

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Efecto de la suplementación en becerras posdestete en condiciones de pastoreo

Por:

GUADALUPE ARISBETH NOLASCO GONZÁLEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
-
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Efecto de la suplementación en becerras posdestete en condiciones de pastoreo

POR:

GUADALUPE ARISBETH NOLASCO GONZÁLEZ

TESIS

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito para obtener el título
de:

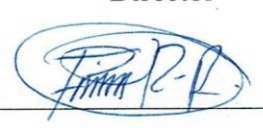
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA




Dr. Joel Ventura Ríos
Director



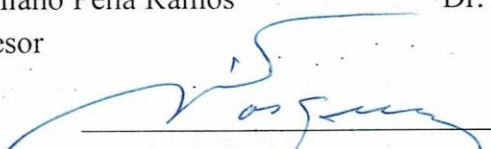
M.C. Mario A. Santiago Ortega
Codirector



M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos
Asesor



Dr. Alejandro García Salas
Asesor



Dr. Ricardo Vásquez Aldape
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2022

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme cumplir aquel anhelo que tengo desde el preescolar, no dejarme desistir y lograr culminar esta etapa tan importante en mi vida, por sostenerme en aquellos momentos complicados, darme fortaleza, sabiduría, que me cuidaras en este trayecto y que en cada oración me escucharas.

A la Virgen de Guadalupe, porque has sido mi guía en este trayecto, gracias a ti madre mía y a Dios por dejarme con vida para estar aquí, gracias por escucharme, cuidarme, protegerme de todo mal, gracias infinitas por alumbrar mi camino de la oscuridad.

A mi ALMA TERRA MATER, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme realizar como profesionista. Gracias por darme la oportunidad de ser parte de tu casa de estudios, de enseñarme a valorar cada cosa que me has dado a lo largo de este tiempo, nunca voy a poder pagarte todo lo que me has dado y principalmente gracias por hacer mi sueño realidad.

A mi familia, quienes han estado conmigo apoyándome a lo largo de mi vida, gracias por jamás dejarme sola y hacerme creer que todos los sueños se cumplen.

Al Dr. Joel Ventura Ríos, por haber puesto su confianza en mí y brindarme la oportunidad de realizar un proyecto de investigación con él. Gracias por sus conocimientos, su apoyo, su tiempo y sus enseñanzas.

Al M.C. Mario Alberto Santiago Ortega, por abrirme las puertas del C.D.T Tantakin, y darme la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis, por compartirme sus conocimientos, aconsejarme y apoyarme.

Al MC. Fidel Peña, por tener la confianza en mí para nuevos retos, el apoyo, asesoramiento, gracias por guiarme en este proyecto y compartirme de sus conocimientos.

Dr. Alejandro García Salas, por el apoyo, asesoramiento, gracias por guiarme en este proyecto.

A la Lic. Laura Chuc López, que fue un gran apoyo en esta etapa de mi vida. Gracias por sus consejos, apoyo y brindarme una muy bonita amistad en mi estancia en Tantakin.

Al personal del C.D.T Tantakin, por su amistad y su apoyo en mi tesis. Gracias infinitas, en especial a Don Roberto Vidal May Pacheco, a Uriel de la Cruz Vázquez Gasca, a Don Gabriel Dzul Huitzil y al Médico Veterinario Reynaldo Hiuit.

A mis amigos, Ángel Fuentes, Juan Clavel, Luis Barquera, Karen Medellín, Araceli Cayetano, Juana Velázquez, Shalma Montes, Yarabeth Ramos, Carina Herrera, Gabriela Venegas, Luis Cervantes, Marco Téllez, Valeria Sofía, Grecia Pérez, Karina Quiñones y Sarahí Juárez por aconsejarme, motivarme, apoyarme y estar conmigo en todo momento.

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen de Guadalupe, por bendecirme con mi familia, con salud, por sus cuidados y protección, por permitirme llegar hasta aquí.

A mis amados padres, José Isidro Nolasco Velázquez y Juana Teresa González Hernández esto es de ustedes y para ustedes con mucho amor, que con su ejemplo, dedicación, esfuerzos y apoyo no dejaron que me rindiera en mis momentos más difíciles, por estar conmigo en las buenas, en las malas, por confiar en mí y permitirme culminar esta meta. No tengo manera de pagarles tanto, no me alcanzaría la vida para devolverles ni un poco de todos los sacrificios que han hecho por mí, este logro no se hubiese conseguido sin ustedes, los amo.

A mis queridos abuelos, Josefina Hernández Rojas y Venancio Rafael González Eugenio por estar siempre conmigo, por llevarme siempre en sus oraciones, por sus consejos y apoyo a lo largo de mi vida.

A mis adorados hermanos, Esmeralda, Perla Johana y Isidro Alexander quienes siempre me están motivando, aconsejando, apoyando. Son los mejores hermanos que Dios me pudo dar, me han sostenido en momentos difíciles, este logro no hubiese sido posible sin ustedes.

CURRICULUM VITAE

La autora nació el 8 de diciembre de 1998 en Coscomatepec del Bravo, Veracruz, México.

- | | |
|--------------------------|---|
| 2013 – 2017 | Estudios de preparatoria, ESBAO Escuela de Bachilleres Artes y Oficios. Córdoba, Estado de Veracruz, México. |
| Junio – Septiembre, 2021 | Prácticas profesionales. CDT Tantakin – FIRA, Tzucacab, Yucatán, México. |
| 2017 – 2022 | Estudios de Licenciatura. División de Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. |

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, México, diciembre de 2022.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado **“Efecto de la suplementación en becerras posdestete en condiciones de pastoreo”** es una producción personal, donde no se ha copiado, replicado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estando consciente de que en caso de comprobarse plagio en el texto o que no se respetaron los derechos de autor; esto será objeto de sanciones del Comité Editorial y/o legales a las que haya lugar; quedando, por tanto, anulado el presente documento académico sin derecho a la aprobación del mismo, ni a un nuevo envío.

Atentamente



Guadalupe Arisbeth Nolasco González

Efecto de la suplementación en becerras postdestete en condiciones de pastoreo

Guadalupe Arisbeth Nolasco González

RESUMEN

El objetivo del presente experimento fue evaluar el comportamiento de becerras postdestete en condiciones de pastoreo. Los animales fueron divididos en tres grupos (n=12); T0= 4, T1= 4 y T2= 4. El estudio se realizó en Tzucacab, Yucatán, México, durante los meses de junio a septiembre de 2021. Las variables evaluadas fueron: ganancia de peso (GDP) y peso vivo (PV), las cuales fueron analizadas mediante un análisis de varianza y comparadas con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), usando el programa SAS- PC System ® Versión 9.4 para Windows. El T2 tuvo mejor comportamiento de PV ($p<0.05$), en comparación con T0 a partir del día 70 a 91, sin embargo, fue similar al T1. El T2 tuvo mejor GDP promedio, alcanzando 0.777 kg d^{-1} en comparación con T0 con 0.397 kg d^{-1} y al T1 con 0.450 kg d^{-1} . La suplementación de becerras postdestete al 1.0% de su PV mejora la GDP y el PVF. El modelo logístico del tratamiento 1 fue el que presento el mejor ajuste ($R^2= 0.93$). Con respecto a lo económico, el tratamiento 2 presento una mayor inversión y mayor ganancia.

Palabras clave: Suplementación, peso vivo, ganancia de peso, praderas, becerros.

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the performance of post-weaning calves under grazing conditions. The animals were divided into three groups (n=12); T0= 4, T1= 4 and T2= 4. The study was carried out in Tzucacab, Yucatán, Mexico, during the months of June to September 2021. The variables evaluated were: weight gain (GDP) and live weight (PV), which were analyzed using an analysis of variance and compared with Tukey's test ($\alpha=0.05$), using the program SAS-PC System ® Version 9.4 for Windows. T2 had better LW behavior ($p<0.05$), compared to T0 from day 70 to 91, however, it was similar to T1. T2 had a better average GDP, reaching 0.777 kg d^{-1} compared to T0 with 0.397 kg d^{-1} and T1 with 0.450 kg d^{-1} . The post-weaning supplementation of calves at 1.0 % of their LW improves ADG and LWP. The logistic model of treatment 1 was the one that presented the best fit ($R^2= 0.93$). With respect to economics, treatment 2 presented a greater investment and greater profit.

Keywords: Supplementation, live weight, weight gain, pastures, calves.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos particulares	2
1.2 HIPÓTESIS.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Situación de la producción de carne en México.....	3
2.2 Producción de becerros en el trópico de México.....	3
2.3 Principales fuentes forrajeras utilizadas en el trópico de México.....	4
2.4 Calidad nutricional de los forrajes tropicales.....	5
2.5 Importancia de la energía en los forrajes	6
2.6 Importancia de la proteína en los forrajes.....	7
2.7 Importancia de la suplementación a base de concentrados.....	8
2.8 Importancia de los minerales en la alimentación de becerros.....	9
2.9 Describir que es un manejo de pastoreo rotacional.	10
2.10 Control de ectoparásitos (mosca y garrapata) en el impacto en la producción.	11
2.11 Conducta ingestiva (comportamiento del animal).....	12
2.12 Modelos estadísticos.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Descripción del sitio experimental	14
3.2 Condiciones climatológicas durante el experimento	14
3.3 Animales y manejo de potreros.....	14
3.4 Grupos experimentales	17

3.5 Variables evaluadas	18
3.6 Estimación de costos por tratamiento	18
3.7 Modelo estadístico	18
3.8 Análisis estadístico	19
3.9 Modelo logístico	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
V. CONCLUSIONES	26
VI. LITERATURA CITADA.....	27

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición del suplemento ofrecido a becerros posdestete Brangus x Brahman durante el desarrollo experimental.	15
Cuadro 2. Composición química del suplemento mineral ofrecido durante el desarrollo posdestete a becerros en condiciones de pastoreo.....	16
Cuadro 3. Ganancia diaria de peso ($\text{kg d}^{-1} \text{anim}^{-1}$) de becerras suplementadas en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.	20
Cuadro 4. Comportamiento del peso vivo ($\text{kg d}^{-1} \text{anim}^{-1}$) de becerras suplementadas en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.	21
Cuadro 5. Estimación de costos por tratamiento de becerras suplementados en condiciones de pastoreo en praderas tropicales en el sureste de Yucatán, México.	23

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura ambiental y precipitación acumulada durante el periodo experimental.	15
Figura 2. Comportamiento del peso vivo de becerras Brangus x Brahman suplementadas en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.	22
Figura 3. Modelo de regresión logística del comportamiento del peso vivo de becerras Brangus x Brahman en el grupo testigo en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.	24
Figura 4. Modelo de regresión logística del comportamiento del peso vivo de becerras Brangus x Brahman en el tratamiento 1 en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.	24
Figura 5. Modelo de regresión logística del comportamiento del peso vivo de becerras Brangus x Brahman en el tratamiento 2 en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.	25

I. INTRODUCCIÓN

SIAP (2019) menciona que el trópico húmedo y seco cuenta con el 44.8% de las cabezas del país (15.4 millones de bovinos), en donde predominan los bovinos de razas cebuínas y sus cruza con ganado europeo. Su ubicación privilegiada le permite producir una elevada cantidad de materia seca por hectárea (MS ha⁻¹) de forrajes para consumo animal, por lo que, en nuestro país, la zona tropical es la principal exportadora de ganado para el extranjero (Rubio *et al.*, 2013).

Los sistemas de producción en pastoreo, dado que este sistema nos permite producir carne, leche y otros derivados a un bajo costo. En los sistemas tropicales, normalmente las praderas se forman de monocultivos de gramíneas forrajeras, sin embargo, esta fuente alimenticia no cumple los requerimientos del animal y en consecuencia la productividad es baja cuando los animales no son suplementados (Zamora-Olivo *et al.*, 2013).

La suplementación consiste en proporcionar al animal los nutrientes necesarios para mantenimiento y ganancia de peso, complementando los nutrientes que el forraje carece, dado que la constitución de los pastos está determinada por los componentes químicos de la pared y su contenido celular (Mertens, 1997). En los pastos las hemicelulosas (azúcares de 5 y 6 carbonos) representan aproximadamente 70% del total de biomasa (MS) y su contenido de lignina varía entre 10-30%. Por otro lado, la composición química de las gramíneas varía de acuerdo con la especie, tipo de tejido, etapa de crecimiento y condiciones de crecimiento (Wongwatanapaiboon *et al.*, 2012). Por tanto, existe un desbalance de nutrientes en el periodo de lluvias y en el periodo de seca (Oliveira, 2012).

La suplementación a base de concentrado (proteína y energía) y minerales actúa de manera significativa, ya que aporta aquellos nutrimentos que son deficientes en el forraje y que complementan de manera satisfactoria los requerimientos nutricionales que necesita el ganado reflejándose en una mayor estimulación de consumo de alimento, aumento en la digestibilidad y un mejor desempeño del animal. El objetivo del presente experimento fue evaluar el desempeño de becerras en condiciones de pastoreo suplementadas con base base a su peso vivo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la suplementación sobre la ganancia diaria de peso en becerras postdestete en condiciones de pastoreo.

1.1.2 Objetivos particulares

Comparar la ganancia diaria de peso en becerras con suplementación y sin suplementación en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.

Evaluar el comportamiento del peso vivo con la aplicación de un modelo logístico.

Realizar un análisis económico entre tratamientos.

1.2 HIPÓTESIS

Los animales que reciben mayor suplementación con alimento concentrado mostrarán un mejor desempeño en su peso vivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Situación de la producción de carne en México

La ganadería bovina productora de carne en México se liga al comercio internacional a través de la exportación de becerros para engorda a Estados Unidos de América (EE.UU.), y cortes de carne a Japón y Corea. El ciclo de exportaciones presenta dos etapas: alta, entre septiembre y marzo y baja, de abril a agosto (Callejas *et al.*, 2014).

En el cierre del 2018 se alcanzaron los 65 kg per cápita, obteniendo México el sexto lugar con más de 8.5 millones de toneladas de carne de res, cerdo y pollo consumidas al año, esto represento el 3.2% del consumo mundial de carne. Por otro lado, como productor de cárnicos, ocupó la séptima posición con más de 6.7 millones de toneladas producidas anualmente; obteniendo un crecimiento de 3.2% al 2017, al final del 2018 la producción de carne de bovino cerró con un crecimiento de 2.8% y 1.7% para el consumo. Su balanza comercial continúa siendo superavitaria y el consumo per cápita se mantiene en 14.8 kg (COMECARNE, 2018).

La secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural dio a conocer el 16 de marzo de 2020, que la producción de carne de bovino en el 2019 alcanzó un máximo histórico de dos millones de toneladas, lo que representa 2.4 por ciento mayor con respecto a 2018.

2.2 Producción de becerros en el trópico de México

La zona tropical, que incluye al trópico húmedo y seco. Es la región más importante para la producción de ganado en pastoreo, donde, además de contar con el 44.8 % de las cabezas del país (15.4 millones de bovinos), predominan los bovinos de razas cebuínas y sus cruizas con ganado europeo (SIAP, 2019).

En el trópico de México, en su mayoría se producen becerros por el sistema de producción vaca-cría mediante el manejo: becerros alimentados por amamantamiento no

limitado, por lo tanto, aprovechan la leche que la madre produce. Bautista *et al.* (2020), mencionan que la edad al destete de los becerros es de siete a ocho meses, con peso promedio de 170 kg y a las vacas productoras se les ofrece de forma general suplementos alimenticios como concentrado (de uno a dos kilogramos) y melaza.

En México, la producción de bovinos a pasto toma especial importancia siendo que, según la Encuesta Nacional Agropecuaria de 2014, el 49.4 % de los bovinos son manejados en libre pastoreo, y el 14.7 % en pastoreo controlado (Miguel *et al.*, 2019). Debido a las condiciones económicas que prevalecen en el país, la mayoría de los ganaderos no tienen la capacidad de adquirir los insumos necesarios para la engorda en corral (Carrera *et al.*, 2014), por lo que, la mayoría del ganado se finaliza en pastoreo, aunque es más tardada la ganancia de peso a comparación de una engorda en corral.

Sin embargo, al aprovechar el pasto como principal insumo para producción de carne, se obtienen ventajas importantes en relación con otros países. Una de las ventajas más importante fue mencionada por Carrera *et al.*, (2014), quienes reportaron que el costo por kilogramo de bovino producido en pastoreo en pie fue de 0.7 y de 0.90 dólares en el trópico y zona árida, respectivamente.

Las características del sistema vaca-cría del norte y sur del país son muy distintas, 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 mayormente razas europeas puras, y los becerros son para exportación, en las áreas tropicales se utilizan cruza de razas y el mercado es nacional y una pequeña parte para exportación.

2.3 Principales fuentes forrajeras utilizadas en el trópico de México

La producción de carne en pastoreo es de gran importancia, debido a los bajos costos de producción que ello representa. Particularmente la zona tropical de México, con amplia gama de especies forrajeras, representa 33 % de la superficie nacional y contribuye en gran medida a la producción de carne nacional (Meléndez *et al.*, 2000).

De 2004 a 2020, la superficie de nuevas praderas ha cambiado sustancialmente, ya que año con año se siembran diferentes especies y cultivares, como *Meghatyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs, que también tiene un mercado importante con sus cultivares Mombasa y Tanzania. Así también, otros pastos se establecen con material vegetativo, como los forrajes de corte de la especie *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone, que tiene varios cultivares que se siembran intensivamente, al igual que los pastos pangola (*Digitaria eriantha* Steud.) y estrella de África [*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.]. Todas estas especies y cultivares por su mayor capacidad productiva y calidad con relación a las gramas nativas, han ido mejorando la productividad y producción ganadera de las zonas tropicales (Quiroz *et al.*, 2021)

En general, la pradera es un ente dinámico que requiere de un manejo estratégico para mantener e incrementar la producción animal. La estacionalidad en la producción de forraje y la variación en su valor nutritivo son factores que limitan la producción animal en las zonas tropicales. El manejo eficiente de las especies forrajeras es primordial para mantener una alta productividad y calidad del forraje, sin propiciar el deterioro de la pradera. La frecuencia e intensidad de cosecha son los dos componentes de toda estrategia de manejo, que determinan mayormente el rendimiento, calidad y persistencia de la pradera, debido a la disminución o aumento en la intensidad y frecuencia de pastoreo, para favorecer la tasa de rebrote en las plantas y disminuir las pérdidas por senescencia y descomposición del forraje (Cruz *et al.*, 2011).

2.4 Calidad nutricional de los forrajes tropicales

El valor nutritivo de los componentes orgánicos de un pasto está determinado por la facilidad con que puedan ser digeridos e incorporados en el tejido bacteriano y al sitio de la digestión y de la absorción en el tracto digestivo (Hodgson 1999). Los bovinos requieren de una dieta con 6 componentes básicos para crecer en forma óptima; agua, fibra, energía, proteína, minerales y vitaminas (Arronis, 2006).

Pirela (2005) explica que uno de los factores limitantes de las gramíneas tropicales en general es su bajo contenido de proteína y baja digestibilidad lo cual influye negativamente en

el consumo y por ende en la producción animal. Sin embargo, la principal ventaja que presentan las zonas tropicales es su alta capacidad de producir forrajes ya que este aspecto debe ser aprovechado para elevar la producción, rentabilidad y competitividad de la ganadería tropical (Vázquez, 2011). De acuerdo con Ventura et al. (2021), los pastos tropicales son bajos en proteína cruda (6.2%), energía (16.9 MJ kg⁻¹) y materia inorgánica (8.9%).

2.5 Importancia de la energía en los forrajes

La energía, es importante por los requerimientos que tiene en el organismo animal, es indispensable para que se puedan aprovechar algunos nutrientes en el rumen, como las proteínas. Mejor explicado, parte de la proteína que consume el animal, es convertida en proteína microbiana (degradada por las bacterias ruminales), pero, necesita de la energía que se produce en el rumen (a partir de la fermentación de los carbohidratos) para que se dé la síntesis de este tipo de proteína (Rodríguez *et al.*, 2007).

Durante la estación lluviosa los forrajes tropicales tienen un valor nutritivo aceptable, mientras que a medida que la lluvia y humedad ambiental se reduce, su valor nutricional se ve afectada, principalmente en el contenido energético y proteico (Paulino *et al.*, 2006) también, los niveles de fibra se ven afectados disminuyendo la digestibilidad dentro del animal (Van Soest, 1994).

La principal fuente energética de los rumiantes son los ácidos grasos volátiles, los cuales se originan de la fermentación de los carbohidratos en el rumen. Es importante mencionar que algunos factores que limitan el comportamiento productivo de los animales en pastoreo son: el bajo contenido proteico de las plantas, el bajo consumo de energía debido al alto contenido de fibra en los forrajes y las deficiencias de minerales y vitaminas (Domínguez *et al.*, 2012).

Detmann *et al.*, (2008), explican que los componentes de carbohidratos de la fibra insoluble de las gramíneas tropicales (celulosa y hemicelulosa) son los principales recursos energéticos para la producción ganadera en las regiones tropicales. Esto se puede atribuir a una producción adecuada de energía digerible a costos más bajos en comparación con otros piensos

energéticos. Por ello, pastos que poseen una mayor cantidad de hojas en relación a tallos, generalmente son más digestibles esto debido a que presentan mayor contenido celular y menor de pared celular. Así, las hojas, tienen mayor contenido de proteína, energía y fibra digestible que los tallos. Estos pastos presentan una mejor calidad.

2.6 Importancia de la proteína en los forrajes

Raciel (2003) argumenta que el contenido de proteína de los pastos, es considerado como un indicativo de la calidad, en una relación directamente proporcional al consumo realizado por los animales. Cuando el contenido de proteína en la materia seca de los pastos es menor al 7 %, el consumo del forraje disminuye, debido a que las bacterias no pueden digerir rápidamente la fibra y el material es retenido por un mayor tiempo en el rumen del animal, afectando la tasa de pasaje del bolo alimenticio, también, afirma que el contenido de fibra de los pastos tropicales está determinado básicamente por la especie de pasto, etapa fenológica y la edad del mismo, aunado a ello, la frecuencia de corte e intensidad de corte o pastoreo, pueden modificar la composición química del forraje.

Frioni (1999), comenta que la mayoría de las proteínas contenidas en el forraje son hidrolizadas en el rumen, parte de los aminoácidos son inmovilizados por las bacterias y protozoarios, los restantes son fuente de energía u degradadas a Ácidos Grasos Volátiles (AGV'S) y amonio, el exceso de amonio es absorbido por el animal y convertido en urea en el hígado.

Juárez *et al.*, (2005) comentan que una fuente importante de proteína son las leguminosas proporcionando mayor estabilidad en la producción de forraje; gracias a su resistencia a la sequía mantienen su valor nutritivo dentro de la estación seca, ayudan a disminuir el uso de fertilizantes nitrogenados, se utiliza como “banco de proteína”, ya que se emplean directamente en pastoreo o a través del corte de las ramas que se ofrecen al ganado como complemento del pastoreo de praderas de gramíneas. Las hojas de las leguminosas en su composición química y estructural, presentan bajo contenido de lignina, mientras que en el tallo la pared celular es alta en FND y

FDA e incrementando se los niveles de lignina a medida que avanzan en su madurez fisiológica (Trujillo y Uriarte, 2003).

2.7 Importancia de la suplementación a base de concentrados

El desarrollo de becerros alimentados exclusivamente con forraje no es eficiente, debido a que incrementa la estancia en los potreros, afectando el desarrollo y crecimiento de los animales, así como los costos de producción. Por ello, la suplementación alimenticia es una alternativa de manejo del ganado y su uso va a depender de las metas o propósitos por los cuales se va a suplementar, esta permite: Incrementar la carga animal, aumentar la ganancia de peso, intensificar el ritmo de engorde, mejorar la eficiencia de utilización del alimento base, prevenir enfermedades nutricionales, darle valor agregado al cereal al transformarlo en carne y Lograr un buen grado de terminación, evitar situaciones de sobrepastoreo (Alvarado, 2018).

La suplementación es una herramienta para el suministro de nutrientes limitante, para aumentar la eficiencia del uso del forraje, esto se debe a que, en la mayoría de las situaciones, la fuente de forraje no contiene todos los nutrientes esenciales en las proporciones adecuadas para cumplir plenamente con los requisitos de los animales de pastoreo (Paulino *et al.*, 2005). De tal modo, que la suplementación con concentrados energéticos se presenta como una alternativa para aumentar el suministro de nutrientes al animal y además permite balancear corregir deficiencias energéticas sobre todo en sistemas a base de forrajes.

La degradabilidad del almidón de los distintos granos en el rumen, puede ser utilizada como estrategia de suplementación para aumentar la eficiencia de utilización del nitrógeno a este nivel (síntesis bacteriana), transformando una suplementación energética en un incremento de proteína utilizable por el rumiante (Risso *et al.*, 1997). Con el uso de la suplementación se potencializa la extracción de energía a partir de la fibra neutro detergente (FDN) contenida en los forrajes (Detmann *et al.*, 2010).

En un estudio conducido por Lomas *et al.* (2009) en ganado Angus, se analizó el efecto de la suplementación en pastoreo (207 días) previo a la finalización en confinamiento (112 días),

siendo los tratamientos: 36 animales no suplementados durante la recría, 35 suplementados a razón de 0.82 kg MS/animal/día y 36 suplementados con 1.64 kg MS/animal/día. Los resultados demostraron que aquellos animales no suplementados tuvieron 21.3 kg de peso corporal final menos que los suplementados con 0.82 kg y 24.6 kg menos que los suplementados con 1.64 kg de suplemento ($p < 0.05$), además de mejorar la clasificación de la canal en estos últimos. Los resultados indican que la suplementación en pastoreo previa a la entrada a confinamiento, produce beneficios tanto productivos como económicos.

2.8 Importancia de los minerales en la alimentación de becerros

Salamanca (2010), menciona que la mayoría de los pastos de las regiones tropicales no satisfacen completamente las necesidades de minerales en los animales que los pastan, como consecuencia de las limitaciones climáticas y del suelo que impone restricciones nutricionales a los pastos. La escasa disponibilidad de minerales en el suelo afecta a los forrajes restando la concentración del elemento deficiente en sus tejidos y contribuyendo con el bajo crecimiento de la planta. Por ello, se suministran sales minerales al ganado con el fin de que cubran sus requerimientos, con esto permiten obtener un incremento en la ganancia de peso de los bovinos en pastoreo comparados con animales que no han sido suplementados (Cortes *et al.*, 1990).

Los bovinos deben recibir los nutrimentos esenciales incluyendo el agua, en cantidades adecuada para que mantengan una buena salud, crezcan y se reproduzcan potencialmente. Sin embargo, si los animales presentan deficiencias de proteína y/ o energía, los minerales no ayudaran a aumentar su producción. Los minerales funcionan como componentes estructurales de los huesos y dientes, electrolitos en fluidos corporales y en el metabolismo de nutrientes, conducción nerviosa, procesos reproductivos y respuesta inmunitaria, entre otras funciones (Johns *et al.*, 2003). Actualmente, se conocen 15 elementos minerales indispensables para los rumiantes, los cuales se dividen en dos categorías: Macrominerales: calcio, fósforo, cloro, sodio, magnesio, potasio, azufre y microminerales: selenio, hierro, cobre, manganeso, yodo, zinc, cobalto, molibdeno. Vanegas (2013) explica la importancia de la preparación de las sales de acuerdo a los requerimientos que necesitan los animales, los cuales cambian con la edad y con su estado productivo, así como con las condiciones ambientales, por tal razón es necesario tener

en cuenta los análisis bromatológicos, análisis del suelo y de agua, como un insumo para la preparación de la sal y las proporciones de los minerales contenidas en cada compuesto.

2.9 Pastoreo rotacional

El pastoreo rotacional consiste, en dividir la pradera a utilizar para pastorear en más de dos potreros con la misma área, mientras uno permanece ocupado, los demás se encuentran en reposo. En este método, es importante tener en cuenta que las rotaciones muy aceleradas con descansos muy cortos llevan a una menor producción de la pastura por debilitamiento de las plantas, mientras que las rotaciones demasiado largas con mucho descanso llevan a una pérdida de calidad de la pastura por madurez de la planta y mayor grado de senescencia del forraje , sin embargo, debemos tomar en cuenta que el descanso optimo varía según el tipo de pastura, la intensidad del pastoreo y la estación del año (Ortíz 2006) .

En relación con el pastoreo rotacional, la altura de pastoreo es determinante para el momento de entrada y salida de los animales de los potreros. Carnevalli (2003) trabajando con pasto mombaza (*Megathyrus maximus*) demostró que las mayores producciones de materia seca en pastoreo rotacional fueron obtenidas cuando el dosel forrajero intercepto el 95 % de la luz incidente. Es importante la intercepción luminosa debido a que está altamente relacionada con la altura del dosel forrajero, el cual se encontraba a 90 cm de altura y posteriormente se sacó a los animales del potrero cuando la altura del pasto fue a 30 cm, esto debido a que a 30cm es el rango límite para un rebrote adecuado y sin propiciar un sobrepastoreo.

El periodo de descanso depende de la velocidad del rebrote en lo pastos, la cual depende de la fertilización y condición ambiental. La altura de pastoreo es una herramienta clave que nos permite llevar mejor manejo del pastoreo, pues esta presenta relación con los atributos de producción de las plantas forrajeras.

2.10 Control de ectoparásitos y su impacto en la producción

Los ectoparásitos en la ganadería del trópico repercuten en los animales en limitar su potencial productivo y como consecuencia ocasionan pérdidas económicas importantes. Las pérdidas a nivel mundial por garrapatas están cerca de US\$1.6 billones al año (Barriga, 1997). Las garrapatas, causan daños directos como: pérdida de sangre asociada con altas cargas parasitarias, lo que causa estrés permanente y anemia, inflamación de la piel, respuestas tóxicas y alérgicas causadas por antígenos y coagulantes en la saliva de los ectoparásitos, estrés general y pérdida de bienestar, pérdida de energía asociada con el constante movimiento que se produce como respuesta a la infestación (Estrada y Venzal, 2007).

Zapata (2012) menciona que dentro de los dípteros, las moscas picadoras de la familia Tabanidae, y las especies *Stomoxys calcitrans* y *Haematobia irritans*, y algunos mosquitos como *Culex*, *Aedes*, *Mansonia*, *Psorophora*, *Haemagogus*, *Sabethes*, *Deinocerites*, *Anopheles* y *Culiseta melanura* son los insectos vectores más importantes en sistemas de producción pecuaria de América Latina; ocasionando en determinadas épocas del año altas infestaciones que generan dolor y estrés en los animales y además transmiten parásitos, virus y bacterias que ocasionan cuadros clínicos caracterizados por anemia, signos nerviosos, entre otros, que pueden desencadenar un cuadro clínico sistémico y la muerte del animal.

Polanco y Ríos (2016) explican que el control de ectoparásitos, al igual que el de otros parásitos, se ha basado en el uso regular e indiscriminado de moléculas sintéticas, que se aplican mediante baños de inmersión y aspersión. A finales del siglo XX se comenzaron a utilizar reguladores de crecimiento de ácaros derivados de la benzoil-fenilurea (fluazurón) y otros acaricidas químicos; como el amitraz y los fenilpirazoles.

Por otro lado, existen las prácticas tradicionales para el control de garrapatas a través de la quema controlada de las praderas. Esta práctica, es enfocada a estimular la germinación de semillas y restablecer la sucesión, reduce también la abundancia de garrapatas que se ven directamente afectadas por el fuego inicial, o indirectamente por el efecto que la quema tiene sobre la vegetación y los hospedadores (White y Gaff, 2018). Hernández *et al.*, (2000) menciona

que la rotación de áreas de pastoreo es una medida aplicable a especies monofásicas/monotrópicas, de tal modo que las garrapatas mueren de inanición ante la falta de hospedadores durante un tiempo prolongado.

2.11 Conducta ingestiva

Galli *et al.*, (1996) explica que la producción ganadera, mayormente, depende de la calidad y cantidad de forraje disponible, de la capacidad del animal para cosecharlo y utilizarlo, así como, el manejo de recursos que realice el productor. Con esto, el principal factor de productividad animal es la cantidad de alimento consumido. Ellos mencionan tres variables como la descripción del comportamiento ingestivo de un animal en pastoreo, los cuales son: el forraje consumido en un bocado durante el pastoreo, el tiempo diario de pastoreo y la tasa de consumo.

Por ello, para analizar el comportamiento ingestivo de los bovinos, las actividades que se debe tener en cuenta son: tiempo de pastoreo, rumia, tasa de bocados, número de estaciones, consumo de alimento, bebida de agua entre otras y también el tipo, cantidad y calidad del alimento (Bavera, 2002 y Martínez *et al.*, 2002).

Velásquez (2003) menciona que el comportamiento ingestivo de los bovinos es afectado por la fisiología de este mismo, debido a que poseen bocas amplias, y labios superiores rígidos que le permiten llevar una gran cantidad de pasto a la boca, esto hace que el método de aprehensión de pasto sea de pobre selectividad y provoca que consuman más material tosco a comparación con los caprinos y ovinos. También, animales con baja condición corporal tienden a gastar más tiempo pastoreando, comen menos y caminan más trayendo como consecuencia mayor pérdida de peso y más posibilidad de consumir plantas tóxicas. Martínez *et al.*, (2002) propone que la mejor aproximación a la estructura física de la ración la representa la medición del tiempo dedicado a comer, rumiar y masticar por kilogramo de materia seca ingerida. Ya que el tiempo destinado a la masticación diaria (comer y rumiar) está relacionado con la cantidad de fibra detergente neutro (FDN) en el alimento.

2.12 Modelos estadísticos

Rodríguez *et al.*, (2010) comentan los modelos frecuentemente utilizados para expresar curvas de crecimiento en ganado bovino, entre los modelos clásico que se han utilizado ampliamente para describir el crecimiento posnatal de animales se incluyen el de Gompertz (1825), el logístico de Verhulst (1838), el de Bertalanffy (1957) y el de Richards (1959), entre otros.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del sitio experimental

El estudio se realizó en las instalaciones del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) “Tantakin” propiedad de Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA), ubicado en el municipio de Tzucacab localizado en la región sur del estado de Yucatán, (19° 38’ y 20° 09’ LN y 88° 59’ y 89° 14’ LO); a 36 msnm, la zona presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5. Los vientos predominantes soplan en dirección este y sureste. En la localidad se concentra un rango anual de precipitación entre 1000-1200 mm. Zamora (2007), menciona que en el municipio de Tzucacab predomina el tipo de selva mediana subcadocifolia.

3.2 Condiciones climatológicas durante el experimento

Las temperaturas ambientales y precipitaciones registradas durante el experimento se obtuvieron de la estación meteorológica del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) “Tantakin”, Yucatán, México. Donde la temperatura máxima fue de 33.1 °C, mientras que la mínima fue de 18.1 °C. La precipitación acumulada fue de 626.1 mm (Figura 1).

3.3 Animales y manejo de potreros

El experimento inicio el 16 de junio y culmino el 15 de septiembre del 2021. Se utilizaron 12 becerras destetados Brangus x Brahman de 7 a 9 meses de edad. Cada becerro fue pesado, una vez pesados, se asignaron aleatoriamente a tres grupos experimentales, obteniendo un peso promedio similar al inicio entre cada tratamiento. Cada grupo experimental, fue alojado a un potrero, en donde la alimentación estuvo basada en un sistema en pastoreo extensivo rotacional en potreros de pasto Mombasa (*Megathyrsus maximus*), Mestizo blend (*Urochloa* híbridos

CIAT 36087, CIAT BR02/0465, CIAT BR02/1794), y se suplemento con alimento balanceado (Cuadro 1).

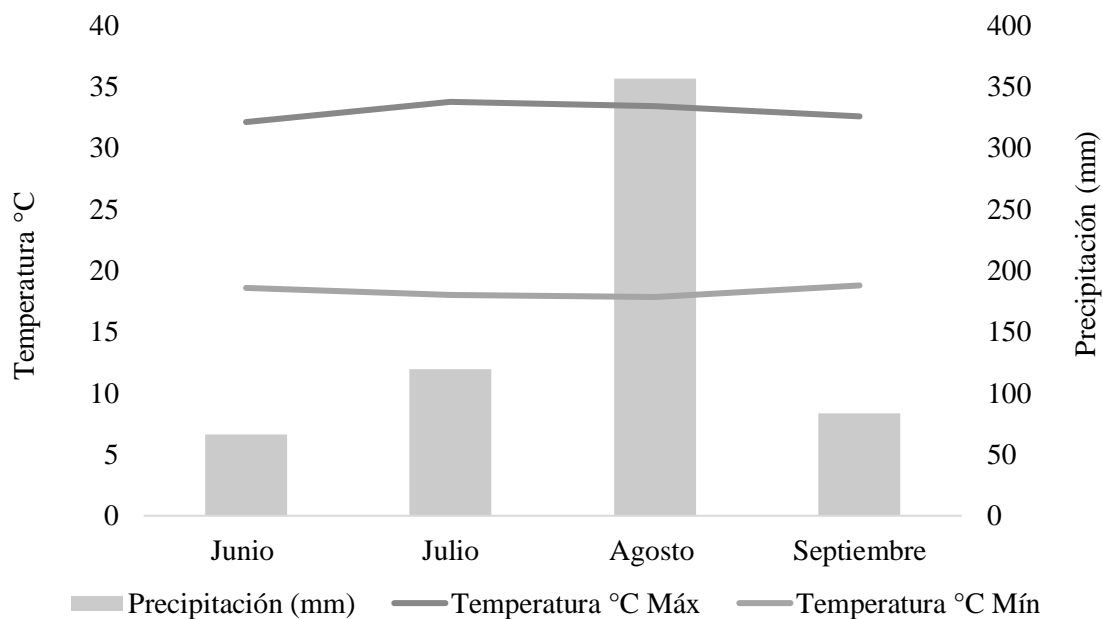


Figura 1. Temperatura ambiental y precipitación acumulada durante el periodo experimental.

Cuadro 1. Composición del suplemento ofrecido a becerros posdestete Brangus x Brahman durante el desarrollo experimental.

Ingredientes	% en base seca
Maíz molido	73.8
Pasta de canola	18
Melaza	4.9
Minerales	3.3
Composición química	
Materia Seca (MS), %	87.75
Proteína Total (PT), %	13.14
EM*, Mcal kg MS ⁻¹	2.76

Energía Metabolizable, calculado con base a las tablas del NRC (2021).

En el día 1 del estudio, le suministraron a cada grupo experimental una cantidad de 350 g de sal durante un período de 91 días, la cantidad asignada diariamente a cada grupo variaba de acuerdo a la supervisión visual, si los o algún grupo consumía en su totalidad la sal suministrada del día anterior les proporcionaban 50 g más de sal, si por el contrario se observaba presencia de esta en el saladero se les disminuía 100 g. Se presentaron excepciones donde no se les proporciono sal, debido a condiciones climatológicas y cuando se encontraban situados en el potrero 14 ya que los animales no consumían sal. Los minerales usados en este experimento fueron adquiridos a la empresa Biotecap (<http://www.biotecap.com.mx/>) y la composición química se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química del suplemento mineral ofrecido durante el desarrollo postdestete a becerros en condiciones de pastoreo¹.

Componente	Cantidad
Calcio, g	27.5
Fosforo, g	14
Magnesio, g	10
Sodio, g	10
Cloro, g	8.5
Azufre, g	3
Selenio, mg	5.5
Cromo, mg	3
Cobre, mg	260
Zinc, mg	850
Manganeso, mg	40
Cobalto, mg	2

Iodo, mg	4
Hierro, mg	30
Ionóforo, mg	100
Vitamina A, UI	150
Vitamina D, UI	150
Vitamina E, UI	20

¹Minerales Biotecap (Organic Mix Production). Peso neto 25 kg.

3.4 Grupos experimentales

Testigo (T0). Estuvo formado por 4 hembras con un peso promedio de 220.3 ± 15.92 kg de peso vivo inicial.

Tratamiento 1(T1). Estuvo formado por 4 hembras con un peso promedio de 223.8 ± 16.56 kg de peso vivo inicial y recibieron 0.5% de concentrado en base a su peso vivo.

Tratamiento2 (T2). Estuvo formado por 4 hembras con un peso promedio de 224.1 ± 9.44 kg de peso vivo inicial y recibieron 1.0% de concentrado en base a su peso vivo.

Para los animales del tratamiento 1 y 2 la oferta de concentrado se ajustó con base al peso vivo durante el desarrollo del experimento. Cada 8 días cada grupo experimental era rotado a un nuevo potrero, una vez asignado un potrero para cada tratamiento procedían a identificar las especies forrajeras establecidas, una vez identificadas se medían 5 alturas al azar del forraje por cada potrero y 5 alturas de las especies forrajeras por cada potrero que habían terminado de utilizar. Con el apoyo de una báscula de piso adaptada para pesar animales con precisión de $\pm .5$ kg, se realizaba cada 14 días el pesaje de los animales (a excepción del último pesaje), para saber su incremento en el periodo y con ello ajustar la cantidad de suplemento que se les suministraría hasta el próximo pesaje. La oferta del alimento concentrado era por la mañana a las 8:00 a.m., durante 91 días. Durante el periodo del estudio, se presentaron diversas

situaciones como la presencia de la mosca pinta (*Aeneolamia* spp.) en los pastos y en el ganado se presentaron garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) y mosca del cuerno (*Haematobia irritans*) en donde se procedía a desparasitar (Ectoline y Bovitraz), así como, hubo presencia de verrugas (genero *papilomavirus*) en donde se procedía a administrar medicamento vía intradérmica (Verrugan).

3.5 Variables evaluadas

$$\text{Ganacia diaria de peso (kg)} = \frac{Pvf - Pvi}{\text{Periodo}}$$

Comportamiento del peso vivo de becerros

3.6 Estimación de costos por tratamiento

Con ayuda de la hoja de cálculo de Microsoft Excel y los precios de los insumos en el mercado del estado de Yucatán, México, con precios del día 14 de junio del 2021 se estimaron los cálculos. Considerando el precio general del suplemento fue de \$6, 954.50 por tonelada, respectivamente, se hicieron los cálculos por becerros para cada tratamiento.

3.7 Modelo estadístico

El modelo del diseño completamente al azar es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t;$$

$$j = 1, 2, \dots, n_i$$

donde:

Y_{ij} = es la observación del tratamiento i en la repetición j

μ = es la media verdadera general

τ_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento

e_{ij} = es el error experimental de la ij -ésima observación

3.8 Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo en función de hembras y se probó el efecto de la suplementación de los becerros en las variables ganancia de peso (GDP) y peso vivo (PV) mediante un ANOVA. Las medias fueron comparadas mediante una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), usando el programa SAS- PC System ® Versión 9.4 para Windows.

3.9 Modelo logístico

El modelo logístico se deriva de la ecuación diferencial

$$\frac{dp}{dt} = kP \left[\frac{A - P}{A} \right]$$

Donde:

$\frac{dp}{dt}$ = aumento de peso por unidad de tiempo

P = peso en cualquier tiempo

k = tasa intrínseca de crecimiento

A = peso asintótico

La forma integrada de la ecuación diferencial, en la b corresponde a la constante de integración.

$$P = \frac{A}{1 + be^{-kt}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ganancia diaria de peso a los 42 días de muestreo fue mayor en el T2 ($p < 0.05$) en comparación con T0 y T1, así mismo, al día 70 el T2 fue similar al T1, pero diferente de T0 ($p < 0.05$) (Cuadro 3). Durante el experimento, en promedio la ganancia diaria de peso fue de 0.777 kg d⁻¹ para el tratamiento 2, mientras que para el tratamiento 1 y testigo fue de 0.450 y 0.397 kg d⁻¹, respectivamente. Al respecto, Graillet *et al.*, (2017) reportaron ganancias diarias de peso de 0.494 kg d⁻¹ en un período de 90 días en becerros en pastoreo en clima cálido húmedo, los cuales fueron superiores al T1 y T0, pero, menores que el T2.

Cuadro 3. Ganancia diaria de peso (kg d⁻¹ anim⁻¹) de becerras suplementadas en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.

Días	TESTIGO	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	Pr>F Trat
14	0.47 AB a	0.68 AB a	0.59 A a	0.86
28	0.35 AB a	0.48 AB a	0.70 A a	0.57
42	-0.25 BC b	0.06 B b	0.95 A a	0.01
56	0.83 A a	1.26 A a	1.08 A a	0.39
70	-0.50 C b	-0.09 B ab	0.21 A a	0.04
84	1.06 A a	0.68 AB a	0.72 A a	0.26
91	0.82 A a	0.08 B b	1.19 A a	0.002
\bar{x}	0.397	0.450	0.777	
Pr>F Trat	<.0001	0.0043	0.120	

^{ABCDEF}. Distintas literales indican diferencia ($p < 0.05$) entre las medias de las hileras.

^{ab} Distintas literales indican diferencia ($p < 0.05$) entre las medias de las columnas.

Por otro lado, Núñez *et al.*, (2005) reportaron en becerros en crecimiento bajo condiciones de clima cálido subhúmedo ganancias de peso de 0.678 kg d⁻¹ en el grupo testigo, mientras que los animales suplementados al 30% de P.C y al 42% de P.C obtuvieron ganancias de 0.795 y 0.863 kg d⁻¹. Así mismo, Capellini *et al.*, (2017) reportaron ganancias diarias de peso promedio de 0.367 kg d⁻¹ en becerros en crecimiento. Al respecto, Núñez *et al.*, (2005)

argumenta que el desarrollo de becerros alimentados exclusivamente con forraje no es eficiente, debido a que incrementa la estancia en los potreros, afectando el desarrollo y crecimiento de los animales, así como los costos de producción.

Cuadro 4. Comportamiento del peso vivo ($\text{kg d}^{-1} \text{anim}^{-1}$) de becerras suplementadas en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.

Días	Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Pr>F Trat
0	220.37 C a	223.87 C a	224.12 F a	0.87
14	225.75 BC a	234.37 B a	232.50 FE a	0.52
28	229.12 BC a	242.37 B a	242.37 E a	0.36
42	226.00 BC a	243.62 B a	255.75 D a	0.06
56	237.38 AB a	263.25 A a	271.00 C a	0.05
70	229.63 BC b	261.25 A ab	274.00 BC a	0.02
84	246.13 A b	268.50 A ab	284.13 AB a	0.02
91	250.12 A b	271.00 A ab	292.50 A a	0.01
Pr>F	<.0001	<.0001	<.0001	

ABCDEF. Distintas literales indican diferencia ($p < 0.05$) entre las medias de las hileras.

^{ab} Distintas literales indican diferencia ($p < 0.05$) entre las medias de las columnas.

El comportamiento del peso vivo, durante el período de 0 a 56 días, los tratamientos fueron similares ($p > 0.05$), sin embargo, a partir del muestreo efectuado al día 70, el tratamiento 2 fue superior y diferente ($p < 0.05$) al testigo, pero similar ($p > 0.05$) al tratamiento 1 (Cuadro 4). Durante el desarrollo experimental, hubo diferencia estadística entre los periodos de muestreo ($p < 0.05$), por ejemplo, el muestreo al día 91, supero en 13.6 % al día 0 para el grupo testigo (equivalente a 29.8 kg de peso vivo), mientras que para el tratamiento 1, el muestreo al día 91 supero en 21 % al día 0 (equivalente a 47.1 kg de peso vivo), del mismo modo, para el tratamiento 2, el muestreo al día 91 supero en 30.5 % al día 0 (equivalente a 68 kg de peso vivo). A partir del día 42, aunque no hubo diferencia estadística entre tratamientos (Cuadro 4), se observó una ligera tendencia del tratamiento 2 sobre el grupo testigo y el tratamiento 1 (Figura 2).

Al respecto, Reyes *et al.*, (2008) reportaron ganancias de 0.664 kg d⁻¹ en solo pastoreo, 0.767 kg d⁻¹ proporcionándole 0.306 kg de bloques multinutricionales (BMN) y 1.071 kg d⁻¹ proporcionándole 4.21 kg de MA alimento concentrado comercial el cual al terminar el experimento obtuvieron una mejora en el peso vivo de 270.0 kg, 273.8 kg y 289 kg, los cuales son similares a los resultados obtenidos en este experimento, los resultados obtenidos en algunos estudios difieren en el comportamiento de la ganancia de peso y peso vivo acumulado, dado que la época de seca o lluvia influyen directamente en el comportamiento animal.

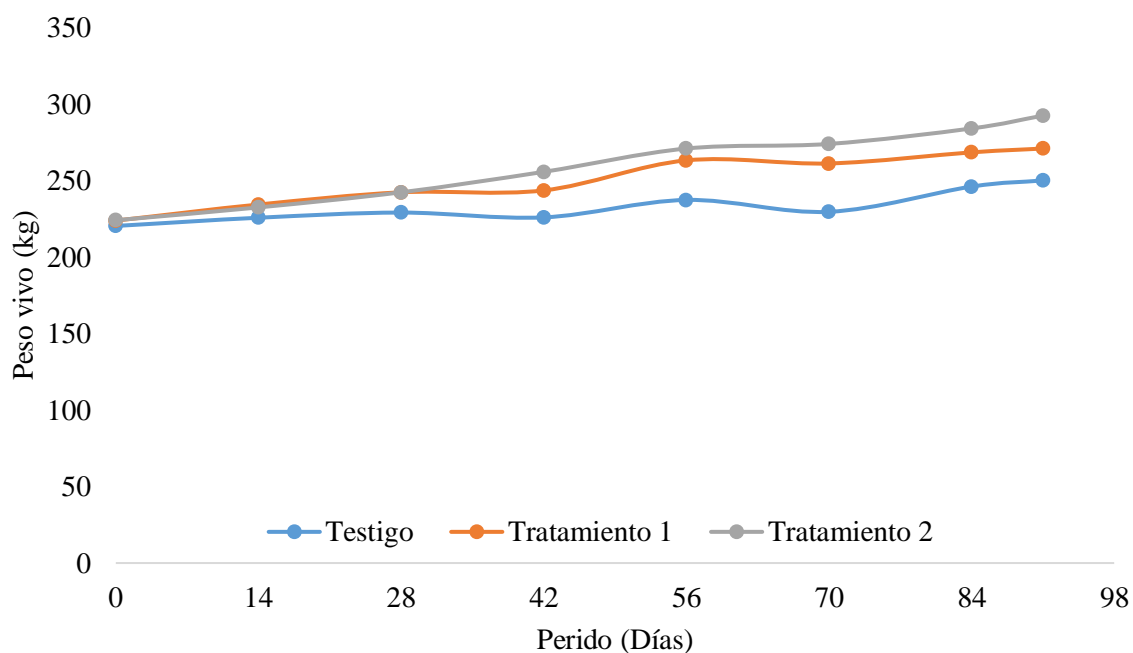


Figura 2. Comportamiento del peso vivo de becerras Brangus x Brahman suplementadas en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.

De acuerdo con Almanza *et al.*, (2015), Johnson (2016) y Ventura *et al.*, (2022) los modelos logísticos permiten explicar el comportamiento del peso vivo a través del tiempo, para el presente experimento la bondad de ajuste (R^2) para el grupo testigo, tratamiento 1 y 2 fue de 0.70, 0.93 y 0.84, respectivamente, (Figura 3, 4 y 5). Siendo el modelo logístico del tratamiento 1 el que presento el mejor ajuste ($R^2= 0.93$) (Figura 4).

Otros factores que no consideramos en el estudio, pero, se presentaron durante el desarrollo experimental, son la mosca del cuerno (*Haematobia irritans*), garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) y verrugas (genero *papilomavirus*) que pudieron afectar el desempeño de los becerros durante los días del mes de agosto. Como se ha mencionado, los parásitos internos y externos, pueden ocasionar mermas en la ganancia de peso y comportamiento del peso vivo (Choto, 2022). La mosca pinta (*Aeneolamia* spp) se presentó en el día 70 del estudio, aunque fue otro factor que no se consideró durante el experimento, probablemente esta plaga afecto la calidad del forraje dado que este insecto tiende a alimentarse de los glúcidos de los forrajes, modificando su composición química (Holmann y Peck, 2002). Por otro lado, se hizo un modelo de regresión logística para explicar el comportamiento del peso vivo a través del periodo de evaluación (Figura 3, 4 y 5).

Cuadro 5. Estimación de costos por tratamiento de becerras suplementados en condiciones de pastoreo en praderas tropicales en el sureste de Yucatán, México.

Tratamiento	Costo de alimento \$	Costo de sal \$	Costo por becerro \$	Costo total \$	Costo por kg de PV \$
T0	-	\$ 521.9	\$ 130.5	\$ 521.9	\$ 4.3
T1	\$ 3,119.4	\$ 360.8	\$ 870.0	\$ 3,480.2	\$ 18.4
T2	\$ 6,389.9	\$ 342.9	\$ 1,683.2	\$6,732.9	\$ 24.06

Los costos del suplemento pueden variar debido al costo de los insumos utilizados, dependiendo del mercado internacional y zona de distribución en México. Con ayuda de una hoja de cálculo en Excel, los costos de producción fueron calculados por animal y por tratamiento, donde los costos pueden fluctuar desde 521.9 a 6 732.92 pesos/M.N. (Cuadro 5). Del presente trabajo de investigación, se puede deducir que el grupo testigo fue el más económico debido a que su costo por kg de PV fue de \$4.3 y por becerro fue de \$130.50 pesos, dando un costo total de \$ 521.9 pesos/M.N. en 91 días por tratamiento. El tratamiento 1, su costo por kg de PV fue de \$18.4 y por becerro fue de \$ 870.0 pesos, dando un total por tratamiento de \$3 480.2 pesos/M.N. en 91 días. Para el tratamiento 2 su costo por kg de PV fue de \$24.6 y por

becerro fue de \$1 683.2 pesos/M.N., por ende, su costo total por tratamiento fue de \$ 6 732.9 pesos en 91 días. Los tratamientos planteados en este experimento demostraron incremento de peso, sin embargo, el tratamiento 2 siendo el más caro es la mejor opción debido a que mostro un mejor comportamiento durante el desarrollo experimental.

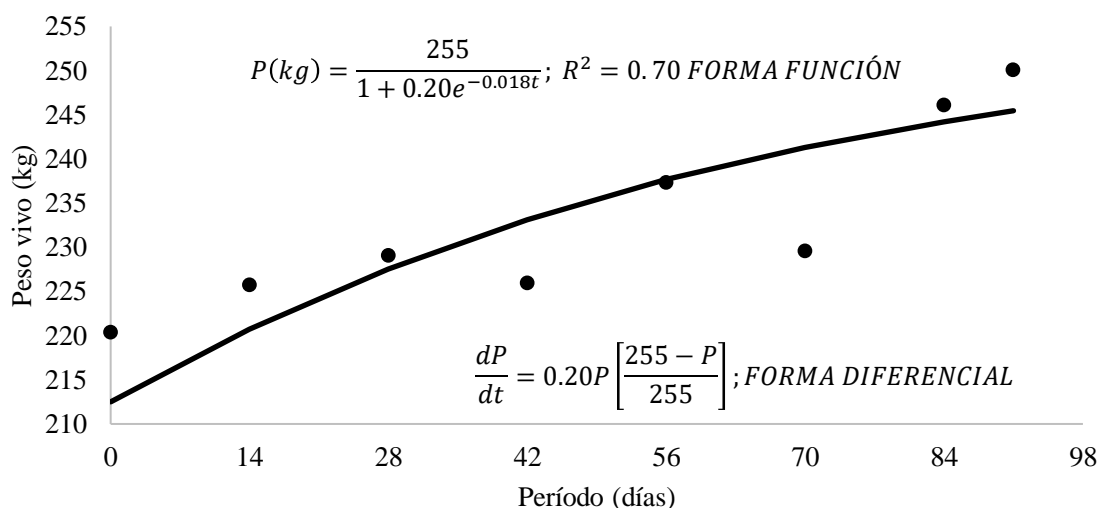


Figura 3. Modelo de regresión logística del comportamiento del peso vivo de beceras Brangus x Brahman en el grupo testigo en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.

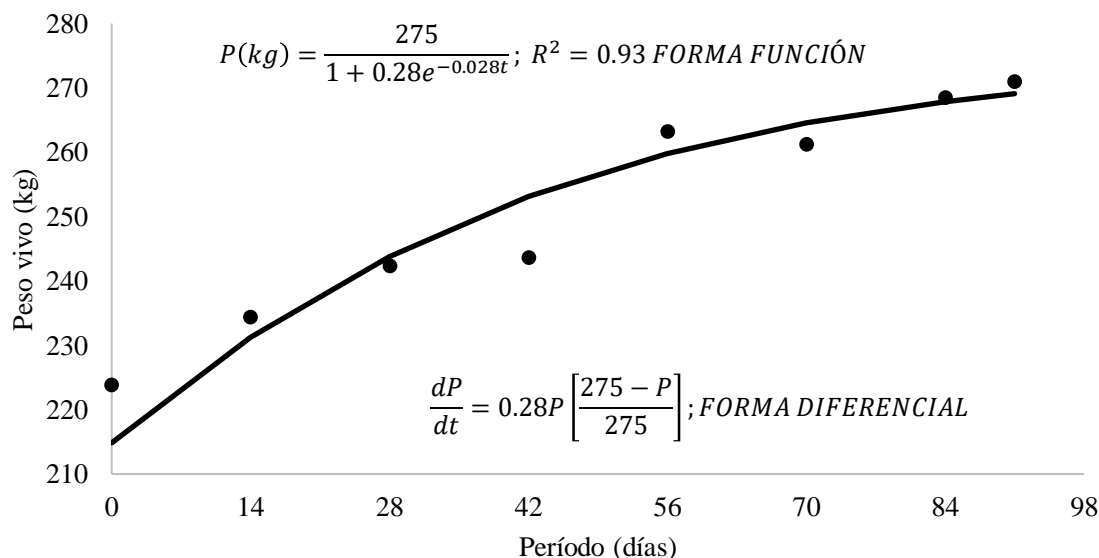


Figura 4. Modelo de regresión logística del comportamiento del peso vivo de beceras Brangus x Brahman en el tratamiento 1 en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.

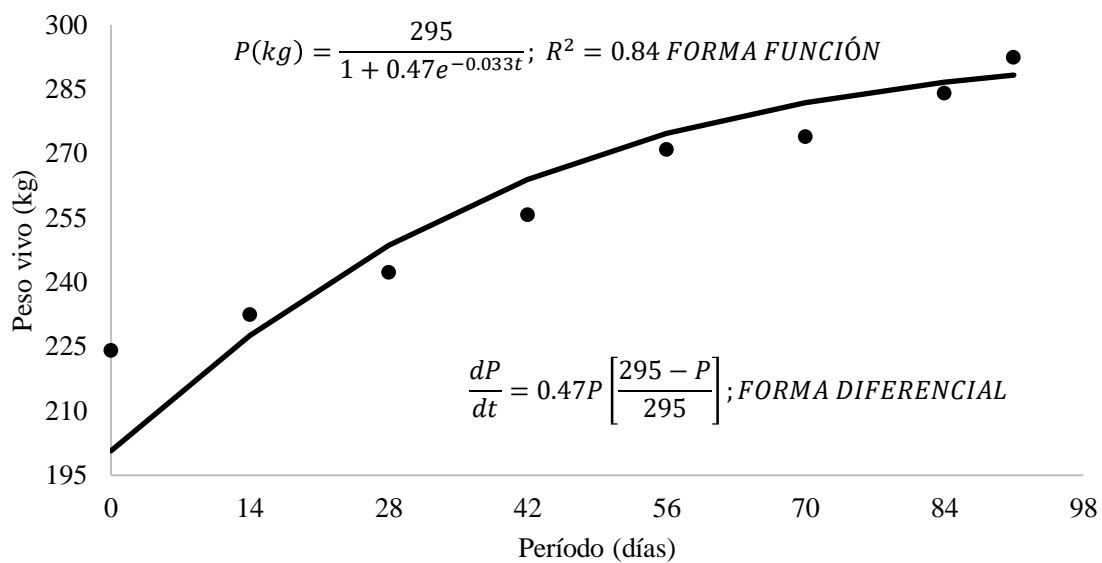


Figura 5. Modelo de regresión logística del comportamiento del peso vivo de becerras Brangus x Brahman en el tratamiento 2 en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.

V. CONCLUSIONES

Las hembras que recibieron una suplementación al 1% de su peso vivo mejoró las ganancias de peso vivo en un 130% con respecto a las que no recibieron ningún suplemento.

Las hembras que recibieron suplementación al 1% de su peso vivo superaron en 45% en el comportamiento del peso vivo a las hembras que recibieron 0.5% de suplementación, lo que permitió aprovechar de manera eficiente las praderas a un costo relativamente económico para el productor que no supera los 24.00 pesos por kilogramo de peso vivo, lo que beneficia acortar el periodo de la entrada a la pubertad en dichos animales.

VI. LITERATURA CITADA

- Almanza, J., Tovar, Y. y Velandia, J. (2015). Comportamiento de la biomasa y de las tasas de crecimiento de dos variedades de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en Pachavita, Boyacá. <https://www.redalyc.org/journal/5600/560062814006/560062814006.pdf>
- Alvarado Martínez, P. A. (2018). *Elaboración de raciones como suplemento alimenticio del ganado bovino, empleando residuos de cosecha de maíz, maní y arroz* (Bachelor's thesis, JIPIJAPA-UNESUM).
<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1383/1/UNESUMECUAING.AGROPE-2018-25.pdf>
- Arronis, V. 2006. Sistemas intensivos de producción bovina “Alimentación”. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria – Costa Rica (INTA – Costa Rica). 6 p.
- Barriga O. 1997. Veterinary parasitology for practitioner. 2a ed. Estados Unidos: Burgess International Group.
- Bautista, M.Y., Granados-Zurita, L., Joaquín-Cancino, S., Ruiz-Albarrán, M., Garay-Martínez, J. R., Infante-Rodríguez, F. y Granados Rivera, L. D. (2020). Factores que determinan la producción de becerros en el sistema vaca-cría del Estado de Tabasco, México. *Nova scientia*, 12(25). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052020000200118
- Bavera, G. A. (2002): Etología aplicada a la producción bovina. Curso de Producción Bovina de Carne, Cáp. IV FAV UNRC. Argentina P. 16.
- Bernal, J. 2003. Pastos y forrajes tropicales: producción y manejo. 4 ediciones. Bogotá. Edit. Ángel agro-Ganadería intensiva-Ideagro, p 101.
- Callejas, J, N, Aranda G, H., Rebollar Rebollar, S. y de la Fuente-Martínez, M. L. (2014). Situación económica de la producción de bovinos de carne en el estado de Chihuahua, México. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 133-139.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S165913212014000100013&script=sci_arttext

- Capellini, A. M., Villagómez, C.J.A. y Rodríguez, C. M. A. (2017). ANÁLISIS ECONÓMICO DE UNA ENGORDA DE BOVINOS DE MEDIA CEBA EN LA ZONA CENTRAL DE VERACRUZ, MÉXICO.
- Carnevalli RA.2003. Dinâmica de rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. Tese Doutorado em Agronomia (Ciência Animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, Brasil. 136pp. <https://pdfs.semanticscholar.org/6f1a/174f8599413d799efe9d473f5d89e7ab8997.pdf>
- Carrera, C.B., Schwentesius, R.R., Gómez, C. M.A. (2014). La ganadería bovina de carne en México: un recuento necesario después de la apertura comercial [Libro electrónico]. Primera edición. Ciudad Juárez, Chihuahua, México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Sociales y Administración. 97 pp
- Choto Yaguarshungo, J. P. (2022). Diseño, aplicación y evaluación de un plan sanitario en base al diagnóstico de laboratorio para el control de parásitos en bovinos del sector rural San Francisco. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17081/1/17T01718.pdf>
- COMECARNE. 2018. Compendio estadístico. <https://comecarne.org/wp-content/uploads/2019/04/Compendio-Estadi%CC%81stico-2018-VF.pdf>
- Cortes, H. M., Vignau, J. R. y Ruelas, A. F. C. (1990). Evaluación de dos suplementos minerales para bovinos en pastoreo en Yucatán. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 28(2), 111-115. <http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/download/3548/2968>
- Cruz, H. A., Hernández G. A., Enríquez Q. J. F., Gómez, V.A., Ortega, J. E. y Maldonado G. N.M. (2011). Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 2(4), 429-443. http://www.colpos.mx/wb_pdf/Veracruz/2011/20_11_8.pdf
- Detmann, E., Paulino, M. F. y VALADARES, F. S. D. C. (2008). ¿Evaluación nutricional de alimentos o dietas? Un enfoque conceptual. Simposio sobre la producción de ganado vacuno de carne, 6, 21-52.

- Detmann, E. Fibra na nutrição de novilhas leiteiras. (2010). In: Pereira, E.S.; Pimentel, P.G.; Queiroz, A.C.; Mizubuti, I.Y. (Ed.) Novilhas leiteiras. (pp. 253-302).
- Detmann, E., M.F. Paulino, S.C. Valadares Filho Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. Proceedings of 2nd International Symposium on Beef Cattle Production Viçosa, Brazil (2008) pp. 21–52
- Domínguez Gómez, T. G., Ramírez Lozano, R. G., Estrada Castellón, A. E., Scott Morales, L. M., González Rodríguez, H. y Alvarado, M. D. S. (2012). Importancia nutrimental en plantas forrajeras del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*, 15(59), 77-93. <http://eprints.uanl.mx/2721/1/11ArticuloMatorraloso.pdf>
- Estrada-Peña, A. y Venzal, JM (2007). Nichos climáticos de especies de garrapatas en la región mediterránea: modelado de datos de ocurrencia, restricciones de distribución e impacto del cambio climático. *Revista de entomología médica*, 44 (6), 1130-1138. <https://academic.oup.com/jme/article-pdf/44/6/1130/18247471/jmedent44-1130.pdf>
- FAO. 2015. Estadísticas de comercio de carne de bovino 1980-2014. Obtenido de Estadísticas de comercio: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/TM>
- Frioni, L. (1999). Procesos microbianos. Tomo II. Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto.
- Galli, J. R., Cangiano, C. A., & Fernández, H. H. (1996). Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 16(2), 119-142.
- Graf, J. F., Gogolewski, R., Leach, B. N., Sabatini, G. A., Molento, M. B., Bordin, E. L., y Arantes, G. J. (2004). Tick control: an industry point of view. *Parasitology*, 129(7): S427- S442. https://www.academia.edu/download/43966346/Tick_control_An_industry_point_of_view20160321-10506-fb1w9s.pdf
- Graillet, J. E. M., Arieta, R. R. J., Aguilar, G. M. C., Alvarado, G. L. C. y Orozco, N. R. (2017). Ganancia de peso diario en toretes de iniciación en pastoreo suplementados con bloques nutricionales. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(1). <https://www.redalyc.org/pdf/636/63649684010.pdf>
- Hernández, A. F., Teel, P., Corson, M., y Grant, W. (2000). Simulation of rotational grazing to evaluate integrated pest management strategies for *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) in Venezuela. *Veterinary Parasitology*, 92(2): 139-149.

- Hodgson, J. 1999. Manejo de pastos Teoría y práctica. México. Ed. DIANA: 67-75 p.
- Holmann, F. y Peck, D. 2002. Economic damage caused by spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in Colombia: a first approximation of impact on animal production in *Brachiaria decumbens* pastures. *Neotropical Entomology*, 31(2): 1-10.
<https://doi.org/10.1590/s1519-566x2002000200016>
- Johns, J., Hemken, R. y Scharko, P. (2003). *Trace Mineral Supplementation for Kentucky Beef Cows*. University of Kentucky, College of agriculture, Cooperative extension serve.
<http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/asc/asc155/ASC155.pdf>
- Johnson, I.R. (2016). DairyMod and the SGS Pasture Model: a mathematical description of the biophysical model structure. IMJ Consultants, Dorrigo, NSW, Australia.
- Juárez, F. I., Montero M., Serna C., Canudas E. G. 2005. Evaluación nutricional de gramíneas forrajeras tropicales para bovinos en el centro del Estado de Veracruz. *Avances en la Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal y Acuícola en el Trópico Mexicano*. Libro Científico No. 2. Veracruz, México: SAGARPA-INIFAP.
- Lazzarini, I. (2011). Desempenho nutricional de bovinos em pastejo durante os períodos de seca e águas suplementados com compostos nitrogenados e/ou amido. Tesis (Doctorado en Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/1764/1/texto%20completo.pdf>
- Lomas, L. W., Moyer, J. L. y Milliken, G. A. (2009). Effect of Energy Supplementation of Stocker Cattle Grazing Smooth Bromegrass Pastures on Grazing and Subsequent Finishing Performance and Carcass Traits. *The Professional Animal Scientist*, 25(1), 65–73.
- Núñez, A. C., Martínez, P. E., & Rentarúa, I. D. (2005). Efecto de tres suplementos proteicos sobre la ganancia de peso en becerros cebú/suizo que pastan en Zacate Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). *Revista Científica UDO Agrícola*, 5(1), 103-106.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2221637.pdf>
- Martínez, E. D; Pulido, R. G y Latrille L. (2002): Efecto de la paja de trigo tratada con álcali sobre el consumo de alimento y comportamiento ingestivo de vacas lecheras. Universidad Austral de Chile. p 1-14.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2002000200006&script=sci_arttext

- Meléndez, N. F., González MJA, Pérez PJ (2000) Manejo tecnológico del pasto Estrella Africana en el trópico. Instituto para el desarrollo de sistemas de producción del trópico húmedo de Tabasco. Villahermosa Tabasco, México 77 pp.
- Mertens, DR (1997). Creación de un sistema para cubrir los requerimientos de fibra de las vacas lecheras. *Revista de ciencia láctea*, 80 (7), 1463-1481.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030297760752>
- Miguel, E. M., Sotelo, M. D. P., Maza, O. R. E. y Cruz, T. J. A. (2019). Uso de suplementos para bovinos productores de carne en pastoreo en el trópico de México. *Rev. Latinoam. Educación y Estudios Interculturales*, 3(3), 91-99.
- Oliveira, H. B. (2012). Suplementação para animais em terminação a pasto. *Formula X*, 9.
- Ortíz, V. R. y Silva, C. S. (2006). Cálculo y manejo en pastoreo controlado: II) Pastoreo rotativo y en franjas. *Veterinaria (Montevideo)*, 41(161-162), 15-24.
<https://revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/download/360/229>
- Quiroz, J. F. E., Esquivel, V. A. E. y Méndez, D. M. (2021). Rehabilitación de praderas degradadas en el trópico de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12, 243-260.
<https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/download/5876/4593>
- Paulino, M. F., Detmann, E. y Valadares Filho, S. C. (2006). Suplementação animal em pasto: energética ou protéica. *Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem*, 359-392.
- Paulino, M. F., Detmann, E. y Zervoudakis, J. T. (2001). Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. *Simpósio de produção de gado de corte*, 187-231.
- Paulino, M.F.; Moraes, E.H.B.K.; Zervoudakis, J.T.; Alexandrino, E.; Figueiredo, D.M.D(2005). Fuentes de energía en suplementos múltiples de autorregulación del consumo en la crianza de novillos mestizos en potreros de *Brachiaria decumbens* en época de lluvias. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 957-962.
<https://www.scielo.br/j/rbz/a/6K7xwrYRLNrHXTt9fn6NgrC/?format=pdf&lang=pt>
- Pereyra, H. y M. A. Leiras. (1991). Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida disponible en internet: [www. Produccionbovin.com](http://www.Produccionbovin.com). /información. técnica / manejo del_alimento/03-comportamiento_ingestivo htm. P. 3-6
- Pirela, M. (2005). Valor nutritivo de los pastos tropicales. *Manual de Ganadería Doble Propósito*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Venezuela, 177-

182.http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manualganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf

- Portela, S.F.A.; Reboucas, D.J. (2010), Suplementação de bovinos em pastagens. Revista Jc. Maschietto.
- Polanco, E. D. N. y Ríos O, L. A. (2016). Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(1), 81-95.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012287062016000100008
- Raciel, L. M. 2003. Suplementación Para el Ganado Bovino en pastoreo con proteína. Boletín informativo. U.G.R.N.V. Núm. 100. Pág. 2-4
- Reyes, M. F., Nava, G. y González, R. (2008). Respuesta de toretes en pastoreo a la suplementación con follaje de cocoite (*Gliricidia sepium*), bloques multinutricionales y alimento comercial en el trópico húmedo de México. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 343-346.http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079872692008000300040
- Risso, D. F. y Vaz Martins, D. (1997). Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA Serie Técnica; 83.
- Rodríguez, Absi, J., Gutiérrez Ornelas, E. y Rodríguez Fuentes, H. *Dinámica de sistemas de pastoreo*. D.F. México: Trillas, 2010. P. 191- 196
- Rodríguez, R., Sosa, A., & Rodríguez, Y. (2007). La síntesis de proteína microbiana en el rumen y su importancia para los rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41(4), 303-311.
- Rubio, L. M.S; Braña V. D; Méndez, M. R.D; Delgado, S. E. (2013). Sistemas de producción y calidad de carne bovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- SADER. 2020. La producción de carne de res en México mantiene un crecimiento anual sostenible del 2.5 %: Agricultura. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/la-produccion-de-carne-de-res-en-mexico-mantiene-un-crecimiento-anual-sostenible-del-2-5-agricultura>

- Salamanca, A. (2010). Suplementación de minerales en la producción bovina Mineral supplementation for cattle production. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 11(9), 1- 10. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63615732008.pdf>
- Shoop, W. L., Hartline, E. J., Gould, B. R., Waddell, M. E., McDowell, R. G., Kinney, J. B., Lahm, G. P., Long, J. K., Xu, M., Wagerle, T., Jones, G. S., Dietrich, R. F., Cordova, D., Schroeder, M. E., Rhoades, D. F., Benner, E. A., y Confalone, P. N. (2014). Discovery and mode of action of afoxolaner, a new isoxazoline parasiticide for dogs. Veterinary Parasitology, 201(3-4): 179-189. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401714000934>
- SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2013. Mercados del exterior. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo> (Consultado 6 sep. 2013)
- Trujillo, A.I y Uriarte, G. (2003). Valor nutritivo de las pasturas. <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo Uriarte.VALOR NUTRITIVO PASTURAS.pdf>
- Vanegas, A., D. (2013). Evaluación del efecto de la sal proteinada en bovinos Productos químicos panamericanos SA (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista). http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1503/1/Evaluacion_efecto_sal_proteinada_bovinos.pdf
- Vaz, M. D. (1997). Suplementación estratégica para el engorde de ganado, editor técnico Daniel Vaz Martins. Serie técnica. 83. 39p.
- Vázquez JG. 2011. Expectativas de la ganadería tropical. Revista + Agro. 34-36p.
- Velásquez, J. C. (2003): Conducta de pastoreo en ganado bovino En: Rev. Asociación colombiana de criadores de ganado cebú. ed 333. Universidad Nacional de Colombia P. 1-16.
- Ventura RJ, Santiago OMA, Maldonado PMA, Álvarez VP, Maldonado PR, Barrera MI, Wilson GCY. Biomasa de *Urochloa humidicola* como materia prima para producir biocombustible. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 44 (4A): 797 - 804, 2021.
- Ventura, R. J., de los Ángeles Maldonado, P. M., Cruz, H. A., Joaquín C. S., & Rojas, G. A. R. (2022). Growth analysis of white clover (*Trifolium repens* L.) and indirect methods to estimate its forage yield. *Agrociencia*.

<https://www.agrocienciacolpos.org/index.php/agrociencia/article/download/2799/2134>

- Villegas, D. G., A. Bolaños M. y L. Olguín P. 2001. La ganadería en México. Colección Temas Selectos de Geografía de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D.F. 158p.
- Weber, T. y Selzer, P. M. (2016). Isoxazolines: A Novel Chemotype Highly Effective on Ectoparasites. *ChemMedChem*, 11(3): 270-276.
- White, A., y Gaff, H. (2018). Review: Application of Tick Control Technologies for -- Blacklegged, Lone Star, and American Dog Ticks. *Journal of Integrated Pest Management*, 9(1) 12: 1-10. <https://academic.oup.com/jipm/article/9/1/12/4967809>
- Wongwatanapaiboon J., K. Kangvansaichol, V. Burapatana, R. Inochanon, Winayanuwattikun... y W. Chulalaksananukul (2012) The potential of cellulosic ethanol production from grasses in Thailand. *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 2012: 1-10, [https:// doi.org/10.1155/2012/303748](https://doi.org/10.1155/2012/303748)
- Zamora, C. P. (2007). Caracterización de la vegetación y su manejo en el municipio de Tzucacab. Tesis de maestría en Ciencias en Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. 131 pp
- Zamora-Olivo, M. A., Aguirre-Medina, J. F., Cano-García, M. A., y Martínez-Tinajero, J. J. 2013. Productividad de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) y *Clitoria ternatea* L. con biofertilizantes. *AGROProductividad*. 6(6): 23-30.
- Zapata, S. R. (2012). Artrópodos como ectoparásitos y vectores de microorganismos relacionados con el proceso de infección-salud-enfermedad en animales de producción, animales de compañía y humanos.