

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



Efecto de la suplementación alimenticia en el desempeño de becerros en pastoreo

Por:

KARINA ABIGAIL QUIÑONES CORTES

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2025

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

Efecto de la suplementación alimenticia en el desempeño de becerros en pastoreo

POR:


KARINA ABIGAIL QUIÑONES CORTES

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Joel Ventura Ríos
Director



M.C. Mario Alberto Santiago Ortega
Codirector



M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos

Asesor



M.C. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal
Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre 2025

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen de Guadalupe, principalmente por darme el mejor de los regalos que fue la vida, darme una familia y amistades, porque siempre me dio la fuerza necesaria cuando más la necesitaba, por prestarme salud y sabiduría para culminar mi carrera profesional, por siempre cuidarme en cada una de las aventuras en las que me adentre.

A mi ALMA TERRA MATER por acogerme y permitirme formarme y crecer como una profesional, por darme excelentes amistades y permitirme conocer gente dedicada.

A mis amistades, Marlen Guadalupe Amaro Pérez, Sarahí Juárez Domínguez, Dolores Ruiz Salazar, gracias por su apoyo en todo momento.

Al Dr. Joel Ventura Ríos, por confiar en mí y darme la oportunidad de realizar el trabajo de investigación, por el apoyo, consejos, tiempo y paciencia brindados.

Al M.C Mario Alberto Santiago Ortega, por recibirnos en el CDT Tantakin, por apoyarnos, por los consejos, tiempo y paciencia que nos brindó.

La Ing. Arisbeth Nolasco mi compañera de proyecto en el CDT y **a la Lic. Laura Chuc** por todo el apoyo y consejos durante nuestra estancia en Tantakin.

Al M.C. Fidel Peña Ramos, por el asesoramiento, apoyo y confianza, por el apoyo en este proyecto y los conocimientos compartidos.

Al Ingeniero Ricardo Deyta Monjaras, por siempre apoyarme, por la paciencia y cariño brindado, siempre lo voy a llevar en mi corazón por ser un gran maestro.

Al Centro de Desarrollo Tecnológico FIRA, Tantakin, Tzucacab, Yucatán, México, y a todo su personal que en el labora.

DEDICATORIA

A mis queridos padres: Fermín Quiñones y Ángeles Cortes de Quiñones, por creer siempre en mí, respaldarme en todas y cada una de las decisiones que tomaba, por abrazarme y limpiar mis lágrimas, porque ambos siempre dieron más de lo posible para brindarnos educación.

A mi hermana Cecy Quiñones y su esposo Gregorio Rodríguez, por ser mi ejemplo para seguir, por el apoyo y motivación.

A mi hermana Dulce Quiñones por el apoyo, a mis sobrinos: Estefanía, José y Noa, por ser la alegría de mi corazón, les dedico este logro porque quiero que tengan muchos ejemplos para salir adelante.

A mis abuelos (†): Ricardo Quiñones Salas y Marcos Cortes Díaz de León, hombres humildes, de palabra y trabajadores; a mis abuelas (†): Tomasa Coronado García y Gregoria Camarillo Mata, mujeres inigualables, el claro ejemplo de amor, gracias por los consejos y gracias por siempre tenerme en sus oraciones, este logro va para ustedes hasta el cielo.

CURRICULUM VITAE

La autora nació el 23 de noviembre de 1999 en Saltillo Coahuila de Zaragoza, México.

2015 – 2017	Estudios de preparatoria, Universidad Autónoma de Coahuila. Escuela de Bachilleres Dr. Mariano Narváez González, Saltillo Coahuila de Zaragoza, México.
Junio - Septiembre, 2021	Prácticas profesionales. CDT Tantakin – FIRA, Tzucacab, Yucatán, México.
2020 - 2021	Asistente de Médicos TIF. Abastecedora de Carnes San Gabriel S.A. de C.V. Carretera a Zacatecas KM 8.3 Saltillo Coahuila.
2017 – 2021	Estudios de Licenciatura. División de Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
2022-2024	Auxiliar. Corrales de Engorda El Potrero SA de CV. Carretera Libre Saltillo-Torreón KM 46 S/N La Rosa, General Cepeda, Coahuila.
2024-2025	Inspector de Calidad. MEAT ZONE ALIMENTOS. Correo Marítimo, Postal Cerritos, Saltillo Coahuila.

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

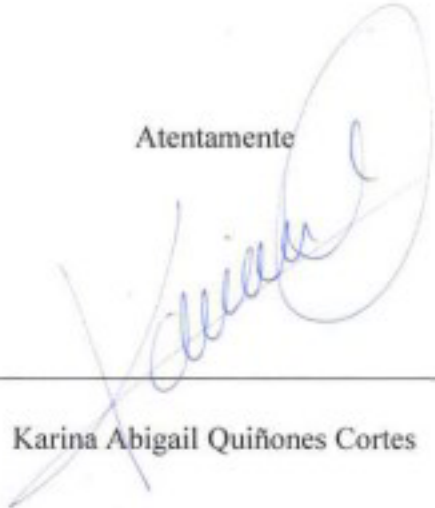
Saltillo Coahuila, Diciembre 2025.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado **“Efecto de la suplementación alimenticia en el desempeño de becerros en 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 consiente 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



Karina Abigail Quiñones Cortes

Efecto de la suplementación alimenticia en el desempeño de becerros en pastoreo

Karina Abigail Quiñones Cortes

RESUMEN

El objetivo del presente experimento fue evaluar el comportamiento de becerros postdestete en condiciones de pastoreo. Los animales fueron divididos en tres grupos ($n=12$); Testigo= 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 GDP promedio, alcanzando 0.830 kg d^{-1} en comparación con el grupo testigo con 0.386 kg d^{-1} y al T1 con 0.656 kg d^{-1} . El tratamiento 2 solo mostro diferencia estadística ($p<0.05$) sobre el grupo testigo al día 84, sin embargo, fue similar ($p>0.05$) al tratamiento 1. La suplementación de becerras postdestete al 1.0% de su PV mejora la GDP y el PVF. El modelo logístico del tratamiento 2 fue el que presento el mejor ajuste ($R^2= 0.90$). 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 behavior of post-weaning calves under grazing conditions. The animals were divided into three groups (n=12); Control = 4, T1 = 4, and T2 = 4. The study was conducted in Tzucacab, Yucatán, Mexico, from June to September 2021. The variables evaluated were: weight gain (GDP) and live weight (LW), which were analyzed using an analysis of variance and compared with the Tukey test ($\alpha=0.05$), using the SAS-PC System® Version 9.4 program for Windows. T2 had a better average GDP, reaching 0.830 kg d⁻¹ compared to the control group with 0.386 kg d⁻¹ and T1 with 0.656 kg d⁻¹. Treatment 2 only showed a statistical difference ($p<0.05$) over the control group at day 84, however, it was similar ($p>0.05$) to treatment 1. Supplementation of post-weaning calves at 1.0% of their BW improves ADG and PVF. The logistic model of treatment 2 was the one that presented the best fit ($R^2=0.90$). Concerning economics, treatment 2 presented a greater investment and greater profit.

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

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos particulares	2
1.2 HIPOTESIS.....	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 de los forrajes	5
2.6 Importancia de la proteína de los forrajes.....	6
2.7 Importancia de la suplementación a base de concentrados.....	7
2.8 Importancia de los minerales en la alimentación de becerros.....	7
2.9 Manejo de pastoreo rotacional.....	8
2.10 Control de ectoparásitos en el impacto de la producción.....	9
2.11 Conducta ingestiva.....	10
2.12 Modelos Estadísticos que explican el crecimiento animal.....	11
III. MATERIALES Y METODOS.	12
3.1 Descripción del sitio experimental.....	12

3.2	Condiciones del clima durante el experimento.....	12
3.3	Manejo de animales y potreros	12
3.4	Variables Evaluadas.....	16
3.5	Modelo Estadístico.....	16
3.6	Análisis estadístico.....	16
3.7	Modelo Logístico	17
3.8	Estimación de costos.....	17
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	18
V.	CONCLUSIONES	24
VI.	LITERATURA CITADA	25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición del concentrado ofrecido durante el desarrollo de los becerros en condiciones de pastoreo (Energía Metabolizable, calculado con base a las tablas del NRC 2021).....	14
Cuadro 2. Composición química del suplemento mineral ofrecido durante el desarrollo de becerros en condiciones de pastoreo. Minerales Biotecap (Organic Mix Production) Contenido neto: 25kg.	15
Cuadro 3. Ganancia diaria de peso ($\text{kg d}^{-1} \text{anim}^{-1}$) de becerros suplementados en condiciones de pastoreo en el trópico.	18
Cuadro 4. Comportamiento del peso vivo (kg anim^{-1}) de becerros suplementados en condiciones de pastoreo en el trópico.	19
Cuadro 5. Estimación de costos por tratamiento de becerros suplementados en condiciones de pastoreo en el trópico del sureste de Yucatán, México.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Temperaturas máxima y mínima con precipitación durante el periodo experimental en el Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin, 2021..... 13
- Figura 2.** Comportamiento del peso vivo de becerros Brahman x Brangus suplementados en condiciones de pastoreo en el trópico..... 20
- Figura 3.** Modelo de regresión logística del comportamiento del peso vivo de becerros Brahman x Brangus en el grupo testigo en condiciones de pastoreo en el trópico. 21
- Figura 4.** Modelo de regresión logística del comportamiento del peso vivo de becerros Brahman x Brangus en el tratamiento 1 en condiciones de pastoreo en el trópico. 22
- Figura 5.** Modelo de regresión logística del comportamiento del peso vivo de becerros Brahman x Brangus en el tratamiento 2 en condiciones de pastoreo en el trópico. 22

I. INTRODUCCIÓN

En México, la ganadería bovina se representa una de las principales actividades del sector agropecuario y su principal importancia es generar autoempleo en el sector rural, sin embargo, es asignada como la segunda actividad productiva después de la agricultura (Rodríguez-Mejía *et al.*, 2018). Por otro lado, en el trópico de México la ganadería se practica básicamente en pastoreo, diversos factores pueden limitar el consumo y utilización de estos recursos, por lo que mayormente las necesidades nutricionales para el ganado no siempre se cubren y para evitar la disminución del tipo de producción se debe utilizar la suplementación a base de concentrado y minerales (Magaña-Monforte *et al.*, 2006).

La suplementación con granos o cualquier concentrado nutricional permite aumentar la cantidad de proteína y energía que el animal requiere diariamente. Los concentrados a base de granos ofrecen al animal alta energía digestible, poca proteína, sin embargo, los granos son bajos en Fibra Detergente Neutra (FDN). Es evidente entonces que el alimento base debería aportar proteínas y fibra para complementar lo que el grano ofrece. La suplementación proteica, energética y mineral, satisface los requerimientos nutricionales de los animales, tanto en calidad como cantidad, logrando incrementar la ganancia diaria de peso y mayores rendimientos de carne por hectárea (Vendramini *et al.*, 2018).

La producción de ganado bovino para carne es desarrollada bajo diferentes contextos como: agroclimáticos, tecnológicos, de sistema de manejo y por finalidad de explotación; comprendiendo novillos para abasto, becerros para exportación y producción de pie de cría, por lo que los sistemas básicos de explotación de bovinos de carne en México son: el intensivo, engorda en corral, extensivo o pastoreo, en praderas y agostaderos (Sánchez-Gómez *et al.*, 2003).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la suplementación alimenticia en el crecimiento y desarrollo de becerros posdestete en pastoreo en praderas tropicales.

1.1.2 Objetivos particulares

Evaluar la ganancia diaria de peso en becerros 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.

Determinar la rentabilidad de la suplementación alimenticia en un sistema de pastoreo rotacional.

1.2 HIPOTESIS

Los animales que reciben mayor suplementación con alimento concentrado mostrarán un mejor desempeño en la ganancia diaria de peso vivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Situación de la producción de carne en México

La principal actividad del sector pecuario que representa a México es la ganadería bovina. Su importancia trasciende a la carne de bovino ya que es el eje ordenador de la demanda y de los precios de las demás carnes y productos cárnicos (Rubio *et al.*, 2013). En el 2012 la producción de carne en canal de bovino fue de 1, 820, 547 toneladas constituyente al 30.5% de la oferta de carne del país (SIAP, 2013).

En México se ubican cinco regiones arqueológicas que destacan por su extensión, las zonas áridas-semiáridas con 49.1%, zonas templadas con 23.2% y zona trópico seco-húmedo con un 27.7% (Martínez *et al.*, 2017).

Los principales estados productores de bovinos en México son: Jalisco, San Luis Potosí, Veracruz y Chiapas. México se encuentra en el octavo lugar con una producción de bovinos con un inventario de 33.8 millones de cabezas manteniéndose en una superficie del 73% del territorio nacional (SIAP, 2017).

2.2 Producción de becerros en el trópico de México

La zona tropical mexicana mantiene a México dentro de los primeros diez lugares de los países productores de leche representando un 25% y carne que representa el 40% de la producción mundial, la cual es destinada a autoconsumo o a la venta en los mercados locales; y las terneras después del destete se venden para los engordes locales o para exportación (Rojo-Rubio *et al.*, 2008).

La ganadería en el trópico es caracterizada por contar con sistemas de producción con menos intensificación tecnológica, asociada a diferentes condiciones de las regiones tropicales cuya principal fuente de alimentación es el pastoreo extensivo en el cual las principales actividades desarrolladas son la producción de leche y carne. El costo del terreno,

establecimiento de potreros y el ganado representan más del 80% del capital total que se invierte.

La ganadería que es desarrollada en la región sur se desarrolla en condiciones topográficas difíciles. Es caracterizada por razas *Bos indicus* (Brahman, Nelore, Guzerat, Gyr) cruzado con razas *Bos taurus* (Holstein y Pardo Suizo) para la producción de leche y para la producción de becerros las razas Charolais y Simmental (Nájera *et al.*, 2016).

2.3 Principales fuentes forrajeras utilizadas en el trópico de México

En las últimas décadas, se han introducido dentro de la superficie del territorio nacional de México (28-33% equivalente a 55 millones de hectáreas) diferentes tipos de géneros: *Urochloa*, *Megathysus*, *Cyodon* y leguminosas para la alimentación con los propósitos de incrementar las producciones de carne o leche, donde se permite la producción de animales bajo condiciones de pastoreo con gramíneas puras, gramíneas asociadas a leguminosas o solo leguminosas aprovechándose así como bancos de proteína (Rusdy *et al.*, 2019).

En el trópico de México bajo condiciones de temporal, el pastoreo que se ofrece en una producción, es realizado principalmente en gamas nativas en las que destacan los géneros *Axonopus* y *Paspalum* los cuales cuentan con bajo potencial de producción en comparación con las gramíneas introducidas, por ello, los centros de investigación recomiendan que el ganadero debe utilizar en su producción fuentes forrajeras locales durante las épocas de escasez (Enríquez *et al.*, 2011). Por otro lado, las leguminosas juegan un papel muy importante en el pastoreo o como bancos de proteína, para ello, las leguminosas más comunes y utilizadas por los ganaderos son: kudzú (*Pueraria phaseoloides*), Tehuana (*Clitoria ternatea* L.), Cacahuatillo (*Arachis pintoii*) y el Guaje o Huaxín (*Leucaena leucocephala*) (Enríquez *et al.*, 2011). Villa *et al.* (2009) menciona que la población rural del centro del estado de Veracruz tiene conocimiento tradicional sobre especies leñosas locales las cuales son utilizadas como suplemento en época de seca; Cocuite (*Gliricidia sepium*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Huizache (*Acacia farnesiana*) Ramón o mojo (*Brosimum alicastrum*), Higueras (*Ficus spp*) y Asmol (*Ziziphus mexicana* Rose).

2.4 Calidad nutricional de los forrajes tropicales

La ganadería de los trópicos latinoamericanos presenta algunos problemas relacionado con la cantidad de forraje disponible durante algunos periodos secos (Rivas y Holmann, 2002). Así mismo, durante este periodo los forrajes tropicales pierden valor nutricional y muestran una baja densidad de hojas verdes, lo que a su vez afecta la eficiencia en la cosecha por parte de los animales ocasionando un déficit de proteína y energía digestible.

Los pastos tropicales presentan un valor nutritivo generalmente bajo a los del clima templado. Múltiples factores pueden influir en el decrecimiento del valor nutritivo de los pastos, entre ellos, destaca la especie vegetal, el estado fisiológico, la época del año, el tipo y cantidad de fertilizante aplicado, el momento de pastoreo o corte y variabilidad en la cantidad y distribución de las precipitaciones, las temperaturas, la intercepción lumínica entre otros aspectos agronómicos inapropiados que repercuten en que los pastos no reflejen totalmente su potencial (Cherney y Hall, 2000).

2.5 Importancia de la energía de los forrajes

El valor energético que encontramos en los alimentos puede ser expresado de distintas maneras: energía bruta (EB), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), energía en heces (EH), energía neta (EN) y nutrientes digestibles totales (NDT) que son parecidos a la energía digestible (ED). Es por eso que el conocimiento del metabolismo de la energía en los bovinos es el aspecto fundamental en el desarrollo de la producción de carne y leche bovina (Mendoza *et al.*, 2008).

Los procesos digestivos y metabólicos a los que son sometidos los carbohidratos, proteínas y lípidos que se encuentran en los alimentos son los que liberan la energía y la disponen al animal. Se describe que entre el 70 y 85% de la Materia Seca (MS) que consume el animal mediante los forrajes la utiliza para generar la energía necesaria que es utilizada para mantener la temperatura corporal, el crecimiento, la producción y la reproducción; todos

estos procesos son contribuidos por las enzimas, minerales y vitaminas (Sánchez y Soto, 1999).

2.6 Importancia de la proteína de los forrajes

Los principales factores que afectan o limitan el comportamiento productivo de los animales en pastoreo están vinculados con el bajo contenido proteico de los forrajes, el bajo consumo de energía debido a los altos contenidos de fibra en los forrajes y deficiencias en minerales y vitaminas. El nutriente más importante de para los animales durante su desarrollo es la proteína. Un nivel de 7% en un forraje es considerable para la actividad del rumen de los animales (Domínguez *et al.*, 2012).

La proteína total de los forrajes la cual es llamada proteína bruta (PB) o proteína cruda se divide en cinco fracciones: fracción A, correspondiente al nitrógeno no proteico (NNP), la cual es de fermentación instantánea y es la principal fuente de nitrógeno soluble para los microorganismos ruminales cuando se tiene la suficiente energía para aprovechar el NNP en la síntesis de proteína microbiana ruminal; fracción B2, proteína verdadera soluble, que corresponde a albúminas y glutelinas de fermentación lenta en el rumen, fuente directa de aminoácidos para los microorganismos del rumen y de los animales; fracción B3, proteína de sobrepaso, prolamina que no se fermenta en el rumen pero es digerida en el intestino, y fracción C, N y proteína ligados a la lignina de la pared celular de los forrajes, la cual no está a disposición de los microorganismos, no es digestible para los rumiantes y corresponde en fracción a la PB indigestible completamente (Castejón *et al.*, 2017).

Los requerimientos de la proteína que necesitan los animales para la actividad del rumen se satisface de dos fuentes: de la que tiene origen microbiano que se encuentra disponible a nivel post-ruminal y la que de la dieta se escapa a la actividad ruminal y se digiere en el intestino delgado, es por eso que en el NRC de Estados Unidos utiliza el sistema de la proteína metabolizable para calcular las necesidades de los animales, es el procedimiento *in vivo* (Villalobos *et al.*, 2000).

2.7 Importancia de la suplementación a base de concentrados

La suplementación con concentrados debería ser una técnica utilizada estratégicamente para ofrecer una dieta balanceada manteniendo un bajo costo ya que incrementa el consumo y la productividad de los animales. Se ha demostrado que la suplementación ha disminuido los consumos de las praderas, en especial cuando su disponibilidad es alta y cuando la disponibilidad de pradera es baja, la sustitución es normalmente menor (Philips y Leaver, 1985).

El nivel de concentrado debe tener un buen balance alimentario, los factores que pueden afectar la respuesta de los animales durante la suplementación son la calidad y la relación con el pasto. Es decir, la suplementación con baja proteína de degradabilidad en el rumen, permite una absorción de aminoácidos en el intestino, siendo así positiva la suplementación en el consumo de forraje y el desempeño animal, mientras que la suplementación con carbohidratos de fácil fermentación pone a disposición la energía en el rumen para la síntesis de proteínas (Van, 2002). Por otro lado, Ruiz (2004), menciona que el conocer el comportamiento de la pradera y su entorno, nos permite tener un manejo adecuado de ella, acompañada de una suplementación con concentrados, lo cual nos favorecerá en una mejor ganancia de peso y desempeño de los animales.

2.8 Importancia de los minerales en la alimentación de becerros

La producción bovina que se lleva a cabo en un sistema de pastoreo depende ampliamente de los forrajes para satisfacer todas las necesidades nutrimentales de los animales, todo esto dependiendo de la cantidad de forraje. El consumo del forraje normalmente es limitado por el volumen del mismo y las prácticas de manejo tanto de animales como de los forrajes. Estas prácticas pueden ocasionar problemas con la calidad de los forrajes, así como los factores climáticos o de plagas. Aún con las mejores prácticas de manejo el consumo del forraje se restringe con la finalidad de lograr mayores rendimientos por unidad de superficie o disminuir los costos de producción. Los nutrimentos comprenden energía, proteína vitaminas y minerales. Los minerales incluyen a los macroelementos que

son: calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, cloro y azufre, y los microelementos que son: cobre, zinc, hierro, manganeso, selenio, yodo, cobalto, molibdeno y cromo (Huerta, 2016).

Arcesio (2010) argumenta que la importancia de los minerales en la producción animal radica en que son necesarios para la transformación de los alimentos en componentes del organismo o en los productos animales. Las funciones generales más importantes dentro del organismo son: la conformación de la estructura ósea y dental (Ca, P y Mg), el equilibrio ácido-básico y la regulación de la presión osmótica (Na, Cl, K), sistema enzimático y transporte de sustancias (Zn, Cu, Fe y Se), reproducción (P, Zn, Cu, Mn, Co, Se y I) y en el sistema inmune (Zn, Cu, Se y Cr); y las funciones con los microorganismos ruminales son: procesos energéticos y de reproducción celular (P), son activadores de enzimas microbianas (Mg, Fe, Zn, Cu y Mb), producción de vitamina B12 (Co), digestión de la celulosa, asimilación de nitrógeno no proteico (NNP) y síntesis de vitaminas del complejo B (S) y en procesos metabólicos (Na, Cl y K).

2.9 Manejo de pastoreo rotacional

Un manejo de pastoreo rotacional es un sistema en el cual se permite que los pastos se recuperen teniendo así un periodo de descanso adecuado. Es una práctica que se lleva a cabo cuando surge el problema de un sobrepastoreo de los potreros y procurará la máxima productividad del forraje. Este sistema consiste en dividir toda un área de pastura en más de dos potreros y el manejo que se le da, consiste en mientras un potrero es ocupado por los animales, los demás se encuentran en descanso, obligando así, al ganado a consumir el forraje disponible en el potrero de manera más uniforme.

El pastoreo rotacional nos permite: tener una mayor carga animal, aprovechando la mejor calidad nutricional de los forrajes; contribuye a una mejor ganancia de peso y mayor producción de leche; mejora la salud de los animales; mejor planeación de los forrajes a través del año; evita la erosión del suelo; permite un crecimiento homogéneo de las plantas en la pradera y facilita el control de malezas y fertilización.

2.10 Control de ectoparásitos en el impacto de la producción

Para la ganadería, los principales problemas sanitarios son las garrapatas y los parásitos internos, más del 81% de la producción ganadera padecen estas enfermedades y es preocupante ya que genera grandes pérdidas económicas al productor en su producción. La prevención y el control de las enfermedades parasitarias ha impulsado a la investigación y a los servicios de salud animal, es de gran importancia económica en especial en las zonas subtropicales y tropicales (Benavides *et al.*, 2016).

Los ectoparásitos ocasionan mermas importantes en la ganadería ya que reducen los índices productivos y afectan económicamente. En países con climas cálidos tropicales y subtropicales como México, América Central, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Paraguay, Bolivia y Brasil.

El más dañino de los ectoparásitos sin duda es la garrapata común del bovino *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, que ocasiona daños por succión de sangre e irritación, es un importante agente transmisor de enfermedades como babesiosis y anaplasmosis. Es posible que también se encuentren infestaciones por otro tipo de garrapatas como *Amblyoma* y *Haemaphysalis*, aunque la más frecuente es *R. microplus*. Un animal con más de 30 garrapatas adultas comienza a perjudicar productivamente al animal por lo cual es necesario implementar programas de control para minimizar pérdidas.

Por otro lado, la mosca paletera o mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) mosca que pica y succiona sangre, a consecuencia de la irritación que produce ocasiona merma de peso así como también afecta en la producción de leche. Existen dos tipos de esquemas de tratamientos para el control parasitario; el tratamiento táctico, el cual se basa en la utilización de parasiticidas en los momentos en los cuales se encuentra una mayor infestación que coincide con las medidas de manejo; y el tratamiento estratégico o preventivo, el cual tiene como objetivo minimizar pérdidas, impactar sobre el ciclo de los parásitos y reducir la carga de estos en las pasturas, se recomienda utilizar estrategias con los productos de acuerdo a la epidemiología de la enfermedad parasitaria (niveles de infestación, época de lluvia, etc) contemplado parámetros productivos y disponibilidad forrajera, carga y manejo animal, así

como también, es importante rotar o combinar para retrasar la aparición de resistencia, siempre observando el bienestar animal y los periodos de carencia (Almada, 2015).

2.11 Conducta ingestiva

El consumo de forraje durante el pastoreo puede ser muy variable, en factores como la pastura, el animal y el ambiente (Galli *et al.*, 1996). Galli *et al.* (1996) desde un punto de vista químico, argumenta que los factores que influyen en el consumo son: las fracciones que están relacionadas con la cantidad y composición de la fibra en la planta, las fracciones que son nutrientes esenciales para la población microbiana del rumen (proteína degradable del rumen, azufre, sodio, fósforo) y componentes tóxicos. La conducta ingestiva es una secuencia de actividades que realizan los animales como la ingesta, bebida y rumia para la obtención de nutrientes para mantenerse y para producir (Martínez *et al.*, 2002). Se caracteriza mediante las variables: velocidad de bocados (bocados min^{-1}), contando el número de bocados por animal cada 60 segundos y este se define cuando el forraje es removido de la planta; tiempo de pastoreo por estación (seg) alimenticia (TPE), la estación alimenticia es definida por la acción del animal cuando se detiene, baja la cabeza y empieza a comer la planta; tiempo de movimiento entre estaciones (seg) alimenticias (TME); tamaño de bocado (g bocado^{-1}), el cual es determinado con el producto del peso seco de la muestra colectada por animales (Ortega *et al.*, 2009).

Por otro lado, Suarez *et al.* (2014) comenta que los principales componentes del comportamiento digestivo en los bovinos son: tiempo de pastoreo, rumia, bebida, ocio, tasa y masa del bocado; siendo el primer componente en ser afectado cuando los bovinos sufren alteraciones en la oferta de alimento.

2.12 Modelos Estadísticos que explican el crecimiento animal

Independientemente del modelo a evaluar, estos suelen explicarse mediante curvas de crecimiento, Rodríguez et al. (2010) comenta que los modelos frecuentemente utilizados, son: Gompertz, el modelo logístico de Verhulst, el modelo de Bertalanffy y el modelo de Richards.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Descripción del sitio experimental

El siguiente estudio fue realizado en las instalaciones del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) “Tantakin”, el cual es propiedad de Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA). Este se encuentra ubicado en el municipio de Tzucacab, Yucatán (19° 38' y 20° 09' LN y 88° 59' y 89° 14' LO); a 36 msnm (INEGI, 2000) en la región sur del estado de México.

Esta zona presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor a cinco. Los vientos que predominan soplan en dirección de este y sureste y en la región la precipitación puede darse de 1000-1200 mm. La vegetación es de tipo selva mediana subperennifolia, cubre un 60% del territorio de la península, pero Yucatán ocupa solo una pequeña porción (Flores y Espejel, 1994).

3.2 Condiciones del clima durante el experimento

La temperatura ambiental y la precipitación que fueron registradas durante el experimento realizado se obtuvieron de la estación meteorológica del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) “Tantakin”, Yucatán, México. Se registró como temperatura máxima 32°C, mientras que como temperatura mínima se registró 18°C. Así como también se obtuvo el registro de una precipitación de 626.1 mm (Figura 1).

3.3 Manejo de animales y potreros

El trabajo fue desarrollado bajo condiciones de pastoreo rotacional con praderas con pasto Mombasa (*Megathyrsus maximus*) y Mestizo Blend (*U.* Híbridos CIAT 36087, CIAT BR02/0465, CIAT BR02/1794). El experimento tuvo inicio el 16 de junio y culminó el 15 de septiembre del 2021. Se utilizaron 12 becerros destetados de 7 a 9 meses de edad, de razas

como Brangus rojo x Cebú. Los animales tuvieron acceso libre a agua limpia y fresca durante el desarrollo experimental. En el Cuadro 1, se muestra la composición del concentrado utilizado durante el periodo del experimento. Se formaron 3 grupos experimentales.

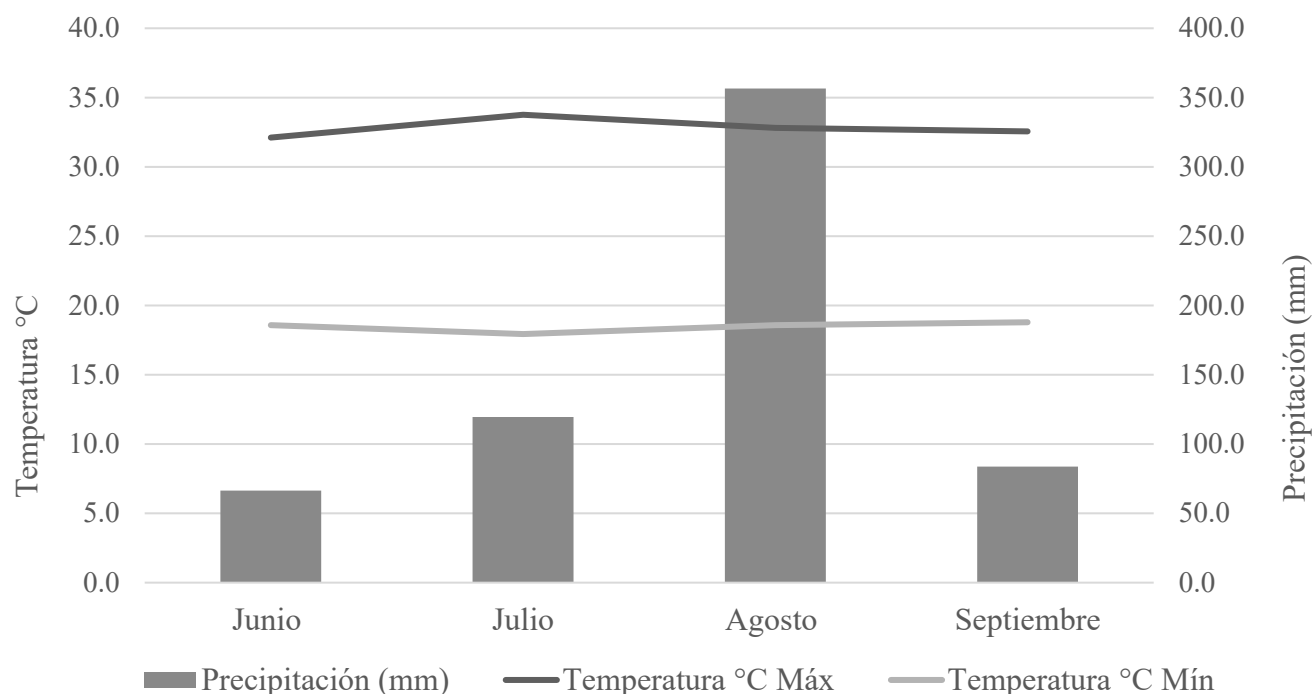


Figura 1. Temperaturas máxima y mínima con precipitación durante el periodo experimental en el Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin, 2021.

Testigo: El grupo estuvo formado por 4 machos con un peso promedio de 222.12 kg en peso inicial, el cual durante el experimento tuvo acceso al agua limpia y fresca, libre a pastoreo y sal mineral.

Tratamiento 1: El grupo estuvo formado por 4 machos con un peso promedio de 220.62 kg en peso inicial, el cual durante el experimento tuvo acceso al agua limpia y fresca, libre a pastoreo, sal mineral y suplementación al 0.5% la cual fue ajustada al peso vivo.

Tratamiento 2: El grupo estuvo formado por 4 machos con un peso promedio de 218.50 kg en peso inicial, el cual durante el experimento tuvo acceso libre a pastoreo, sal mineral y suplementación al 1.0% la cual se ajustaba a su peso vivo.

Cuadro 1. Composición del concentrado ofrecido durante el desarrollo de los becerros en condiciones de pastoreo (Energía Metabolizable, calculado con base a las tablas del NRC 2021)

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

Durante el experimento, se realizó un pastoreo rotacional con cambio de potreros cada 8 días y se realizaba un pesaje cada 14 días con una báscula de piso adaptada para pesar animales con una precisión de ± 5 kg, y poder ajustar la cantidad de suplementación proporcionada en base al peso vivo y monitorear la ganancia diaria de peso (GDP). Los días de pesaje, los grupos se cambiaban de potrero al cual se le tomaban 5 lecturas de altura del potrero al momento de entrada y salida de los animales para la evaluación de masa de forraje, así como 5 medidas de radiación interceptada. La suplementación con concentrado se distribuía por las mañanas en un horario de 8:00 a.m., durante 91 días, en los grupos de animales del Tratamiento 1 y Tratamiento 2.

Los minerales que fueron utilizados durante el proyecto de investigación se adquirieron de la empresa BIOTECAP®. En el inicio del proyecto se le suministro a cada grupo de becerros 350gr de sal mineral, la cantidad que se proporcionaba tenía una variabilidad, si el grupo de animales no consumía en su totalidad la sal proporcionada de le disminuía 100 g de sal al día siguiente y por lo contrario si el grupo de animales consumía en tu totalidad la cantidad proporcionada y los animales lamian el saladero al siguiente día se le sumaban 50 g más de sal, así consecutivamente durante la fase del proyecto de investigación. En el **Cuadro 2** se muestra la composición química de los minerales.

Cuadro 2. Composición química del suplemento mineral ofrecido durante el desarrollo de becerros en condiciones de pastoreo. Minerales Biotecap (Organic Mix Production) Contenido neto: 25kg.

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	100
Vitamina A, UI	150
Vitamina D, UI	150
Vitamina E, UI	20

Durante el experimento hubo diversas situaciones las cuales afectaron de cierto modo los resultados como la presencia de garrapata (*Rhipicephalus microplus*), presencia de mosca del cuerno (*Haematobia irritans*) y mosca pinta (*Aeneolamia spp.*) tanto en el ganado como en los pastos, alterando la calidad y cantidad de estos. Durante el experimento los animales

fueron desparasitados con ectoline y bovitraz alternando dichos productos, también, se administró verrugan para problemas de verruga.

3.4 Variables Evaluadas

$$\text{Ganancia Diaria de Peso (KG)} = \frac{Pvf - Pvi}{\text{Periodo}}$$

Comportamiento del peso vivo de becerros

3.5 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

3.6 Análisis estadístico

Se realizó un análisis en función de los machos con las variables de la ganancia diaria de peso (GDP) y peso vivo (PV) se probó el efecto de la suplementación de los becerros mediante el ANOVA. Las medias se compararon con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), en conjunto al programa SAS-PC System Versi' n 9.4 para Windows.

3.7 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.

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

3.8 Estimación de costos

Con una hoja de cálculo de Microsoft Excel y los precios de los insumos del mercado del estado de Yucatán, México, los precios del día 14 de junio del 2021 se estimaron los cálculos. El precio general del suplemento considerando los costos fue de \$6,954.50 por tonelada. Respectivamente por cada tratamiento se realizó el cálculo por becerro.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La ganancia diaria de peso fue mayor a los 56 días de muestreo en el tratamiento 2 ($p < 0.05$) en comparación con el grupo testigo y similar al tratamiento 1 ($p > 0.05$); sin embargo, al día 84 el tratamiento 1, mostro una GDP de $0.464 \text{ kg d}^{-1} \text{ anim}^{-1}$ ($p < 0.05$; Cuadro 3).

Cuadro 3. Ganancia diaria de peso ($\text{kg d}^{-1} \text{ anim}^{-1}$) de becerros suplementados en condiciones de pastoreo en el trópico.

Días	TESTIGO	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	Pr>F Trat
14 días	0.6250AB a	0.9196AB a	0.6875AB a	0.537
28 días	0.3571AB a	0.5893AB a	0.8482AB a	0.100
42 días	-0.3571B b	0.2143B ab	0.7500AB a	0.015
56 días	0.6875AB b	1.1518A ab	1.2321A a	0.025
70 días	-0.2946B a	0.4286AB a	0.3036B a	0.083
84 días	1.1518A a	0.4643AB b	1.1518A a	0.015
91 días	0.5337AB a	0.8296AB a	0.8393AB a	0.878
\bar{x}	0.386	0.656	0.830	
Pr>F Trat	0.012	0.010	0.033	

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

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

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 similares al tratamiento 1 en los muestreos de 70 y 84 días. 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% y al 42% de proteína cruda 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.

El comportamiento en el peso vivo, partiendo del peso vivo inicial hasta los 91 días de evaluación fue en aumento para cada tratamiento, acumulando un total de 32.2 kg de P.V. para el grupo testigo, quien mostro el menor desempeño durante la investigación, y de 62.8 y 75.5 kg de P.V., para los tratamientos 2 y 3 respectivamente (Cuadro 4). Durante la investigación, el comportamiento en el peso vivo, el tratamiento 2 solo mostro diferencia estadística ($p < 0.05$) sobre el grupo testigo al día 84, sin embargo, fue similar ($p > 0.05$) al tratamiento 1. Aunque el comportamiento en el peso vivo fue similar durante toda la prueba, se observa una ligera tendencia de superioridad del tratamiento 2 sobre el tratamiento 1 y grupo testigo (Figura 2).

Cuadro 4. Comportamiento del peso vivo (kg anim^{-1}) de becerros suplementados en condiciones de pastoreo en el trópico.

Días	TESTIGO	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	Pr>F Trat
PVI	222.125D a	220.625E a	218.5E a	0.8958
14 días	230.88CD a	233.50D a	228.13E a	0.8685
28 días	235.875BC a	241.750D a	240D a	0.8208
42 días	230.875CD a	244.75D a	250.50C a	0.2392
56 días	240.50B a	260.88 C a	267.75B a	0.0791
70 días	236.38BC a	266.88BC a	272B a	0.0509
84 días	250.63A b	273.38AB ab	288.13A a	0.0494
91 días	254.38A a	282.88A a	294A a	0.0812
Pr>F	<.0001	<.0001	<.0001	

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

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

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 alimento concentrado comercial anim/d. Al terminar el experimento, obtuvieron una mejora en el peso vivo de 273.8 kg y 289.0 kg de peso vivo final en los animales, siendo superior los animales que recibieron BMN. 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.

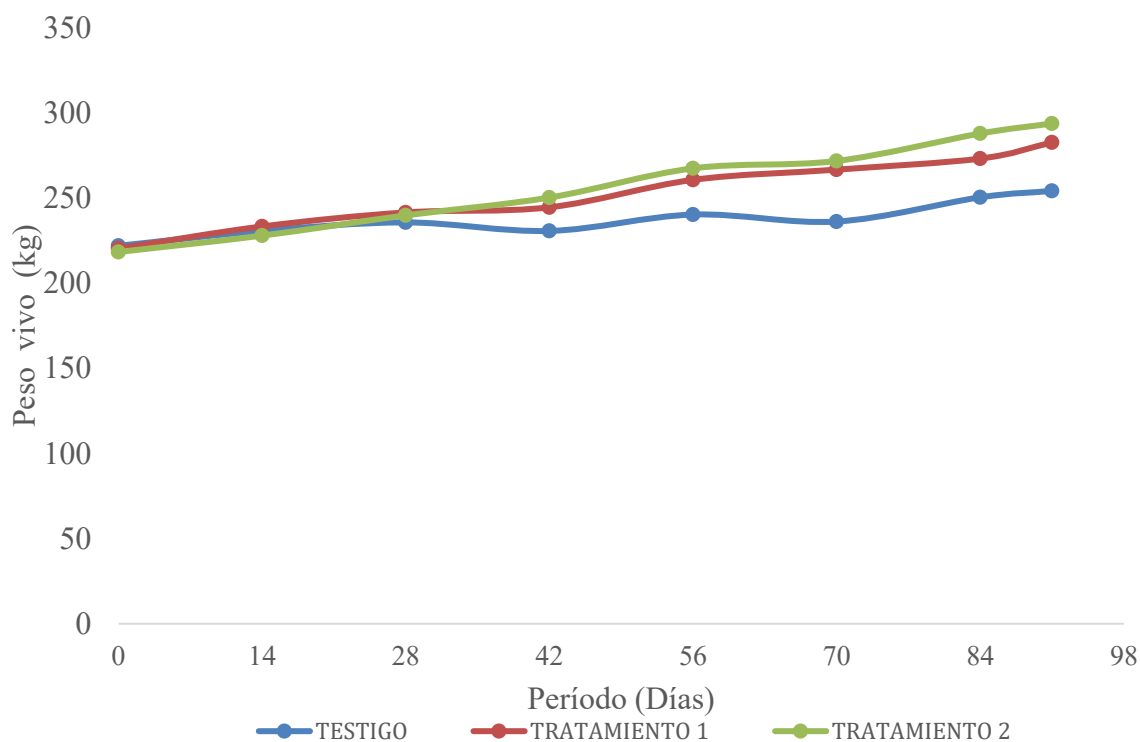


Figura 2. Comportamiento del peso vivo de becerros Brahman x Brangus suplementados en condiciones de pastoreo en el trópico.

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 0.74, 0.80 y 0.90, respectivamente, (Figura 3, 4 y 5). Siendo el modelo logístico del tratamiento 2 el que presentó el mejor ajuste ($R^2 = 0.90$) (Figura 4).

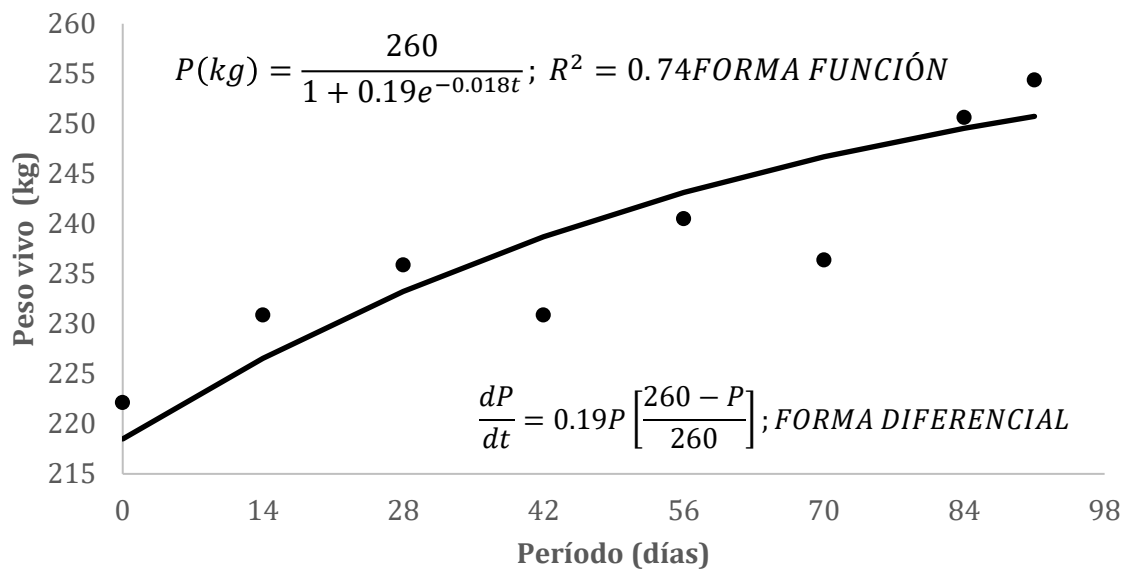


Figura 3. Modelo de regresión logística del comportamiento del peso vivo de becerros Brahman x Brangus en el grupo testigo en condiciones de pastoreo en el trópico.

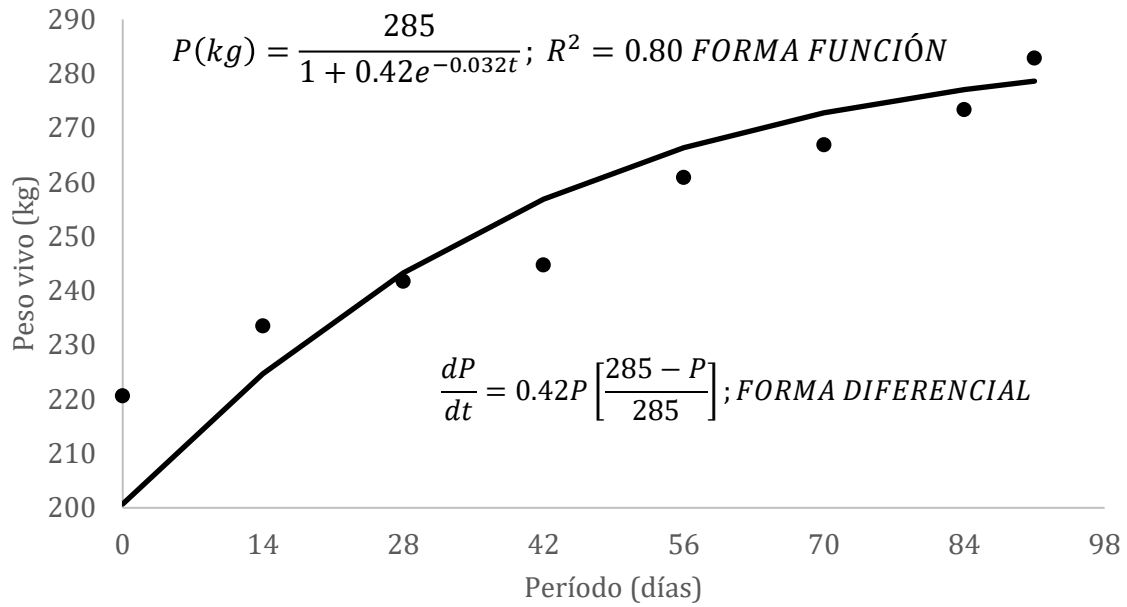


Figura 4. Modelo de regresión logística del comportamiento del peso vivo de becerros Brahman x Brangus en el tratamiento 1 en condiciones de pastoreo en el trópico.

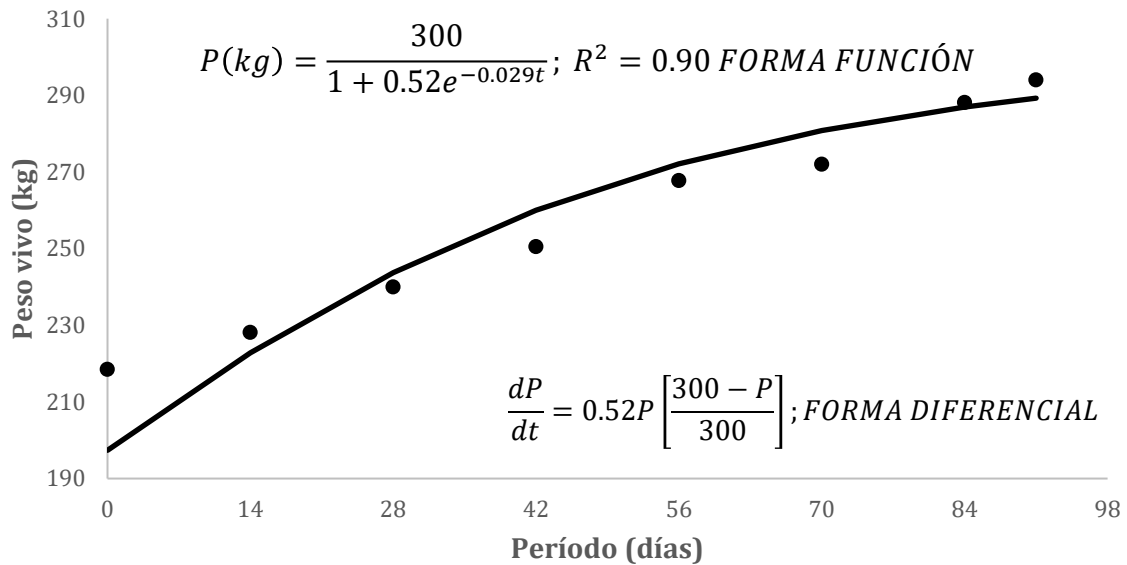


Figura 5. Modelo de regresión logística del comportamiento del peso vivo de becerros Brahman x Brangus en el tratamiento 2 en condiciones de pastoreo en el trópico.

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).

Cuadro 5. Estimación de costos por tratamiento de becerros suplementados en condiciones de pastoreo en el trópico del sureste de Yucatán, México.

Tratamiento	Alimento consumido (kg)	Sal consumida (kg)	Costo de Alimento (\$)	Costo de sal (\$)	Costo total (\$)
TESTIGO	0	20.47	-	521.99	521.99
1	448.84	14.15	3,119.44	360.83	3,480.26
2	919.4164	13.45	6,389.94	342.98	6,732.92

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 24 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.

V. CONCLUSIONES

Los becerros que recibieron una suplementación al 1% de su peso vivo mejoró las ganancias de peso vivo en un 115% con respecto al grupo testigo que solamente recibió sal mineral.

Los becerros que recibieron suplementación al 1% de su peso vivo superaron en 4 y 15% en el comportamiento del peso vivo a los becerros que recibieron 0.5% de suplementación y 0% para el grupo testigo en el día 91, 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 por animal, lo que beneficia acortar el periodo de la entrada a la pubertad en dichos animales.

VI. LITERATURA CITADA

- Almada, A. (2015) Parasitosis: Pérdidas productivas e impacto económico. Boletín Técnico. Merial Latam http://www.veterinariargentina.com/revista/wp284/wp-content/uploads/Bolet%C3%ADn-Merial_01_Ago-2015.pdf
- Arcesio, S. C. 2010. Suplementación de Minerales en la Producción Bovina. Tesis. Universidad de Colombia, Arauca, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. https://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/134-minerales_en_bovinos.pdf
- Benavides, O. E., Romero, P. J., Villamil, J. L. (2016) Guía para el manejo de garrapatas y adaptación al cambio climático. <http://repiica.iica.int/docs/B4212e/B4212e.pdf>
- Boddey, R.M., Macedo, R., Tarre, M. R., Ferreira, E., de Oliveira, O.C., Renzende P. de C., Cantarutti, B.R., Periera, M.J., Alves, R.J.V. y Urquiaga, S. 2004. Nutrient cycling of *Brachiaria* pastures: The key to understanding the process of pasture decline. Agric. Ecosyst. Environ. 103(2): 389-403. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.12.010>
- Castrejón P. F., Corona G. L., Rosiles M. R., Martínez P. P., Lorenzana. M. A., Arzate V. L., Olivos A. P., Guzmán S. S., García P. A., Avilés N. J., Mora V. B., Castillo G. E., Jarillo R. J., Durán M. E., Flores C. G., Paredes R. S., Santiago A. R., Martínez R. R., Hernández H. H., López G. I., Ramírez G. J., Valle C. J., Soto C. R., Carrillo P. S. (2017) Características Nutrimientales de Gramíneas, Leguminosas y Algunas Arbóreas Forrajeras del Trópico Mexicano: Fracciones de Proteína (A, B1, B2, B3 y C), Carbohidratos y Digestibilidad in vitro. Libro. https://papimes.fmvz.unam.mx/proyectos/manuales_nutricion/Proteinas.pdf
- Cherney, J. H y Hall, M. H. 2000. Forage quality in perspective. Agronomy Facts 30. Pennsylvania State University. 4p. <http://pubs.cas.Psu.Edu/freepubs./uc095.html>
- Domínguez G. T., Ramírez L. R., Estrada C. A., Scott M. L., González R. H., Alvarado. M. S. (2012) Importancia nutrimental en plantas forrajeras del matorral espinoso Tamaulipeco. Ciencia UANL / Año 15, No. 59 <http://eprints.uanl.mx/2721/1/11ArticuloMatorraloso.pdf>
- Faría M.J. 2006. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito. X Seminario de Pastos y Forrajes. Univ. Zulia, Maracaibo. Venezuela. pp. 1-9.

- Flores, S. y Espejel, I. 1994. Etnoflora yucatanense, fascículo 3, Tipos de la vegetación de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. 135 p.
- Garmendia J. 2005. Suplementación estratégica de vacas doble propósito alrededor del parto. IX Seminario de Pastos y Forrajes. Univ. Nac. Exp. Táchira, San Cristóbal, Venezuela. pp. 112-129.
- Huerta, B. M. 2016 Alimentación y Suplementación mineral. Tesis. Posgrado en producción animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo https://produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/262-Alimentacion_y_suplementacion.pdf
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2000. Consultas a la base de datos nacional de información demográfica por localidad. México. INEGI. www.inegi.gob.mx
- Libro técnico: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/15_13_27_CL_22.pdf
- Magaña-Monforte, J., G., Ríos, A., G., y Martínez, G., J., C. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 14 (3): 105-114. <http://www.bioline.org.br/pdf/la06019>.
- 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. Archivos de medicina veterinaria. 34(2): 199-212. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2002000200006>
- Martínez-González, J., Castillo-Rodríguez, S., Villalobos-Cortés, A., & Hernández-Meléndez, J. (2017). Sistemas de Producción con Rumiantes en México. *Ciencia Agropecuaria*, (26), 132-152. Recuperado a partir de <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/78>
- Mendoza M. G., Plata P. F., Espinosa C. R., & Lara B. A. (2008). Manejo nutricional para mejorar la eficiencia de utilización de la energía en bovinos. *Universidad y ciencia*, 24(1), 75-87. Recuperado en 18 de mayo de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792008000400009&lng=es&tlng=es

- Nájera G. A., Piedra M. R., Albarrán P. B., & García M. A. (2016). Cambios en la ganadería doble propósito en el trópico seco del Estado de México. *Agrociencia*, 50(6), 701-710.
Recuperado en 17 de mayo de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000600701&lng=es&tlng=es.
- Ortega R. L., Castillo H. J., Rivas P. F. Conducta ingestiva de bovinos Cebú adultos en Leucaena manejada a dos alturas diferentes Técnica Pecuaria en México, vol. 47, núm. 2, abril-junio, 2009, pp. 125-134 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Mérida, México
- Pech M. V., Santos F. J., Montes P. R. Función de producción de la ganadería de doble propósito de la zona de oriente del estado de Yucatán México. Técnica Pecuaria de México, Vol 40. Núm. 2 Mayo Función de producción de la ganadería de doble propósito de la zona oriente del estado de Yucatán, México Técnica Pecuaria en México, vol. 40, núm. 2, mayo-agosto, 2002, pp. 187-192 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Mérida, México <https://www.redalyc.org/pdf/613/61340208.pdf>
- Phillips, C.J.C., and J.D. Leaver. 1985. Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. Offering hay to dairy cows at high and low stocking rates. *Grass Forage Sci.* 40:183-192. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1985.tb01736.x>
- Rivas L. y F. Holmann. 2002. Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América Latina Tropical. Curso Internacional de Actualización en el Manejo de Ganado Bovino de Doble Propósito. UNAM. Veracruz, México. pp. 1-38.
- Rodríguez-Mejía, S., Flores-Sánchez, D., León-Merino, A., Pérez-Hernández, L., M., Aguilar-Ávila, J. 2018. Diagnóstico de sistema de producción bovinos para carne en Tejupilco estado de México. *Revista mexicana de Ciencias Agrícolas.* 9 (2): 465-471. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n2/2007-0934-remexca9-02-465-en.pdf>
- Rojo-Rubio, R., Vázquez-Armijo, JF, Pérez-Hernández, P. *et al.* La ganadería de doble propósito en México. *Trop Anim Health Prod* 41, 715–721 (2009). <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9249-8>

- Roman, PH 1981 'Potencial de producción de los bovinos en el trópico de México', Ciencia Veterinaria, vol. 3, pp. 393-491.
- Ruiz, R. 2004. Aplicación de los principios nutricionales al manejo de la producción bovina tropical sostenible. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, La Habana, Cuba. p. 14
- Rusdy, M., Yusuf, M. y Ismartoyo. 2019. Utilization of *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium* as supplements by goats fed *Panicum maximum* basal diet. Trop Anim Health Prod. 52(1): 1-5. <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1443>
- Sánchez-Gómez, J. I. 2003. Unidad 2. Zootecnia de bovinos productores de carne. Disponible en: https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_2_bovinoscarne.pdf, J. I. 2003. Unidad 2. Zootecnia de bovinos productores de carne. Disponible en: https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_2_bovinoscarne.pdf
- Sánchez, J. y Soto, H. 1999. Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos. III. Energía para la producción de leche. Nutrición Tropical. 5(1): 31-49.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2013. Estacionalidad de la producción ganadera.
- SIAP-SAGARPA. 2017. Atlas Agroalimentario 2017. <https://www.gob.mx/siap/prensa/atlas-agroalimentario-2017>.
- Suárez, E., S. Reza, I. Pastrana, V. Patiño, F. García, H. Cuadrado, M. Espinosa y E. Díaz. 2014. Comportamiento ingestivo diurno de bovinos de ceba en *Brachiaria* híbrido Mulato II, Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu; 15(1):15-23
- Van Soest, P.J. 2002. Nutritional al ecology of the Ruminant. Second Edition. Comstock Publishing Associates. Cornell University Press. Ithaca and London. pp 500.
- Vendramini, B.M.J. y Moriel, P. 2018 Foraje management and concéntrate supplementation effects on performance of beef calves. Anim. Prod. Sci. 58(8):1399-1403. <https://doi.org/10.1071/AN17797>
- Villa-Herrera, Adán; Nava-Tablada, Martha Elena; López-Ortiz, Silvia; Vargas-López, Samuel; OrtegaJimenez, Eusebio; López, Felipe-Gallardo UTILIZACIÓN DEL GUÁCIMO

(Guazuma ulmifolia Lam.) COMO FUENTE DE FORRAJE EN LA GANADERÍA
BOVINA EXTENSIVA DEL TRÓPICO MEXICANO Tropical and Subtropical
Agroecosystems, vol. 10, núm. 2, mayo-agosto, 2009, pp. 253-261 Universidad Autónoma
de Yucatán Mérida, Yucatán, México

Villalobos, Carlos; González, Eduardo; Ortega, José Alfonso Técnicas para estimar la degradación
de proteína y materia orgánica en el rumen y su importancia en rumiantes en pastoreo
Técnica Pecuaria en México, vol. 38, núm. 2, mayo-agosto, 2000, pp. 119-134 Instituto
Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Mérida, México