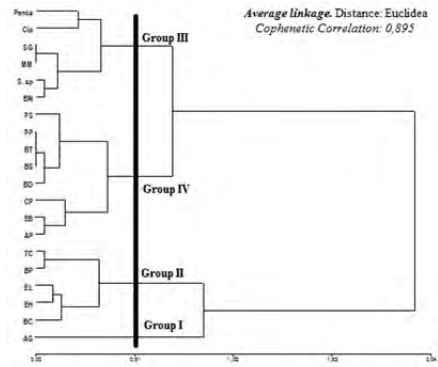
Figura 2

Análisis de conglomerados según la frecuencia de las especies más conspicuas de arbóreas (A) y arbustivas (B) de la estancia “El Carayá”.



A

Referencias: *Prosopis nigra* PN, *Prosopis alba* PA, *Prosopis affinis* PAF, *Acacia caven* AC, *Acacia atramentaria* AA, *Aspidosperma quebracho-blanco* AQB, *Schinus longifolius* SL, *Sapium haematospermum* SA, *Celtis tala* CT, *Geoffroea decorticans* GD, *Parkinsonia aculeata* PAK, *Scutia buxifolia* SB, *Myrcianthes cispaltensis* MC, *Erythrina crista-galli* EG, *Sebastiania klotzchiana* SK, *Rapanea laetevirens* RL, *Bumelia obtusifolia* BO, *Butia yatay* BY, *Copernicia alba* CA. N=85.



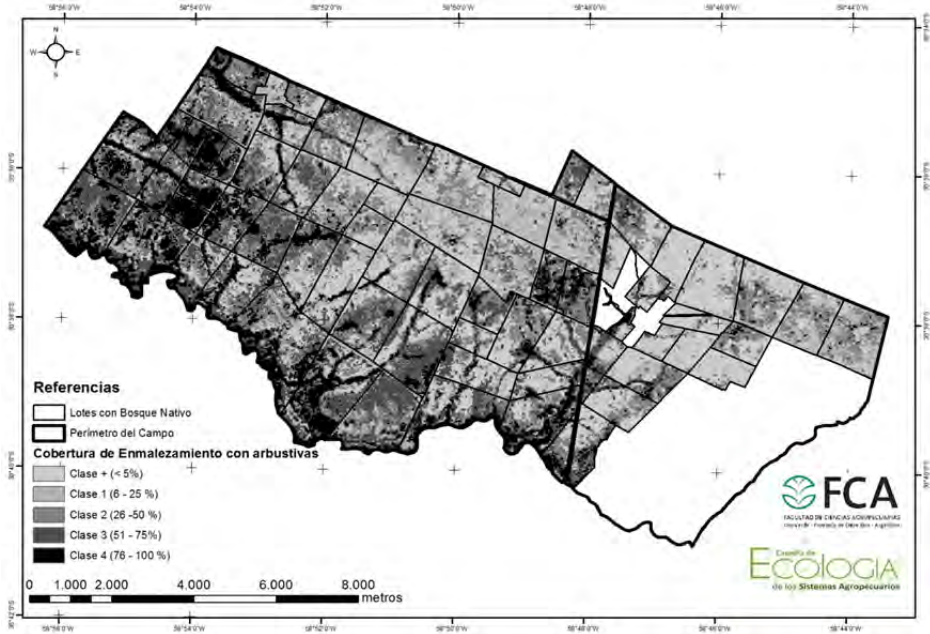
B

Referencias: *Aloysia gratisima* AG, *Baccharis salicifolia* BS, *Baccharis dracunculifolia* BD, *Baccharis punctulata* BP, *Eupatorium bunifolium* BB, *Celtis pallida* CP, *Trithrinax campestris* TC, *Baccharis notoserigila* BN, *Baccharis trimera* BT, *Eupatorium laevigatum* EL, *Pluchea sagittalis* PS, *Baccharis coridifolia* BC, *Cestrum parquii* CP, *Acacia praecox* AP, *Melica macra* MM, *Eryngium horridum* EH, *Ciperáceas* Cip, *Opuntia* sp. *Penca*, *Schyzachyrium* sp. *S.sp.* N=85.

La figura 3 muestra la distribución de las diferentes clases de enmalezamiento con arbustivas. Los sectores más enmalezados (Clases 3 y 4) se ubican sobre las áreas adyacentes a los arroyos y bajos del sector sur y hacia el sector oeste del sitio, correspondiendo una cobertura del 20.10% a la Clase 3 y del 13.90% a la Clase 4.

Por otro lado, el centro y el este presentan zonas con menor cobertura de arbustivas, correspondientes a la Clase + (22.66%) y Clase 1 (19.35%). La Clase 2 (24.07%) se encuentra distribuida por toda el área. Los valores de enmalezamiento de las Clases +, 1, 2 y 3 son semejantes en el porcentaje de cobertura, fluctuando entre el 20 y 24%; mientras que la Clase 4 se encuentra en menor proporción (13.86%).

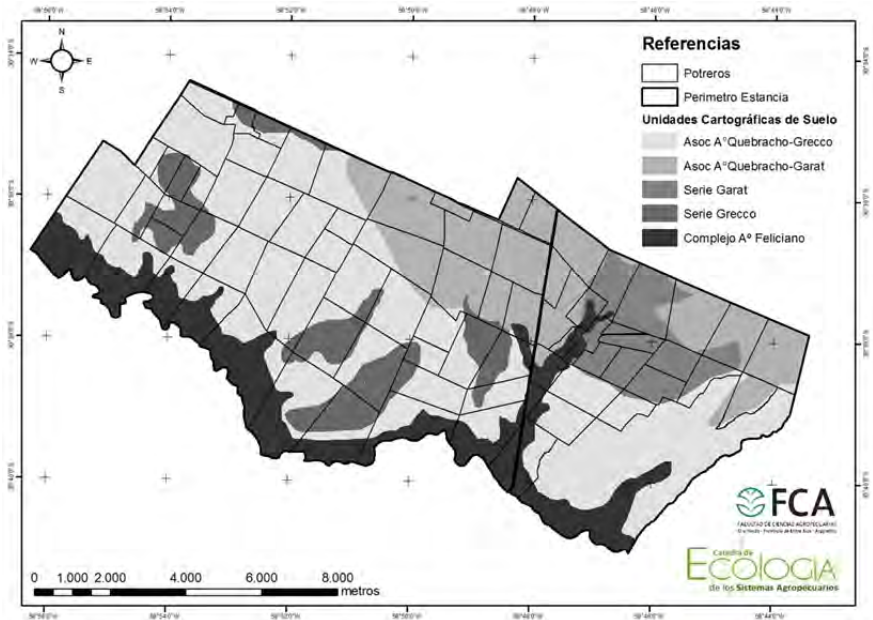
Figura 3  
Distribución espacial de las clases de enmalezamiento con arbustivas en la estancia “El Carayá”.



Es importante destacar que las clases texturales de los suelos analizados son similares; por lo tanto, esta variable fue descartada para la diferenciación vegetal.

La distribución de las unidades cartográficas (figura 4) resultante incluye dos series de suelo puras: Garat (Argiacuol vértico) y Grecco (Epiacualfe vértico); dos asociaciones: Serie Arroyo Quebracho (Epiacualfe vértico) con Serie Grecco y Serie Arroyo Quebracho con Serie Garat; y un complejo de suelos denominado Arroyo Feliciano (Subgrupo Haplacuentes).

Figura 4  
Distribución de las unidades cartográficas de suelo de la estancia “El Carayá”.



Las mejores condiciones de suelo, aquellas muy bien provistas de carbono orgánico con valores 2.63% y un horizonte superficial con buena aptitud para la vegetación, considerando su textura y estructura, se relevaron en el noreste del área y corresponde a la Serie Garat (cuadro 1).

El epipedón mólico de la Serie Garat es de textura franca arcillo-limosa, con densidad aparente de 1.35 g.cm<sup>-3</sup>. Es extremadamente duro en seco, mientras que en húmedo es friable, plástico y un poco adhesivo.

El horizonte argílico de la Serie Garat, es pobremente drenado con una capa freática suspendida alta en el perfil durante gran parte del año. Muestran abundantes signos de hidromorfismo (concreciones y moteados) en todo el perfil, y características vérticas tales como grietas, micro relieve gilgai incipiente y superficies de deslizamiento de la masa del suelo (slikensides), debido a la dominancia de arcilla motmorillonita.

En las pequeñas planicies bien definidas, relativamente más altas dentro del paisaje subnormal de pendientes largas y suaves, se identificó la Serie Grecco (figuras 4 y 5). Tiene densidad aparente de 1.31 g.cm<sup>-3</sup>, pH un poco ácido, niveles extremadamente bajos de P disponible y alta capacidad de intercambio catiónico, donde la saturación de bases alcanza el 96% (cuadro 1).

En el sector centro-norte se identificó la Asociación constituida por la Serie Arroyo Quebracho y la Serie Garat, con dominancia de las características de la Serie Arroyo Quebracho. En el resto del área domina la Asociación Arroyo Quebracho y la Serie Grecco; con algunos sectores diferenciados que corresponden a la Serie Grecco pura

(figuras 4 y 5). La Serie Arroyo Quebracho se localiza en un paisaje subnormal, con pendientes largas y muy suaves, con gradientes menores al 1% (figura 5).

En el sector cercano al arroyo El Puerto (figuras 1 y 4), se presentan suelos poco evolucionados, formados por capas aluviales pertenecientes al Sub Grupo Haplacuentes del Complejo Arroyo Feliciano (cuadro 1).

Cuadro 1  
Características físico-químicos correspondientes  
a las clases de suelo relevadas en la estancia “El Carayá”.

Clase de suelo	pH	C %	Nt %	P mg kg <sup>-1</sup>	Dosis Equiv. P Kg ha <sup>-1</sup>	CIC Cmol(c) kg <sup>-1</sup>	Ca Inter Cmol(c) kg <sup>-1</sup>	PSI %	C.E. dS m <sup>-1</sup>
Asociación Serie A° Quebracho y Garat	6.33	1.99	0.171	4.8	15.0	29.4	14.1	1.9	0.504
Serie Grecco	6.42	1.64	0.152	3.8	14.8	32.2	24.0	2.4	0.594
Asociación Serie A° Quebracho y Grecco	6.38	1.93	0.173	3.9	15.7	28.8	19.3	1.9	0.581
Serie Garat	6.71	2.63	0.234	4.9	14.9	30.1	15.5	2.4	0.610
Complejo Arroyo Feliciano	5.2	1.79	0.170	4.2	17.3	38.4	25.4	3.4	0.300

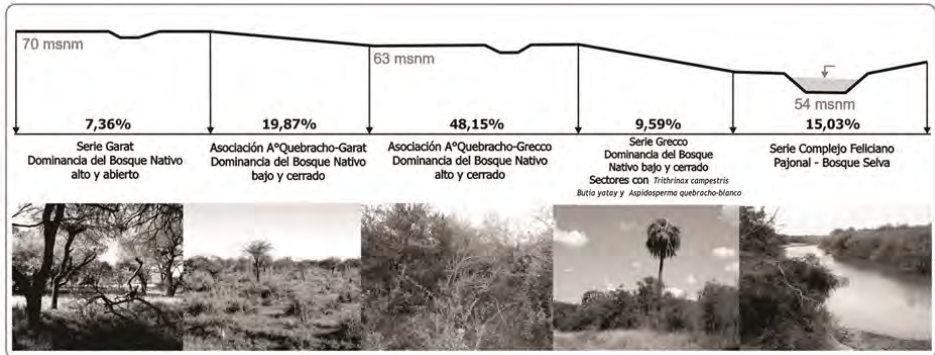
C: Carbono orgánico total; Nt: nitrógeno total; P: fósforo extraíble; Dosis Equiv. P: dosis equivalente de fósforo en kg de superfosfato triple de calcio por ha para elevar el P extraíble en una unidad; CIC: capacidad intercambio catiónica; Ca Inter.: Ca intercambiable; PSI: porcentaje sodio intercambiable; C.E.: conductividad eléctrica. Los datos corresponden a los valores medios obtenidos.

Las series de suelo relevadas presentan, en común, marcada deficiencia de P disponible y pH ligeramente ácido; están bien provistos de carbono orgánico y nitrógeno total (cuadro 1).

Como resultado del análisis de la información de las clases de suelo, la topografía y la composición de los estratos vegetales del bosque nativo, se elaboró un esquema que sintetiza la relación relieve-suelo-vegetación en cada uno de los ambientes del área de estudio (figura 5).



Figura 5  
Esquema del perfil topográfico con los suelos  
y bosques nativos dominantes en el área de estudio.



Nota: Se incluyen fotografías de los bosques nativos y porcentaje de ocupación por unidades cartográficas de suelo.

En las áreas planas más altas del establecimiento (figura 6A), ubicadas en cota 69 msnm se encuentra la Serie Garat, que reúne las mejores condiciones de conservación de los bosques nativos, dado por la dominancia de bosques vírgenes altos y abiertos con *Prosopis affinis* e islotes de *Prosopis nigra* (figuras 5 y 6A). El nivel de enmalezamiento de arbustivas es bajo (Clase + y 1).

La Asociación Serie Arroyo Quebracho y Serie Garat está dominada por bosques nativos bajos y cerrados con nivel de arbustivas Clase 1 a Clase 3 (figuras 5 y 6B); mientras que la Asociación Serie Arroyo Quebracho y Serie Grecco presenta dominancia del bosque nativo alto y cerrado con densas formaciones de *Trithrinax campestris* y valores de enmalezamiento Clase 3 a 4 (figuras 5 y 6C). La estructura vegetal está acompañada en el estrato arbóreo por tres especies características (*Aspidosperma quebracho-blanco*, *Geoffroea decorticans* y *Myrcianthes cisplatensis*), que conforman el Grupo II de las especies arbóreas y el Grupo II de las arbustivas (figura 2).

En los sectores más planos y altos, dentro del paisaje subnormal de pendientes largas y suaves dominados por la Serie Arroyo Quebracho, se encuentra la Serie Grecco pura, donde domina el bosque nativo bajo y cerrado con la presencia de *Trithrinax campestris*, *Butia yatay* y *Aspidosperma quebracho-blanco* (figura 6D). El nivel de enmalezamiento, normalmente, corresponde a la Clase 3 con importantes áreas de blanquizales de escasa a nula cobertura de pastizal natural, debido a los periódicos anegamientos a los que se encuentra sometido este suelo.

Por último, en el área correspondiente al Complejo Arroyo Feliciano se observó la vegetación de bosque selva con parches de pajonales, el cual presentó buen nivel de conservación, con características prístinas propias de la ecorregión Paranaense (figura 6E).





## Discusión

Landi *et al.* (1990) determinaron en un ambiente lindante al estudiado, que la vegetación natural consiste en bosque esclerófilo con *Trithrinax campestris* y *Aspidosperma quebracho-blanco* asociados a una pradera de pastos cortos con regular valor forrajero.

De igual modo, en otras ecorregiones —como es la de Chaco húmedo con condiciones ambientales semejantes al área de estudio— los diferentes tipos de vegetación se deben a la acción de distintos componentes ecológicos; y, entre ellos, a las características edáficas (Bordon, 1983). Estudios realizados en otras regiones del mundo permitieron esquematizar las asociaciones entre las comunidades de especies vegetales con el paisaje, relieve, posición fisiográfica y tipo de sustrato, determinando la conformación de patrones de distribución ecológica (Smith, 1995; Whitney, 1991).

Los bosques nativos de la Estancia “El Carayá” presentan bajo impacto del desmonte, probablemente por la ubicación geográfica del sitio estudiado, distante de rutas pavimentadas, lo cual da inseguridad en la actividad de extracción de madera para aserraderos.

El estado actual del bosque nativo se caracteriza por la posición en la sucesión vegetal; fue posible identificar bosques vírgenes o prístinos (etapa clímax); bosques sucesionales que corresponden a etapas intermedias en las que mejora la diversidad florística, pero aún no se estabiliza el bosque nativo, y renovals en los inicios de la sucesión luego del desmonte, donde normalmente domina una especie de tipo invasora y cosmopolita (Sabattini *et al.*, 2013).

La clase textural de los suelos estudiados no permitió distinguir tipos de vegetación, sin embargo, en otros trabajos en bosques semi-decíduos de Brasil, el porcentaje de arcilla fue la variable más importante para distinguir unidades fisonómicas de vegetación (Guidão *et al.*, 2002).

Por otro lado, en otras regiones se comprobó fuerte correlación entre las unidades de vegetación y la dinámica de agua en los horizontes superficiales del suelo (Furley, 1976). Las unidades cartográficas identificadas presentan drenaje deficiente debido a un horizonte subsuperficial muy denso, que origina agua estancada y una capa freática suspendida alta en el perfil durante gran parte del año (Plan Mapa de Suelos Provincia de Entre Ríos, 1986), lo cual no permitió utilizar esta variable para distinguir unidades de vegetación de bosques nativos.

La Serie Garat ocupa áreas planas donde las pendientes son nulas a muy suaves, lo que da lugar a la formación de una red de avenamiento lagunar. Estos suelos se han desarrollado sobre materiales gleyzados y presentan textura franca arcillo-limosa a arcillo-limosa con muy bajo contenido de arena.

Por otro lado, el material geológico que forman estos suelos es de origen eólico que, probablemente, fueron mezclados en poca proporción con materiales lacustres de la Formación Hernandarias. Tienen aptitud de uso muy restringida para cualquier sistema de utilización que incluya cultivos, a excepción del arroz. Sin embargo, estos suelos son los más aptos para las pasturas naturales; pero existe el peligro de que el pastoreo intensivo se degrade de su estructura por el pisoteo (Plan Mapa de Suelos Provincia de Entre

Ríos, 1986). Desde el punto de vista ganadero, corresponden a los de mayor receptividad ganadera (0.60 a 0.65 Equivalente Vaca.ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>).

Por otro lado, la Serie Grecco presenta epipedón ócrico de espesor entre 15 y 17 cm, muy lixiviado, de textura franca-limosa, con moteados de Fe y Mn comunes, resultado de los largos periodos de hidromorfismo; mientras que la Serie Arroyo Quebracho tiene epipedón ócrico muy somero (máximo de 15 cm) y muy lixiviado, de color gris claro en seco, cuya textura franca es limosa a arcillo franca-limosa que, en periodos de restricciones hídricas, muestra grietas anchas en superficie (Plan Mapa de Suelos Provincia de Entre Ríos, 1986).

Los potreros ubicados en estos sectores se caracterizan por alto nivel de degradación con baja receptividad ganadera promedio de 0.25 a 0.30 (Equivalente Vaca.ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>), lo que implica la utilización de prácticas de manejo para la recuperación del pastizal, como lo señalan Casermeiro y Spahn (1999). Las especies herbáceas forrajeras se encuentran adaptadas a estas condiciones físico-químicas de suelo, las cuales presentan baja cobertura y biomasa, dado que son especies pioneras dentro del proceso de colonización.

En la Serie Arroyo Quebracho, el horizonte B, es de color oscuro y con elevada densidad propio del suelo; por la cual, la permeabilidad es extremadamente lenta quedando agua estancada por periodos prolongados. Estas condiciones explican la abundante presencia de moteados y concreciones ferromagnesíferas en todo o casi todo el perfil (Plan Mapa de Suelos Provincia de Entre Ríos, 1986).

En las unidades cartográficas de suelo relevadas no es posible diferenciar estructuras vegetales en función al contenido de nutrientes, aunque investigaciones similares demostraron que la abundancia y diversidad vegetal estuvieron fuertemente asociadas a diferencias en la fertilidad de suelo (Vincent y Meguro, 2008; van Breemen *et al.*, 1997).

La principal limitante en la estancia “El Carayá” se debe a la alta microporosidad del subsuelo combinada con un relieve plano. En los ambientes de Centroamérica, se obtuvo alto grado de asociación entre la vegetación y las capas superiores de suelos, debido a la transferencia de nutrientes contenidos en la materia orgánica luego de la descomposición del material vegetal (Sparovek y Camargo, 1997).

Las características edáficas definen la estructura de la vegetación del bosque nativo y determinan las posibilidades para el pastoreo y su grado de receptividad. En los suelos del Complejo Arroyo Feliciano, el uso para el pastoreo, además, está ligado a las precipitaciones; ello, en virtud de las restricciones que surgen por los periodos de inundaciones y anegamientos.

## Conclusiones

Se construyó un modelo conceptual en los ecosistemas de las áreas planas y altas del centro-norte de la provincia de Entre Ríos, en donde se relaciona el relieve, los suelos y la vegetación del bosque nativo, basado en el relevamiento de campo; permitiendo, además, diagnosticar su estado de conservación y/o degradación.

Este modelo permitió delimitar cinco ambientes en base a los suelos allí desarrollados y la vegetación que sostiene.

Se relevaron cinco clases de suelos pertenecientes a la ecorregión Espinal, Garat (Argiacuol vértico), Grecco (Epiacualfe vértico), Asociación Arroyo Quebracho-Garat y Arroyo Quebracho-Grecco y a la ecorregión Paranaense, el Complejo Arroyo Feliciano (Haplacuentes).

Por medio del relevamiento se definieron las potencialidades de cada ambiente, considerando a la receptividad o carga animal que puede sostener, como variable para establecer su grado de conservación o degradación. Los mejores ambientes soportan mayor carga para el pastoreo y están más conservados; y los bosques nativos de menor receptividad ganadera se observaron degradados.

En ese sentido, tanto la vegetación de los bosques nativos de la Serie Garat como del Complejo Arroyo Feliciano presentaron un alto grado de conservación; mientras que la Serie Grecco, la Asociación Arroyo Quebracho-Garat y la Asociación Arroyo Quebracho-Grecco tuvieron las unidades de vegetación más degradadas.

Los ambientes fueron definidos según los bosques nativos:

- La Serie Garat está caracterizada por el bosque nativo alto y abierto.
- El Complejo Arroyo Feliciano se ubica en las adyacencias del Arroyo Puerto, destacándose el bosque selva con parches de pajonales.
- La Serie Grecco está caracterizada por el bosque nativo bajo y cerrado, con sectores de palma caranday y quebracho blanco.
- En la Asociación Arroyo Quebracho-Garat dominan los bosques nativos bajos y cerrados.
- En la Asociación Arroyo Quebracho-Grecco se observaron bosques nativos altos y cerrados, los cuales ocupan la mayor superficie del campo.

## Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del Convenio de Asistencia Técnica entre la FCA-UNER y Las Taperitas, S. A., denominado “Sustentabilidad productiva y ambiental E° ‘El Carayá’ (Feliciano, E. R.): zonificación predial de montes nativos y aplicación de prácticas de control y manejo para la recuperación de áreas de pastoreo”.

Al personal del establecimiento “El Carayá”: por el apoyo en las actividades de campo y el aporte de la información suministrada.

## Literatura citada

- Bogaert, P. y D'Or D. (2002). Estimating soil properties from thematic soil maps. The Bayesian maximum entropy approach. *Soil Science Society of America Journal*. 66:1492-1500.
- Bordon, A. O. (1983). *Comentarios e ideogramas sobre vegetación de la Provincia de Chacho emergentes de una muestra de descripciones de vegetación en relación a las series de suelo*. Boletín No. 86. EEA-INTA Roque Saenz Peña, Chaco. 100 pp.
- Bray, R. H. y Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Science*. 59:39-45.
- Brubaker, S. C.; Jones, A. J.; Lewis, D. T. y Frank, K. (1993). Soil properties associated with landscape position. *Soil Science Society of America Journal*. 57:235-239.
- Bunting, E. S. (1978). Agronomic and physiological factors affecting forage maize production. En: Bunting, E. S.; Pain, B. F.; Phipps, R. H.; Wilkinson, J. M. y Gunn R. E. (Eds.). *Forage Maize, Production and Utilisation*. Agricultural Research Council, London. pp. 57-65.
- Cabrera, A. L. (1976). *Regiones fitogeográficas argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2da. Edición. Tomo II, Fascículo 1. Editorial Acme. Buenos Aires. 85 pp.
- Casermeyro, J. y Spahn, E. (1999). *Sistemas agroforestales para pequeños productores de zonas húmedas*. Centro Zip. Santa Fe. 214 pp.
- Chávez, P. S. (1996). Image-Based Atmospheric Corrections-Revisited and Improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 62(9):1025-1036.
- Chuvieco, E. (1996). *Fundamentos de Teledetección espacial*. 3a. Edición revisada. España. Editorial Rialp. 568 pp.
- Daniels, W. L.; Zelazny, L. W. y Everett, C. J. (1987). Virgin hardwood forest soils of the southern Appalachian Mountains: II. Weathering, mineralogy and chemical properties. *Soil Science Society of America Journal*. 51:730-738.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, C. W. (2012). *InfoStat versión 2012*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. En: <http://www.infostat.com.ar>.
- Feldman, S. B.; Zelazny, L. W. y Baker, J. C. (1991). High-elevation forest soils of the southern Appalachians: I. Distribution of parent materials and soil-landscape relationships. *Soil Science Society of America Journal*. 55:1629-1637.
- Furley, P. A. (1976). Soil-slope-plant relationships in the northern Maya mountains, Belize, Central America. *Journal of Biogeography*. 3:303-319.
- Guidão, P.; Batalha, M. A.; Regina, V. y Meirelles, S.T. (2002). Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. *Plant Ecology*. 160:1-16.
- Honeycutt, C.W.; Heil, R.D. y Cole, C.V. (1990). Climatic and topographic relations of three Great Plains soils: II. Carbon, nitrogen, and phosphorous. *Soil Science Society of America Journal*. 54:476-483.
- Horler, D. N. y Ahern, F. J. (1986). Forestry information content of Thematic Mapper data. *International Journal of Remote Sensing*. 7(3):405-428.
- Huddleston, J. H. y Riecken, F. F. (1973). Local soil-landscape relationships in western Iowa: I. Distribution of selected chemical and physical properties. *Soil Science Society of America*. 37:264-270.
- Jackson, M. L. (1976). Determinación de los cationes metálicos canjeables de los suelos. p. 123-189. En: *Análisis químico de suelos*. Ediciones Omega S. A., Barcelona, España. 662 pp.
- Jensen, M. E.; Simonson, G. H. y Dosskey, M. (1990). Correlation between soils and sagebrush-dominated plant communities of northeastern Nevada. *Soil Science Society of America Journal*. 54: 902-910.
- Landi, M. P. y Galli, I. (1984). *Introducción al manejo del campo natural en la provincia de Entre Ríos*. INTA EEA Concepción del Uruguay. Boletín Técnico. Serie Producción Vegetal No. 24. 20 pp.
- Landi, M. P.; Molina, G. y Arias, N. (1990). *Relevamiento a nivel de potreros*. Establecimiento Santa Ana de Carpinchorí (Federal, Entre Ríos). EEA-INTA Concepción del Uruguay, 8 pp.
- Lee, K. S.; Lee, G. B. y Tyler, E. J. (1988). Thematic mapper and digital elevation modelling of soil characteristics in hilly terrain. *Soil Science Society of America Journal*. 52:1104-1107.

- Lencinas, J. D. y Farías, M. F. (2005). Native forest mapping in Patagonian Andes based on optical satellite imagery. *Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation*. 147-156 pp.
- Matteuci, S. D. y Colma, A. (1982). *Metodologías para el estudio de la vegetación*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 168 pp.
- Mermut, A. R. y Eswaran, H. (2001). Some major developments in soil science since the mid 1960s. *Geoderma*. 100:403-426.
- Mücher, C. A.; Hennekens, S. M.; Bunce, R. G. H.; Schaminée, J. H. J. y Schaeppman, M. E. (2009). Modelling the spatial distribution of Natura 2000 habitats across Europe. *Landscape and Urban Planning*. 92 (2):148-159.
- Neiman, K. E. (1988). *Soil characteristics as an aid to identifying forest habitat types in northern Idaho*. Res. Pap. INT-390. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. 16 pp.
- Panareda, J. M. (1996). Cartografía de la vegetación. *Serie Geográfica*. 6:11-34.
- Plan Mapa de Suelos Provincia de Entre Ríos. (1980). *Suelos y erosión de la Provincia de Entre Ríos*. Tomo 1. INTA EEA Paraná, Serie Relevamiento de Recursos Naturales. Proyecto PNUD/FAO/INTA Arg 68/526. 109 pp.
- Plan Mapa de Suelos Provincia de Entre Ríos. (1986). *Carta de suelos de la República Argentina*. Departamento Feliciano, Provincia de Entre Ríos. Serie Relevamiento de recursos naturales No. 3. Convenio INTA Gobierno de Entre Ríos. 96 pp.
- Quintero, C. E.; Boschetti, N. G. y Benavidez, R. A. (1996). Estimación de la capacidad máxima de adsorción de fosfatos en suelos de Entre Ríos (Argentina). *Ciencia del Suelo* 14:79-82.
- Rojas, A. y Saluso, J. H. (1987). *Informe climático de la Provincia de Entre Ríos*. INTA EEA Paraná, Publicación Técnica No. 14. Entre Ríos, Argentina. 20 pp.
- Sabattini, R. A.; Wilson, M. G.; Muzzachiodi, N. y Dorsch A. F. (1999). Guía para la caracterización de agroecosistemas del centro-norte de Entre Ríos. *Revista Científica Agropecuaria*. 3: 7-19.
- Sabattini, R. A.; Ledesma, S.; Brizuela, A.; Sabattini, J. A. y Diez, J. M. (2010). *Metodología y criterios para el ordenamiento territorial de bosques nativos de Entre Ríos*. III Jornadas RedVITEC. Mendoza.
- Sabattini, R. A.; Ledesma, S.; Sione, S. y Sabattini, J. A. (2013). *Capítulo 14. Ordenamiento territorial de bosques nativos en la cuenca del Arroyo Feliciano (Entre Ríos)*. 313-332 pp. En: Bases conceptuales y metodológicas para el Ordenamiento Territorial en el Medio Rural. Región Centro Argentina. 672 pp.
- Salehi, M. H.; Eghbal, M. K. y Khademi, H. (2003). Comparison of soil variability in a detailed and a reconnaissance soil map in central Iran. *Geoderma*. 111:45-56.
- Sexton, W.T. (1986). *Selected forest soil-parent material relationships in the Clearwater and Nez Perce National Forests*. Moscow, ID: University of Idaho. 85 pp. Dissertation.
- Sione, S.; Sabattini, R.; Ledesma, S.; Dorsch, F. y Fortini, C. (2006). Caracterización florística y estructural del estrato arbustivo de un monte en pastoreo. *Revista Científica Agropecuaria*. 10 (1):59-67.
- Smith, M. L. (1995). Community and edaphic analysis of upland northern hardwood communities, central Vermont, USA. *Forest Ecology and Management*. 72:235-249.
- Sparovek, G. y Camargo, O. A. (1997). Sampling strategies for tropical forest nutrient cycling studies: a case study in São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 21: 635-642.
- Tisdale, E. W. y Bramble-Brodahl, M. (1983). Relationships of site characteristics to vegetation in canyon grasslands of west central Idaho and adjacent areas. *Journal of Range Management*. 36: 775-778.
- Torres, P.; Meléndez-Pastor, I.; Navarro-Pedreño, J.; Gómez, I. y Hernández, E. I. (2010). *Mediterranean wetland soil classes and its relationship with vegetation and land-uses types*. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. Brisbane, Australia. 4 pp.
- van Breemen, N.; Finzi, A. C. y Canhan, C. D. (1997). Canopy tree-soil interactions within temperate forest: effect of soil elemental composition and texture on species distributions. *Canadian Forest Journal*. 27:1110-1116.
- Vincent, R. C. y Meguro, N. (2008). Influence of soil properties on the abundance of plant species in ferruginous rocky soils vegetation, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Botany*. 31(3): 377-388.

Whitney, G. G. (1991). Relation of plant species to substrate, landscape position, and aspect in north central Massachusetts. *Canadian Journal Forest.* 21:1245-1252.

Ziadat, F. M. (2007). Land suitability classification using different sources of information: Soil maps and predicted soil attributes in Jordan. *Geoderma.* 140:73-80.

Recibido: Abril 01, 2015  
Aceptado: Agosto 12, 2015