



AgEcon SEARCH

RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Early weaning and productive response after weaning of calves fed starter in the tropics

Destete precoz y respuesta productiva pos destete de becerros alimentados con iniciador en el trópico

Guerra-Medina, Cándido Enrique^{1*}; Maldonado-Méndez, José de Jesús¹; Ley de Coss Alejandro²; López-Gómez, Pablo¹; Montañez-Valdez, Oziel Dante³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental, Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, México. ²Desarrollo Agropecuario Sustentable, Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V, UNACH, Villaflores, Chiapas, México. ³Grupo de Investigación en Nutrición Animal, Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Ciudad Guzmán, Jalisco, México.

*Autor para correspondencia: eguerranutricion@gmail.com

ABSTRACT

Objective: to evaluate the effect of starter feed consumption on the post-weaning productive response of calves of the dual-purpose system.

Design/methodology/approach: ten calves with an average live weight at birth of 34.5 ± 4.8 kg were distributed in two treatments: CM=calves fed milk + Taiwan grass (*Pennisetum purpureum*) weaned at seven months of age; CMS=calves fed milk + Taiwan grass + starter feed, weaned at 90 days. A completely randomized design with five repetitions per treatment was used, the experimental phase was made from birth to one year of age. Starter feed intake, live weight (LW), daily weight gain, (DWG), rump height (RH), withers (W), length (L) and thoracic perimeter (TP) were evaluated in the periods of one to three months old, four to seven and eight to 12.

Results: the consumption of starter feed from one to three months was $482.33 \text{ g calf}^{-1} \text{ d}^{-1}$ and from four to seven months $1895.0 \text{ g calf}^{-1} \text{ d}^{-1}$; the LW, RH, W, L and TP at seven and 12 months was greater in CMS ($P < 0.05$), the DWG was greater in CMS ($P < 0.05$) in the period of four to seven months.

Study limitations/implications: milk consumption was not measured, it could affect DWG in the period of one to three months.

Findings/Conclusions: starter feed consumption allowed calves to be weaned at three months of age with the highest response in LW and zoom measurements at seven and 12 months.

Key words: beef cattle, ruminal development, zoom measurements.

RESUMEN

Objetivo: evaluar el efecto del consumo de iniciador en la respuesta productiva pos-destete de becerros del sistema de doble propósito.

Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 8, agosto. 2020. pp: 19-24.

Recibido: marzo, 2020. **Aceptado:** julio, 2020.

Diseño/metodología/aproximación: diez becerros con peso vivo promedio al nacimiento de 34.5 ± 4.8 kg fueron distribuidos en dos tratamientos: BL=becerros alimentados con leche+pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) destetados a siete meses de edad; BLI=becerros alimentados con leche+pasto Taiwán+alimento iniciador, destetados a 90 d. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento, la fase experimental se hizo desde el nacimiento hasta un año. Se evaluó consumo de iniciador, peso vivo (PV), ganancia diaria de peso, (CI), alzada a la grupa (AG), a la cruz (AC), largo (L) y perímetro torácico (PT) en los periodos de 1 a 3 meses, de 4 a 7, y de 8 a 12.

Resultados: el consumo de iniciador de uno a tres meses promedió en 482.33 g becerro⁻¹ d⁻¹ y de cuatro a siete meses de 1895.0 g becerro⁻¹ d⁻¹; el PV, AG, AC, L y PT a siete y doce meses fue mayor en BLI ($P < 0.05$), la mayor GDP se observó en BLI ($P < 0.05$) en el periodo de cuatro a siete meses.

Limitaciones del estudio/implicaciones: no se midió consumo de leche, pudo afectar la GDP en el periodo de uno a tres meses.

Hallazgos/conclusiones: El consumo de iniciador permitió destetar los becerros a tres meses de edad con mayor respuesta en PV y medidas zoométricas a siete y doce meses.

Palabras clave: bovinos carne, desarrollo ruminal, medidas zoométricas.

del epitelio ruminal para que el becerro pueda ser destetado a temprana edad sin afectar la respuesta productiva pos-destete (Drackley, 2008). Cuando los becerros consumen dietas con alto contenido de almidón, puede afectarse el establecimiento de las poblaciones microbianas y el desarrollo ruminal (Plainzier *et al.*, 2012), por ello es necesario incluir ingredientes que favorezcan el establecimiento y actividad microbiana (Abubackr *et al.*, 2014), para que la transición de una dieta líquida a sólida, basada en forraje, sea adecuada y permita el destete temprano sin afectar la ganancia diaria de peso (Sosa *et al.*, 2017). El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del consumo de iniciador en la respuesta productiva pos-destete de becerros del sistema de doble propósito destetados a tres meses de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una unidad de producción de doble propósito (SDP), ubicado en Tapachula, Chiapas ($14^{\circ} 91' 36''$ N, y $92^{\circ} 32' 55''$ O). El clima es cálido húmedo con lluvias abundantes en verano, y la temperatura oscila entre 18°C y 34.5°C (INEGI, 2017). Las determinaciones químicas de alimento y forraje se realizaron en el Laboratorio de Nutrición del Centro Universitario del Sur, de la Universidad de Guadalajara, ubicado en Ciudad Guzmán, Jalisco, México

Animales y tratamientos

Se utilizaron 10 becerros machos de tipo racial Brahman \times Suizo Americano con peso vivo al nacimiento de 34.5 ± 4.8 kg, se distribuyeron de manera aleatoria en dos tratamientos, cinco animales por tratamiento: BL=becerros alimentados con leche + pasto Taiwán destetados a

INTRODUCCIÓN

La ganadería de doble propósito representa 78% de la producción de los bovinos en la región tropical de Latinoamérica, se estima que la mayoría de los becerros destinados a la producción de carne proceden de este sistema (Calderón *et al.*, 2012), el peso de becerros al destete a siete meses de edad sin restricción de leche es de 163 kg (Pereda *et al.*, 2005) y 188 kg (Hernández *et al.*, 2015); sin embargo, en becerros del sistema de doble propósito, el peso al destete pudiera ser menor debido a la restricción de leche (Segura *et al.*, 2017). La alimentación es a base de leche y pastos (Castillo *et al.*, 2018); sin embargo, este manejo limita el desarrollo y funcionalidad del rumen, y al momento del destete no tiene la capacidad suficiente para aprovechar los nutrientes del forraje y se afecta la ganancia de peso (Simeone y Beretta, 2016). El desarrollo de los becerros pre destete es fundamental para incrementar la productividad en etapas posteriores, por ello, el tipo de alimentación que reciben es determinante. El consumo de alimento iniciador a temprana edad de manera constante y en cantidad suficiente, ha mostrado efectos positivos en el desarrollo ruminal, ya que al ser fermentado en el rumen produce ácidos grasos volátiles, tales como propionato y butirato (Khan *et al.*, 2016); donde este último actúa localmente en la pared ruminal para estimular su desarrollo (Xie *et al.*, 2014).

La composición del iniciador debe proveer los elementos que favorezcan el establecimiento y actividad de las especies microbianas del rumen para maximizar la producción de propionato, butirato, y favorecer el desarrollo

siete meses de edad; BLI=becerros alimentados con leche + pasto Taiwán + alimento iniciador, destetados a 90 d de edad.

Desde los 21 d de edad y hasta los siete meses, los becerros fueron alojados en corrales individuales de 2×3 m con comedero y bebedero. De ocho a doce meses de edad permanecieron en pastoreo intensivo en una pradera de pasto Taiwán. El alimento iniciador se formuló de acuerdo con los requerimientos nutricionales de bovinos para carne (NRC, 1996), la proporción de los ingredientes en base tal como se ofrece se muestra en el Cuadro 1.

Análisis químico del alimento y pasto Taiwán

Al alimento iniciador, crecimiento y pasto Taiwán, se determinó materia seca total (MST), proteína cruda (PC) mediante el método Kjeldahl, extracto etéreo (EE) por el método Soxhlet, fibra cruda (FC) por el método de Weende, cenizas (C) y materia orgánica (MO) por diferencia, todos mediante las técnicas descritas por la AOAC (2012). La determinación de las fracciones de fibra (FDN y FDA) se realizó con alfa amilasa sin la corrección de la ceniza de acuerdo con lo especificado por Van Soest et al. (1991). La composición química del alimento iniciador, alimento de crecimiento y pasto Taiwán se muestran en el Cuadro 1.

Manejo y alimentación

Los becerros tomaron calostro de la madre en las primeras 3 h de vida, antes de 24 h se registró el peso con una báscula digital con capacidad para 300 kg y precisión de 0.1 kg, permanecieron con la madre durante los primeros 20 d todo el tiempo, a partir del día siete se inició el ordeño de la leche residual después de

amamantar los becerros. Del día 21 en adelante después del ordeño por la mañana (7:00 am), se permitió a todos los becerros se amamantarán durante 30 min y posteriormente se separaban de la madre hasta el día siguiente, los becerros de BL se destetaron a 210 d de edad y los de BLI a 90 d de edad. A estos últimos, el iniciador se ofreció a libre acceso a las 8:00 am y 13:00 pm, todos los animales tuvieron acceso libre a agua limpia y pasto Taiwán picado de 45 d de edad al corte todo el tiempo. A 90 d de edad se administró vía oral un endoparasiticida, 2 mL×45 kg de peso vivo (cada 100 mL contienen albendazol 13.0 g, sulfato de cobalto 1.0 g), y 5 mL de vitaminas vía intramuscular (cada mL contiene vitamina A palmitato 500,000 UI, vitamina D3 calciferol 75,000 UI, vitamina E tocoferol 50 UI, fósforo 1,560 µg). De ocho a 12 meses de edad, cada grupo de becerros, permaneció en una pradera de pasto Taiwán con manejo de pastoreo intensivo, un día de ocupación y 45 d de recuperación, con una carga animal promedio de 5.5 Unidades Animal ha⁻¹, tuvieron acceso a agua limpia todo el tiempo y se ofreció 2400 g becerro⁻¹ día⁻¹ de alimento de crecimiento, la mitad a las 8:00 am y la otra mitad a las 13:00 pm.

Variables evaluadas

Consumo de alimento. El consumo de iniciador se midió en los meses 2, 3, 4 y 5 de edad cada siete días, para ello el alimento ofrecido se pesó asignando 20% más del consumo observado un día previo. Posteriormente, se pesó el rechazado 24 h después y se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo (g)} = \text{g de alimento ofrecido} - \text{g de alimento rechazado}$$

el consumo promedio de cada mes (g) se obtuvo del promedio de las cuatro semanas; en los meses seis y siete se asignaron 2000 y 2100 g de alimento de crecimiento animal⁻¹ d⁻¹ de manera respectiva, la mitad por la mañana

Cuadro 1. Proporción de ingredientes y composición química del alimento iniciador, crecimiento, y pasto *Pennisetum purpureum* cv. Taiwán.

Ingrediente	Iniciador	Crecimiento	Pasto Taiwán
	Proporción de ingredientes (g por cada 100 g)		
Pasta de soya 44	27.00	18.00	
Maíz molido	48.70	40.00	
Harina de palmiste	22.00	38.70	
Mezcla mineral ¹	2.00	2.00	
Cultivo de levaduras ²	0.30	0.30	
Urea	0.00	1.00	
Determinación	Composición química (g por cada 100 g en base seca)		
Proteína cruda	17.46	19.55	7.99
Grasa cruda	3.38	3.89	0.96
Fibra cruda	12.52	13.07	38.19
Cenizas	5.73	5.53	21.33
Fibra detergente neutro	ND	75.39	61.09
Fibra detergente ácido	ND	16.32	43.4

ND: no determinado; ¹: por cada 100 g (sodio 9.6 g, cloro 14.4 g, calcio 21.14 g, azufre 5.2 g, magnesio 0.8 g, zinc 0.42 g, manganeso 0.26 g, cobalto 10.0 mg, yodo 4.64 mg selenio 0.4 mg); ²: células de levadura viva *Saccharomyces cerevisiae* 2.0×10⁹ UFC g⁻¹.

(8:00 am) y la mitad por la tarde (13:00 pm); del consumo promedio de cada mes se calculó el consumo promedio en los periodos de uno a tres y de cuatro a siete meses de edad.

Respuesta productiva. El peso de los becerros al nacimiento y a tres meses de edad se registró por la mañana (7:00 am) con una báscula con capacidad para 300 kg y precisión de 100 g, mientras que a los 7 y 12 meses de edad se registró con una báscula con capacidad para 1000 kg y precisión de 0.1 kg. La ganancia de diaria de peso (GDP) se calculó con la siguiente ecuación:

$$GDP = \frac{(\text{Peso vivo final} - \text{peso vivo inicial})}{\text{número de días transcurridos entre las dos pesadas}}$$

Medidas zoométricas. Se hicieron mediciones de alzada a la grupa (AG), desde el piso hasta la región de la grupa; alzada a la cruz (AC), desde el piso hasta la región de la cruz, largo (L), desde la cruz hasta la grupa y perímetro torácico (PT) por detrás de la espalda, a tres, 7 y 12 meses de edad con una cinta métrica de 3.0 m y precisión de 1.0 mm.

Se utilizó un diseño completamente al azar, dos tratamientos y cinco repeticiones para las variables PV, GDP, AG, AC, L y PT; para el análisis de los datos obtenidos se utilizó Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía mediante el procedimiento del modelo general lineal (GLM) y la comparación de medias con el procedimiento de Tukey; para la correlación de las medidas zoométricas con el PV se realizó un análisis de correlación simple entre AG×PV, AC×PV, L×PV y PT×PV (Statistical Analysis System [SAS], 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química del alimento iniciador (Cuadro 1), muestra que el contenido de PC es de 17.46%. Se ha evaluado el efecto del nivel de PC en la respuesta productiva de becerros lactantes, no se ha observado diferencia en cambio de peso vivo, GDP y consumo de materia seca, en becerros alimentados con iniciador que contiene 18% o 22% de PC (Ozkaya y Toker, 2012). Lohakare *et al.* (2006) no encontraron diferencia en GDP al comparar becerros que consumieron iniciador con 16.22%, 19.46% y 24.81%, y se ha demostrado que la proporción óptima entre proteína y energía tiene mayor relevancia en la respuesta productiva de becerros lactantes (Hill *et al.*, 2013) porque se optimiza la

eficiencia de utilización de la proteína y se reduce la excreción de N. Esto debe ser considerado en las regiones tropicales debido a que es necesario disminuir la dependencia de insumos externos utilizados como fuente de proteína y energía para la alimentación de los rumiantes, tales como la pasta de soya (*Glycine max* L.) y maíz (*Zea mays* L.).

El consumo de alimento iniciador promedio en el periodo de uno a tres meses de edad fue de 482.33 g (Cuadro 2), y el consumo a 90 d de edad fue de 990.0 g. De acuerdo con la National Research Council (NRC, 1996) de bovinos para carne, un becerro de entre 10 a 22 sem de edad, debe consumir 2.5% a 3.0% del PV de alimento. Se ha sugerido que, para lograr una transición adecuada, sin afectar la GDP pos-destete, el consumo de iniciador debe mantenerse en 1.2 kg d⁻¹ (Sweeney *et al.*, 2010), debido a la correlación que existe entre ambas variables (Haisan *et al.*, 2019). De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, la cantidad de alimento consumido fue suficiente, ello permitió realizar el destete a tres meses de edad, sin afectar la GDP en este periodo (Cuadro 3). En el periodo de cuatro a siete meses de edad el consumo de alimento aumentó a 1895.0 g becerro⁻¹ día⁻¹, lo cual permitió que la GDP fuera mayor (P<0.05) durante este periodo y peso vivo a siete meses.

El peso vivo de los becerros a tres meses de edad (Cuadro 3) fue similar entre tratamientos (P>0.05), mientras que a 7 y 12 meses de edad fue mayor (P<0.05) en los becerros que consumieron iniciador, con una diferencia de 52.3 kg y 68.4 kg más en estos últimos respectivamente. Los resultados sugieren que la diferencia en el peso vivo fue por efecto del consumo de iniciador, debido a que fueron destetados desde los tres meses de edad. Los resultados de este estudio muestran que becerros alimentados con iniciador desde los 21 d de edad, destetados a tres meses, tienen mayor peso a siete meses que aquellos que no consumieron (P<0.05).

Cuadro 2. Consumo de alimento en becerros del sistema de doble propósito en los periodos del nacimiento a 12 meses de edad.

Periodo (meses de edad)	Beceros sin iniciador	Beceros con iniciador
	Consumo de alimento (g becerro ⁻¹ d ⁻¹)	
Uno a tres	0.00	482.33
Cuatro a siete	0.00	1895.00
Ocho a 12	2400.00	2400.00

Cuadro 3. Peso vivo y ganancia diaria de peso de becerros del sistema de doble propósito a 3, 7 y 12 meses de edad.

Edad (meses)	Beceros sin iniciador	Beceros con iniciador	EEM
	Peso vivo (kg)		
Nacimiento	34.28a	35.44a	3.6
Tres	83.16a	81.00a	13.84
Siete	122.70b	175.00a	16.24
12	218.00b	286.40a	18.35
Período	Ganancia diaria de peso (g becerro ⁻¹ d ⁻¹)		
Nacimiento a 3 meses	543.00a	516.60a	170.06
4 a 7 meses	329.40b	775.60a	77.48
8 a 12 meses	680.80a	795.80a	199.47

a, b: literales diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.05$) de acuerdo con la prueba de Tukey; EEM: error estándar de la media.

La GDP fue similar entre tratamientos en el periodo de uno a tres meses de edad ($P > 0.05$), y fue mayor en los animales del tratamiento BLI en el periodo de cuatro a siete meses ($P < 0.05$). En este estudio, el efecto del consumo de alimento iniciador permitió destetar los becerros a 90 d de edad y mejoró la GDP en la etapa pos-destete en el periodo de cuatro a siete meses de edad, mientras que en el periodo de 7 a 12 meses de edad, la GDP fue similar entre tratamientos ($P > 0.05$), esto pudo deberse a que ambos grupos tuvieron el mismo consumo de alimento y libre acceso a pasto Taiwán de la misma calidad.

En las medidas zoométricas AG, AC, L y PT, no hubo diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$) a tres meses de edad (Cuadro 4), mientras que a 7 y 12 meses de edad AG, AC, LT y PT fue mayor ($P < 0.05$) en los becerros que consumieron iniciador, esto sugiere que el destete de becerros para carne provenientes del sistema de doble propósito a tres meses de edad no afectó a estas medidas de desarrollo y mejora la respuesta en la etapa pos-destete cuando los becerros son complementados con iniciador.

La evaluación de las medidas corporales es importante debido a que muestra los cambios en la conformación del animal y pueden servir de referencia para predecir el peso vivo. Al respecto el análisis de correlación entre $AG \times PV$, $AC \times PV$, $L \times PV$ y $PT \times PV$ fue de 0.869, 0.870, 0.908 y 0.926 respectivamente; donde la ma-

yor correlación observada fue entre el perímetro torácico y el PV. Autores como Mahecha et al. (2002), observaron que al determinar la correlación entre altura corporal, longitud corporal y perímetro torácico con peso vivo, éste último mostró la mayor correlación (0.978).

CONCLUSIONES

El consumo de alimento iniciador por becerros del sistema de doble propósito, a partir de los 21 d de edad permitió el destete a 90 d, mejoró la ganancia de peso en el periodo de 4 a 7 meses, así como el peso vivo y las medidas zoométricas a 7 y 12 meses.

LITERATURA CITADA

- Abubackr, A., Alimon, A. R., Yaakub, A. R., Abdullah, N., Ivan, M. (2014). Effect of feeding palm oil by-products based diets on total bacteria, cellulolytic bacteria and methanogenic archaea in the rumen of goats. PLOS ONE, 9(4): e95713. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095713>.
- AOAC (2012). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2012. Official Methods of Analysis (19th Edition). Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, Maryland, USA. Chapter 4: 1-44.
- Calderón, J., Nahed, J., Sánchez, B., Herrera, O., Aguilar, R. y Parra, M. (2012). Estructura y función de la cadena productiva de carne

Cuadro 4. Medidas zoométricas de becerros del sistema de doble propósito a 3, 7 y 12 meses de edad.

Medida (cm)	Beceros sin iniciador	Beceros con iniciador	EEM
Tres meses de edad			
Alto a la grupa	98.00a	101.33a	4.43
Alto a la cruz	93.50a	95.00a	4.34
Largo total	47.33a	50.00a	2.94
Perímetro torácico	102.33a	105.66a	3.36
Siete meses de edad			
Alto a la grupa	107.20b	115.60a	4.69
Alto a la cruz	101.60b	111.40a	4.09
Largo total	55.60b	64.00a	5.08
Perímetro torácico	113.80b	127.40a	5.97
12 meses de edad			
Alto a la grupa	120.40b	134.80a	6.24
Alto a la cruz	116.20b	127.60a	5.09
Largo total	65.60a	73.20a	6.04
Perímetro torácico	140.00b	160.20a	7.97

a, b: literales diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.05$) de acuerdo con la prueba de Tukey; EEM: error estándar de la media.

- de bovino en la ganadería ejidal de Tecpatán, Chiapas, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 16(2): 45-61.
- Castillo, O. J. O., Guerra, M. C. E., Ley, C. A., Montañez, V. O. D., Reyes, G. J. A., Escobar, E. J. C. (2018). Respuesta productiva de becerros lactantes suplementados con alimento iniciador más cultivo de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*). *Acta Universitaria*, 28(1). 1-7: Doi 10.15174/au.2018.1709.
- Drackley, J. K. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. *Vet Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 24: 55-86.
- Haisan, J., Steele, M. A., Ambrose, D. J. and Oba, M. (2019). Effects of amount of milk fed and starter intake. On performance of group-housed dairy heifers during the waning transition. *Applied Animal Science* 35: 88-93.
- Hernández, H. N., Martínez, J. G., Parra, J. G., Ibarra, M. H., Briones, F. E., Saldaña, P. C., Ortega, E. R. (2015). Non-genetic effects on growth characteristics of Brahman cattle. *Revista M. V. Z. Córdoba* 20(1): 427-435.
- Hill, T. M., Bateman, H. G., Quigley, J. D., Aldrich, J. M., Scholopferbeck, J. M. and Heinrichs, A. J. (2013). Review: New information on the protein requirements and diet formulation for dairy calves and heifers since the Dairy NRC 2001. *The Professional Animal Scientist*. 29: 199-207.
- INEGI. Anuario estadístico y geográfico de Chiapas [en línea]. 2017. 736 p. URL disponible en: http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/CHIS_ANUARIO.PDF. [fecha de acceso 05 de noviembre de 2019]
- Khan, M. A., Bach, A., Wary, D. M., Von Keyserlingk, M. A. G. (2016). Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 99: 885-902.
- Lohakare, J. D., Pattanaik, A. K., Khan, S. A. (2006). Effect of dietary protein levels on the performance, nutrient balance, metabolic profile and thyroid hormones of crossbred calves. *Asian Aust. J. Anim. Sci.* 19 (11): 1588-1596.
- Mahecha, L., Angulo, J., Manrique, L. P. (2002). Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 15(1): 80-87.
- National Research Council (NRC). (1996). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 8th Ed. Washington, D. C. The National Academies Press. 232 pp.
- Ozakaya, S., Toker, M. T. (2012). Effect of amount of milk fed, weaning age and starter protein level on growth performance in Holstein calves. *Archiv Tierzucht/Archiv. Anim. Breed.* 55(3): 234-244.
- Pereda, S. M. E., González, M. S. S., Arjona, S. E., Bueno, A. G., Mendoza, M. G. D. (2005). Ajuste de modelos de crecimiento y cálculo de requerimientos nutricionales para bovinos Brahman en Tamaulipas, México. *Agrociencia*, 39(1): 19-27.
- Plainzier, J. C., Khafipour, E., Li, S., Gonzho, G. N., Krause, D. O. (2012). Subacute ruminal acidosis (SARA), endotoxins and health consequences. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 172: 9-21.
- Segura, C. J. C., Magaña, M. J. G., Aké, L. J. R., Segura, C. V. M., Hinojosa, C. J. A. and Osorio, A. M. M. (2017). Breed and environmental effects on birth weight, weaning weight and calving interval of cebu cattle in southeastern México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 20: 297-305.
- Sweeney, B. C., Rushen, J., Weary, D. M. and De Pasillé, A. M. (2010). Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. *J. Dairy Sci.* 93: 148-152.
- SAS. Institute, Inc. 2011. *Statistical Analysis System, SAS/STAT. Versión 9.3. User's Guide: SAS Inst., Cary, NC.* pp 177-178.
- Simeone, A., Beretta, V. (2016). Early weaning: an efficient and effective technological alternative for calf rearing corrals in grassland. *Cattle Systems in Latin América. Rev. Cub. Cienc. Agric.* 50(1): 39-49.
- Sosa, U. M., Martínez, F. E., Espinosa, J. A., Buendía, R. G. (2017). Contribución del sector pecuario a la economía mexicana. Un análisis de la matriz Insumo Producto. *Rev. Mex. Cien. Pec.* 8(1): 31-41.
- Van Soest, P. J., Robertson, B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Journal of Dairy Science.* 74: 3583-3597.
- Xie, X. X., Meng, Q. X., Liu, P., Wu, P., Li, S. R., Ren, L. P. and Li, X. Z. (2014). Effects of a mixture of steam flaked corn and extrudes soybean on performance, ruminal development, ruminal fermentation, and intestinal absorptive capability in veal calves. *J. Anim. Sci.* 91: 4315-4321.