

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



Comportamiento productivo de becerros postdestete en pastoreo con dos niveles de suplementación

Por:

ADÁN ORTÍZ SUÁREZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2022

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

Comportamiento productivo de becerros postdestete en pastoreo con dos niveles de suplementación

POR:


ADÁN ORTÍZ SUÁREZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

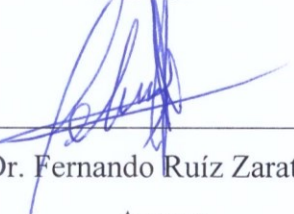
Aprobada por:



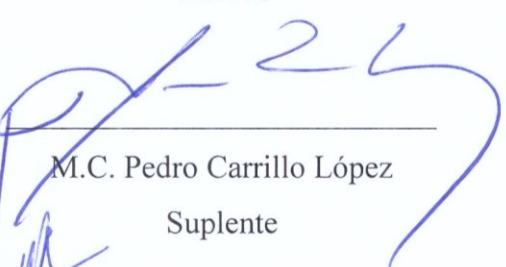
Dr. Joel Ventura Ríos
Director



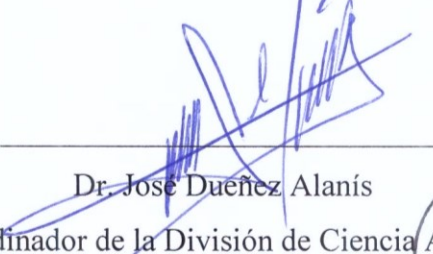
M.C. Mario A. Santiago Ortega
Asesor



Dr. Fernando Ruíz Zarate
Asesor



M.C. Pedro Carrillo López
Suplente



Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2022.



AGRADECIMIENTOS

A mi “ALMA TERRA MATER” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesionista y sobre todo por los momentos que pase durante mi estancia en esta institución.

A mi familia, Rosario, Yanira, Raúl, Arturo, quienes están en los buenos y malos momentos dándome palabras de aliento para demostrarme que la vida se tiene que vivir con alegría y amor.

A mi asesor de tesis, Dr. Joel Ventura Ríos por haberme brindado su apoyo, conocimiento y orientación para terminar esta etapa como universitario.

A M.C. Mario Alberto Santiago Ortega, por abrirme las puertas en el C.D.T. Tantakin, y darme la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis.

A mis consejeros, por sus aportaciones y enriquecer con sus comentarios y sugerencias en el presente documento.

A todos mis maestros, por haberme brindado su tiempo y sus conocimientos durante mi estancia en la universidad, por haberme permitido crear una amistad sincera, en especial al M.C Luis Pérez Romero, Dr. José Dueñez Alanís.

A la División de Ciencia Animal, por todos esos conocimientos obtenidos durante este trayecto de mi formación y sobre todo por hacer crecer mi amor por la zootecnia.

A mis amigos, Ricardo, Gustavo, Enrique, Alfonso, Javier, José de Jesús, Juan, Rene, Fernanda, y compañeros de generación por estar a lo largo de esta carrera por permitirme ser su amigo, alentarme y aconsejarme, por su compañía y grandes momentos vividos que se quedaron en mi corazón.

DEDICATORIA

A Dios, por cuidarme y protegerme a lo largo de mi vida por permitirme tener una familia unida llena de fe y amor, por permitirme culminar una etapa más, llena de bendiciones.

A mis padres, Adán Ortiz Hernández y Norma Suarez Salinas, quienes, con su ejemplo, dedicación y gran corazón me inculcaron valores, honestidad, justicia y amor, por creer en mí y brindarme su apoyo incondicional, confianza y cariño a lo largo de mi carrera.

A mis abuelos, Refugio, Mercedes, Alberto y Feliza (†) por aconsejarme en los caminos de la vida por siempre estar ahí para sacarme una sonrisa y apoyarme a lo largo de estos 4 años de carrera.

A mi hermana Tonanzi, quien siempre ha estado ahí conmigo dándome un consejo, una palabra, un abrazo y motivarme a seguir adelante.

A mi compañera de vida, Abigail Yazmín Escobar Romero que con su amor, comprensión y paciencia a estado conmigo en todo momento y por alentarme con sus palabras en los momentos tristes y alegrías por apoyarme en mis proyectos académicos con amor.

CURRICULUM VITAE

El autor nació el 10 de diciembre de 1997 en Victoria, Guanajuato, México.

- | | |
|--------------------|--|
| 2014 – 2017 | Estudios de preparatoria, Centro Patria Campus Victoria, Sistema de Educación Superior. En Victoria, Estado de Guanajuato, México. |
| Enero – Mayo, 2021 | Prácticas profesionales. CDT Tantakin – FIRA, Tzucacab, Yucatán, México. |
| 2017 – 2021 | Estudios de Licenciatura. División de Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. |

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, febrero de 2022.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado “Comportamiento productivo de becerros postdeste en pastoreo con diferentes niveles de suplementación” 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.

Adán Ortiz Suárez

Adán Ortiz Suárez

Nombre



Firma

Comportamiento productivo de becerros postdestete en pastoreo con diferentes niveles de suplementación

Adán Ortiz Suárez¹

RESUMEN

El objetivo del presente experimento fue evaluar el comportamiento de becerros postdestete en condiciones de pastoreo suplementados con dos niveles de concentrado en base a su peso vivo. El estudio se realizó en Yucatán, México, durante los meses de marzo a junio del 2021. El tratamiento 1 estuvo formado por 3 hembras y 3 machos, recibieron 1.5% de concentrado en base a su peso vivo. El Tratamiento 2 estuvo formado por 2 hembras y 5 machos, recibieron 1.0% de concentrado en base a su peso vivo. Se realizó un análisis descriptivo en función del sexo y se probó el efecto de la suplementación de los becerros en las variables ganancia de peso (GDP) y peso vivo (PV) mediante un análisis de varianza. Las medias fueron comparadas mediante una prueba de Tukey, usando el paquete estadístico SAS (2019). El tratamiento 2 tuvo mejor GDP, alcanzando 857 g d⁻¹, mostrando diferencia estadística (P<0.05) en comparación con el tratamiento 1 con 587 g d⁻¹. Se concluye que el 1% de concentrado ofrecido en base al peso vivo es suficiente para incrementar la ganancia de peso en becerros en condiciones de pastoreo con praderas tropicales durante la primavera.

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

ABSTRACT

The objective of the present experiment was to evaluate the performance of post-weaning calves under grazing conditions supplemented with two levels of concentrate based on their live weight. The study was conducted in Yucatan, Mexico, during the months of March to June 2021. Treatment 1 consisted of 3 females and 3 males, they received 1.5% concentrate based on their live weight. Treatment 2 consisted of 2 females and 5 males, they received 1.0% concentrate based on their live weight. A descriptive analysis based on sex was performed and the effect of calf supplementation on the variables weight gain (GDP) and live weight (LW) was tested through an analysis of variance. Means were compared using a Tukey test, using the SAS (2019) statistical program. Treatment 2 had better GDP, reaching 857 g d⁻¹, showing a statistical difference (P<0.05) compared to treatment 1 with 587 g d⁻¹. It is concluded that 1% of concentrate offered based on live weight is sufficient to increase weight gain in calves under grazing conditions with tropical grasslands during spring.

Keywords: Supplementation, weight gain, pastures, calves.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos particulares	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Situación actual de la ganadería en el trópico mexicano	4
2.2 Producción de forrajes en condiciones de trópico.	5
2.3 Estructura de la pradera	6
2.4 Tipos de praderas	7
2.5 Praderas puras	7
2.6 Praderas asociadas	7
2.7 Bancos de proteína.....	8
2.8 Comportamiento animal y conducta ingestiva.....	8
2.9 Valor nutricional de los forrajes tropicales (C ₄)	9
2.10 Importancia de los minerales en la producción animal.....	12
2.11 Contenido de minerales en los forrajes.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Localización del área de estudio	15
3.2 Animales y manejo de potreros	15
3.3 Condiciones climáticas durante el experimento	18
3.4 Variables evaluadas	18
3.5 Análisis estadístico	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
V. CONCLUSIÓN	23

VI. LITERATURA CITADA.....	24
-----------------------------------	-----------

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición del concentrado ofrecido durante el desarrollo postdestete a becerros en condiciones de pastoreo.....	16
Cuadro 2. Composición química del suplemento mineral ofrecido durante el desarrollo postdestete a becerros en condiciones de pastoreo.	17
Cuadro 3. Efecto de la suplementación en el peso vivo en función del sexo en becerros suplementados en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.	20
Cuadro 4. Ganancia diaria de peso ($\text{kg d}^{-1} \text{anim}^{-1}$) en función del sexo en becerros suplementados en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.	21
Cuadro 5. Comportamiento del peso vivo ($\text{kg d}^{-1} \text{anim}^{-1}$) de becerros suplementados en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.....	22
Cuadro 6. Ganancia diaria de peso en becerros en condiciones de pastoreo en praderas tropicales suplementados a dos niveles de concentrado.	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de la conducta ingestiva.	10
Figura 2. Relación funcional entre los principales componentes de la conducta ingestiva.	11
Figura 3. Temperatura media mensual máxima y mínima y precipitación acumulada durante el periodo de estudio.	18

I. INTRODUCCIÓN

La producción de carne y leche en el trópico de México es una de las actividades más importantes en la ganadería del país, ya que debido a la demanda de estos productos en el mercado nacional e internacional se ha intensificado y modificado los sistemas de producción en ganadería de doble propósito. Los nuevos métodos de alimentación en los rumiantes implementados en la última década han permitido incrementar la ganancia diaria de peso en animales predestete y posdestete alimentados en praderas puras o asociadas, permitiendo obtener mayores kilogramos de carne por hectárea y mejorando el aprovechamiento del forraje por unidad de área.

Por otro lado, la suplementación con concentrado y minerales nos permiten mejorar y aprovechar los nutrientes aportados por la pradera, coadyuvan en el aporte de macros y micro elementos aportadas por las materias primas que se usan en una ración integral, dado que los minerales no son sintetizados en el cuerpo del animal deben ser incluidos en la ración, ya que cumplen con funciones específicas como son funciones estructurales y reguladoras del organismo animal (Peruchena, 1998). Así mismo, las deficiencias y desequilibrios en la salud del animal ocasionada por los minerales, es recurrente en todo el mundo, la ausencia de minerales comúnmente en condiciones de pastoreo es: Ca, P, Na, Co, Cu, I, Se y Zn. En algunas regiones, bajo condiciones específicas, Mg, K, Fe y Mn puede ser deficientes, mientras que los excesos de F, Mo y Se pueden ser extremadamente tóxicas (McDowell y Arthington, 2005).

En México, la región tropical ocupa una superficie del 28% del territorio nacional (equivalente a 55 millones de hectáreas) (Calzada *et al.*, 2019), donde en la última década, se han introducido cultivares del género *Urochloa*, [antes *Brachiaria* (Cook y Schultze - Kraft, 2015)] y *Megathysus maximus* [Sin. *Panicum maximum*, (Simon y Jacobs, 2003)] para uso común en la alimentación animal, con el propósito de incrementar los índices de producción de carne. En esta zona existe también una amplia gama de agroecosistemas que permite producir animales bajo condiciones de pastoreo con praderas de gramíneas puras o asociadas con leguminosas o solamente leguminosas aprovechadas como bancos de proteína (Rusdy *et al.*, 2019).

La producción de carne en pastoreo es de gran importancia, debido a los bajos costos de producción que ello representa. Sin embargo, existe la desventaja de la baja disponibilidad y calidad nutricional de forraje en determinadas épocas del año, reflejándose en baja producción animal. La variabilidad en la disponibilidad de forraje a través del año, trae como consecuencia inestabilidad en la producción animal en pastoreo, haciéndola ineficiente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el desempeño productivo de becerros posdestete en condiciones de pastoreo con dos niveles de concentrado en base a su peso vivo.

1.1.2 Objetivos particulares

Comparar la ganancia diaria de peso de hembras y machos en becerros suplementados en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.

Evaluar la ganancia diaria de peso de becerros con dos niveles de suplementación en base a su peso vivo en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Situación actual de la ganadería en el trópico mexicano

México ocupa el octavo lugar a nivel mundial en la producción de bovinos con un inventario de 31 millones de cabezas, las regiones ganaderas de nuestro país están divididas en tres: zonas áridas y semiáridas que representan el 20.3% del hato nacional, mientras que la zona templada el 16.2% y zonas tropicales 63.5%. Los principales estados productores de bovinos de carne en México son: Veracruz, Tabasco, Chiapas, y Tamaulipas y San Luis Potosí, mientras que los productores de leche son, Jalisco, Coahuila, Veracruz, Durango, Guanajuato y Chihuahua estos estados son los que aportan mayor producción de leche en México (Castro *et al.*, 2001).

En la actualidad en nuestro país se estiman aproximadamente un 31.5% de bovinos, 14.0% de ovinos y 13.4% de caprinos del inventario nacional, siendo los bovinos el más importante por el flujo económico que genera en la economía nacional. En el trópico el sistema de producción bovino de doble propósito se ha desarrollado bajo los sistemas de pastoreo extensivo y es una de las actividades principales para la producción de leche y carne (Orantes *et al.*, 2010).

La ganadería de bovinos de doble propósito aporta al mercado un 25% de la leche y la producción de carne representa un 40% de la producción mundial. Lo cual el precio por kilogramo del becerro en pie se estima desde el 2016 hasta la fecha que ronda los 50 pesos, esto también varía dependiendo del lugar, cabe recalcar que años atrás rondaba los 15 pesos por kg (Pérez *et al.*, 2003). La gran ventaja que tienen los estados tropicales en México, están en función que la producción animal es a un menor costo, dado que la oferta de forrajes es abundante y estacional en ciertas épocas del año, por tanto, se puede explotar la producción de leche y producción de carne a un menor costo que los estados del norte del país.

El auge que han tenido los bovinos de doble propósito en las regiones tropicales, es visto por su resistencia a enfermedades, por la producción de carne y leche, por lo tanto, se está

trabajando con diferentes tipos de bovinos para mejorar o encontrar mejores índices de fertilidad, vacas con mejores desempeños en rusticidad y resistencia a enfermedades y termorregulación (Navas, 2010).

2.2 Producción de forrajes en condiciones de trópico

En México, la región tropical ocupa una superficie del 28 al 33% del territorio nacional (equivalente a 55 millones de hectáreas) donde en la última década, se han introducido cultivares de los géneros: *Urochloa*, *Megathysus maximus*, *Cenchrus purpureus Schumach*, *Cynodon nlemfuensis* y leguminosas para uso común en la alimentación animal, con el propósito de incrementar los índices de producción de carne y leche. En esta zona existe también una amplia gama de agroecosistemas que permite producir animales bajo condiciones de pastoreo con praderas de gramíneas puras o asociadas con leguminosas o solamente leguminosas aprovechadas como bancos de proteína (Rusdy *et al.*, 2019).

En la región costera de Yucatán, el crecimiento de las plantas está definido por tres épocas del año: 1) época de lluvias, de junio a octubre, cuando la precipitación y temperatura favorecen el crecimiento de las plantas; 2) época de nortes, de noviembre a febrero, disminuye el crecimiento de la mayoría de las especies forrajeras debido a la alta nubosidad y baja temperatura; 3) época seca, de marzo a mayo, la productividad de las plantas disminuye drásticamente debido a la escasez de lluvia (Hernández *et al.*, 2000; Ayala y Basulto, 1992). Por otro lado, en la región oriental costera de Yucatán hay 600 000 ha cubiertas por pastura, donde predominan los pastos del género *Megathysus maximus* que alimentan 500 000 bovinos aproximadamente (Ayala y Basulto, 1992).

La variabilidad en la disponibilidad de forraje a través del año, trae como consecuencia inestabilidad en la producción animal en pastoreo, sobre todo en animales en crecimiento y desarrollo haciendo dicho sistema ineficiente, ante tal situación es importante buscar otras alternativas de suplementación para satisfacer las necesidades del animal, tanto en cantidad como en calidad (Barros *et al.*, 2003).

McDowell y Arthington, (2005) propusieron alternativas para la deficiencia de minerales en los forrajes bajo condiciones específicas de pastoreo, todas estas alternativas requieren una evaluación dependiendo de las fuentes de alimentación, agua, suelo, forraje y suplementos. Estudios realizados en México por Vieyra *et al.* (2013) mencionaron la importancia de la evaluación mineral para conocer los desbalances minerales ya que los factores relacionados con la planta y el suelo pueden dañar la concentración y disponibilidad de minerales provocando un desequilibrio en los requerimientos de los animales.

2.3 Estructura de la pradera

Actualmente la ganadería tropical en México cuenta con una amplia diversidad de ecosistemas con elevado potencial para la producción de carne y leche. Las especies forrajeras tropicales que forman praderas puras a base de gramíneas o leguminosas o asociaciones gramíneas leguminosas (ej. *Leucaena leucocephala* y *Urochloas* o *Megathyrsus*) y bancos de proteína permiten incrementar la ganancia diaria de peso o incrementar la producción de leche.

Los componentes morfológicos en la planta son importantes, donde destaca la Relación- Hoja-Tallo (RHT), el cual es un factor determinante en la dieta de los rumiantes, permitiendo evaluar la tasa de conducta ingestiva y la calidad del forraje, ya que, de alguna manera, entre más porcentaje de hojas tenga el forraje es más deseable por el animal por su contenido elevado de proteína cruda (Annicchiarico *et al.*, 2010). La RHT es la proporción de hojas respecto de la proporción de tallos que una planta forrajera tiene en un determinado momento (Martín *et al.*, 2014).

La RHT se obtiene de dividir la biomasa de la hoja entre el tallo y está en función de la disposición de estos componentes dentro de la estructura de la biomasa aérea de la planta, el cual nos permite tomar decisiones de manejo para la estimación de la calidad forrajera en un momento dado, así, como lograr por comparación entre la R-H-T de diferentes especies forrajeras para un mismo estado fenológico y aprovecharla en el mejor momento (Leal *et al.*, 2009).

2.4 Tipos de praderas

El pastoreo es la forma más económica de producir carne en los sistemas tropicales de México, sin embargo, la producción animal es baja, con ganancias de peso de 0.485 kg animal⁻¹ día⁻¹ (Huerta, 1993). Por otro lado, uno de los objetivos básicos de todo sistema de producción de bovinos en pastoreo en praderas puras o asociadas, es cubrir las necesidades nutricionales de los animales a lo largo del año, manteniendo una oferta estable de materia seca, para obtener respuestas satisfactorias por parte de los animales.

2.5 Praderas puras

Según Claverán (1991) en la zona tropical de México se produce el 46 % del total de la carne de bovino del mercado nacional mientras que la producción de leche representa una tercera parte. En el trópico de México las praderas están conformadas básicamente de gramíneas del género *Urochloa* y *Megathyrsus*, normalmente se usan praderas puras, dado que no existe el concepto de manejar la asociación con leguminosas o usar bancos de proteína con *Leucaena leucocephala* o *Clitoria ternatea*, que proveen mayor contenido de proteína cruda y mayor digestibilidad.

2.6 Praderas asociadas

Las praderas asociadas consisten en aportar energía y proteína para satisfacer los requerimientos de los rumiantes, durante el tiempo que van a pastorear en cierto potrero (Duarte *et al.*, 2009). Al asociar gramíneas y leguminosas es conveniente considerar arreglos topológicos, dado que existe una competencia muy marcada por la competencia entre la luz solar y nutrientes en suelo, al respecto Gil *et al.* (1991) evaluó los sistemas de siembra de 1:1, 2:2 y 1:2 en cual fueron surcos de gramínea y leguminosa, en asociaciones de *Urochloa decumbens*, *U. dictyoneura* y *U. humidicola*, con leguminosas, *Centrosema macrocarpum*, *Arachis pintoii* y *Desmodium ovalifolium* donde reportaron 5.1 t de materia seca entre las asociaciones de *U. decumbens* y *A. pintoii*, seguido de la asociación entre *U. decumbens* y *C. macrocarpum* quien produjo 4.9 t de biomasa.

2.7 Bancos de proteína

Son unidades de producción con altas densidades de siembra donde se establecen herbáceas, árboles o arbustos forrajeros que contengan alto contenido de proteína cruda que permitan aumentar la producción animal, ofreciendo una biomasa con alta calidad nutricional y digestibilidad aceptable. El forraje puede ser cosechado y llevado a los animales en un sistema de corte y acarreo o puede ser aprovechado mediante pastoreo directo por los animales por 1 a 2.5 h por día. Un banco de proteína nos permite suplementar a los rumiantes en épocas de estiaje (Navas, 2010).

2.8 Comportamiento animal y conducta ingestiva

La definición de "comportamiento animal" es todo lo que hace un animal para promover acciones y reaccionar ante estímulos, por ende, el comportamiento de los animales domésticos depende de factores ambientales, así mismo, por la especie animal, dado que algunos son más selectivos que otros en su hábito de consumo (Dias-Silva y Abdalla-Filho, 2021). Según Guimarães (2007), los componentes del comportamiento ingestivo o conducta ingestiva en rumiantes son los tiempos de pastoreo, rumia, bebida, ocio, tasa y masa del bocado, siendo la masa del bocado el primer componente en ser afectado cuando los bovinos sufren alteraciones en la oferta de alimento, sobre todo por factores físicos y fisiológicos (Gordon y Prins, 2008).

Como se ha documentado, los rumiantes generalmente seleccionan los alimentos en función de su contenido de nutrientes, y se basa en la asociación entre los componentes sensoriales del alimento y sus capacidades adaptativas (estructuras anatómicas de los animales y las consecuencias postingestivas) (Dias-Silva y Abdalla-Filho, 2021).

Al respecto, Hodgson *et al.* (1990) definieron que el pastoreo se distribuye en dos períodos uno al amanecer y otro al atardecer, ocupando 6 a 11 h por día. En la Figura 1 se explica la capacidad de ingesta diaria de forraje la cual está en función del tiempo de pastoreo y de la tasa de consumo de forraje durante este período. Por lo tanto, el consumo diario es resultado del número de bocados por unidad de tiempo (tasa de bocado) y la cantidad de forraje consumido por bocado (masa de bocado) (Hodgson, 1990) mientras que la masa de bocado en

rumiantes en pastoreo involucra profundidad de bocado, área de bocado y volumen de bocado Figura 2 (Boval y Sauvant, 2019).

En cuanto al tiempo de rumia, se ha observado que los animales adultos dedican aproximadamente 8 h por día con variaciones entre 4 y 9 h, divididas en 15 a 20 períodos (Van Soest, 1992); sin embargo, el tiempo de rumia es influenciado por la naturaleza de la dieta y parece ser proporcional a la cantidad de paredes celulares presentes en el forraje y a otros factores, especialmente el tamaño de partícula de la dieta (Van Soest, 1996).

2.9 Valor nutricional de los forrajes tropicales (C₄)

Las plantas tropicales C₄ son de gran interés por la importancia de su eficiencia en el uso del agua comparadas con las plantas C₃ (Long, 1999). En general muestran muy buena adaptación a los climas cálidos debido a su mecanismo de concentración de CO₂ del ciclo C₄, que les permite realizar fotosíntesis en condiciones estomáticas de baja conductancia. Aunque solo el 3% de las especies de angiospermas son plantas C₄, contribuyen a aproximadamente el 25% de la producción mundial terrestre (Still *et al.*, 2003).

Los pastos tropicales (C₄) son de gran importancia en la producción de forrajes y en América Tropical, ocupan más de 80 millones de hectáreas (Boddey *et al.*, 2004). Los pastos del género *Urochloa* son pastos que presentan características productivas deseables como: mayor rendimiento de biomasa por unidad de superficie (Calzada *et al.*, 2019), excelente adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas (Baptistella *et al.*, 2020) y composición química adecuada (Avelino *et al.*, 2020), de tal modo que pueden ser una alternativa para la producción de forraje e incrementar los niveles de producción de carne y leche en zonas tropicales. Debido a su hábito de crecimiento y calidad nutricional los pastos del género *Urochloa*, son importantes en la producción animal. Al respecto, al evaluar 10 especies de pastos tropicales, Vendramini *et al.* (2010) reportaron que, pasto Mulato II (*Urochloa* spp.) puede alcanzar hasta 670 g kg⁻¹ de digestibilidad *in vitro*. En este sentido, se han reportado valores de 640 a 700 g kg⁻¹ para la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica y valores de 100 a 180 g kg⁻¹ para proteína cruda (Inyang *et al.*, 2010).

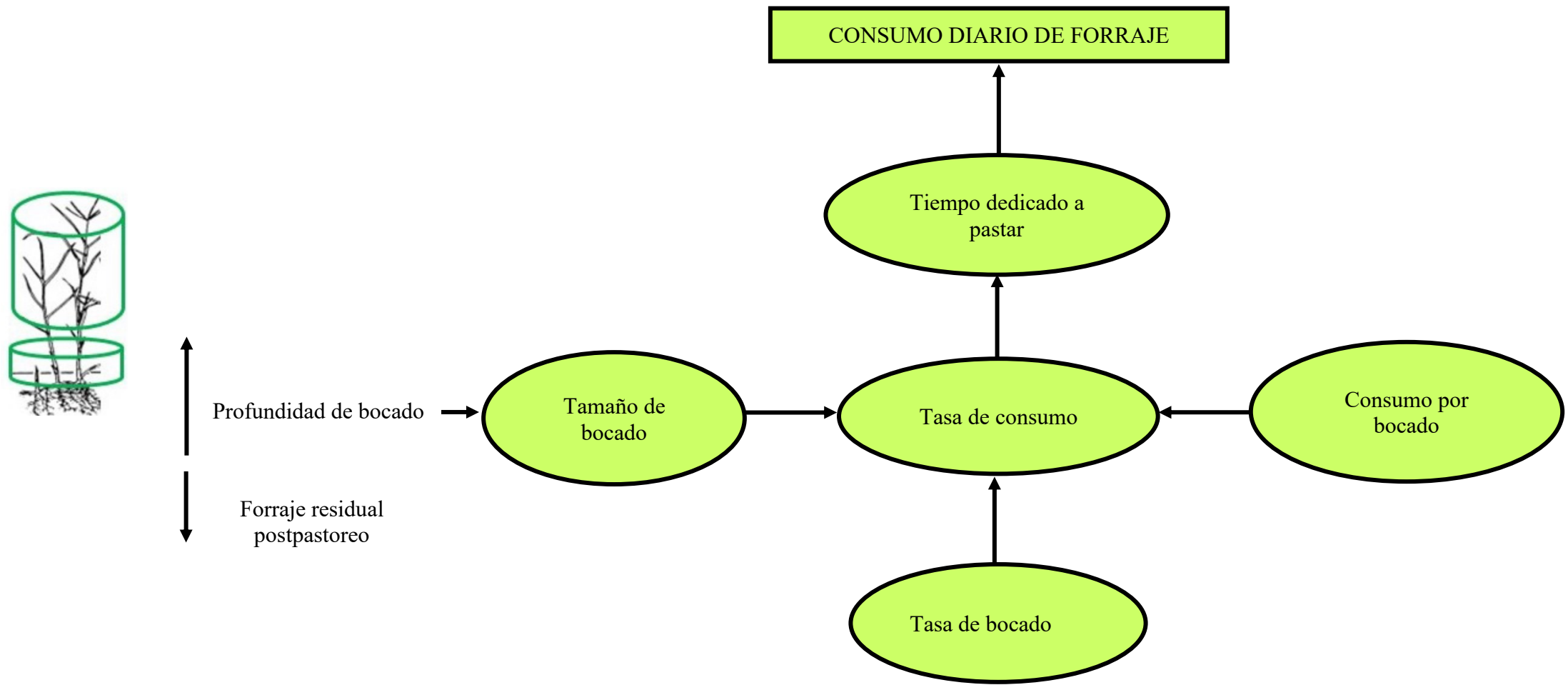


Figura 1. Componentes de la conducta ingestiva.

Fuente: Hodgson (1990).

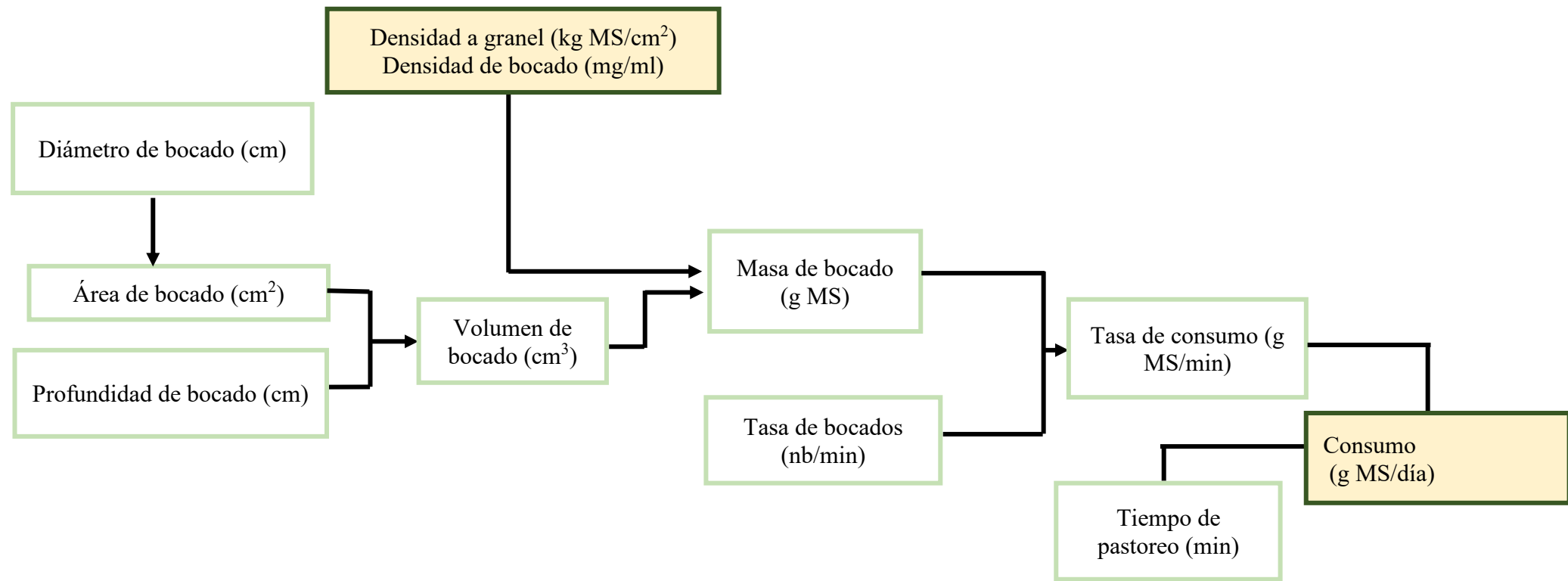


Figura 2. Relación funcional entre los principales componentes de la conducta ingestiva.

Fuente: Boval y Sauvant (2019)

Por otro lado, los pastos del género *Megathyrsus maximus* pueden alcanzar rendimiento de biomasa de 17.7 a 20.3 t ha⁻¹ mientras que su composición química puede ser favorable para la alimentación animal por su alto rendimiento de hoja (70%), proteína cruda (11.2%), energía metabolizable (9.4 MJ kg⁻¹ de M.S), FDN (76.4%), celulosa (30.4%), bajo contenido de lignina (3.6%) y su alta digestibilidad de nutrientes totales que superan el 40% (Aregheore, 2001).

En general, la constitución de los pastos está determinada por los componentes químicos de la pared y su contenido celular. En las gramíneas la celulosa y hemicelulosa representan el 70% del total de biomasa, mientras que el contenido de extracto etéreo (1.8%) y lignina puede variar del 2 al 30%, dependiendo del método de evaluación (van der Weijde *et al.*, 2013).

2.10 Importancia de los minerales en la producción animal

Como se ha documentado, los minerales traza (Co, Cu, Fe, I, Mn, Mo, Se y Zn, entre otros) son necesarios para el funcionamiento normal de todos los procesos bioquímicos básicos en el cuerpo del animal, además, forman parte de numerosas enzimas y coordinan un gran número de procesos biológicos, y en consecuencia son esenciales para mantener la salud y la productividad de los animales. Una nutrición óptima, con niveles adecuados de minerales traza, garantiza el correcto funcionamiento del organismo, entre las más importantes son estructurales, fisiológicos, catalíticos y regulador (Suttle y Underwood, 2010).

Los minerales traza deben proporcionarse al ganado en concentraciones y condiciones óptimas y de acuerdo con los requisitos del animal ya que cambian durante la etapa crecimiento y desarrollo y el ciclo de producción. Es bastante difícil justificar el término “requisitos” para minerales traza de la misma manera que lo es para energía, proteínas o aminoácidos. Requisitos para los minerales son difíciles de establecer y la mayoría de las estimaciones se basan en el nivel mínimo requerido para superar un síntoma de deficiencia y no necesariamente para promover la productividad (Close, 2006).

En los sistemas intensivos se provee a los animales en cantidades adecuadas de minerales trazas para satisfacer las necesidades de los animales, fundamentalmente para maximizar salud y productividad. Desde una perspectiva de nutrición general, es bueno incluir premezclas

minerales en el concentrado de los animales ya que tiene grandes beneficios, sobre todo porque la relación costo-beneficio se ve favorecida, y mantiene un estatus saludable en el hato ganadero (López-Alonso, 2012).

2.11 Contenido de minerales en los forrajes

En los sistemas de pastoreo, la principal fuente de minerales traza para el ganado es el suelo mismo, las concentraciones minerales disponibles en los diferentes tipos de suelo dependen de las concentraciones en la roca madre y composición química del suelo y como consecuencia, los forrajes en algunas circunstancias pueden ser deficientes o estar en desequilibrio en algunos minerales traza (López-Alonso, 2012).

El contenido mineral de los forrajes representa una limitante muy importante en los sistemas de producción de rumiantes ya que pueden limitar el desempeño del animal y afectar la ganancia diaria de peso y salud del animal (McDowell y Arthington, 2005). Como se ha documentado en diversos estudios en rumiantes conducidos en el mundo, la deficiencia de minerales tiene varios efectos, por ejemplo, provocar la enfermedad del musculo blanco en corderos, hipocalcemia, síndrome del becerro débil, problemas de lactancia, laminitis, abortos, infertilidad, tetania, osteoporosis, síndrome de pica, anemia, etc. (López-Alonso, 2012; Yasothai, 2014), repercutiendo en el desempeño de los animales y en ocasiones provocando la muerte (Valdés-Arjona *et al.*, 2019).

La composición mineral de los forrajes varía de acuerdo a numerosos factores, entre los cuales se destacan el estado vegetativo, las diferencias entre especies y aún entre variedades, el suelo, la fertilización, el clima, periodo, componentes morfológicos de la planta, sanidad de la planta, la frecuencia de defoliación, el sistema de pastoreo, la digestibilidad, el retorno de los minerales al suelo, la estructura de la pastura, el método de conservación del forraje, entre otras variables (Soetan *et al.*, 2010).

McDowell *et al.* (1992) argumentan que el contenido de minerales en forrajes en condiciones tropicales es bajo o bien puede estar ausente, ejemplo de ellos son: Ca, P, Na, Co,

Cu, I, Se y Zn. Por otro lado, en algunas regiones, bajo condiciones específicas sobre todo del suelo, el Mg, K, Fe y Mn pueden ser deficientes, mientras que también se pueden encontrar excesos de F, Mo y Se, los cuales son considerados tóxicos.

Aunque las plantas C4 presentan una alta asimilación de fotoasimilados que se traduce en mayores tasas de producción de biomasa, éstas poseen características anatómicas, bioquímicas y fisiológicas que las hacen menos eficientes que las gramíneas de clima templado, sobre todo por sus altas concentraciones de lignina. En esas condiciones los pastos tropicales son de calidad nutricional baja, en términos de energía, proteína y contenidos de minerales (Hernández *et al.*, 2000).

Diversos estudios se han conducidos en regiones tropicales y subtropicales de México para evaluar la concentración mineral, por ejemplo, Muñoz *et al.* (2014) reportan concentraciones de minerales en diferentes especies de gramíneas en el sureste de México en el orden de 0.36, 0.27, 0.13, 1.66, 0.2% de Ca, Mg, Na, K y P, respectivamente, y de 6.18, 274.25, 36.5 ppm de Cu, Fe y Zn, respectivamente, destacando niveles altos de Fe y niveles bajos de Cu y P, respecto al requerimiento de los bovinos.

Concentraciones insuficientes de P, Cu, Zn y Se en forrajes tropicales fueron reportadas en otras regiones del país (Castañeda, 2012), aunque las deficiencias de Cu y Se suelen corresponder a suelos alcalinos y por antagonismo con altos niveles de Fe, S y Mo (Suttle, 2010). Por otro lado, se ha señalado que en la zona oriente del estado de Yucatán, los pastos son deficientes en fósforo, cobre, cobalto, zinc y selenio, así mismo, se han encontrado excesos de hierro y manganeso (Millan *et al.*, 1990). Al respecto, McDowell y Arthington (2005) argumentan que la evaluación del estado mineral en el ganado y las fuentes de donde se adquieren estos elementos (agua, suelo y forraje), permiten proponer alternativas para la corrección de las deficiencias bajo condiciones específicas para mejorar las estrategias de nutrición del ganado bovino.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área de estudio

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. La vegetación es de tipo selva mediana subperennifolia, desarrollada sobre suelo calizo y cubriendo un 60% del territorio de la Península, aunque solo ocupa una pequeña porción del estado de Yucatán (Flores y Espejel, 1994).

3.2 Animales y manejo de potreros

El trabajo se desarrolló en condiciones de pastoreo en praderas puras del pasto mombasa (*Megathyrus maximus*), Mestizo blend (*U. Híbridos CIAT 36087 CIAT BR02/0465 CIAT BR02/1794*) y Camello (*U. híbrido cv. Camello*). Todos los animales tuvieron acceso a agua fresca y limpia durante el desarrollo experimental. El experimento inicio el 4 de marzo y culminó el 13 de mayo del 2021. Se utilizaron 13 becerros destetados de 4 a 6 meses de edad de la raza Brangus rojo X Cebú. En el Cuadro 1, se muestra la composición del concentrado utilizado durante el experimento. Se formaron dos grupos experimentales:

Tratamiento 1: estuvo formado por 3 hembras y 3 machos con un peso promedio de 143.4 kg de peso vivo inicial y recibieron 1.5% de concentrado en base a su peso vivo, durante la fase experimental la oferta de concentrado se ajustó en base a su peso vivo.

Tratamiento 2: estuvo formado por 2 hembras y 5 machos con un peso promedio de 159.2 kg de peso vivo inicial y recibieron 1.0% de concentrado en base a su peso vivo, durante la fase experimental la oferta de concentrado se ajustó en base a su peso vivo.

Todos los animales cada 8 días se intercambiaban de potreros y se pesaban cada 15 días para ver el comportamiento de peso vivo y evaluar la ganancia diaria de peso. Los días de pesaje, todos los animales se cambiaban a un nuevo potrero y se tomaron 20 lecturas de altura de la pradera al momento de entrar y al salir los animales para evaluar la masa de forraje residual. La oferta de alimento concentrado era por la mañana a las 7:00 a.m., durante 90 d. Todos los animales recibieron 400 g de minerales por día (Cuadro 2).

Cuadro 1. Composición del concentrado ofrecido durante el desarrollo postdestete a becerros en condiciones de pastoreo.

Ingredientes	% en base seca
Maíz molido	54.9
DDGS	11.9
Pasta de canola	26.1
Melaza	5.1
Minerales	1.8

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. Aunque no se evaluó el efecto de los minerales en los parámetros productivos dado que a los animales del tratamiento I y II se les ofreció la misma cantidad, es necesario comentar que los minerales cumplen funciones específicas en la salud de los rumiantes (McDowell y Arthington, 2005).

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

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

3.3 Condiciones climáticas 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”, Yucatan México. Donde la temperatura máxima fue de 34.6 °C; mientras que la mínima fue de 15.6 °C. La precipitación acumulada fue de 254.6 mm (Figura 1).

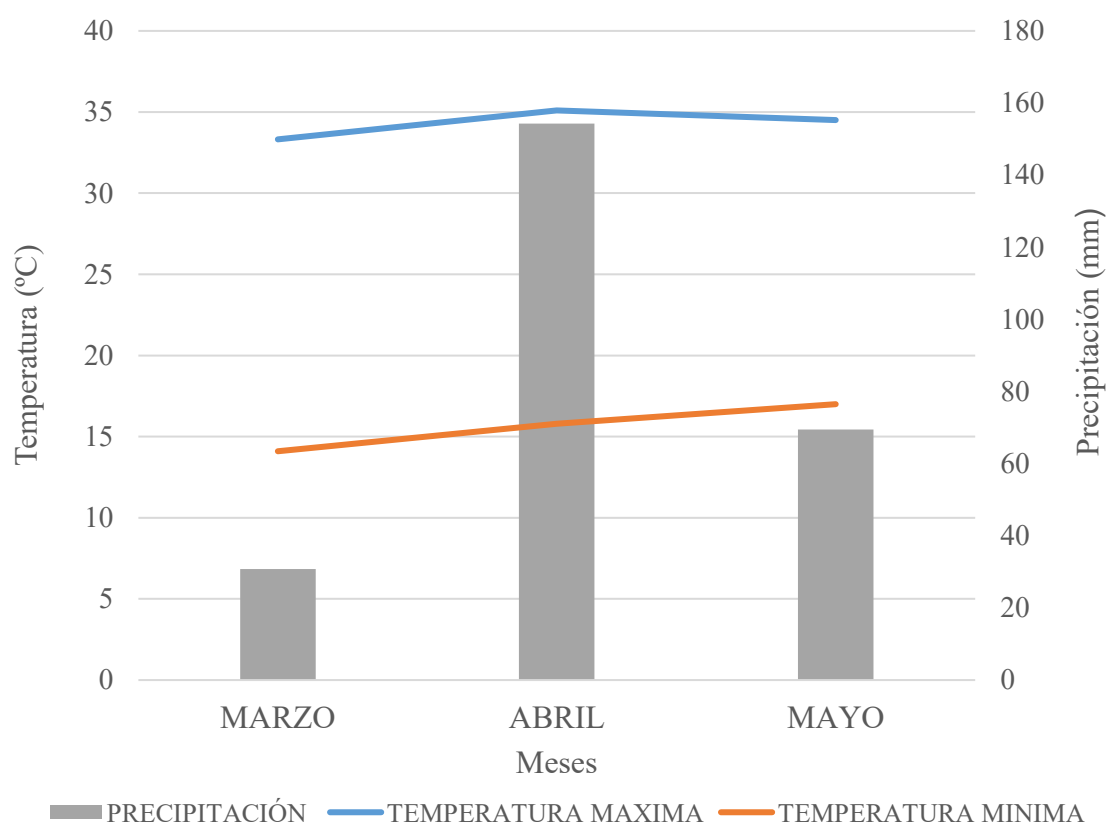


Figura 3. Temperatura media mensual máxima y mínima y precipitación acumulada durante el periodo de estudio.

3.4 Variables evaluadas

Comportamiento del peso vivo en función del sexo

Ganancia diaria de peso en función del sexo

Comportamiento del peso vivo de becerros

Ganancia diaria de peso

3.5 Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo en función del sexo y se probó el efecto de la suplementación de los becerros en las variables GDP y PV mediante un análisis de varianza. Las medias fueron comparadas mediante una prueba de Tukey, usando el paquete estadístico SAS (2019).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 3. Efecto de la suplementación en el peso vivo en función del sexo en becerros suplementados en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.

Tratamiento	Sexo	n	PI	Semana						Media	EEM
				1	2	3	4	5	6		
1	Hembras	3	144.5	159.5	159.3	170	169.8	187.3	198.5	169.8	6.3
	Machos	3	142.3	141.1	145.0	156.6	169.8	173.6	185.5	159.1	6.1
2	Hembras	2	181.2	191.2	195.7	219.0	222.7	234.7	247.0	213.1	9.2
	Machos	5	137.2	145.8	158.6	174.3	183.0	203.2	211.7	173.4	6.0
Media	Hembras	5	159.2	172.2	173.9	189.6	191.0	206.3	217.9	187.1	6.3
	Machos	8	139.1	144.0	153.5	167.6	178.0	192.1	201.8	168.0	4.4

En el Cuadro 3 se muestran los resultados del efecto de la suplementación en función del sexo, donde se observa que las hembras mostraron un mejor desempeño, superando en promedio en 11% a los machos (equivalente a 19 kg de P.V.), sin embargo, aunque no hubo diferencia estadística ($p>0.05$), se puede observar una tendencia de un mejor desempeño en las hembras, en esta etapa. Al respecto, Kučević *et al.* (2019) argumentan que el desempeño de los becerros al inicio del periodo de engorda es explicado por factores asociados al parto y manejo de los becerros en la fase de crianza, ya que estos factores pueden afectar la fase de crecimiento y desarrollo, y además el rendimiento en canal.

Por otro lado, la baja disponibilidad y calidad nutricional del forraje, principalmente en época seca, influye drásticamente en el desempeño de los animales, sobre todo en etapas tempranas afectando el crecimiento (Barros *et al.*, 2003). Estudios conducidos por García (1998) sugieren que becerros en pastoreo deben consumir de 10 kg a 13 kg de MS animal⁻¹ d⁻¹; sin embargo, no necesariamente cubre la demanda nutricional del animal, debido al bajo valor

nutricional que aportan los forrajes, particularmente, niveles bajos de proteína cruda y bajos niveles de minerales (Aranda *et al.*, 2001).

En el Cuadro 4 se muestra la ganancia diaria de peso (GDP) en función del sexo, donde se observa que los animales del tratamiento 2 mostraron un mejor comportamiento durante el desarrollo experimental que los animales del tratamiento 1, aunque no hubo diferencia estadística ($P>0.05$) solo fue numérica. La ganancia diaria de peso en los machos fue de 0.747 g d^{-1} , lo cual supero a las hembras en 7%, quienes mostraron una ganancia menor, equivalente a 0.698 g d^{-1} . Al respecto, Dass *et al.* (1999), reportaron ganancias de peso en becerros en crecimiento de 313 g d^{-1} en machos y 274 g d^{-1} en hembras, en condiciones de pastoreo en climas semiáridos tropicales, lo cual es menor a los resultados obtenidos en el presente experimento.

Cuadro 4. Ganancia diaria de peso ($\text{kg d}^{-1} \text{ anim}^{-1}$) en función del sexo en becerros suplementados en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.

Tratamiento	Sexo	n	Semana						Promedio	EEM
			1	2	3	4	5	6		
1	Hembras	3	1.071	-0.011	0.761	-0.011	1.25	0.797	0.642	0.140
	Machos	3	-0.083	0.273	0.833	0.940	0.273	0.845	0.513	0.188
2	Hembras	2	0.714	0.321	1.66	0.267	0.857	0.875	0.782	0.200
	Machos	5	0.614	0.914	1.121	0.621	1.442	0.607	0.886	0.118
Promedio	Hembras	5	0.928	0.121	1.121	0.100	1.092	0.828	0.698	0.114
	Machos	8	0.352	0.674	1.013	0.741	1.004	0.696	0.747	0.104

El comportamiento del peso vivo durante el desarrollo experimental se muestra en el Cuadro 5 donde los animales del tratamiento 2 mostraron un mejor comportamiento, superando en 12% (equivalente a 20.2 kg) a los animales del tratamiento 1 ($p<0.05$).

Cuadro 5. Comportamiento del peso vivo ($\text{kg d}^{-1} \text{anim}^{-1}$) de becerros suplementados en condiciones de pastoreo en praderas tropicales.

Tratamiento	n	PI	Semana						Media	EEM
			1	2	3	4	5	6		
1	6	143.4	150.3	152.2	163.3	169.8	180.5	192	164.5 ^b	4.4
2	7	149.8	158.8	169.2	187.1	194.4	212.2	221.8	184.7 ^a	5.6

El comportamiento del peso vivo manifestado en los animales del tratamiento 2, estuvo en función de la ganancia diaria de peso expresada en las semanas de muestreo, donde se observó un mejor comportamiento de los animales del tratamiento 2 (Cuadro 6), quienes en promedio superaron en 48% (equivalente a 279 g d^{-1}) a los animales del tratamiento 1 ($p < 0.05$). Al respecto, Hessle *et al.* (2004) reportaron ganancias de peso de 708 g d^{-1} en animales recién destetados hasta 9 meses de edad, los cuales son similares a los resultados obtenidos en el tratamiento 2.

Cuadro 6. Ganancia diaria de peso en becerros en condiciones de pastoreo en praderas tropicales suplementados a dos niveles de concentrado.

Tratamiento	n	Semana						Promedio	EEM
		1	2	3	4	5	6		
1	6	0.494	0.131	0.7976	0.464	0.762	0.821	0.578 ^b	0.110
2	7	0.642	0.745	1.2755	0.520	1.276	0.683	0.857 ^a	0.120

Por otro lado, Domínguez *et al.* (2007) reportaron ganancias de peso de 330 a 430 g d^{-1} en becerros en crecimiento. Como se ha demostrado en el presente experimento, los animales del tratamiento 2 que recibieron el 1% de concentrado en base a su peso vivo mostraron un mejor desempeño y comportamiento en la GDP y PV, probablemente esta mejoría estuvo relacionada con el desarrollo del rumen y mayor desarrollo de papilas ruminales en estos animales, lo cual podría explicar una mejora en la capacidad de digerir la fibra cruda y aprovechar mejor los nutrientes de la pradera y del concentrado, dado que desde el peso inicial

había una diferencia de 4.8 kg de P.V., no obstante, al final del experimento estos animales mostraron una diferencia de 15 kg de P.V.

V. CONCLUSIÓN

La suplementación mejoro la ganancia de peso por día y el peso vivo final en el tratamiento 2. No hubo efecto del concentrado sobre el sexo de los becerros. Los becerros que recibieron mayor concentrado en base a su peso vivo no mostraron un buen desempeño, de tal modo que el 1% de concentrado ofrecido en base al peso vivo es suficiente para incrementar la ganancia de peso en becerros en condiciones de pastoreo con praderas tropicales durante la primavera.

VI. LITERATURA CITADA

- Annicchiarico, P., Scotti, C., Carelli, M. y Pecetti, L. 2010. Questions and avenues for lucerne improvement. Czech J Genet Plant Breed. 46(1): 1-13. <https://doi.org/10.17221/90/2009-CJGPB>
- Aranda, I.E., Mendoza, M.G.D., García, B.C. y Castrejón, F. 2001. Growth of heifers grazing stargrass complemented with sugar cane, urea and a protein supplement. Liv. Prod. Sci. 71(2-3): 201-206. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00188-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00188-9)
- Aregheore, M.E. 2001. Nutritive value and utilization of three grass species by crossbred anglo-nubian goats in Samoa. Asian-australas. J. Anim. Sci. 14(10): 1389-1393. <https://doi.org/10.5713/ajas.2001.1389>
- Avelino, C. C.E., Avelino, C.C.E., Macagnan, T.C.R. et al. 2020. Nitrogen requirement of *Brachiaria* hybrid cv. Ipyporã. Bol. Ind. Anim., Nova Odessa. 77(2020):1-10. <https://doi.org/10.17523/bia.2020.v77.e1467>
- Ayala A. y J. Basulto. 1992. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en la región oriental de Yucatán, México. Pasturas Tropicales. 14 (1): 36-40.
- Baptistella, J.L.C., López, de A.S.A., Favarin, J.L. y Mazzafera, P. 2020. *Urochloa* in Tropical Agroecosystems. Front. Sustain. Food Syst. 4: 1-17. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00119>
- Barros, M.F., Núñez, P.I., Yoshimi, W.U., González, N.W. y Evelazio, S.N. 2003. Suplementación con sal mineral proteinada para bovinos de carne en crecimiento y finalización, pastoreando Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) en invierno. R. Bras. Zootec. 32: 235-245.
- 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>
- Boval, M. y Sauvant, D. 2019. Ingestive behaviour of grazing ruminants: meta-analysis of the components of bite mass. Anim. Feed Sci. Technol. 251: 96-111. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.03.002>

- Calzada-Marín, J.M., Enríquez-Quiroz, J.F., Ortega-Jiménez, E., Hernández-Garay, A., Vaquera-Huerta, H., Escalante-Estrada, J.A. y Honorato-Salazar, J.A. 2019. Análisis de crecimiento del pasto Toledo *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster en clima cálido subhúmedo. *Agroproductividad*. 12(8): 3-9.
- <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1443>
- Castañeda, C.S. 2012. Diagnóstico mineral de ganado bovino en condiciones de trópico húmedo. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. México. 71 p.
- Castro, C., Sánchez, R., Iruegas, L. y Saucedo, G. 2001. Tendencias y Oportunidades de desarrollo de la red de leche en México. *FIRA Boletín Informativo*. Vol. XXXIII. No. 317.
- Claverán, A. R. Las praderas tropicales para la producción de leche. *FIRA-Banco de México. Boletín Informativo*, 1991, vol. XXIII (228). 47 p.
- Close, H.W. 2006. Trace mineral nutrition of pigs. Meeting production and environmental objectives. In *EAAP Annual Meeting*.
- Cook, B. G. y Schultze-Kraft, R. 2015. Botanical name changes—nuisance or a quest for precision. *Trop. Grassl-Forrajes Trop.* 3(1): 34-40.
- [https://doi.org/10.17138/TGFT\(3\)34-40](https://doi.org/10.17138/TGFT(3)34-40)
- Dass, S., Wiktorsson, H. y Forsberg, M. 1999. Effects of calf management and level of feed supplementation on milk yield and calf growth on Zebu and crossbreed cattle in semiarid tropics. *Livest. Prod. Sci.* 59(1): 67-75. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00206-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00206-1)
- Dias-Silva, P.T. y Abdalla Filho, A.L. 2021. Sheep and goat feeding behavior profile in grazing systems. *Acta Sci., Anim. Sci.* 43: 1-10.
- <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.51265>
- Domínguez, D.D., Ventura, R.J., Villalobos, V.G., Jaimes, J.J., Ortega, J.A. y Valdez, L.C. 2007. Effect of water quality on holstein calf performance. *Proceedings, Western Section, ASAS*. 58: 391-393.
- Duarte, V.F., Sandoval, C.C., Sarmiento, F.L. 2009. Empleo del modelo SRNS para predecir la ganancia de peso en ovinos machos Pelibuey en crecimiento. *Arch. zootec.* 58(224): 671-681.

- Flores, J.S. y Espejel, I. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense, Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- García, S.I. 1998. Adición de un suplemento, una sal mineral y un ionóforo a toretes en finalización en praderas en el trópico húmedo. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 91 pp.
- Gil, E., Álvarez, E. y Maldonado, G. 1991. Distancia y distribución de siembra en el establecimiento tres especies de *Brachiaria* asociadas con leguminosas. Past. Tropical. 13(3): 11-14.
- Gordon, I.J. y Prins, H.H., 2008. Introduction: Grazers and Browsers in a Changing World. In: Gordon IJ, Prins HH, editors. The Ecology of Browsing and Grazing. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. pp. 309-319. https://doi.org/10.1007/978-3-540-72422-3_1
- Guimarães, P. 2007. Produção e comportamento animal em pastagem de aveia ezevém, submetida a diferentes alturas de manejo [tesis de posgrado]. Curitiba, Brasil: Universidade Federal do Paraná. pp. 194.
- Hernández, D., Carballo, M. y Reyes, F. 2000. Reflexiones sobre el uso de los pastos en la producción sostenible de leche y carne de res en el trópico. Past. y for. 23(4): 269-284. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=925>
- Hessle, K.A., Nadeau, E. y Svensson, C. 2004. Feeding dairy calves and replacement heifers in South-western Sweden: a survey. Acta Agric. Scand. 54(2): 94-102. <https://doi.org/10.1080/09064700410032013>
- Hodgson, J. 1990. Grazing management: science into practice. Longman scientific and technical. London, UK: Longman Group.
- Huerta, B. M. 1993. Suplementación de rumiantes en pastoreo. Actas del congreso, Memoria del curso Internacional Avanzado de Nutrición de Rumiantes. Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados, Montecillos, Edo. México.
- Inyang, U., Vendramini, B.J.M., Sollenberger, E.L., Silveira, M.L.A., Sellers, B., Adesogan, A., Paiva, L. y Lunpha, A. 2010b. Harvest frequency and stubble height affects herbage accumulation, nutritive value, and persistence of 'Mulato II' brachiariagrass. Forage and Grazinglands. 8(1): 1-8. <https://doi.org/10.1094/FG2010-0923-01-RS>

- Kučević, D., Papović, T., Tomović, V., Plavšić, M., Jajić, I., Krstović, S. y Stanojević, D. 2019. Influence of farm management for calves on growth performance and meat quality traits duration fattening of simmental bulls and heifers. *Animals*. 9(11): 941.
<https://doi.org/10.3390/ani9110941>
- Leal, K., Ferrando, C., Molina, J., Luján, R. y Ávila, R. 2009. Dinámica de la proporción de hojas y la calidad de 4 cultivares de *Cenchrus ciliaris* en La Rioja. *Rev. arg. prod. anim.* 29(1): 526- 527. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4736.7208>
- Long, S.P. 1999. Environmental responses. In: Sage RF, Monson RK (eds) C4-plant biology. Academic Press, New York, pp. 215–249.
- López-Alonso, M. 2012. Trace Minerals and Livestock: Not Too Much Not Too Little. ISRN Veterinary Science. pp. 1–18. <https://doi.org/10.5402/2012/704825>
- Martín, G.O., Nicosia, M.G., Fernández, M.M., Olea L.E., Toll, V.J.R., Agüero, S.N. 2014. Disponibilidad de tallos y hojas en *Trichloris pluriflora* diferido, bajo diferentes condiciones ambientales en la Llanura Deprimida de Tucumán. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*. 34(2): 162-165.
- McDowell, L. R. 1992. Minerals in Animal and Human Nutrition. Academic Press. USA. 524 p.
- McDowell, L. R., y J. D. Arthington. 2005. Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales. Universidad de Florida. IFAS. USA. pp. 6-47.
- McDowell, L. R. y Arthington, J. D. 2005. Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales. Cuarta edición. Universidad de Florida. Gainesville, Florida. USA. 94 p.
- Millán, C.H., Aguirre, G.M.A., Escamilla, I. y Castellanos, R.A. 1990. Perfil mineral del pasto Guinea en el oriente de Yucatán. *Vet Méx.* 21: 399-402.
- Muñoz-González, J. C., Huerta-Bravo, M., Rangel-Santos, R., Lara-Bueno, A. y De la Rosa-Arana, J. L. 2014. Mineral assessment of forage in mexican humid tropics. *Trop. Subtrop. Agroecosystems*. 17(2): 285-287.
- Navas, P.A. 2010. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Rev. Med. Vet.* 19: 113-122.
- Orantes, Z.M.A., Vilaboa, A.J., Ortega, J.E., Córdova, A.V. 2010. Comportamiento de los comercializadores de ganado bovino en la región centro del estado de Chiapas. *Revista Quehacer Científico*. 1(9): 51-56.

- Pérez, P., Rojo, R., Álvarez, A. y García, J. 2003. Necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. Fundación Produce Veracruz. Colegio de posgraduados. 170 p.
- Peruchena, C.O. 1998. Dietas para la nutrición de bovinos en crecimiento y engorde en el subtropical. INTA Ganadería del NEA. Avances en nutrición animal. pp. 5-24.
- 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/10.1007/s11250-019-02040-8>
- Simon, K. B. y Jacobs, S. W. L. 2003. *Megathyrsus*, a new generic name for *Panicum* subgenus *Megathyrsus*. Austrobaileya. 6(3): 571-574. <https://www.jstor.org/stable/41739005>
- Still, C.J, Berry, J.A, Collatz, G.J. y DeFries, R.S (2003) Global distribution of C3 and C4 vegetation: carbon cycle implications. Glob Biogeochem Cycl 17:14. <https://doi.org/10.1029/2001GB001807>
- Suttle, N. F. y Underwood, E. J. y Eric J. 2010. Mineral nutrition of livestock. CABI
- Soetan, K. O., Olaiya, C. O. y Oyewole, O. E. 2010. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. African Journal of Food Science, 4(5): 200–222. <http://www.academicjournals.org/ajfs>.
- Valdez-Arjona, L., Ramírez-Mella, M., Rayas-Amor, A., Díaz-Ramírez, M., Jiménez-Guzmán, J., García-Garibay, M., Miranda-de la Lama, G., Cruz-Monterrosa, R. y Ramírez-Bribiesca, E. 2019. Production and reproductive problems due to mineral deficiencies in cattle in some tropical regions of Mexico. Agroproductividad. 12(12): 11-18. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1505>
- van der Weijde, T., Kamei, A. C. L., Torres, A. F., Vermerris, W., Dolstra, O., Visser, R.G.F. y Trindade, M. L. 2013. The potential of C4 grasses for cellulosic biofuel production. Plant Sci. 4(107): 1-18. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00107>
- Van soest, P. 1996. Allometry and ecology of feeding behavior and digestive capacity in herbivores: A review. Zoo Biology. 15(5): 455-479. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2361\(1996\)15:5<455::AID-ZOO3>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2361(1996)15:5<455::AID-ZOO3>3.0.CO;2-A)
- Van soest P. 1992. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, ny: comstock-cornell university Press.

- Vendramini, B.J.M., Adesogan, A.T., Silveira, M.L.A., Sollenberger, E. L., Queiroz, O.C. y Anderson, W.E. 2010. Nutritive value and fermentation parameters of warm-season grass silage. *Prof. Anim. Sci.* 26(2): 193-200. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30580-5](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30580-5)
- Vieyra-Alberto, R., Domínguez-Vara, I. A., Olmos-Oropeza, G., Martínez-Montoya, J. F., Borquez-Gastelum, J.L., Palacio-Nuñez, J., Lugo, J. A. y Morales-Almaráz, E. 2013. Perfil e interrelación mineral en agua, forraje y suero sanguíneo de bovinos durante dos épocas en la huasteca potosina, México. *Agrociencia.* 47(2): 121-133.
- Yasothai, R. 2014. Importance of vitamins on reproduction in Dairy Cattle. *Int. J. of Sci. Environment and Technology.* 3(6):2105–2108. <https://www.ijset.net/journal/454.pdf>