

Factores que determinan la producción de becerros en el sistema vaca-cría del Estado de Tabasco, México

Factors which determine the production of calf in cow-calf system of the state of Tabasco, México

Yuridia Bautista-Martínez¹

Lorenzo Granados-Zurita²

Santiago Joaquín-Cancino³

Miguel Ruiz-Albarrán¹

Jonathan Raúl Garay-Martínez⁴

Fidel Infante-Rodríguez¹

Lorenzo Danilo-Granados Rivera⁵

¹ Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Huimanguillo

³ Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Agronomía

⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Las Huastecas

⁵ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), General Terán

Autor para correspondencia: E-mail: granados.danilo@inifap.gob.mx

Resumen

Introducción: El sistema vaca-cría consiste en la producción de becerros al destete para su posterior venta y engorde. En el Estado de Tabasco, un porcentaje alto de productores se dedica a esta actividad. Sin embargo, es poca la información que existe sobre este sistema de producción. El objetivo del presente estudio fue caracterizar el sistema de producción vaca-cría, e identificar los factores que afectan la producción de becerros en el Estado de Tabasco.

Método: Para ello, se entrevistó a 342 productores, con base en una encuesta estructurada; con ella, se obtuvo información sobre datos del productor, características sociales, infraestructura, estructuras del hato, y prácticas productivas y de manejo. Para identificar los tipos de productores, se realizó un análisis de conglomerado por el método de Ward y distancia euclíadiana al cuadrado; y para identificar las variables que explican la producción de becerros, se realizó un análisis de regresión lineal.

Resultados: El análisis de conglomerado identificó tres tipos de productores: 1) pequeños; 2) medianos; y 3) grandes. El 63.4 % de los productores se clasificaron como pequeños (< de 14 vacas en producción); 29 % como medianos (entre 15 y 34 vacas en producción); y 7.6 % como productores grandes (entre 35 y 80 vacas en producción). En los tres tipos de productores, el número de vacas en producción, el índice de adopción de tecnología y la cantidad de alimento concentrado explican la producción de becerros.

Discusión o Conclusión: La caracterización del sistema vaca-cría de regiones tropicales es importante, debido a que más de la mitad de la ganadería de dichas regiones utiliza este sistema de producción. Además, conocer los factores que determinan la producción de becerros puede ayudar a generar estrategias para el apoyo de este tipo de productores y mejorar las variables productivas del sistema.

Palabras clave: análisis de conglomerados; regresión múltiple; caracterización del sistema de producción; becerros; vacas; Tabasco; bovinos; estudios de producción

Abstract

Introduction: The cow-calf system consists of the production of calves, which will then be fattened for meat production. The state of Tabasco a high percentage of farmers are engaged in this activity, however, most of the technology transfers are focused on the dual purpose system, which has not allowed to make significant improvements in the productive variables of the cow-calf system. The objective of this study was to characterize the cow-calf system and identify the factors that affect the production of calf in the State of Tabasco.

Method: Therefore, 342 farmers were interviewed through a structured survey to get information about the farmer date, social characteristics, infrastructure, herd structures, management practices and productive. To identify the types of farmers, a cluster analysis was performed by the Ward

method and Euclidean square distance, and to identify the variables that explain the production of calves, a linear regression analysis.

Results: The cluster analysis identified three types of farmers (small, medium, and large). 63.40% of the farmers were classified as small (<of 14 cows in production), 29.0% as medium (between 15 and 34 cows in production) and 7.60% as large producers (between 35 and 80 cows in production). In the three types of farmers the number of cows in production, index of adoption of technology and quantity of concentrated feed explain the production of calf.

Discussion or Conclusion: The characterization of the cow-calf system of tropical regions is important because more than half of the livestock in these regions use this system of production. In addition, knowing the factors that determine the production of calf can help generate strategies for the support of this type of farmers and improve the productive variables of the system.

Keywords: cluster analysis; multiple regression; characterization of the production system; calf; cows; Tabasco; bovine; production studies

Recibido en: 14-08-2019

Aceptado en: 06-01-2020

Introducción

En México, el sistema de producción vaca-cría consiste en la producción de becerros al destete para la engorda en sistemas estabulados, semiestabulados o en pradera (Callejas-Juárez *et al.*, 2014). En particular, en las áreas tropicales del país este sistema de producción genera becerros mediante el siguiente manejo: los becerros son alimentados por amamantamiento no restringido, por lo que puede aprovechar toda la leche que la madre produce. La edad al destete de los becerros es de siete a ocho meses, con peso promedio de 170 kg. De forma general, a las vacas productoras se les ofrece suplementos alimenticios como concentrado (de uno a dos kilogramos) y melaza. Los becerros son vendidos, en su mayoría, en Estados del centro y norte del país, para ser engordados.

En Tabasco, en el año 2017, hubo un inventario de 594, 257 vacas reproductoras, de las cuales el 83.12% se destinó a la producción de becerros (sistema vaca-cría); el 13.04% a la producción de becerros y leche (sistema doble-propósito); y el resto sólo para la producción de leche (lechería especializada) (INEGI, 2016). Estas cifras muestran que la mayoría del hato ganadero está enfocado en la producción de carne mediante el sistema vaca-cría. Sin embargo, en México pocos estudios documentan las características productivas del sistema vaca-cría, en particular en las regiones tropicales. Al respecto, existe más información del sistema vaca-cría del norte de México sobre aspectos productivos y socioeconómicos (Báez *et al.*, 1999; Callejas-Juárez *et al.*, 2014; Iracheta-Lara *et al.*, 2017). No obstante, este difiere de forma notable con las características del sistema vaca-cría de las regiones tropicales, debido a que el tipo de becerro que se produce es diferente y para un mercado distinto. Mientras que en el norte del país se utilizan, en su mayoría, razas europeas puras, y los becerros son para exportación, en las áreas tropicales se utilizan cruzas de razas europeas con cebuinas, y el mercado es nacional. Si bien, se han reportado algunos estudios del sistema vaca-cría para regiones del sur de México, estos han tenido enfoques particulares. Por ejemplo, en un estudio sobre el sistema vaca-cría en Yucatán, el enfoque se hizo sobre aspectos reproductivos (Mejía-Bautista *et al.*, 2010), en tanto, en un estudio realizado en Chiapas, el enfoque fue sobre el manejo que realizan productores indígenas de la comunidad de Tulijá-Tseltal-Chol (Velázquez-Avendaño y Perezgrovas-Garza, 2017). En consecuencia, poco se sabe sobre las características productivas y los factores que afectan la producción de becerros del sistema vaca-cría en las regiones tropicales de México.

Lo anterior contrasta con los muchos estudios sobre el sistema de doble propósito de las regiones tropicales (Bautista-Martínez *et al.*, 2019, 2017; Granados-Rivera *et al.*, 2018; Cuevas *et al.*, 2018, 2016, 2013; Espinosa-García *et al.*, 2018; Juárez-Barrientos *et al.*, 2015; Orantes-Zabadúa *et al.*, 2014; Díaz-Rivera *et al.*, 2011), a pesar de que el sistema vaca-cría es el de mayor utilización en el trópico en México. Por esta situación, es necesario realizar más estudios del sistema vaca-cría en las áreas tropicales del país; para ello, un primer acercamiento consiste en la caracterización de este. Para caracterizar los sistemas de producción existen diferentes metodologías. Al respecto, el análisis de conglomerado permite agrupar a las unidades de producción, de tal forma que se pueden identificar las características específicas de un grupo. Este análisis se ha utilizado para caracterizar sistemas de producción ovina (Vázquez-Martínez *et al.*, 2018); de bovinos de leche (Hernández-Morales *et al.*, 2013); de bovinos de doble propósito

(Granados-Rivera *et al.*, 2018), entre otros sistemas. Por otro lado, el análisis de regresión múltiple es utilizado de forma amplia para medir el grado de asociación de las variables independientes en la variable dependiente. En estudios de producción animal, este ha servido para identificar los factores que influyen en la producción, como en leche bovina (Camacho-Vera *et al.*, 2017); peso vivo en ovinos (Topal *et al.*, 2003), y rendimiento en canal en cerdo (Szyndler-Nędza *et al.*, 2016). Con base en estos antecedentes, en el presente estudio se utilizó el método de análisis por conglomerado para la caracterización y tipificación de los productores, y el análisis de regresión múltiple para conocer los factores que determinan la producción de becerros en el sistema vaca-cría en el Estado de Tabasco.

La caracterización de las unidades de producción en el sistema vaca-cría es importante, en particular porque son escasos los estudios que describen este sistema de producción en regiones tropicales (Mejía-Bautista *et al.*, 2010). Además, se requiere de información pertinente y actualizada que ubique áreas de prioridad que promuevan de forma rápida y eficaz el incremento de la productividad de los sistemas de producción. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue caracterizar, tipificar e identificar los principales factores que influyen en la producción de becerros del sistema vaca-cría en el Estado de Tabasco.

Método

Área de estudio

El estudio se realizó en unidades de producción (UP) del estado de Tabasco, en los municipios de Tacotalpa, Balancán, Macuspana, Huimanguillo, Cárdenas y Cunduacán. El clima en el estado es cálido húmedo, la temperatura media anual es de 27 °C, y la precipitación anual promedio es de 2550 mm (CNA, 2018).

Encuesta y muestreo a las unidades de producción

Se realizó un muestreo aleatorio irrestricto de un total de 900 UP inscritas durante el año 2017 en el programa de apoyo a productores de SAGARPA, esto para garantizar que la selección fuera al azar y cada UP tuviera la misma probabilidad de ser seleccionada. Se visitaron y entrevistaron 342 productores de manera personal, a través de una encuesta estructurada con un total de 378 preguntas, para obtener información sobre datos generales del productor y de la UP; datos sociales; de estructura del hato; de prácticas de manejo realizadas en las áreas de alimentación, reproducción, genética, registros económicos, infraestructura y variables productivas.

Índice de adopción de tecnología

El índice de adopción de tecnología (IAT) se calculó a través de la metodología de Valdovinos *et al.*, (2015) con modificaciones, lo cual consistió en utilizar sólo 15 componentes tecnológicos de los 17 componentes disponibles. Además, los 15 componentes se agruparon en cuatro áreas: 1) actividades de manejo, como registro de peso de los animales, evaluación de la condición corporal, lotificación de hato, uso de registros económicos y productivos; 2) manejo reproductivo y genética, que incluyó aplicación de programas de mejoramiento genético, detección de celos, inseminación artificial, uso de sementales de registro y diagnóstico de gestación; 3) manejo sanitario, que incluyó aplicación de vacunas, desparasitación y diagnóstico de brucella; y 4) alimentación, que incluyó suplementación mineral y alimentos concentrados. Se asignó un valor de 1 si el productor realiza la adopción de tecnología de forma correcta; 0.5 si la realiza aún de forma inadecuada; y 0 si el productor no realiza la actividad. El IAT es la suma de los componentes tecnológicos que realiza el productor, la calificación máxima es 15.

Análisis estadístico

Con base en las variables propuestas por Juárez-Barrientos *et al.* (2015) y Vilaboa y Díaz (2009) se propusieron las siguientes variables para clasificar a los productores del sistema vaca-cría: cantidad de becerros vendidos en el año; número de vacas en producción; vaquillas; sementales; número de hectáreas en pastoreo; índice de adopción de tecnología; y uso de concentrados, mediante un análisis de conglomerado (dendograma) por el método de Ward y distancia euclíadiana al cuadrado, que mostró las tendencias de agrupación de los productores.

Una vez clasificadas las unidades de producción, se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento de Modelos Lineales Generales (GLM). Para determinar la significancia de las diferencias entre grupos por variable, las medias se compararon con la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Se realizó un análisis de regresión múltiple por cada grupo de productores identificados en el análisis de conglomerados (pequeños, medianos y grandes), con el objetivo de identificar las variables que explican la producción de becerros por grupo con el siguiente modelo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \varepsilon$$

Donde: Y es la variable dependiente (número de becerros destetados); X_1 representa el número de vacas en producción; X_2 el número de vaquillas; X_3 el número de sementales; X_4 el número de hectáreas disponibles para pastoreo; X_5 es el índice de adopción de tecnología; X_6 el promedio diario de alimento concentrado; y ε el error. El modelo de regresión fue estimado con el programa estadístico SAS versión 9.4.

Debido a que la alta correlación entre variables independientes no es deseable en Modelos de Regresión Múltiple, previo a cada análisis se realizó un diagnóstico de multicolinealidad, con el estadístico de prueba de Durbin Watson (DW), que es utilizada para detectar la presencia de auto-correlación. A partir de este análisis se obtuvo un valor de DW, para pequeños productores de 1.57, para productores medianos de 2.29 y para productores grandes 2.13. Estos valores se compararon con los valores correspondientes al límite inferior y al límite superior de las tablas de

Durbin Watson a un nivel de significación de 5 %, y con base en ello se pudo rechazar la hipótesis de que los términos de error estén auto-correlacionados de forma positiva o negativa.

Resultados y discusión

Características sociales de los productores del sistema de vaca-cría en el estado de Tabasco

En el estado de Tabasco el sistema vaca-cría es desarrollado de forma preponderante por hombres (92 %) respecto a mujeres (8 %). Dicha situación es común en sistemas tropicales de producción bovina (Díaz-Rivera *et al.*, 2011). Al respecto, Torres *et al.* (2016) indican que el manejo de los bovinos en las áreas tropicales es realizado por hombres, y las mujeres participan en mayor grado en la cría de animales menores (aves y cerdos, que son de autoconsumo en su mayoría), o salen a laborar fuera de la UP.

El 90 % de los productores sabe leer y escribir, y tienen una edad promedio de 58 años (**Tabla 1**). El hecho que la mayoría de los productores pueda leer y escribir es importante, debido a que están en capacidad de llevar registros productivos básicos de la UP. Sin embargo, otro aspecto que tiene que ver más con la aplicabilidad de dichos registros es el grado de escolaridad; no obstante, los productores de ganado bovino de las regiones tropicales presentan una baja escolaridad: en su mayoría sólo cuentan con nivel primaria (Juárez-Barrientos *et al.*, 2015; Granados-Rivera *et al.*, 2018), en contraste con el promedio nacional que es de 9.1 años (INEGI, 2016). Con respecto a la edad promedio de los productores en este estudio, esta fue similar a la edad de los productores de ganado bovino de sistemas tropicales en zonas secas (Cuevas *et al.*, 2016), y húmedas (Orantes-Zebadúa *et al.*, 2014; Juárez-Barrientos *et al.*, 2015; Granados-Rivera *et al.*, 2018). La edad y escolaridad de los productores determina el grado de adopción de prácticas tecnológicas (Salas-González *et al.*, 2013): hay una mayor aceptación de tecnologías en

productores jóvenes (< 45 años) y con más años de estudio (> 12 años de estudio). Así mismo, a mayor adopción de tecnología, se incrementa la productividad y rentabilidad de las unidades de producción (Cuevas *et al.*, 2013).

La distancia entre las UP y las comunidades más cercanas tuvo una media baja, pero un amplio coeficiente de variación (**Tabla 1**). Las UP cercanas a las comunidades presentan la ventaja de tener acceso de forma rápida a información, asesoría técnica y conocimiento oportuno de programas de apoyo a productores de diferentes fuentes financieras.

En el estado de Tabasco, el mayor ingreso para la familia de los productores del sistema vaca-cría proviene de la venta de becerros (**Tabla 1**). No obstante, el ingreso no lo obtienen en su totalidad del propio sistema de producción, por lo que deben obtener ingresos complementarios. En los sistemas de producción de bovino, en el trópico mexicano, es común que se diversifiquen las fuentes de ingreso familiar (Granados-Rivera *et al.*, 2018). Según explican Juárez-Barrientos *et al.* (2015), esto se debe a la elevada variación de factores que determinan las variables socioeconómicas y tecnológicas en los propios sistemas productivos, lo que ocasiona que algunos productores dediquen parte de su tiempo a actividades productivas remuneradas, dentro o fuera de la UP, con el objetivo de obtener ingresos económicos complementarios. Adicional a los ingresos complementarios, una ventaja del sistema de producción vaca-cría en Tabasco, es que permite producir alimentos para el autoconsumo, como huevo, carne de pollo y leche. Si bien, la leche es consumida en su mayoría por el becerro, los productores ordeñan, en promedio, de tres a cinco vacas para el consumo directo de la familia o para la elaboración de quesos.

Tabla 1. Características sociales de los productores del sistema vaca-cría en el estado de Tabasco.

Table 1. Social characteristics of the farmers of the cow-calf systems in Tabasco.

Edad (años)	58.86	13.99	23.76
Número de personas dependientes económicamente	2.76	1.59	57.51
Distancia a la comunidad más cercana (km)	7.99	4.25	53.21
Ingreso económico por actividad ganadera (%)	88.02	7.96	9.04

CV = Coeficiente de Variación; **DE** = Desviación Estándar; **n** = 324 Unidades de Producción.

Tipología de productores del sistema de vaca-cría en el estado de Tabasco

Se identificaron tres tipos de productores del sistema vaca-cría en el estado de Tabasco, los cuales se denominaron: a) Pequeños; b) Medianos; y c) Grandes. Las características que diferenciaron a los tipos de productores fueron: la estructura de hato; la cantidad de becerros destetados en el año; el número de hectáreas en pastoreo; el índice de adopción de tecnología; y la cantidad de alimento concentrado utilizado en la UP (**Tabla 2; Fig. 1**).

En el estado de Tabasco, los productores pequeños (63.4 %) son los más representativos, seguidos de los productores medianos (29 %); y, finalmente, los grandes (7.6 %). Los productores grandes presentaron mayor número de vacas en producción, lo cual explica que desteten mayor cantidad de becerros. Sin embargo, en los tres tipos de productores existe una relación entre el número de vaca en producción y el número de becerro destetado de 2:1. Esta información coincide con reportes para la ganadería de doble propósito en regiones tropicales de México (Orantes-Zebadúa *et al.*, 2014; Juárez-Barrientos *et al.*, 2015). Por otra parte, el número de vacas en producción es una de las principales variables que definen los sistemas de producción bovinos (Sánchez *et al.*, 2015), además, tiene influencia en las variables productivas de las UP y adopción de nuevas tecnologías (Cuevas *et al.*, 2013).

En cuanto al número de vaquillas, éste fue mayor en productores grandes; no obstante, la relación entre el número de vacas en producción y el número de vaquillas fue menor en productores pequeños, respecto a productores medianos y grandes. La cantidad de vaquillas en una UP es importante, ya que estas reemplazan a las vacas que terminan su ciclo de producción; esto evitará que exista una reducción del hato y, en consecuencia, una menor producción. De acuerdo con Quiroz *et al.* (2014), el porcentaje de vaquillas en un sistema de doble propósito en Tabasco fue de 14.6 %, cantidad cercana al porcentaje ideal (17 %) de vaquillas que debe existir en explotaciones de ganado bovino, con lo cual es posible tener una tasa de reemplazo de 20 a 25 % (Báez *et al.*, 1999). En contraste con estos datos, el presente estudio muestra que el sistema de producción vaca-cría en Tabasco tiene un porcentaje promedio de vaquillas de 6.8 %, este bajo porcentaje podría explicarse por el hecho de que existe una demanda de vaquillas para su engorda en los estados del norte del país. Sin embargo, el vender, casi en su totalidad, a las vaquillas podría afectar al sistema vaca-cría, al disminuir el tamaño del hato en el largo plazo o provocar que sea necesario adquirir vaquillas nacidas fuera de la UP, lo que incrementaría el costo de producción. Respecto al número

de sementales por UP, los productores grandes presentaron el mayor número de estos (**Tabla 2**). Sin embargo, si se toma en cuenta la proporción número de sementales/número de vacas en producción, los productores pequeños y medianos mostraron una relación cercana a lo recomendado, que es un semental por cada 20 hembras (Quiroz *et al.*, 2014). Por el contrario, los productores grandes se encuentran por debajo de dicha recomendación. En el sistema vaca-cría del estado de Tabasco, mantener dicha proporción cercana a lo recomendado es, en particular, importante, ya que el 95 % de los productores de este sistema utiliza como método de reproducción la monta natural. Por lo tanto, no mantener una relación macho/hembra adecuada tiene consecuencias negativas para la UP: por un lado, si esta relación está por debajo de lo recomendado, provoca una baja tasa de concepción y, en consecuencia, menor producción de becerros; por otra parte, si la relación está por encima, se aumentan los costos de producción debido al mantenimiento de toros que no son necesarios (Baez *et al.*, 1999).

Respecto al número de hectáreas, los productores pequeños tuvieron menor cantidad de hectáreas por UP, en comparación con productores medianos y grandes; no obstante, el número de animales por número de hectáreas fue similar entre los tipos de productores, promediando 1.44 animales por hectárea. En sistemas de producción de bovinos, la cantidad de hectáreas para el pastoreo es una de las variables más utilizadas para agrupar productores (Cuevas *et al.*, 2016; Velázquez-Avendaño y Perezgrovas-Garza, 2017), así mismo, en las regiones tropicales predominan las UP de tamaño pequeño (< 45 ha) (Orantes-Zebadúa *et al.*, 2014; Juárez-Barrientos *et al.*, 2015; Granados-Rivera *et al.*, 2018).

Los productores del sistema vaca-cría en el estado de Tabasco le proporcionan melaza a todo el hato, sin embargo, sólo ofrecen alimento concentrado a vacas en producción. Si bien la cantidad de alimento concentrado por UP fue mayor en productores grandes, la cantidad de alimento concentrado por vaca, por día, fue similar entre los tres tipos de productores: en promedio, 1.3 kg por vaca por día.

Tabla 2. Variables principales que caracterizan el sistema de producción de vaca-cría en el estado de Tabasco

Table 2. Principal variables that characterize the cow-calf systems production system in Tabasco.

Variable	Pequeños	Medianos	Grandes	EEM
----------	----------	----------	---------	-----

	n=217	n=99	n= 26	P value
Vacas en producción	13.84 ^c	34.61 ^b	80.0 ^a	9.96 <.0001
Becerros destetados	7.14 ^c	18.46 ^b	41.11 ^a	5.16 <.0001
Vaquillas	1.78 ^c	3.71 ^b	8.74 ^a	1.27 <.0001
Sementales	0.76 ^c	1.27 ^b	2.92 ^a	0.54 <.0001
Hectáreas en pastoreo	34.95 ^c	87.87 ^b	180.59 ^a	23.79 <.0001
Concentrado por día utilizado (UP)	18.05 ^c	44.37 ^b	112.40 ^a	18.79 <.0001
IAT	3.09 ^c	6.55 ^b	9.07 ^a	1.16 <.0001

UP = Unidad de Producción; **EEM** = Error Estándar de la Media; **IAT** = Índice de Adopción de Tecnología. Columnas con diferente letra son diferentes estadísticamente ($p \leq 0.05$).

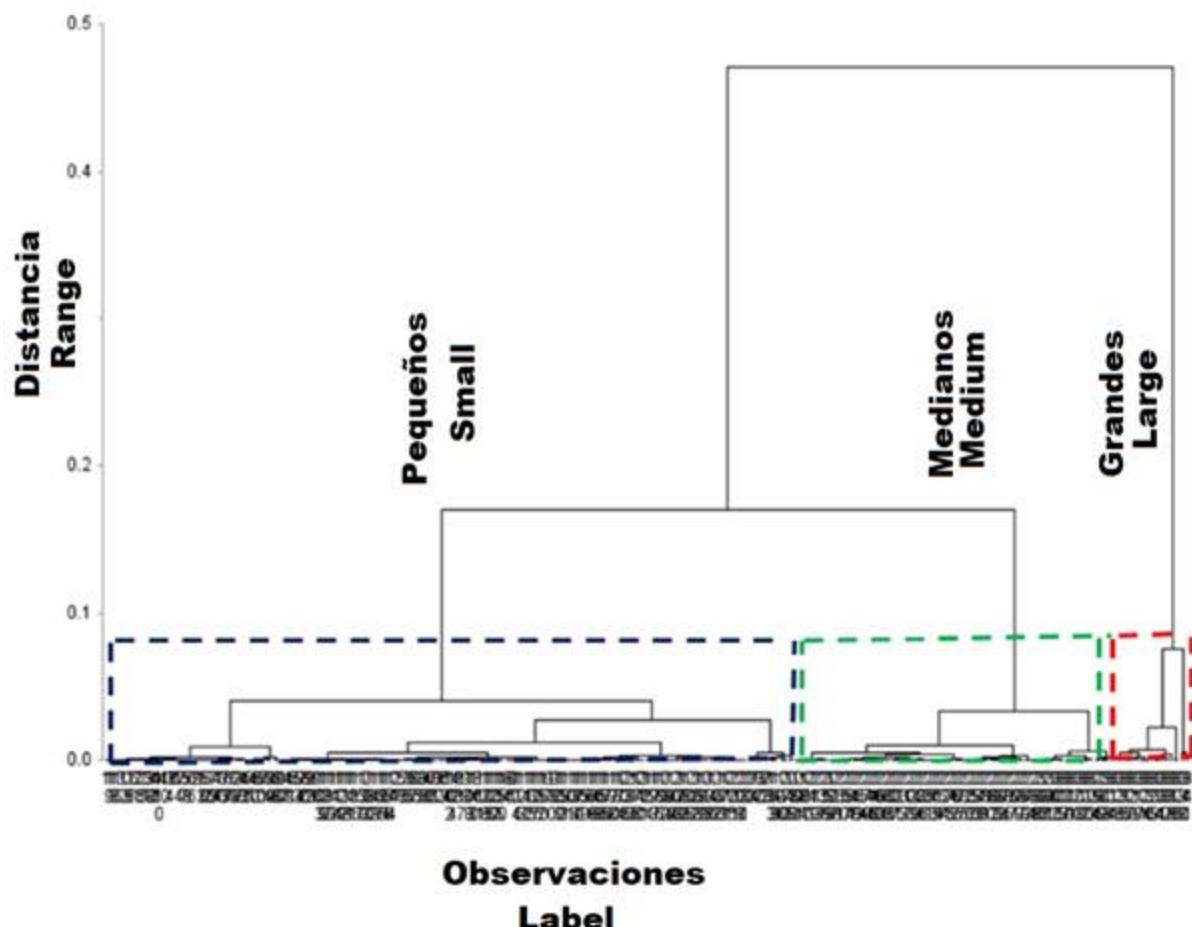


Fig. 1. Dendograma de la clasificación de unidades de producción en el sistema vaca-cría en el estado de Tabasco.

Fig. 1. Dendrogram of the classification of farms in the cow-calf systems in Tabasco.

Uso de tecnología en las unidades de producción del sistema vaca-cría

En el sistema vaca-cría en el estado de Tabasco se realiza en porcentaje bajo (< 3 %) la medición de la condición corporal. El peso y la lotificación de hatos son prácticas más comunes, realizadas de manera más frecuente los productores grandes (75 %), y en menor medida por los productores medianos y pequeños (< 25 %). La toma de registros económicos no es llevada a cabo por productores pequeños, y se lleva a cabo de forma incipiente por medianos y grandes productores. Respecto a los registros productivos, alrededor de la mitad de los productores grandes los toman, en tanto que los productores medianos (35.5 %) y pequeños (14.74 %) toman dichos registros con menor frecuencia (**Tabla 3**). La baja realización de estas actividades afecta de forma negativa la productividad de los sistemas de producción pecuarios (Espinosa-García *et al.*, 2018). Por ejemplo, si no se realiza la lotificación de hatos, se pierde la oportunidad de realizar programas de alimentación basados en los estados fisiológicos de las vacas, o la aplicación de complementación alimenticia de forma estratégica a vaquillas próximas al empadre. Así mismo, la toma de registros productivos y económicos de manera constante y ordenada permite que el productor identifique problemas que limitan la productividad, y ayuda en la toma de decisiones apropiadas para resolverlos; además, sirve para evaluar el impacto de incorporar nuevas tecnologías o prácticas y con ello mejorar la eficiencia de las unidades de producción en el mediano y largo plazo (Espinosa-García *et al.*, 2010).

Las adopciones de tecnología relacionadas con el manejo reproductivo y la genética son las que se realizan con menor frecuencia (**Tabla 3**). Este comportamiento podría deberse a que implementarlas requiere una inversión mayor, respecto a las prácticas que están relacionadas sólo con el ordenamiento del hato, y a la toma de registros económicos y productivos. Además, se requiere de mayor conocimiento técnico para su implementación (Giraldo-Giraldo, 2007). Aunado a lo anterior, el sistema vaca-cría es de los sistemas pecuarios con mayor retraso en la aplicación de componentes tecnológicos relacionados con el manejo reproductivo (Suarez y Aranda, 2014).

Lo anterior coincide con lo expuesto en el presente estudio, ya que productores pequeños y medianos no realizan diagnósticos de gestación, ni registros de información reproductiva.

Los componentes tecnológicos relacionados con el manejo sanitario fueron los de mayor implementación (**Tabla 3**). El 100 % de los productores del sistema vaca-cría en el estado de Tabasco realiza vacunación y desparasitación. Realizar un manejo sanitario es importante, ya que ayuda a prevenir enfermedades y reducir las pérdidas productivas (Vásquez-Hernández *et al.*, 2017).

La complementación alimenticia es realizada en bajo porcentaje por productores pequeños y medianos, el mayor porcentaje de esta práctica se encuentra en productores del estrato grande. De forma general, esta complementación consiste en ofrecer a las vacas en producción, sal común, sal mineral o alimento concentrado. Las sales se ofrecen a libre acceso. El alimento concentrado se ofrece en cantidades de 1 a 3 kg, por vaca, por día. El concentrado se elabora con ingredientes disponibles en la región, como residuos de la agroindustria (melaza, bagazo de caña, cítricos, piña, pollinaza, pasta de coco, residuos de pan y galleta, entre otros). De forma general, presentan un contenido de proteína de 18 a 22 % y de 2.1 a 2.4 Mcal kg⁻¹.

En resumen, en el sistema vaca-cría del estado de Tabasco los componentes tecnológicos más utilizados fueron los relacionados con el manejo sanitario y alimenticio. En contraste, los de menor uso fueron los del manejo reproductivo y genético. Sin embargo, de forma general el uso de componentes tecnológicos en este sistema es bajo, ya que en el sistema de doble propósito se han documentado hasta 61 componentes tecnológicos (Cuevas *et al.*, 2013), mientras que en el sistema vaca-cría solo se identificaron 15. Más aún: de estos 15 componentes tecnológicos, los productores pequeños utilizan en promedio 3.09, los medianos 6.55 y los grandes 9.07 (**Tabla 2**).

Tabla 3. Uso promedio de componentes tecnológicos en el sistema vaca cría por tipo de productor.

Table 3. Average use of technological components in the cow-calf systems by type of farmer.

Componente tecnológico	Tipo de productor		
	Pequeño	Mediano	Grande
Actividades de manejo	%		
Medición de la condición corporal	0.06	2.32	0.17
Peso de los animales	23.04	24.5	75.86
Lotificación de hato	45.16	52.52	76.92
Uso de registros económicos	0	10.10	15.38

Uso de registros productivos	14.74	35.5	48.27
Manejo reproductivo y genética			%
Aplicación de programas de mejoramiento genético	0	0.01	0.11
Detección de celos	12.44	16.16	37.93
Inseminación artificial	0	0.02	0.13
Uso de sementales de registro	0	0.02	0.13
Diagnóstico de gestación	0	0.06	62.06
Manejo sanitario			%
Vacunación	100	100	100
Desparasitación	100	100	100
Diagnóstico de brucella	56.68	64.64	62.06
Manejo alimenticio			%
Suplementación con minerales	25.34	35.5	75.86
Suplementación con concentrado	23.0	23.23	72.41

Factores que influyen en la producción de becerros destetados en el sistema vaca-cría

Las variables que explican la producción de becerros en los tres tipos de productores del sistema vaca-cría fueron: número de vacas en producción; vaquillas; sementales; hectáreas en pastoreo; índice de adopción de tecnología; y alimento concentrado. Estas variables explican el comportamiento de la producción de ganaderos pequeños en 88 %, de los medianos en 86 %, y de los ganaderos grandes en 89 %.

El número de vacas en producción influyó de forma significativa en la producción de becerros en los tres tipos de estrato. Al respecto, hatos más grandes contribuyen a generar rendimientos positivos en la producción total de carne (Morales-Hernández *et al.*, 2018). En el presente estudio, dicha variable fue significativa: al aumentar una vaca en producción, manteniendo los demás factores constantes, se incrementó de 0.08 a 0.27 el número de becerros destetados. Este bajo incremento se puede explicar por los largos intervalos entre partos (Vargas *et al.*, 2015), ya que el porcentaje promedio de parición de las vacas en los tres estratos fue de 50 %. Por otra parte,

una mayor cantidad de hectáreas disponibles para el pastoreo permite al productor aumentar en el mediano o largo plazo el tamaño del hato, y con ello incrementar sus ingresos.

El número de vaquillas explica la producción de becerros en el grupo de productores grandes y medianos (**Tabla 4**). La cantidad de vaquillas en la unidad de producción es importante, ya que en el futuro remplazarán a las hembras reproductoras que terminen su etapa; esto permitirá una producción constante de becerros, y de esta manera se evita que el tamaño del hato se reduzca por una pérdida en el número de reproductoras (Báez *et al.*, 1999).

El número de sementales es significativo para explicar la producción de becerros en el grupo de productores grandes (0.476), no así para los productores medianos y pequeños. Esto puede ser explicado porque el método reproductivo más frecuente fue la monta libre (Vejarano *et al.*, 2005). Por lo tanto, los productores grandes, al tener un mayor número de hembras, requieren un mayor número de sementales. Estudios realizados en el sistema vaca-cría en el sur y norte de México, muestran el mismo comportamiento, con una relación de 18.3 vacas por semental. Por otro lado, prácticas de manejo reproductivo como inseminación artificial, diagnósticos de gestación y técnicas biotecnológicas son de muy baja aplicación, lo cual puede deberse al poco uso y control de registros reproductivos (Mejía-Bautista *et al.*, 2010).

En el presente estudio, el número de hectáreas destinadas al pastoreo está relacionado de forma positiva y significativa con los productores grandes (0.015), y medianos (0.012). Este mismo efecto se reporta en unidades de producción de carne en pastizales naturales, donde al incrementar el número de hectáreas para el pastoreo, se incrementa la producción total de carne, (Morales-Hernández *et al.*, 2018). Por ejemplo, en Ecuador, el número de hectáreas para el pastoreo explicó el 11 % de la eficiencia de la producción de los sistemas de bovinos para carne (Vargas *et al.*, 2015).

Con respecto al índice de adopción de tecnología, este tuvo una relación positiva y significativa en los tres tipos de productores, aumentar este índice en una unidad, incrementó la producción de becerros de 0.23 a 2.83, manteniendo los demás factores constantes. Es importante generar tecnológicas específicas para este sistema de producción, ya que ello pudiera influir en su mayor aceptación (Cuevas *et al.*, 2013). Además, para incentivar un mayor uso de tecnologías, es necesario iniciar con aquellas de bajo costo. Al respecto, cuando los productores observan mejoras en la producción derivado del uso de alguna tecnología, esto da pauta a que incursionen en el uso de otras tecnologías, aún si la inversión de estas es más alta (Cuevas *et al.*, 2013).

Por otro lado, la cantidad de suplementos alimenticios ofrecido es un factor que explica la producción de becerros de manera significativa y positiva en todos los tipos de productores (Morales-Hernández *et al.*, 2018). Al respecto, ofrecer una complementación alimenticia, en forma principal a las vacas en producción, mejorara la condición corporal de estas, en consecuencia, se mejora su respuesta reproductiva, con lo que se logra un mayor número de becerros destetados (Mejía-Bautista *et al.*, 2010).

Tabla 4. Variables que explican la producción de becerros en productores pequeños, medianos y grandes en el sistema vaca-cría

Table 4. Variables that explain calf production in small, medium, and big farmers producers in the cow-calf systems

	Parámetro estimado	EEM	Pr >F
Grandes			
Intercepto	-0.314	0.262	0.232
Vacas en producción (X_1)	0.101**	0.024	<.0001
Vaquillas (X_2)	0.151*	0.075	0.045
Sementales (X_3)	0.476*	0.222	0.033
Hectáreas en pastoreo (X_4)	0.015**	0.005	0.009
IAT (X_5)	0.234**	0.096	0.015
Promedio diario de alimento concentrado (X_6)	0.230**	0.011	<.0001
Daily average of concentrated feed (X_6)			
R ²	0.89		
R ²	0.89		
Medianos			
Medium			
Intercepto	-2.080	1.057	0.0532
Vacas en producción (X_1)	0.086**	0.030	0.0062
Vaquillas (X_2)	1.550**	0.294	<.0001
Sementales (X_3)	-0.400	0.530	0.453
Hectáreas en pastoreo (X_4)	0.012*	0.006	0.040
IAT (X_5)	1.323**	0.224	<.0001
Promedio diario de alimento concentrado (X_6)	0.055**	0.017	0.0018
R ²	0.86		
Pequeños			
Small			

Intercepto	-10.374*	2.415	0.0004
Vacas en producción (X_1)	0.277**	0.040	<.0001
Vaquillas (X_2)	-0.043	0.304	0.889
Sementales (X_3)	0.894	0.458	0.065
Hectáreas en pastoreo (X_4)	-0.016	0.019	0.415
IAT (X_5)	2.837**	0.576	<.0001
Promedio diario de alimento concentrado (X_6)	0.037*	0.015	0.022
R ²	0.88		

EEM = Error Estándar de la Media; **IAT** = Índice de Adopción de Tecnología.

*Significativo al 95 % (P< 0.05) / *Significativo al 99 % (P< 0.01).

*Significant at 95 % (P< 0.05) / *Significant at 99 % (P< 0.01).

Conclusiones

En el sistema vaca-cría del Estado de Tabasco se identificaron tres tipos de productores (pequeños, medianos y grandes), que se diferenciaron por la cantidad de becerros producidos, estructura del hato, número de hectáreas destinadas para el pastoreo e índice de adopción de tecnología. Las variables que explican la producción de becerros en el área de estudio fueron: número de vacas en producción, índice de adopción de tecnología y cantidad de alimento concentrado. Es necesario que se desarrollen tecnologías nuevas que estén enfocadas en las necesidades del sistema vaca-cría, en particular, en aspectos que tengan un mayor impacto en el sistema de producción y en consecuencia en la económica de los productores que se dedican a esta actividad.

La caracterización del sistema vaca-cría que se realizó en el presente estudio contribuye a ampliar el escaso acervo de información de este sistema en las regiones tropicales del país. Asimismo, puede ser una herramienta de consulta en la generación de políticas públicas enfocadas a mejorar la productividad del sistema vaca-cría de las regiones tropicales del país o para su uso por empresas pecuarias y productores particulares interesados en ubicar puntos de mejora y a partir de ello impactar de forma positiva en la productividad del sistema de producción.

Referencias

- Bautista-Martínez, Y., Haro, J. G. H., García, J. E., Castañeda, F. E. M., Vaquera-Huerta, H., Morales, A., & Guzmán, G. A. (2019). Caracterización económico-productiva del sistema bovino doble propósito en tres regiones tropicales de México. *ITEA, Información Técnica Económica Agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA)*, 115(2), 134-148.
- Bautista-Martínez, Y., Herrera-Haro, J. G., Espinosa-García, J. A., Martínez-Castañeda, F. E., Vaquera-Huerta, H., Bárcena-Gamma, J. R., & Morales, A. (2017). Relación entre las prácticas tecnológicas de manejo, la producción y su asociación con las épocas del año en el sistema de doble propósito del trópico mexicano. *Nova Scientia*, 9(19), 154-170.
- Báez, G., Reyes, L., Melgoza, C., Royo, M. & Carrillo, R. (1999). Características productivas del sistema vaca-cría en el estado de Chihuahua. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 37(2), 11-24.
- Callejas-Juárez, N., Aranda-Gutiérrez, N., Rebollar-Rebollar, S., De la Fuente-Martínez, M. (2014). Situación económica de la producción de bovinos de carne en el estado de Chihuahua, México. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 133-140. DOI: [10.15517/am.v25i1.14213](https://doi.org/10.15517/am.v25i1.14213)
- Camacho-Vera, J., Cervantes-Escoto, F., Palacios-Rangel, M., Rosales-Noriega, F. & Vargas-Canales. (2017). Factores determinantes del rendimiento en unidades de producción de lechería familiar. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(1), 23-29. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4313>
- Cuevas Reyes, V., Loaiza Meza, A., Astengo Cazares, H., Moreno Gallegos, T., Borja Bravo, M., Reyes Jiménez, J. E. & González González, D. (2018). Análisis de la función de producción de leche en el sistema bovinos doble propósito en Ahome, Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(2), 376-386.
- Cuevas, R., Baca Del Moral, J., Cervantes, F., Espinosa, G., Aguilar, Á. & Loaiza, M. (2013). Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 4, 31–46.
- Cuevas, R., Meza, A., García, J., Izquierdo, A. & Flores, M. (2016). Tipología de las explotaciones ganaderas de bovinos doble propósito en Sinaloa, México. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 7, 69–83

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2018). *Estadísticas del agua en México* (p. 72-99), Edición 2018. Ciudad de México: CONAGUA.

Díaz-Rivera, P., Oros-Noyola, V., Vilaboa-Arroniza, J., Martínez-Dávila, J. & Torres-Hernández, G. (2011). Dinámica del desarrollo de la ganadería doble propósito en las Choapas, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), 191-199.

Espinosa-García J., Vélez-Izquierdo, A., Góngora-González, F., Cuevas-Reyes, V., Vázquez-Gómez, R., Rivera-Maldonado, R. (2018). Evaluación del impacto en la productividad y rentabilidad de la tecnología transferida al sistema de bovinos de doble propósito del trópico mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21, 261-272.

Espinosa-García, J., González-Orozco, A., Luna-Estrada, A., Cuevas-Reyes, V., Moctezuma-López, G., Góngora-González, F., Jolalpa-Barrera, L. & Vélez-Izquierdo, A. (2010). *Manual de Administración de ranchos pecuarios con base en el uso de registros técnicos y económicos*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (SAGARPA), pp. 1-222. Disponible en: <http://www.altitud.org.mx/ManualdeAdministraciondeRanchosPecuarios.pdf>

Giraldo-Giraldo, J. (2007). Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. *Revista Lasallista de Investigación*, 4(1), 51-57.

Granados-Rivera, L., Quiroz-Valiente, J., Maldonado, J., Granados-Zurita, L & Oliva-Hernández, J. (2018). Caracterización y tipificación del sistema doble propósito en la ganadería bovina del Distrito de Desarrollo Rural 151. *Acta Universitaria*, 28(6), 47-57.

Hernández-Morales, P., Estrada-Flores, J., Avilés-Nova, F., Yong-Angel, G., López-González, F., Solís-Méndez, A. & Castelán-Ortega, O. (2013). Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del estado de México. *Universidad y Ciencia*, 29(1), 19-31.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Escolaridad*. [Consultado el 5 de enero de 2019] (2016). Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/escolaridad.aspx?tema=P>

Iracheta-Lara, I.Z., Iglesias-Martínez, E., Méndez-Zamora, G., Esparza-Vela, M.E. & Santellano-Estrada, E. (2017). Modelado de riesgos para el sistema vaca-cría del estado de Chihuahua utilizando indicadores socioeconómicos y ambientales. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(2), 193-200. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i2.4443>

- Juárez-Barrientos, J., Herman-Lara., Soto-Estrada, D., Avalos, A., Vilaboa-Arroniz, D. & Díaz-Rivera, J. (2015). Tipificación de sistemas de doble propósito para producción de leche en el distrito de desarrollo rural 008, Veracruz, México. *Revista Científica*, 25(4), 317-323.
- Magaña, M. J., Arjona, G. R. & González, J. M. (2006). Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 14(3), 105-114.
- Mejía-Bautista, G., Magaña, J., Segura-Correa, J., Delgado, R. & Estrada-León, R. (2010). Comportamiento Reproductivo y Productivo de Vaca Bos indicus, Bos taurus y sus Cruces en un Sistema de Producción Vaca Cría en Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agrosystems*, 12, 289–301.
- Morales-Hernández, J., González-Razo, J. & Martínez, H. (2018). Function of beef cattle production in the South region of Mexico State de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9, 1–13.
- Orantes-Zebadúa, A., Platas-Rosado, D., Córdova-Avalos, V., De Los Santos-Lara, M. & Córdova-Avalos, A. (2014). Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1, 49-58.
- Quiroz, J., Granados, L., Barron, M., Espejel, A. & Espinosa, J. (2014). Estructura de los hatos bovinos en Tabasco, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, 252–253.
- Salas-González, J., Leos, J., Sagarnaga, L. & Zavala-Pineda, M. (2013). Adopción de tecnologías por productores beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4, 243-254.
- Sánchez, G., Jorge, A., Zegbe, D. & Héctor, G. (2015). Tipificación de un sistema integral de lechería familiar en Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6, 349-359.
- Suárez, D. & Aranda, O. (2014). Importancia de la innovación para mejorar la productividad en los sistemas de cría de becerros. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18, 65–73.
- Szyndler-Nędza, M., Robert, E., Tadeusz B., Mirosław, T. & Artur, P. (2016). Prediction of carcass meat percentage in young pigs using linear regression models and artificial neural networks. *Annals of Animal Science*, 16, 275-286. DOI: 10.1515/aoas-2015-0057

Topal, M., Yildiz, N., Esenbuğa, N., Aksakal, V. & Özdemir, M. (2003). Determination of Best Fitted Regression Model for Estimation of Body Weight in Awassi Sheep. *Journal of Applied Animal Research*, 23, 201-208. DOI: <https://doi.org/10.1080/09712119.2003.9706422>

Torres, Y., Pablos-Heredero, C., Morantes, M., Rangel, J., Espinosa, J., Angón, E. & García, A. (2016). El papel de la mujer en la explotación de ganado bovino de doble propósito en Ecuador. *Archivos de Zootecnia*, 65, 309-314.

Valdovinos, M., Espinoza, J. & Vélez, A. (2015). Innovación y eficiencia de unidades bovinas de doble propósito en Veracruz. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 19, 1306-1314.

Vargas, J., Benítez, D., Torres, V., Ríos, S. & Soria, S. (2015). Factores que determinan la eficiencia de la producción de leche en sistemas de doble propósito en la provincia de Pastaza, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49, 17–21.

Váscone-Hernández, A., Sandoval-Valencia, P., Cueva-Jácome., Adriana, V., Patricio, S., Byron, P. & Francisco, C. (2017). Seroprevalencia de leucosis enzoótica bovina en animales entre 6 a 24 meses en las provincias de Manabí, Pichincha y Chimborazo – Ecuador. *La granja. Revista de la ciencia de la vida*, 26, 131–141. DOI: <http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n26.2017.11>

Vázquez-Martínez, I., Jaramillo-Villanueva, J., Bustamante-González., Vargas-López, S., Calderón-Sánchez, F., Torres-Hernández, G. & Pittroff, W. (2018). Estructura y tipología de las unidades de producción ovinas en el centro de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15, 85-97.

Vejarano, A., Sanabria, D. & Trujillo, A (2005). Diagnóstico de la capacidad reproductiva de toros en ganaderías de tres municipios del alto magdalena. *Revista MVZ Córdoba*, 10, 648-662.

Velázquez-Avendaño, J. & Perezgrovas-Garza, R. (2017). Caracterización de sistemas productivos de ganado bovino en la región indígena XIV Tulijá-Tseltal-chol, Chiapas, México. *Agrociencia*, 51, 285-297.

Vilaboa, J. & Díaz, P. (2009). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical*, 27, 427-436.