

## Evaluación económica de la eficiencia reproductiva y productiva en sistemas productivos con ganado criollo en Campeche, México

Economic evaluation of reproductive and productive efficiency with creole cattle production systems in Campeche, Mexico

Víctor Fernando Torres Aburto<sup>1</sup>, Liliana Yareni López Reyes<sup>2</sup>, Raúl Andrés Perezgrovas Garza<sup>3</sup>, Valentín Efrén Espinosa Ortiz<sup>4</sup>, Jorge Alonso Peralta Torres<sup>5</sup>, \*Víctor Hugo Severino Lendecky<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.  
victortorres@uv.mx. <https://orcid.org/0000-0001-8228-9626>

<sup>2</sup>Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Ingeniería Forestal, Universidad Autónoma de Chiapas.  
lilid\_18@hotmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9819-6213>

<sup>3</sup>Instituto de Estudios Indígenas, Universidad Autónoma de Chiapas.  
rgrovas@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-5597-5484>

<sup>4</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.  
veo@servidor.unam.mx. <https://orcid.org/0000-0002-2938-3848>

<sup>5</sup>División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
japt83@hotmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-8962-6434>

<sup>6</sup>Centro de Estudios Etnoagropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas.  
vhseverino@hotmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6265-1384>

\*Autor de correspondencia.

### Resumen

El objetivo fue realizar una evaluación económica de la eficiencia reproductiva y productiva en unidades de producción (UP) con bovinos criollos de Nunkiní en Campeche, México. Se evaluó en 10 UP la tasa de gestación, intervalo interparto, natalidad, becerros destetados, ingresos y rentabilidad. Las UP mostraron baja eficiencia reproductiva (tasa de gestación de  $41.0\% \pm 1.95\%$ ), elevado intervalo interparto ( $577.0 \text{ d} \pm 3.64 \text{ d}$ ), bajos índices de natalidad ( $37.7\% \pm 2.03\%$ ), becerros destetados ( $75.40\% \pm 39.30\%$ ), ingresos de USD 1359.17 ( $p > 0.05$ ), y una estructura de costos fijos y variables de USD 850.57 y USD 1750.58. Las secciones con mayor impacto en los costos fueron la alimentación (34.14%) y mano de obra (30.38%), los cuales afectaron de manera negativa la rentabilidad (-48.28%). En conclusión, las UP evaluadas presentaron una baja rentabilidad como consecuencia de la baja eficiencia reproductiva y productiva del pie de cría.

**Palabras clave:** Sustentabilidad; ganadería; inversión; bovinos Nunkiní; razas locales.

### Abstract

The objective was to carry out an economic evaluation of reproductive and productive efficiency in production units (PU) with creole cattle from Nunkiní in Campeche, Mexico. The pregnancy rate, calving interval, birth rate, weaned calves, income, and profitability were evaluated in 10 PU. The PU showed low reproductive efficiency (pregnancy rate of  $41.0\% \pm 1.95\%$ ), high intercalving interval ( $577.0 \text{ d} \pm 3.64 \text{ d}$ ), low birth rates ( $37.7\% \pm 2.03\%$ ), weaned calves ( $75.40\% \pm 39.30\%$ ), income of USD 1359.17 ( $p > 0.05$ ), and a structure of fixed and variable costs of USD 850.57 and USD 1750.58. The sections with the greatest impact on costs were food (34.14%) and labor (30.38%), which negatively affected profitability (-48.28%). In conclusion, the evaluated PU presented low profitability because of the low reproductive and productive efficiency of the breeding stock.

**Keywords:** Sustainability; livestock; investment; Nunkiní cattle; local breeds.

Recibido: 24 de febrero de 2022

Aceptado: 13 de septiembre de 2022

Publicado: 26 de octubre de 2022

**Cómo citar:** Torres Aburto, V. F., López Reyes, L. Y., Perezgrovas Garza, R. A., Espinosa Ortiz, V. E., Peralta Torres, J. A., & Severino Lendecky, V. H. (2022). Evaluación económica de la eficiencia reproductiva y productiva en sistemas productivos con ganado criollo en Campeche, México. *Acta Universitaria* 32, e3501. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2022.3501>

## Introducción

El ganado bovino de origen español llegó a México desde las Antillas en las primeras décadas del siglo XVI, principalmente de La Habana en Cuba y de Santo Domingo en La Española (hoy República Dominicana/Haití). Los animales se multiplicaron en poco tiempo gracias a que las áreas de pastoreo eran cuantiosas y a que la mano de obra negra e indígena que se requería para su cría era abundante. En ese momento, el principal producto de la cría extensiva del ganado eran los cueros, tanto para su exportación a España como para el consumo interno en la elaboración de correas y lazos utilizados en la minería. Paulatinamente, comenzó a incrementarse en la Nueva España el consumo de la carne de vacunos, cuyos hatos se propagaron con rapidez a lo largo y ancho del territorio del México Colonial (Perezgrovas, 2020). Los bovinos europeos se fueron adaptando a las condiciones climáticas y orográficas de las distintas regiones del país, dando lugar a una serie de biotipos locales cuyas características más sobresalientes serían una elevada fertilidad, docilidad para un fácil manejo, resistencia a enfermedades (Tewolde, 2007), así como rusticidad para enfrentar cambios ambientales y buenos niveles productivos, incluso bajo condiciones nutrimentales poco favorables, lo cual se ha desarrollado a través de 500 años de adaptación.

En la actualidad, estos genotipos criollos, ahora conocidos como razas localmente adaptadas, están relegados a sistemas familiares y de pequeña escala (Anderson *et al.*, 2015), y además se encuentran en poblaciones poco numerosas que se han venido reduciendo todavía más a causa de los cruzamientos con razas exóticas o transfronterizas. Cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) establecen que, entre los animales domésticos, la especie bovina es la de mayor peligro de dilución genética (FAO, 2010).

En México, los sistemas de producción de ganado bovino en pequeña escala están ubicados en las regiones tropicales y se caracterizan por tener una baja eficiencia reproductiva. Los parámetros que sufren una mayor afectación son la tasa de gestación, la cual puede ser menor al 40%, y el intervalo interparto, donde la cantidad de días abiertos puede rebasar los dos años (Severino-Lendecky *et al.*, 2019a, 2019b). Lo anterior afecta considerablemente la producción de becerros y la rentabilidad (López-Vigoa *et al.*, 2017), además de que pone en riesgo la sustentabilidad económica, social y ambiental de los sistemas de producción de ganado criollo.

Uno de los sistemas de producción de bovinos criollos de México es el que se desarrolla con el ganado que se denomina Nunkiní, el cual tiene antecedentes históricos que se remontan a los inicios de la ganadería bovina en la Nueva España, con su llegada a Campeche en 1543 provenientes de La Española (De Alba, 2011). El propio Dr. De Alba hizo en 1950 el primer reporte contemporáneo de los bovinos de Nunkiní, y años más tarde realizó un estudio describiendo algunas características fenotípicas en animales cuyo manejo es el pastoreo extensivo en las selvas bajas del ejido durante largas temporadas del año, pero que por su propio pie se acercan a los centros de población en los meses de sequía. El recuento en el año 2007 fue de 200 animales puros, con una problemática grave de falta de toros (De Alba, 2011). Estudios recientes revelaron la existencia de 300 hembras con relativa pureza racial, pero la falta de toros Nunkiní sigue siendo un problema, al igual que la falta de información confiable sobre el sistema de producción local (Severino-Lendecky *et al.*, 2021). Con estos antecedentes, el objetivo de este trabajo consistió en conocer el tipo de manejo zootécnico al que es sometido productivamente el ganado criollo en Nunkiní, así como los parámetros reproductivos y productivos que obtienen estas unidades de producción, con el fin de correlacionarlos con los costos de producción, ingresos y rentabilidad, identificando los segmentos de costos con mayor impacto en la actividad ganadera y con ello identificar áreas de mejora que reduzcan los gastos operativos e incrementen la rentabilidad.

## Materiales y métodos

### Ubicación geográfica de las unidades de producción

El estudio se realizó en 10 unidades de producción (UP), ubicadas en la localidad de Nunkiní, municipio de Calkiní, Campeche, México; situada a 20° 22' 16" N y 90° 03' 02" O, a una altura de 4 m. s. n. m., con clima de sabana tropical, temperatura y precipitación media anual de 27.0 °C y 1097 mm, respectivamente (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020).

### Clasificación de las unidades de producción

Las UP fueron clasificadas con base en el nombre de la finca y enumeradas en el siguiente orden: (1) El Arriero, (2) Xkeake, (3) San Benito, (4) San Román, (5) Nachi, (6) El Limón, (7) San Diego, (8) Siricote, (9) La Esperanza y (10) Chun Cetro, todas bajo un sistema de pastoreo extensivo, con un manejo tradicional del ganado, sin el uso de registros o programas de vacunación y desparasitación *per se*.

### Recolección de información

Se tomaron registros para la evaluación por medio de un cuestionario estructurado, con 75 preguntas distribuidas en cinco rubros: 1) Identificación del socio, 2) Parámetros económicos, 3) Parámetros administrativos, 4) Parámetros reproductivos y 5) Parámetros productivos de las hembras.

### Parámetros económicos y administrativos

Para calcular los costos de producción se empleó la metodología de costo por insumo, para lo cual se realizó el registro mensual de las inversiones realizadas en cada UP durante el periodo enero-diciembre de 2020. Los costos se clasificaron en costos fijos y costos variables. Los costos fijos comprenden mano de obra con un valor de USD 6.31 por una jornada de ocho horas, depreciación de instalaciones con una tasa de recuperación del 5% y una vida útil de 15 años, depreciación de equipos motorizados con un valor de recuperación del 3% y una vida útil de siete años, depreciación de equipos no motorizados con un valor de recuperación del 4% y una vida útil de dos años, pago de energía eléctrica y pago de agua. En costos variables se agruparon alimentación y suplementación del hato, servicios del médico veterinario y medicamentos (Pesado *et al.*, 2007).

Los ingresos se obtuvieron al multiplicar los kilogramos promedio del becerro al momento del destete ( $\pm 180$  kg) por el precio de venta (USD 1.43 kg<sup>-1</sup>), obtenido del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2020), por la cantidad de becerros destetados. Durante el periodo de investigación, el tipo de cambio fue \$21.56 pesos mexicanos por dólar estadounidense (Banco de México [Banxico], 2021). La rentabilidad se obtuvo al dividir el total de ingresos obtenidos por el productor entre el valor de la inversión y multiplicando el resultado por 100 (Inchaisri *et al.*, 2010). El punto de equilibrio en unidades se obtuvo al dividir el costo fijo entre la diferencia del precio de venta unitario y el costo variable unitario (Pesado *et al.*, 2007).

## Parámetros reproductivos y productivos

Adicionalmente a la información obtenida mediante el cuestionario, se realizó la palpación del tracto reproductivo vía rectal a las hembras usando ultrasonido de tiempo real (Mindray® DP-10 VET, con un transductor lineal de 7.0 MHz). La información obtenida se empleó para calcular la tasa de gestación (TG), que se obtuvo al dividir el número total de vacas gestantes con el número de vacas apareadas por toro. El intervalo entre partos (IP) fue calculado como la cantidad de tiempo (días [d]) entre el nacimiento de un becerro y el nacimiento de un becerro posterior, ambos de la misma vaca (Perea-Ganchou *et al.*, 2005).

El porcentaje de natalidad se obtuvo al dividir el número de terneros nacidos vivos en el sistema productivo entre el número de vacas expuestas al semental y multiplicando el resultado por 100. El porcentaje de becerros destetados se calculó dividiendo el número de becerros destetados entre el número de vacas paridas y multiplicando por 100 (Cienfuegos-Rivas *et al.*, 2006).

## Clasificación de la información

Los resultados fueron capturados en una base de datos para, posteriormente, identificar los componentes (económicos, administrativos, reproductivos y productivos) de cada UP. Una vez concentrada y compactada la información, se procedió al análisis estadístico.

## Análisis estadístico

Los datos de tasa de gestación, intervalo interparto, porcentaje de natalidad y becerros destetados se analizaron mediante el análisis unilateral de la varianza por jerarquías de Kruskal-Wallis. Para determinar el efecto y correlación de estas variables sobre la rentabilidad de la UP, se realizó una regresión lineal simple. Para esto se utilizó el paquete estadístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS, 2010), versión 19.

## Resultados y discusión

### Descripción del inventario ganadero con bovinos criollos de Nunkiní

El inventario ganadero estaba conformado por un total 230 animales (22 animales/UP  $\pm$  13 animales/UP). La estructura del hato estuvo compuesta por 11.82% de sementales, 50% de vacas, 12.27% de novillonas, 7.27% de toretes y machos en desarrollo, 15% de becerros lactantes y 3.64% de becerros destetados (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción del inventario ganadero distribuido por edad y etapa productiva en los sistemas productivos con ganado criollo de Nunkiní.

UP	Vacas gestantes	Vacas no gestantes	Vaquillas $\geq 1$ año *	Sementales	Toretos $\geq 3$ años *	Becerras lactantes	Becerras $\geq 1$ año	Novillos $\geq 2$ años	Total de inventario
1	4	6	0	1	1	3	0	0	15
2	2	3	1	1	0	2	0	0	9
3	5	5	5	1	0	5	0	0	21
4	1	3	0	1	0	1	0	0	6
5	3	4	0	1	0	3	0	0	11
6	9	12	2	2	3	9	0	6	43
7	7	9	12	2	2	7	2	0	41
8	5	9	7	2	2	5	0	0	30
9	4	8	4	1	4	3	2	0	26
10	6	6	3	1	5	5	2	0	28
*Sin actividad reproductiva.									230

Fuente: Elaboración propia.

Estos datos nos indican que el hato ganadero se conforma principalmente por hembras adultas y en edad reproductiva, con el objetivo de obtener una mayor producción de becerros destetados. En segundo lugar, se encuentran las hembras jóvenes, como resultado de la decisión de los productores de conservarlas para garantizar el reemplazo del pie de cría en el hato. En cuanto al tipo racial e inventario ganadero con hatos criollos de Nunkiní, ya existen antecedentes previamente reportados por Severino-Lendecky *et al.* (2021). Por otra parte, una composición similar fue reportada por Parra-Cortés & Magaña-Magaña (2019), trabajando con ganado criollo de la raza Romosinuano y Lechero tropical, donde la estructura del hato ganadero se conformó por 1.7% de sementales, 30.6% de vacas, 27.9% de novillonas, 4.9% de machos en desarrollo y toretes, 19.6% de becerras y 15.3% de becerros.

No obstante, cabe destacar que, independiente del número total de animales inventariados (Tabla 1), no se tienen estadísticas oficiales de la aportación del ganado criollo de Nunkiní a la producción nacional o estatal, y se desconoce la población total actual y las condiciones de pureza de muchos hatos (Severino-Lendecky *et al.*, 2021). Lo anterior significa que esta raza criolla es poco utilizada y su población presenta una tendencia a disminuir, lo que, conforme a los parámetros de la FAO, si se cuenta con menos de 1000 vientres, 20 machos y con una tendencia al descenso, indica que es una raza en inminente peligro de extinción (Ossa *et al.*, 2011). Esto también ha sido reportado por otros autores, quienes han atribuido esta disminución poblacional de bovinos criollos a factores tales como la modificación de los sistemas de producción, desconocimiento de la raza o moda en la utilización de razas productoras de leche y/o carne, falta de asesoría técnica, baja disponibilidad de sementales, baja rentabilidad, falta de políticas públicas y pérdida de tradiciones, entre otros (De Alba, 2011; Severino-Lendecky *et al.*, 2021; Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2012a, 2012b).

## Parámetros reproductivos y productivos en las unidades de producción

Los parámetros reproductivos promedio indicaron una tasa de gestación de  $41.0\% \pm 1.95\%$ , un intervalo interparto de  $577.0 \text{ d} \pm 3.64 \text{ d}$ , una tasa de natalidad de  $37.71\% \pm 2.03\%$  y una tasa de becerros destetados de  $75.40\% \pm 39.30\%$ . No se observaron diferencias estadísticas entre las UP evaluadas (Tabla 2).

La tasa de gestación ( $41\% \pm 1.95\%$ ) presenta un valor similar al encontrado en diferentes tipos de sistemas productivos ubicados en zonas tropicales del país ( $42\%$ ) (Arce-Recinos *et al.*, 2017). El intervalo interparto de  $577 \text{ d} \pm 3.64 \text{ d}$  es superior al reportado por Parra-Cortés & Magaña-Magaña (2019), quienes, trabajando con bovinos criollos del grupo genético Romosinuano y Lechero tropical, obtuvieron  $426 \text{ d} \pm 94 \text{ d}$  y  $389 \text{ d} \pm 28 \text{ d}$ , respectivamente. En dicha investigación los productores emplearon un *software* especializado en el control del inventario ganadero, lo que permitió generar información y contribuir a la disminución de este indicador. Por otra parte, la baja eficiencia reproductiva se explica por diferentes factores, dentro de los cuales destacan la baja condición corporal de los animales como resultado de la escasez de forraje ocasionada por las prolongadas temporadas de estiaje (Muñoz-González *et al.*, 2016).

En lo que respecta a la tasa de natalidad ( $37.71\% \pm 2.03\%$ ), el número de becerros nacidos vivos presentó una disminución del 3%, en comparación con la tasa de gestación general, lo que indica que las hembras presentan, en alguna etapa de la concepción, fallas reproductivas como reabsorciones embrionarias y abortos, las cuales pueden estar relacionadas a la seroprevalencia de enfermedades reproductivas como leptospirosis (75%), diarrea viral bovina (DVB, 81.27%), rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR, 61.4%), neosporosis (2.5%), brucelosis (BR, 0.02%) y tuberculosis (TB, 0.5%) (Gutiérrez-Hernández *et al.*, 2020). En el caso particular de las UP con bovinos criollos de Nunkiní, por ejemplo, ningún productor está inscrito en la campaña nacional para el control y erradicación de brucelosis y tuberculosis bovina, ya que no consideran que sean enfermedades que afecten a los animales en esa zona (Severino-Lendecky *et al.*, 2021). No obstante, en un estudio realizado por Severino-Lendecky *et al.* (2022) en 10 UP de Nunkiní, donde se muestrearon 10 animales por UP ( $n = 100$ ), se reportó que no se observaron animales positivos a brucelosis y toxoplasmosis (ambas enfermedades infecciosas que afectan la reproducción animal), ya que se encontró una prevalencia menor al 2.5%. Por lo tanto, esta disminución en la tasa de natalidad podría ser atribuida a cuestiones de otra índole (metabólicas y fisiológicas), pero no de enfermedades reproductivas *per se*.

El porcentaje promedio de becerros destetados ( $75.40\% \pm 39.30\%$ ) difiere al reportado en otros grupos genéticos criollos, como el de la Patagonia chilena, donde el porcentaje obtenido fue del 91% (Aracena & Mujica, 2011). Lo anterior puede atribuirse a la falta de un manejo zootécnico adecuado, refiriéndose a la implementación de un programa sanitario (vacunación, desparasitación interna y externa) y nutricional, lo que podría disminuir la morbilidad de enfermedades y la mortalidad de los becerros, así como incrementar la ganancia diaria de peso, obteniendo una mejora en los ingresos por la venta de un lote más homogéneo de becerros al destete (McIntosh *et al.*, 2021).

Tabla 2. Parámetros reproductivos y productivos en los sistemas de bovinos de Nunkiní.

	Unidad de Producción									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Reproductivos</b>										
Tasa de gestación (%)	36 ± 2.80 <sup>a</sup>	33 ± 1.86 <sup>a</sup>	45 ± 1.96 <sup>a</sup>	33 ± 1.40 <sup>a</sup>	50 ± 2.66 <sup>a</sup>	43 ± 2.66 <sup>a</sup>	44 ± 1.89 <sup>a</sup>	33 ± 1.13 <sup>a</sup>	33 ± 1.46 <sup>a</sup>	50 ± 1.66 <sup>a</sup>
Intervalo entre partos (días)	550 ± 3.89 <sup>a</sup>	510 ± 2.35 <sup>a</sup>	595 ± 4.01 <sup>a</sup>	551 ± 2.35 <sup>a</sup>	480 ± 3.75 <sup>a</sup>	563 ± 4.39 <sup>a</sup>	578 ± 3.75 <sup>a</sup>	589 ± 3.89 <sup>a</sup>	559 ± 4.37 <sup>a</sup>	494 ± 3.63 <sup>a</sup>
<b>Productivos</b>										
Natalidad (%)	36 ± 2.35 <sup>a</sup>	30 ± 1.72 <sup>a</sup>	44 ± 2.01 <sup>a</sup>	30 ± 2.31 <sup>a</sup>	50 ± 1.61 <sup>a</sup>	42 ± 2.13 <sup>a</sup>	43 ± 1.78 <sup>a</sup>	33 ± 2.34 <sup>a</sup>	33 ± 2.31 <sup>a</sup>	50 ± 1.78 <sup>a</sup>
Beceros destetados (%)	76 ± 7.78 <sup>a</sup>	78 ± 6.43 <sup>a</sup>	75 ± 3.38 <sup>a</sup>	76 ± 5.32 <sup>a</sup>	75 ± 4.42 <sup>a</sup>	72 ± 6.71 <sup>a</sup>	74 ± 4.55 <sup>a</sup>	78 ± 7.78 <sup>a</sup>	76 ± 6.71 <sup>a</sup>	73 ± 5.34 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Diferente literal en la fila indica diferencia estadística (p < 0.05)

Fuente: Elaboración propia.

### Análisis de los costos de producción, ingresos y rentabilidad de los sistemas con bovinos criollos

Se clasificó la estructura de costos de producción (Tabla 3), así como el efecto de estos sobre los indicadores de desempeño económico. Los ingresos anuales promedio alcanzaron los USD 1359.17 en el año 2020, y la rentabilidad obtenida fue de -48.28%, consecuencia de la baja tasa de gestación, del precio de venta por kilogramo de los becerros vendidos en el mercado nacional al momento del destete (USD 2.54) y del impacto en los costos totales de producción.

Tabla 3. Descripción de los costos fijos, costos variables, costos totales, ingresos y rentabilidad expresados en USD.

Costos fijos	Unidad de Producción									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mano de obra	\$ 534.32	\$ 267.16	\$ 801.48	\$ 187.01	\$ 374.02	\$ 1602.95	\$ 1825.58	\$ 1389.22	\$ 534.32	\$ 534.32
Depreciación de instalaciones	\$ 1.16	\$ 0.58	\$ 13.91	\$ 14.27	\$ 17.39	\$ 17.63	\$ 27.83	\$ 17.39	\$ 18.55	\$ 22.03
Depreciación de equipo con motor	\$ 44.29	\$ 7.12	\$ 4.55	\$ 5.52	\$ 31.17	\$ 12.14	\$ 26.62	\$ 11.36	\$ 10.39	\$ 20.78
Depreciación de equipo sin motor	\$ 5.70	\$ 1.16	\$ 1.86	\$ 1.54	\$ 0.88	\$ 0.69	\$ 0.61	\$ 1.30	\$ 7.01	\$ 7.94
Predial	\$ 25.51	\$ 36.60	\$ 27.83	\$ 17.39	\$ 36.60	\$ 45.59	\$ 27.83	\$ 34.04	\$ 27.83	\$ 22.68
<b>Subtotal</b>	\$ 610.98	\$ 312.62	\$ 849.62	\$ 225.73	\$ 460.06	\$ 1679.00	\$ 1908.48	\$ 1453.33	\$ 598.10	\$ 607.75
<b>Costos variables</b>										
Alimentación	\$ 667.90	\$ 400.74	\$ 935.05	\$ 267.16	\$ 489.79	\$ 1914.64	\$ 534.32	\$ 1335.79	\$ 1157.69	\$ 1246.74
Suplementación	\$ 517.75	\$ 466.15	\$ 632.60	\$ 79.95	\$ 290.18	\$ 536.93	\$ 308.44	\$ 1269.00	\$ 211.50	\$ 194.58
Medicamentos	\$ 164.67	\$ 246.98	\$ 221.01	\$ 29.78	\$ 59.37	\$ 272.50	\$ 242.96	\$ 268.28	\$ 53.80	\$ 129.38
Servicio veterinario	\$ 13.91	\$ -	\$ -	\$ 13.91	\$ -	\$ -	\$ 18.55	\$ -	\$ -	\$ -
Combustible	\$ 184.84	\$ 133.58	\$ 160.34	\$ -	\$ 66.79	\$ 161.69	\$ 157.20	\$ 151.95	\$ 131.96	\$ 119.07
Implementos	\$ 71.58	\$ 69.57	\$ 111.32	\$ 25.19	\$ 36.18	\$ 113.64	\$ 134.34	\$ 117.54	\$ 79.49	\$ 86.74
Energía eléctrica	\$ 29.49	\$ -	\$ -	\$ 19.77	\$ -	\$ 107.70	\$ -	\$ 43.85	\$ -	\$ -
<b>Subtotal</b>	\$ 1650.14	\$ 1317.02	\$ 2060.32	\$ 435.76	\$ 942.31	\$ 3107.09	\$ 1395.81	\$ 3186.42	\$ 1634.44	\$ 1776.52
<b>Costos de producción</b>	\$ 2261.12	\$ 1629.64	\$ 2909.94	\$ 661.49	\$ 1402.37	\$ 4786.09	\$ 3304.28	\$ 4639.74	\$ 2232.54	\$ 2384.27
<b>Ingresos</b>	\$ 926.71	\$ 617.80	\$ 1544.51	\$ 308.90	\$ 926.71	\$ 2780.12	\$ 2471.22	\$ 1544.51	\$ 926.71	\$ 1544.51
<b>Rentabilidad</b>	-59%	-62%	-47%	-53%	-34%	-42%	-25%	-67%	-58%	-35%

Nota. Tipo de cambio a \$21.56 pesos, aplicado por el Banco de México en el 2020.

Fuente: Elaboración propia.



Los ingresos obtenidos (Tabla 3) durante el periodo de la investigación fueron inferiores a lo reportado por Parra-Cortés & Magaña-Magaña (2019) en diferentes sistemas productivos con ganado criollo. Dichos ingresos, en promedio, alcanzaron los USD 53 748, esto como consecuencia de una mayor cantidad de becerros producidos con un mayor peso al destete y los precios de mercado, los cuales pueden variar de acuerdo a la demanda de carne nacional e internacional. Por lo tanto, con los ingresos obtenidos en las UP de Nunkiní, no se alcanzó un factor mínimo deseable para cubrir los costos operativos y generar ganancias que permitan la sustentabilidad económica de la actividad a largo plazo (Ramírez-Espinoza *et al.*, 2017). La variación en los costos de producción e ingresos en las UP se debe a la diferencia que presentan estas en relación al inventario ganadero, al número de hectáreas destinadas a la producción de forraje, a la cantidad de mano de obra contratada o familiar y a la producción de becerros obtenida, tal como lo reporta Moreno-Medina *et al.* (2018), donde se evaluaron UP con características heterogéneas y cuyos resultados en la producción estuvieron influenciados por las mismas variables que influyeron en esta investigación.

También se analizaron los costos totales promedio y su participación (Figura 1). Los costos fijos cuentan con participación del 27.01%, y el rubro sobresaliente corresponde a la mano de obra con 24.63% de los costos totales de producción (Figura 1a); su mayor participación se debe al valor económico otorgado a la mano de obra propia, familiar o contratada que se emplea en las actividades del sistema productivo. Por su parte, los costos variables constituyen un 72.99%, de los cuales los rubros que destacan son alimentación y suplementación (37.31% y 16.42% de los costos totales, respectivamente) (Figura 1b), los cuales corresponden al costo otorgado a la producción de forraje en los predios del productor y a la compra de los insumos, tales como sales minerales y alimento balanceado proporcionado a los bovinos durante la temporada de estiaje.

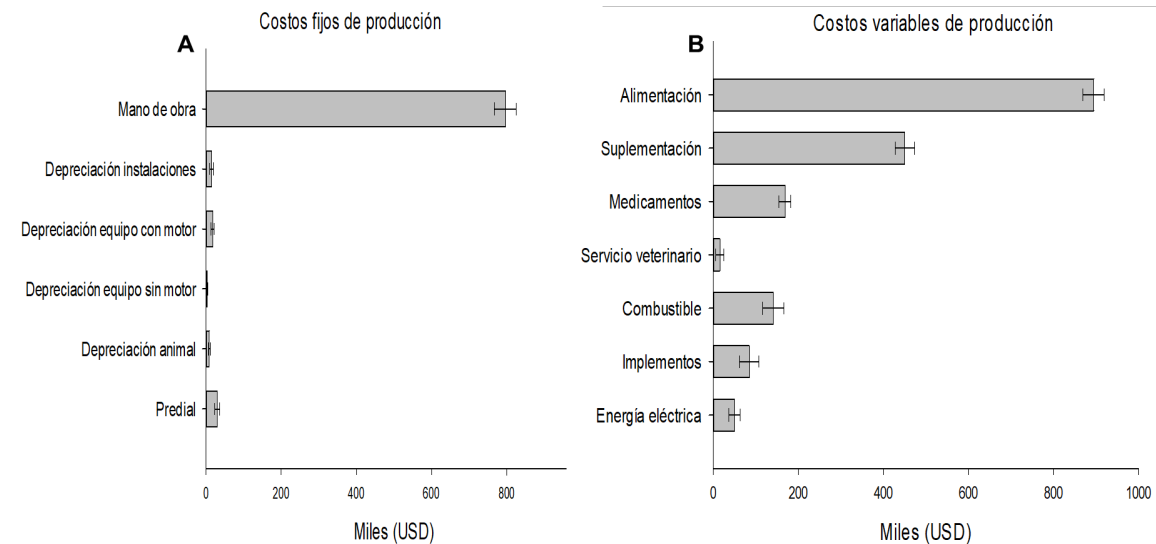


Figura 1. Análisis de costos de producción promedio de las unidades de producción pecuaria. (a) Nivel de participación de los segmentos de costos fijos promedios en el sistema productivo; (b) Nivel de participación de los segmentos de costos variables promedios en el sistema productivo.

Fuente: Elaboración propia.

Con los indicadores de desempeño económico se identificó que uno de los rubros con mayor grado de participación en los costos de producción es la alimentación de los animales. Sin embargo, los productores generalmente no otorgan un valor económico al forraje empleado para la alimentación del ganado, lo cual es incorrecto. Esta idea errónea se genera porque los productores, al realizar el manejo del hato bajo pastoreo extensivo, consideran que el forraje (arbóreo, arbustivo y gramíneas) que consumen sus animales la mayor parte del año y que genera sustentabilidad del sistema productivo en la región es un recurso propio con el que ya disponen, lo que ocasiona que equivocadamente este alimento no sea estimado en la contabilización de costos (Sánchez-Gómez *et al.*, 2017).

En este caso, para esta investigación, el costo del forraje fue asignado considerando el precio de renta de potrero por bovino al mes, el cual fue de USD 3.80.

El segundo lugar en costos variables corresponde a la suplementación. Esta es empleada estratégicamente por parte de los productores durante la temporada de estiaje, proporcionando alimentos balanceados, sales minerales y heno, con la finalidad de mantener los nutrimentos necesarios que el ganado requiere por la baja en la calidad y disponibilidad de los forrajes donde pastorean.

El tercer rubro fue para la mano de obra propia, familiar o contratada empleada en la actividad ganadera, la cual tiene un valor de USD 6.31 por una jornada de ocho horas de trabajo. No obstante, los productores no consideran relevante la asignación de un valor monetario a las horas dedicadas a la ganadería, porque para ellos esta es una actividad secundaria y/o complementaria con las tareas agrícolas que desarrollan en sus parcelas, en donde cultivan frijol (*Phaseolus vulgaris*), calabaza (*Cucurbita maxima*), sandía (*Citrullus lanatus*) y maíz (*Zea mays*), además de emplearse de manera temporal en otras labores (jornaleros y albañilería) fuera de la UP (Severino-Lendecky *et al.*, 2021). El nivel de participación de estos rubros ha sido reportado en otras investigaciones, independientemente del tipo de sistema productivo, ubicación geográfica o grupos raciales (Heinschink *et al.*, 2016; Parra-Cortés & Magaña-Magaña, 2019; Severino-Lendecky *et al.*, 2021).

### Punto de equilibrio en unidades producidas

El número promedio de becerros destetados para alcanzar el punto de equilibrio es de nueve. Sin embargo, la cantidad promedio de animales destetados es de cuatro (Figura 2). La producción de becerros mínima necesaria para garantizar la viabilidad económica de la UP se encuentra directamente relacionada con el bajo desempeño productivo y reproductivo de los vientres desde temprana edad. Así, los factores que tienen una influencia negativa comprenden: presencia de enfermedades, falta de instalaciones adecuadas, baja condición corporal y deficiente manejo nutricional, todo lo anterior está vinculado al manejo zootécnico al que cada UP somete a sus becerras antes y después del destete, lo cual afecta directamente la edad al primer parto (Severino-Lendecky *et al.*, 2017, 2019a, 2019b, 2021).

Por su parte, Heinrichs & Heinrichs (2011) han demostrado que todos estos factores elevan los costos de producción hasta en un 20%, lo cual concuerda con Masello *et al.* (2021), quienes evaluaron el efecto de la edad al primer parto y la relación con la viabilidad económica, demostrando que el tiempo que transcurre desde el nacimiento al primer parto genera diferencias del flujo de efectivo, afectando la rentabilidad general de la empresa pecuaria.

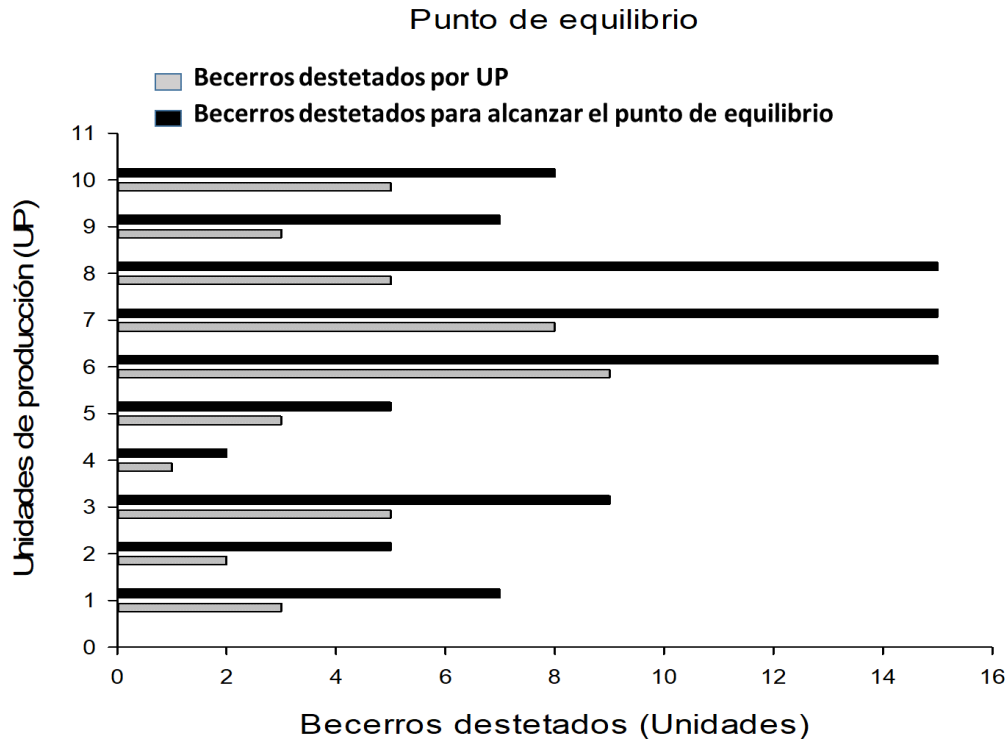


Figura 2. Cantidad de becerros destetados en las UP vs. el número de becerros destetados requeridos para alcanzar el umbral de rentabilidad económica.  
Fuente: Elaboración propia.

### Asociación de los parámetros reproductivos y productivos sobre la rentabilidad

Se realizó una regresión lineal simple para predecir el comportamiento de las variables reproductivas asociadas con la rentabilidad. Así, se observó que la rentabilidad negativa decrece conforme se incrementa la tasa de gestación ( $p < 0.05$ ) (Figura 3a). Los sistemas productivos que tengan un menor promedio de días abiertos obtendrán menos pérdida económica en el periodo evaluado ( $p < 0.05$ ) (Figura 3b). El incremento en la cantidad de becerros nacidos vivos ( $p < 0.05$ ) (Figura 3c) y el porcentaje de becerros destetados ( $p < 0.05$ ) (Figura 3d) contribuyen a mejorar la rentabilidad. Por lo tanto, tener mayores tasas de gestación, menor número de días abiertos, mayor número de becerros nacidos vivos y destetados genera mejoras en la rentabilidad de la UP.

El bajo porcentaje en la tasa de gestación y largos periodos en el IP influyeron de manera negativa en la producción de becerros. Algo similar ha sido reportado en otros sistemas ganaderos bajo condiciones de trópico húmedo (Machen *et al.*, 2021; Torres-Aburto *et al.*, 2020), donde el margen de utilidad disminuye por cada día que estos parámetros decrecen. La falta de capacitación continua para el productor, nulas reservas de forraje, elevada morbilidad y mortalidad ocasionada por la elevada prevalencia de enfermedades, así como la falta de seguimiento en los esquemas de vacunación en el ganado, incremento constante del precio de los insumos y una reducción en los becerros producidos, ocasionan un elevado costo por unidad producida. Aunado a lo anterior, la falta de registros para capturar y procesar información dificulta la obtención de datos confiables, con lo cual los productores podrían identificar animales improductivos, áreas del sistema productivo y momentos precisos para obtener el mayor retorno de la inversión.

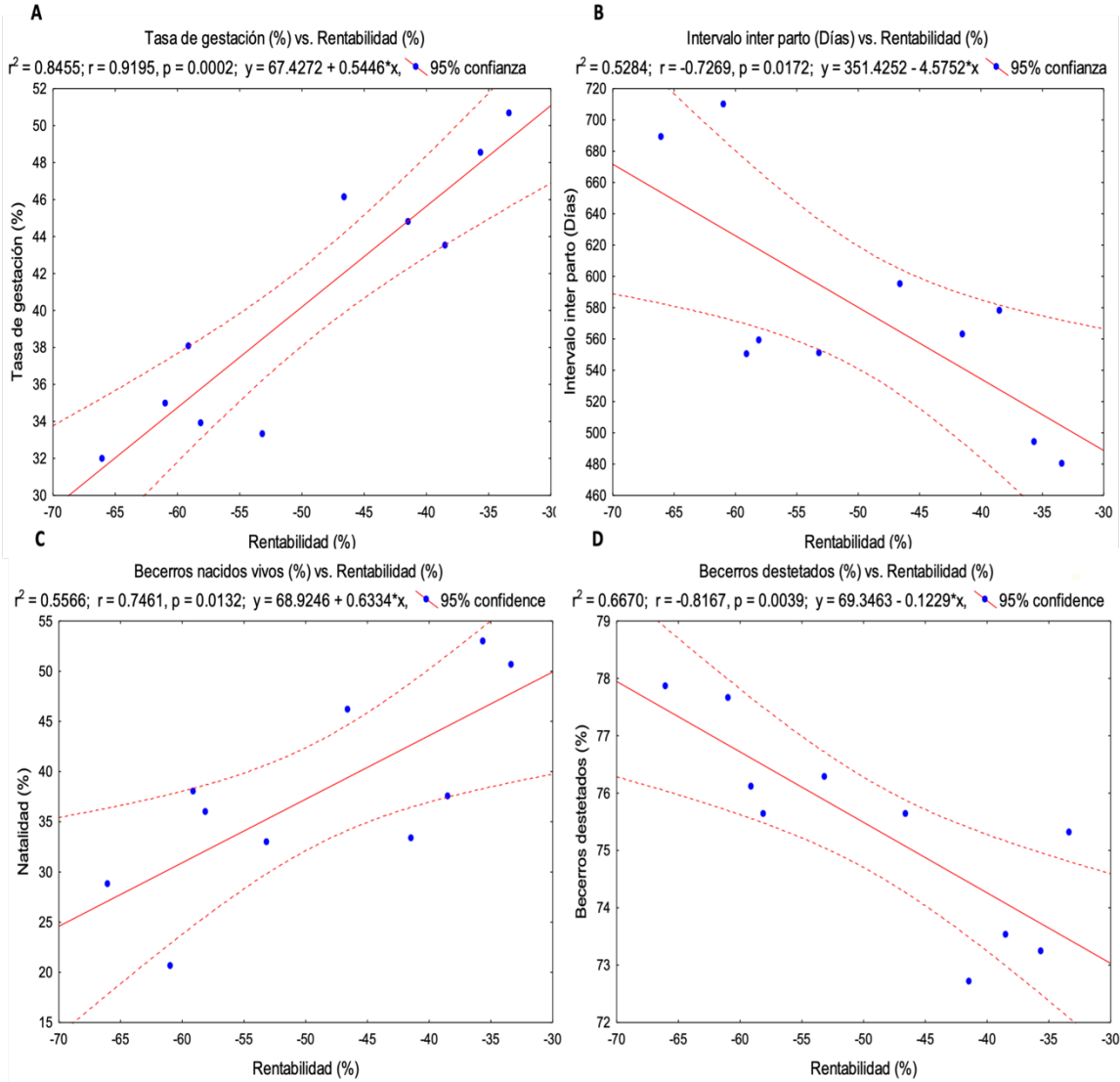


Figura 3. Asociación de los parámetros reproductivos y productivos sobre la rentabilidad. (a) Porcentaje de becerros nacidos vivos en relación con la rentabilidad; (b) Porcentaje de becerros destetados en relación con la rentabilidad; (c) Porcentaje de tasa de gestación en relación con la rentabilidad; (d) Cantidad de días entre cada parto en relación con la rentabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones

Los ingresos, costos de producción y, en consecuencia, la rentabilidad guardan una estrecha relación con la eficiencia productiva y reproductiva en los sistemas de ganado criollo de la raza Nunkiní. Por lo tanto, para aprovechar sus ventajas adaptativas, los productores deben implementar el uso de programas y estrategias que permitan incrementar la eficiencia reproductiva y productiva, ya que afectan de forma directa la rentabilidad de la UP. Es por ello que se deben tomar acciones que permitan seleccionar un mejor programa reproductivo, reservas de forraje, uso de registros productivos y reducir la dependencia de insumos para la producción. Lo anterior permitirá incrementar la rentabilidad de los hatos de ganado criollo Nunkiní y, con ello, reducir el riesgo de extinción que corren en la actualidad.

## Agradecimientos

A la Asociación Ganadera Local de Nunkiní, Campeche, a los productores de bovino criollo de Nunkiní por su amabilidad y hospitalidad para la realización de este trabajo.

## Conflictos de interés

Los autores no tenemos ningún conflicto de interés en la publicación de este artículo.

## Referencias

- Anderson, D. M., Estell, R. E., Gonzalez, A. L., Cibils, A. F., & Torell, L. A. (2015). Criollo cattle: heritage genetics for arid landscapes. *Rangelands*, 37(2), 62-67. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rala.2015.01.006>
- Aracena, M., & Mujica, F. (2011). Caracterización del bovino criollo patagónico chileno. Un estudio de caso. *Agro Sur*, 39(2), 106-115. <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v39n2/art05.pdf>
- Arce-Recinos, C., Aranda-Ibáñez, E. M., Osorio-Arce, M. M., González-Garduño, R., Díaz-Rivera, P., & Hinojosa-Cuellar, J. A. (2017). Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(1), 83-91. doi: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4347>
- Banco de México (Banxico). (2021). *Portal del mercado cambiario*. Banxico.org. <https://www.banxico.org.mx/tipCamb/main.do?page=tip&idioma=sp>
- Cienfuegos-Rivas, E. G., de Orúe-Ríos, M. A. R., Briones-Luengo, M., & Martínez-González, J. C. (2006). Estimación del comportamiento productivo y parámetros genéticos de características predestete en bovinos de carne (*Bos taurus*) y sus cruizas, VIII Región, Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 38(1), 69-75. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2006000100010>
- De Alba, J. (2011). *El libro de los bovinos criollos de América*. Ediciones Papiro Omega y Colegio de Postgraduados.
- Gutiérrez-Hernández, J., Palomares-Resendiz, G., Hernández-Badillo, E., Leyva-Corona, J., Díaz-Aparicio, E., & Herrera-López, E. (2020). Frecuencia de enfermedades de impacto reproductivo en bovinos de doble propósito ubicados en Oaxaca, México. *Abanico Veterinario*, 10, 1-11. doi: <https://doi.org/10.21929/abavet2020.22>
- Heinrichs, A. J., & Heinrichs, B. S. (2011). A prospective study of calf factors affecting first-lactation and lifetime milk production and age of cows when removed from the herd. *Journal of Dairy Science*, 94(1), 336-341. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3170>
- Heinschink, K., Sinabell, F., & Tribl, C. (2016). An index-based production costs system to evaluate costs of adaptation and mitigation in dairy and cattle farming. *Advances in Animal Biosciences*, 7(3), 242-244. doi: <https://doi.org/10.1017/S2040470016000285>

- Inchaisri, C., Jorritsma, R., Vos, P. L. A. M., Van der Weijden, G. C., & Hogeveen, H. (2010). Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology*, 74(5), 835-846. doi: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.04.008>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). [Espacio y datos de México]. Inegi.org. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espaciodydatos/default.aspx?ag=040010008>
- López-Vigoa, O., Sánchez-Santana, T., Iglesias-Gómez, J. M., Lamela-López, L., Soca-Pérez, M., Arece-García, J., & Milera-Rodríguez, M. C. (2017). Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 83-95. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942017000200001&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942017000200001&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Machen, R. V., Sawyer, J. E., Bevers, S. J., & Mathis, C. P. (2021). Measuring economic sustainability at the ranch level. *Rangelands*, 43(6), 240-245. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rala.2021.10.005>
- Masello, M., Perez, M. M., Granados, G. E., Stangaferro, M. L., Ceglowski, B., Thomas, M. J., & Giordano, J. O. (2021). Effect of reproductive management programs for first service on replacement dairy heifer economics. *Journal of Dairy Science*, 104(1), 471-485. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18588>
- McIntosh, M. M., Cibils, A. F., Estell, R. E., Nyamuryekung'e, S., González, A. L., Gong, Q., Cao, H., Spiegel, S. A., Soto-Navarro, S. A., & Blair, A. D. (2021). Weight gain, grazing behavior and carcass quality of desert grass-fed Rarámuri Criollo vs. crossbred steers. *Livestock Science*, 249, 1-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104511>
- Moreno-Medina, S., Ibarra-Flores, F. A., Martín-Rivera, M. H., Retes-López, R., Hernández-Hernández, J. E., & Rodríguez-Castillo, J. C. (2018). Importancia económica de la eficiencia de producción de becerros utilizando diversas alternativas de producción y manejo en el centro de Sonora, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 43, 107-116. <https://www.redalyc.org/journal/141/14158242010/html/>
- Muñoz-González, J. C., Huerta-Bravo, M., Lara-Bueno, A., Rangel-Santos, R., & de la Rosa-Arana, J. L. (2016). Producción y calidad nutricional de forrajes en condiciones del Trópico Húmedo de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(16), 3315-3327. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5826127>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2010). *La situación de los recursos zoológicos mundiales para la alimentación y la agricultura*. Roma <https://www.fao.org/3/a1250s/A1250S.pdf>
- Ossa, G., Abuabara, Y., Pérez, J. E., & Martínez, G. (2011). El ganado criollo colombiano costeño con cuernos (CCC). *Animal Genetic Resources*, 48, 101-107. doi: <https://doi.org/10.1017/S2078633611000014>
- Parra-Cortés, R. I., & Magaña-Magaña, M. Á. (2019). Características técnico-económicas de los sistemas de producción bovina basados en razas criollas introducidas en México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(18), 535-547. doi: <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2160>
- Perea-Ganchou, F., Soto, E., González, C., Soto, G., & Hernández, H. (2005). Factors affecting fertility according to the postpartum period in crossbred dual-purpose suckling cows in the tropics. *Tropical Animal Health and Production*, 37(7), 559-572. doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-005-4219-x>
- Perezgrovas, R. A. (2020). *La ganadería bovina en el México colonial. Antecedentes históricos y personajes protagónicos de su desarrollo*. Escuela de Gestión y Autodesarrollo Indígena, Universidad Autónoma de Chiapas. <https://iei.unach.mx/index.php/component/k2/item/115-la-ganaderia-bovina-en-el-mexico-colonial>
- Pesado, A., Espinosa, O., García, B., López, D., Meléndez, G., López, D., Reyes, C., Ruiz, G., & Velázquez, P. (2007). *Economía Agropecuaria*. Grupo Vanchiri.
- Ramírez-Espinoza, J. I., Rebollar-Rebollar, A., Rebollar-Rebollar, S., Jaramillo-Puebla, B., & González-Razo, F. J. (2017). Estudio de viabilidad económica para una engorda de bovinos en corral en el sur del estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 41, 742-753. <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.266431>
- Sánchez-Gómez, A., Becerril-Pérez, C. M., Rosendo-Ponce, A., & Platas-Rosado, D. E. (2017). Oportunidades de conservación del bosque de niebla a través de tecnología agroalimentaria con sistemas silvopastoriles. *Agro Productividad*, 10(1), 56-61. [http://www.colpos.mx/wb\\_pdf/Veracruz/2017/14.pdf](http://www.colpos.mx/wb_pdf/Veracruz/2017/14.pdf)
- Severino-Lendecky, V. H., Montiel-Palacios, F., & Pérez-Hernández, P. (2017). Age and weight at puberty in tropical dairy criollo heifers with and without supplementary feeding. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 555-561. doi: <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1195>

- Severino-Lendecky, V. H., Perezgrovas-Garza, R. A., Montiel-Palacios, F., Vilaboa-Arroniz, J., Muñoz-González, J. C., & Piñeiro-Vázquez, Á. T. (2019a). Caracterización del nivel tecnológico y edad al primer estro de hembras Criollo Lechero Tropical. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(17), 353-359. doi: <https://doi.org/10.19136/era.a6n17.1930>
- Severino-Lendecky, V. H., Perezgrovas-Garza, R. A., Muñoz-González, J. C., Piñeiro-Vázquez, A. T., & Chay-Canul, A. J. (2019b). Caracterización del nivel tecnológico, edad a la pubertad y primer servicio de hembras Romosinuano en México. *Acta Universitaria*, 29, 1-9. <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/2477>
- Severino-Lendecky, V. H., Perezgrovas-Garza, R. A., Ahuja-Aguirre, C., Montiel-Palacios, F., Peralta-Torres, J. A., & Segura-Correa, J. C. (2021). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas productivos con bovinos criollos en Campeche, México. *Acta Universitaria*, 31, 1-14, e3102. <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/3102/3655>
- Severino-Lendecky, V. H., Perezgrovas-Garza, R. A., Reséndiz-Martínez, R., Blanco-Camarillo, M., Zelaya-Molina, L. X., Sánchez-Casas, R. M., & Segura-Correa, J. C. (2022). Detección de *brúcela abortus* y *toxoplasma gondii* en ganado criollo Nunkiní. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 17(1), 34-38. <https://aicarevista.jimdo.com/n%C3%BAmoros/vol%C3%BAmen-17-2022/>
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM-Secretaría de Economía). (2020). [http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/e\\_MenPec.asp?var=Bov](http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/e_MenPec.asp?var=Bov)
- Statistical Package for Social Sciences (SPSS). (2010). *IBM-SPSS Statistics for Windows* (versión 19.0). SPSS Inc. <https://www.ibm.com/spss>
- Tewelde, A. (2007). Los criollos bovinos y los sistemas de producción animal en los trópicos de América Latina. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-7. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/raza\\_criolla/45-CAP\\_2.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_criolla/45-CAP_2.pdf)
- Torres-Aburto, V. F., Domínguez-Mancera, B., Vázquez-Luna, D., & Espinosa-Ortiz, V. E. (2020). Costo del intervalo interparto en la producción bovina tropical del sureste de México. *Agro Productividad*, 13(7), 45-51. doi: <http://doi.org/10.32854/agrop.vi.1651>
- Vilaboa-Arroniz, J., Quirós-Madrugal, O., Díaz-Rivera, P., WingChing-Jones, R., Brower-Keating, N., & Zetina-Córdoba, P. (2012a). Los sistemas ganaderos con criollo lechero tropical (Reyna) en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 23(1), 167-178. doi: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v23n1/a18v23n1.pdf>
- Vilaboa-Arroniz, J., Quirós-Madrugal, O. J., Díaz-Rivera, P., & Zetina-Córdoba, P. (2012b). Situación del bovino criollo lechero tropical (CLT) en México, Nicaragua y Costa Rica. *Archivos de Zootecnia*, 61, 31-39. doi: <https://doi.org/10.21071/az.v61i237.2956>