



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Altamira

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ALTAMIRA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA Y NUTRICIONAL DEL
PEZ DIABLO (*Hypostomus plecostomus*) Y SU EFECTO EN
LA ALIMENTACIÓN DE HEMBRAS PARA
REEMPLAZO *Bos taurus* x *Bos indicus*”

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN PECUARIA TROPICAL

PRESENTA:
BRISA DEL CARMEN PULIDO GARCÍA



ALTAMIRA, TAM. MÉXICO
JUNIO 2023



Altamira, Tam., 23/JUNIO/2023

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN PECUARIA TROPICAL

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS

COMITÉ DE TESIS

Los abajo firmantes, miembros del comité de tesis de la **C. Brisa del Carmen Pulido García**, estudiante de la Maestría en Producción Pecuaria Tropical, manifiestan que después de haber revisado su tesis: **"Caracterización morfométrica y nutricional del pez diablo (*Hyostomus plecostomus*) y su efecto en la alimentación de hembras para reemplazo *Bos taurus* x *Bos indicus*"** desarrollada bajo la dirección de la C. D.C.P. Elvia Margarita Romero Treviño, el trabajo se autoriza para proceder a su impresión.

ATENTAMENTE

COMITÉ DE TESIS

D.C.P. Elvia Margarita Romero Treviño
DIRECTOR
Cédula Profesional: 4476408

D.C.A. Francisco García Barrientos.
CO-DIRECTOR
Cédula Profesional: 5918792

M.C.P.A.T. José Luis Horak Loya.
ASESOR
Cédula Profesional: 7074253

D.T.A. Diana Isis Llanes Gil López
ASESOR
Cédula Profesional: 11833840

Cp. Archivo.



APROBACIÓN DE TESIS

La presente Tesis titulada “**CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA Y NUTRICIONAL DEL PEZ DIABLO *Hypostomus plecostomus* Y SU EFECTO EN LA ALIMENTACIÓN DE HEMBRAS PARA REEMPLAZO *Bos taurus x Bos indicus*”**”, fue realizada por **C. Brisa del Carmen Pulido García** bajo la dirección del Comité Particular indicado, ha sido aprobada y aceptada como requisito parcial para que el sustentante obtenga el grado de:

MAESTRIA PROFESIONALIZANTE EN PRODUCCION PECUARIA TROPICAL

COMITÉ DE TESIS

Directora de Tesis

Dra. Elvia Margarita Romero Treviño

Co-Director

Dr. Francisco García Barrientos

Asesor

Dra. Diana Isis Llanes Gil López

Asesor

Mc. José Luis Horak Loya

DEDICATORIA

El siguiente trabajo de investigación es dedicado principalmente a todas las mujeres que están pensando en retomar sus estudios, ya que han dejado de lado la superación profesional por dedicarse en cuerpo y alma a la crianza de sus hijos, nunca es tarde para comenzar de nuevo. A estudiantes y futuros investigadores esperando que la información de esta investigación les sea de apoyo en sus proyectos.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Marina García Gámez y Lauro Pulido Reyes por amarme y darme la vida, por depositar su confianza en mí y brindarme las herramientas necesarias para poder concluir exitosamente todo lo que he conseguido hasta hoy.

A mi amado esposo, Leonel Roman Nieto que siempre creyó en mí y quien se ha convertido en un gran ejemplo de superación, porque con su amor, su ayuda, sus consejos y su entrega me incitó a seguir avanzando hasta el final, convirtiéndose en el mejor apoyo que una investigadora puede tener.

A mis hijos, Eidan Leonel Roman Pulido y Dorian Carel Roman Pulido quienes son lo mejor y lo más valioso que poseo en la vida, ya que, con su cariño, su paciencia y ternura me motivaron e impulsaron a superarme como persona, para ofrecerles lo mejor de mí.

A mis profesores, Dra. Elvia Margarita Romero Treviño, por la dirección de tesis, por este proyecto, y el apoyo brindado durante la investigación, MVZ Carlos Wild Santamaría por haber estado sin importar horarios dejándome una gran enseñanza, Dra. Diana Isis Llanes Gil López por guiarme con su gran conocimiento, Dr. Francisco García Barrientos por su paciencia y dedicación al igual que el ING. José Luis Horak Loya y a mis compañeros, ING. Diana Atalia Álvarez Gómez por estar y seguir estando para mí en cualquier momento especial y de dificultad que se me presenta, a su esposo Juan Solís García e ING. Hiram García García, por ser un gran equipo, por brindarme su apoyo, su tiempo y su amistad cuando más lo necesité.

Finalmente, a mí porque puedo superar cualquier adversidad que se presente en mi vida, con las personas correctas, y porque seguiré aprendiendo y adquiriendo los conocimientos que sean necesarios para superarme en todos los ámbitos de mi vida.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Brisa del Carmen Pulido García

Candidata para el grado de Maestría en Producción Pecuaria Tropical con Especialidad en Nutrición Animal

Datos personales

Nacida el 5 de enero de 1994 en Tampico, Tamaulipas, México.

Educación

Egresada del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Altamira, como Ingeniero Agrónomo Zootecnista en 2017

Experiencia profesional

Reconocimiento por haber participado en el curso de Producción de Forraje Verde hidropónico en el año 2013, hace colaboración en el Congreso Mundial de Ganadería Tropical del año 2014 a 2017, donde es congresista en III Congreso Mundial de Ganadería Tropical año 2016, participa en el curso denominado “Producción Bovina Sostenible con Bajos Insumos y Alto Impacto” en 2016, obtiene la certificación por haber aprobado el curso de Inseminación Artificial en Bovinos en 2017. A su vez obtiene el título propio de la Universidad de Cádiz correspondiente al grado académico de Experto Universitario en Gestión De Empresas Agroalimentarias en el año 2017, hace su residencia profesional en el Centro de Desarrollo de Capacidad Productiva y Mejoramiento Genético de la Ganadería “Dr. Jorge R. Arnaez Gomez”, en donde se titula de la ingeniería con el tema de Extracción, evaluación, procesamiento y conservación de semen bovino para su utilización en inseminación artificial en 2017.

CONTENIDO

No.		Pág
	APROBACIÓN DE TESIS.....	i
	DEDICATORIA.....	ii
	AGRADECIMIENTOS.....	iii
	RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO.....	iv
	INDICE GENERAL.....	v
	INDICE DE CUADROS.....	vii
	INDICE DE FIGURAS.....	viii
	RESUMEN.....	ix
	SUMMARY.....	x
1	INTRODUCCION.....	1
1.1	OBJETIVOS.....	3
1.1.1	Objetivo general.....	3
1.1.2	Objetivos específicos.....	3
1.2	Hipótesis	3
2	REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1	Rumiantes y sus características.....	4
2.2	Ganadería en México.....	5
2.3	Sistemas de producción bovina.....	5
2.3.1	Sistemas de producción bovino extensivo.....	6
2.3.2	Sistema bovino mixto o doble propósito.....	6
2.3.3	Sistema de producción bovino intensivo.....	7
2.4	Hembras de reemplazo.....	8
2.5	El sistema de alimentación de la ganadería bovina.....	9
2.5.1	Sistema de alimentación en bovinos productores de carne.....	10
2.5.2	Sistema de alimentación en bovinos productores de leche.....	10
2.5.3	El sistema de producción de la ganadería de doble propósito.....	11
2.5.3.1	Características de razas de doble propósito.....	12
2.6	Problemática en la alimentación de doble propósito.....	12
2.7	Requerimientos nutricionales de ganado bovino de doble propósito.....	13
2.8	Estrategias de suplementación alimenticia y desarrollo tecnológico para ganado bovino.....	15
2.8.1	Alimento concentrado.....	16
2.8.2	Bloques nutricionales.....	16
2.8.3	Ensilaje de forraje y granos.....	17

2.8.4	Henificado.....	18
2.9	Recursos alimenticios no convencionales en la alimentación de bovinos.....	18
2.9.1	Pez diablo como recurso alimenticio: Proceso para la harina.....	21
2.10	Factores ambientales que afectan la producción bovina.....	22
2.11	Necesidades nutritivas de vaquillas de reemplazo.....	23
3	MATERIALES Y METODOS.....	26
3.1	Localización del área de estudio.....	26
3.2	Toma de muestra de pez diablo.....	26
3.3	Registro de morfometría de pez diablo.....	26
3.4	Deshidratación y procedimiento para la obtención de la harina de pez diablo.....	27
3.5	Unidades experimentales.....	27
3.6	Alimentación.....	27
3.7	Determinación del aporte de nutrientes de la harina de pez diablo.....	28
3.8	Tratamientos.....	28
3.9	Variables a medir	28
3.10	Diseño experimental.....	29
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	30
4.1	Morfometría del pez diablo.....	30
4.2	Tiempo de deshidratación.....	30
4.3	Contenido Nutritivo del pez diablo.....	31
4.4	Ganancia de peso total por periodo en hembras para reemplazo suplementadas con dos fuentes de proteína.....	32
4.5	Ganancia diaria de peso por periodo.....	33
4.6	Conversión alimenticia en hembras para reemplazo suplementadas con dos fuentes de proteína.....	34
4.7	Conversión económica	35
5	CONCLUSIONES.....	36
6	LITERTURA CITADA.....	37
7	ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE CUADROS

No.		Pag
1	Requerimientos nutricionales de una vaca de doble propósito.....	14
2	Requerimientos nutricionales de un torete cebuino de 300 kg de peso.....	14
3	Evaluación morfométrica del pez diablo a dos fechas de muestreo.....	30
4	Tiempo de deshidratación en horno de secado de muestras de pez diablo en la época de invierno.....	31
5	Resultados del análisis bromatológico de las muestras de pez diablo en el mes de enero y febrero.....	31
6	Costo de producción en hembras de reemplazo con dos dietas, harina de pez diablo y pasta de soya.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

No.		Pag
1	Ganancia de peso total por periodo (GDPT) en hembras de reemplazo suplementadas con dos fuentes de proteína.....	32
2	Ganancia diaria de peso en hembras de reemplazo alimentadas con un suplemento a base de harina de pez diablo.....	33
3	Ganancia de peso y conversión alimenticia en hembras de reemplazo alimentadas con un suplemento a base de harina de pez diablo (HDPD).....	34

RESUMEN

La constante búsqueda de hacer más eficientes los sistemas de producción agropecuaria con el compromiso de contribuir al cuidado del medio ambiente está siendo un mandato no solo en nuestro país sino también a nivel mundial, en los sistemas de producción animal el costo de la alimentación es uno de los rubros más elevados, por lo que se hace necesario explorar alternativas de alimentación que puedan satisfacer los requerimientos de las diferentes especies animales, que sean económicamente viables y se desarrollen en un marco de sustentabilidad. Una alternativa de aprovechamiento como fuente de proteína de origen pesquero es el pez diablo *Hypostomus plecostomus* ya que este grupo de peces carece de interés comercial o de cultivo, debido a la composición de su morfología que hace difícil el fileteo y la poca cantidad de biomasa comestible. Por lo que el objetivo de este trabajo fue “Caracterizar morfométrica y nutricionalmente el pez diablo *Hypostomus plecostomus* y su efecto en forma de harina en la alimentación de hembras para reemplazo *Bos taurus x Bos indicus*”. Se utilizaron ocho hembras cuatro para cada tratamiento, ofreciéndoles dos suplementos; el experimental con harina de pez diablo y el testigo con pasta de soya como fuente de proteína. La alimentación se basó en pastoreo consumiendo Miyagui *Panicum maximum cv. Miyagui* combinado con grama nativa más el suplemento a razón de dos kilos por animal por día. El registro de pesos de los animales se realizó a los 7, 23 y 31 días, se utilizó una báscula ganadera digital portátil de plataforma, con capacidad máxima de 1000 kg. No se observó diferencia significativa en ninguna de las variables a evaluar, sin embargo, a los 23 días los animales que consumieron el suplemento elaborado con harina de pez diablo presento una diferencia de peso mayor con un valor de 3.250 kilos y una mejor conversión alimenticia, comparado con los animales que consumieron el suplemento con pasta de soya.

SUMMARY

The constant search to make agricultural production systems more efficient with the commitment to contribute to the care of the environment is a mandate not only in our country but also worldwide, in animal production systems the cost of feed is one of the highest items, so it is necessary to explore alternative feed that can meet the requirements of different animal species, which are economically viable and are developed within a framework of sustainability. One alternative for use as a source of protein of fishery origin is the Devilfish *Hypostomus plecostomus*, since this group of fish lacks commercial or farming interest, due to the composition of its morphology that makes filleting difficult and the small amount of edible biomass. Therefore, the objective of this work was the “To characterize devilfish *Hypostomus plecostomus* morphometrically and nutritionally and its effect in the form of meal in the diet of females for replacement *Bos taurus* x *Bos indicus*”. Eight females, four for each treatment, were offered two supplements; the experimental one with devilfish meal and the control with soybean paste as a protein source. Feeding was based on grazing consuming Miyagui *Panicum maximun* cv. *Miyagui* combined with native grass plus the supplement at a rate of two kilos per animal per day. Animal weights were recorded every eight days for four weeks using a portable digital livestock platform scale with a maximum capacity of 1000 kg. No significant difference was observed in any of the variables to be evaluated; however, at 7, 23 y 31 days, the animals that consumed the supplement prepared with devil fish meal presented a greater difference in weight with a value of 3.250 kg and a better feed conversion, compared to the animals that consumed the supplement with soybean paste.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina en México es de los subsectores económicos con una de las tasas de rentabilidad y competitividad más bajas, sin embargo, la importancia de la producción de ganado en México es innegable. La carne bovina presenta tendencia positiva en la demanda, solo superada por la carne de ave, tendencia que se mantendrá en los próximos años en relación con el crecimiento en el consumo de proteína de origen animal (Estrada *et al.*, 2019).

La ganadería tradicional de doble propósito se caracteriza por producir carne y leche en áreas tropicales, combinando el ordeño con el amamantamiento de los becerros hasta el destete y generalmente requiere de bajos insumos con escaso uso de tecnología. Este sistema también se puede encontrar en regiones de clima árido, semiárido y templado (López, 2017).

Los factores importantes que afectan la eficiente producción de carne y leche en el trópico, es una pobre calidad y cantidad de los forrajes en algunas épocas del año, alimentación de la cual depende la mayor parte de las explotaciones ganaderas en las regiones tropicales; presentándose sistemas productivos irregulares.

El reemplazo de vaquillas se califica como el segundo o tercer componente más grande en costos de producción después de la alimentación, en la mayoría de los establos lecheros. Sin embargo, los reemplazos deben crecer a un ritmo óptimo para impedir problemas al parto y asegurar que la primera lactancia sea óptima (Heinrichs, 2001; Schingoethe y García, 2004).



Debido a la problemática que se presenta en las épocas del año críticas, por la baja o nula precipitación en las regiones tropicales de México, los productores se ven en la necesidad de buscar alternativas alimenticias convencionales y no convencionales que cubran con los requerimientos nutritivos y el incremento productivo de sus animales. Debido al impacto que está teniendo en algunas regiones del país la invasión del pez diablo considerado una plaga y un fuerte problema para los pescadores, se puede considerar como una alternativa que permita un enfoque de sustentabilidad al ser empleado como alimento en forma de harina para animales de diferentes especies. Por todo lo anterior el objetivo de este trabajo es la caracterizar morfométrica y nutricionalmente el pez diablo *Hypostomus plecostomus* y su efecto en forma de harina en la alimentación de hembras para reemplazo *Bos Taurus x Bos Indicus*.





1.1 OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Caracterizar morfométrica y nutricionalmente el pez diablo *Hypostomus Plecostomus* y su efecto en forma de harina en la alimentación de hembras para reemplazo *Bos taurus x Bos indicus*

1.1.2 Objetivos Específicos

- 1) Caracterizar la morfometría del pez diablo *Hypostomus Plecostomus*
- 2) Estimar el tiempo de deshidratación del pez diablo
- 3) Determinar el contenido nutritivo de la harina de pez diablo
- 4) Evaluar el efecto en la ganancia diaria de peso en hembras de reemplazo

1.2 Hipótesis

La suplementación alimenticia a base de harina de pez diablo *Hypostomus plecostomus* como fuente de proteína puede presentar un efecto en la ganancia de peso en hembras de reemplazo de doble propósito.



2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Rumiantes y sus características

Los rumiantes comprenden alrededor de 250 especies, distribuidas por todo el mundo, en forma domesticada y salvaje, se encuentran en grandes pastizales y se trasladan en busca de nuevos y frescos pastos.

Entre las familias más comunes se encuentran; los cérvidos (venado, reno, alce); los jiráfidos (jirafa y okapi); los bóvidos (toros, vacas, búfalos, antílopes, ovejas y cabras).

Otra característica de estos animales es su forma en que digieren su alimento en dos etapas, primero lo consumen y luego realizan la rumia, que consiste en regurgitar el alimento que ya se encontraba en el estómago para desmenuzar, agregar saliva y mejorar la absorción y metabolización del alimento (SIAP, 2017)

El aparato digestivo de los rumiantes se caracteriza por poseer cuatro divisiones:

- Rumen, panza
- Retículo, redcilla
- Omaso, librilla
- Abomaso, cuajar

2.2 Ganadería en México

La ganadería bovina en México es de los subsectores económicos con una de las tasas de rentabilidad y competitividad más bajas (Carrera *et al.*, 2014), sin embargo, la importancia de la producción de ganado en México es innegable. Según el INEGI (2018), este subsector proporciona empleo directo a más del 11% (777 mil) de las personas que laboran en el sector agropecuario; además, Zorrilla (2012) e INEGI (2017) indican que la producción de bovinos ocupa casi el 58% del territorio nacional en terrenos de agostadero (112 millones de hectáreas), con un total de 34.28 millones de cabezas (INEGI, 2019). Así, durante el año 2018, México produjo 1.98 millones de toneladas de carne bovina (SIAP, 2019), ocupando el 6° lugar en producción a nivel mundial y el 10° en los países exportadores (FIRA, 2017; INEGI, 2018). Además, la carne bovina presenta tendencia positiva en la demanda, solo superada por la carne de ave (FIRCO, 2017), tendencia que se mantendrá en los próximos años en relación con el crecimiento en el consumo de proteína de origen animal (Estrada *et al.*, 2019).

2.3 Sistemas de producción bovina

En México existen diferentes tipos de climas, clases de suelos y tipos de vegetación, sus características fisiográficas presentan una gran variación y, por tanto, los sistemas de producción pecuaria se han tenido que adecuar a diversos ecosistemas; por ello, se ha subdividido el territorio nacional en cinco grandes zonas ecológico-ganaderas, que son: árida, semiárida, templada, trópico seco y trópico húmedo (Villegas *et al.*, 2001). La región tropical húmeda de México comprende los estados de Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Tabasco, Veracruz, Tamaulipas y parte de Chiapas; abarca una superficie que corresponde al 12.2% de la superficie del país.

En nuestro país existen diferentes sistemas de producción de ganado bovino bien definidos en función del manejo general que se realice, los sistemas que podemos encontrar son: el sistema intensivo, extensivo, y mixto. (Ríos *et al.*, 2008)

2.3.1 Sistemas de producción bovino extensivo

El sistema extensivo se caracteriza por el uso de grandes superficies para el pastoreo, normalmente aprovechando las condiciones naturales de las diversas zonas ecológicas este tipo de explotación predomina en la región árida y tropical, caracterizada por la dificultad para la producción de forraje, la mayoría de los productores cuentan con bajos recursos. Es un sistema que demanda grandes extensiones con pastizales y presentan algunas desventajas, que a comparación con otros sistemas de producción la ganancia de peso o producción de leche disminuyen considerablemente.

2.3.2 Sistema bovino mixto o doble propósito

Este sistema es característico de zonas tropicales y por la presencia de ganado para la producción de carne y leche. Presenta una marcada estacionalidad (periodo de lluvias y periodo de estiaje). El ganado se encuentra principalmente en agostaderos, las condiciones para la producción son de alta rusticidad. Tiene como base el pastoreo donde combina el engorde extensivo y el engorde intensivo, y tiene dos modalidades:

- **Suplementación:** se le proporciona diariamente determinada cantidad de alimentos en comederos fijos en los mismos pastizales.
- **Encierro:** los animales pastan medio día, y el otro medio día y toda la noche son encerrados en corrales, en donde se les alimenta con mezclas alimenticias.

2.3.3 Sistema de producción bovino intensivo

Este sistema de producción se caracteriza por que se desarrolla en la zona norte y en el altiplano central de México y por la obtención de leche y carne de manera intensiva, debido a la reducida disponibilidad de tierra para el cultivo de forrajes y mano de obra. El sistema se caracteriza además por el elevado uso de infraestructura maquinaria y normalmente tienen acceso a nuevas tecnologías y asesoría técnica que junto con diversas estrategias de conversión de forrajes (henificados, ensilados etc.) fortalecen el sistema productivo. Mediante este sistema, en la mayoría de los casos, los animales presentan una mayor producción de kilos de carne (kg/día), mayor cantidad de litros en vaca/litro/día, lo que se refleja en un mayor ingreso al sistema, no obstante que los costos de producción también pueden ser mayores, además de un mayor impacto negativo sobre los recursos naturales y el medio ambiente, estas son algunas desventajas de este tipo de sistemas. Pero también tiene sus Ventajas:

- Se reduce el tiempo necesario para que los animales alcancen el peso adecuado para la comercialización
- La carne producida es de mejor calidad
- No se requieren grandes extensiones de terrenos
- El éxito de una engorda no está sujeta a la influencia de los factores ambientales (sequías) sobre la calidad nutricional de los pastos
- Los animales están sometidos a un régimen sanitario y de manejo controlado.

Mantiene al ganado en confinamiento por un cierto periodo, con una alimentación a base de raciones balanceadas especialmente preparadas. Para este sistema se requiere sólo de una reducida superficie de terreno para engordar un gran número de animales en periodos de tiempo cortos, los animales obtienen más peso debido a la tranquilidad, al menor ejercicio, y por lo tanto al menor desgaste de energía. La engorda intensiva consiste en mantener el ganado en confinamiento, siendo su

alimentación a base de raciones balanceadas especialmente preparadas. Estas raciones están compuestas por residuos y subproductos agroindustriales, de muy bajo costo, que no pueden ser aprovechadas por el hombre, pero si por los animales, satisfaciendo sus necesidades nutritivas y permitiéndoles engordar en poco tiempo (Hernández, 2018).

2.4 Hembras de reemplazo

Se define crianza de reemplazo a la etapa que van del nacimiento hasta el estado de vaquilla al parto; la comprensión adecuada del proceso de crianza, desde el nacimiento, demanda el entendimiento en términos generales del ciclo biológico de los animales en sus etapas correspondientes al crecimiento y al desarrollo, ya que las transformaciones fisiológicas de los animales son las que determinan su mantenimiento y manejo.

Las becerras representan el futuro de los establos dedicados a la crianza de bovinos para la producción de leche o de doble propósito. La importancia se sustenta en que las crías desarrolladas adecuadamente, cuando llegan a la etapa de vaquillas, serán las que reemplacen a las vacas eliminadas del establo por problemas reproductivos, sanitarios o por bajo rendimiento de leche. Por tal motivo se necesita de un programa adecuado para criar becerras y vaquillas para el reemplazo o de los adquiridos que igualen o superen los niveles presentes de producción.

El reemplazo de vaquillas se califica como el segundo o tercer componente más grande en costos de producción después de la alimentación y la mano de obra, en la mayoría de los establos lecheros. El costo económico hasta los 24 meses varía entre

distintas explotaciones y pueden tener diferencias extremas debido a los variables niveles de manejo. Si las vaquillas paren posterior de esa edad, las pérdidas económicas son importantes durante la vida útil de la vaca. Por este motivo, la reducción de la edad del parto de estos animales puede tener un impacto positivo sobre la rentabilidad. Sin embargo, los reemplazos deben crecer a un ritmo óptimo para impedir problemas al parto y asegurar que la primera lactancia sea óptima. (González *et al.*, 2017).

2.5 El sistema de alimentación de la ganadería bovina

La alimentación es el aspecto más importante en la producción del ganado por lo que la utilización de forrajes y pastizales constituye uno de los factores tecnológicos clave. Antes de iniciar un programa de alimentación para ganado bovino en pastoreo es necesario conocer los requerimientos nutricionales de los animales en las diferentes etapas fisiológicas, la calidad y disponibilidad del recurso forrajero.

El recurso forrajero (gramíneas, leguminosas y árboles forrajeros) es fundamental para la alimentación del ganado en los sistemas de producción de doble propósito en el trópico mexicano (UAM, 2019).

Así mismo existen productos considerados como recursos alimenticios no convencionales como: la gallinaza, harina de pescado, sangre, huesos, que también son factibles de ser utilizados en la alimentación del animal (Escalante, 2014)

2.5.1 Sistema de alimentación en bovinos productores de carne

El ganado de carne estabulado o en *feedlot*, requiere de raciones con alta densidad de nutrientes para ayudarlo a desarrollar su máximo potencial genético, en forma rápida y eficiente. Algunos *feedlot* utilizan dietas que contienen forrajes (heno y ensilaje), granos, minerales y otros aditivos.

Existen dos formas de manejo y alimentación del ganado de carne en *feedlot* en los países tropicales:

1. *Feedlot* parcial o semi intensivo: Pastoreo restringido, aplicación de forrajes picado, más concentrado en dos o más comidas diarias.
2. *Feedlot* total o intensivo: preparación de una mezcla voluminosa en forma de Ración Total Mezclada (Joaquín, 2007).

2.5.2 Sistema de alimentación en bovinos productores de leche

La vaca especializada en producción de leche es muy eficiente en convertir los alimentos de su dieta en leche. Los alimentos se clasifican en las siguientes categorías:

- Forrajes
- Concentrados (alimentos para energía y proteína);
- Minerales y Vitaminas.

Los forrajes pueden ser pastoreados directamente, o cosechados y preservados como ensilaje o heno. Según la etapa de lactancia, deben estar formando parte de casi un

100% (en vacas no-lactantes) a no menos de un 30% (en vacas en la primera parte de lactancia) de la materia seca en la ración. El propósito de agregar concentrados a la ración de la vaca lechera es el de proveer una fuente de energía y proteína para suplementar los forrajes y cumplir con los requisitos del animal. Así los concentrados son alimentos importantes que permiten formular dietas que maximizan la producción lechera. Generalmente, la máxima cantidad de concentrados que una vaca puede recibir cada día no debe sobrepasar 12 a 14 Kg (Roberto, 2009).

2.5.3 El sistema de producción de la ganadería de doble propósito

Los sistemas con bovinos de doble propósito tienen estructuras u organizaciones muy diversas que asociadas a la diversidad ambiental y fundamental conforman un fenómeno complejo dinámico, que sin embargo le hacen sustentables y competitivos, en comparación a los sistemas especializados.

La ganadería bovina de doble propósito, es un sistema de producción que basa la alimentación en el pastoreo, y la mayoría de las veces se utilizan animales cruzados *Bos taurus x Bos indicus*.

La producción de carne se sustenta por la venta de becerros destetados y vacas de desecho. La leche tiene tres destinos: Como consumo, elaboración de derivados lácteos y procesamiento en empresas agroindustriales. Se debe buscar la mayor productividad de las fincas para poder subsistir, es así que la mayoría de esas explotaciones han dejado de ser especializadas para diversificar sus producciones; por ello muchas fincas que eran especializadas en producción lechera, han desaparecido, o han mestizado con Cebú, buscando salvar la producción de machos como animales de carne; por el contrario, muchas explotaciones, dedicadas a

la producción de carne con ganado cebuino, han tratado de meter genes de alguna raza lechera para buscar hembras con posibilidades de ordeñar para mejorar los ingresos de la unidad de producción.

Es por ello que están tan de moda los cruces interraciales, porque lo importante es la economía y no los gustos, para poder sobrevivir, por ello el ganado ideal es el F1, Cebú x Europeo.

2.5.3.1 Características de razas de doble propósito

Este ganado se ha criado con el fin de producir carne y leche simultáneamente sin llegar a especializarse en ninguna de las dos funciones. Obteniéndose las características para los bovinos doble propósito de conformación intermedia entre el biotipo para carne y el biotipo para leche los siguientes:

- Buena musculatura.
- Tórax profundo y bien arqueado lomo ancho.
- Cuartos traseros largos y musculosos (Camargo, 2000).

2.6 Problemática en la alimentación de doble propósito

Durante el periodo de sequía, animales que son mantenidos en pastoreo solo con suplementación mineral generalmente pierden peso (Estrada *et al.*, 2019).

2.7 Requerimientos nutricionales de ganado bovino de doble propósito

Los animales tienen una serie de necesidades alimenticias que en parte son suplidas por lo que ellos comen diariamente, como por ejemplo el pasto de piso, ramas de árboles y hojas secas, entre otros. Estos materiales aportan cantidades limitadas de nutrimentos, dentro de los cuales principalmente se habla de energía, proteínas y minerales. Generalmente lo que comen no les llenan las necesidades diarias para que ellos produzcan eficientemente, ya sea porque hay poca disponibilidad de comida en los potreros, porque los pastos son de baja calidad o por ambas condiciones. Las necesidades nutricionales que más cuesta llenar a los animales en producción que están únicamente pastoreando son, la energía y proteína. Cuando esta situación se presenta, es cuando debemos de mejorar la alimentación, por lo que es importante la suplementación con algo que les ayude a producir más. Es por esta razón que se habla de "balancear" la dieta de los animales utilizando fuentes energéticas, proteicas y minerales en las cantidades y proporciones que llenen sus requerimientos.

En el caso de los minerales, es importante recordar que los pastos no aportan cantidades suficientes como para una buena producción de los animales, razón por la cual se recomienda darles mezclas de sales minerales para que los animales las consuman a voluntad.

Necesidades nutricionales. Tomando como ejemplo sólo a la proteína, la energía y los minerales como calcio y fósforo. Una vaca de doble propósito con ternero al pie, que pesa 400 kg y produce 6 Litros de leche diariamente, la leche que produce tiene un contenido de 3.5% de grasa y tiene que caminar diariamente 1 km. entre el corral de ordeño y los potreros. Los requerimientos nutricionales diarios de esta vaca bajo las condiciones proporcionadas, se especifican en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Requerimientos nutricionales de una vaca de doble propósito.

NUTRIMENTO	REQUERIMIENTO
Proteína	820 gr por día
Energía	14.0 Mcal* por día
Calcio	20.0 gr por día
Fósforo	16.0 gr por día

Fuente: NRC, 2001

* Megacalorías

Por otro lado, tomando como ejemplo un torete de 300 kg de peso de la raza cebú y que lo queremos engordar a una ganancia de peso de 500 gramos por día. Los requerimientos para este tipo de animal se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales de un torete cebuino de 300 kg de peso.

NUTRIMENTO	REQUERIMIENTO
Proteína	800 gr por día
Energía: ENm *	6.1 Mcal por día
ENG *	1.72 Mcal por día
Calcio	21.00 gr por día
Fósforo	12.00 gr por día

Fuente: NRC, 2001

* ENm: Energía Neta de mantenimiento

* ENG : Energía Neta para ganancia de peso

Es necesario puntualizar que animales con peso mayor a 300 kg, tiene mayores requerimientos, por lo tanto, entre mayor sea el peso y la ganancia de peso esperada, más difícil es llenar sus requerimientos (Orozco, 2019).

2.8 Estrategias de suplementación alimenticia y desarrollo tecnológico para ganado bovino

La complementación alimenticia, no se trata sólo de cubrir los requerimientos de los animales en la búsqueda de aumentar las respuestas productivas, si no de interacciones cada vez más complejas, donde el suministro de recursos alimenticios considera el valor nutricional, el momento y el tiempo de suplementación, juegan papel fundamental en la generación de la respuesta productiva, haciendo cada vez más importante económicamente el entendimiento de estas relaciones, para obtener respuestas satisfactorias en el manejo de los sistemas productivos con rumiantes.

Uno de los principales problemas de la ganadería es durante la época seca y de transición, cuando los pastos cubren insuficientemente los requerimientos de los animales, esta problemática junto a otros factores como los incrementos de precio en las materias primas para la fabricación de alimentos, mano de obra, el manejo inadecuado en cuanto a tamaño del potrero, rotación, fertilización, control de malezas, carga animal etc., afectan también la calidad del alimento, la frecuencia y el consumo, haciendo necesario establecer alternativas para la alimentación animal obtenidas localmente (INTAGRI, 2018).

Es por ello que se han desarrollado estrategias de suplementación alimenticia y desarrollo tecnológico para ganado bovino, como los siguientes.

2.8.1 Alimento Concentrado

La suplementación alimenticia (energética y proteica) en el trópico debe ser estratégica y se justifica para incrementar la producción de carne/ha. En novillos de engorda se recomienda su uso cuando la carga animal/ha sea igual o mayor a 3.0 UA/ha. Las investigaciones de 12 años reportadas por el CEIEGT (1998), indicaron que las mejores ganancias de peso (GDP) fueron cuando se utilizaron suplementos alimenticios a razón del 1% del peso vivo contra el 2% P.V., siendo estas de 1,100 y 800 g/animal/día, respectivamente. Esto se debe, por un lado, a que un alto consumo de suplemento alimenticio causa un efecto sustitutivo por la materia seca de la pradera y por otro, a que el incremento calórico después de comer actúa en forma negativa sobre el consumo de forraje en el medio ambiente tropical. Con frecuencia se observa que los novillos de engorda tienen mejores respuestas a la suplementación cuando la oferta de pasto no es limitante y la calidad forrajera en términos de proteína cruda varía entre el 8 al 11%.

2.8.2. Bloques Nutricionales

Otra alternativa de suplementación que actualmente ha demostrado mejorar las GDP a bajo costo, es el uso de bloques nutricionales. Esta tecnología se está difundiendo cada vez más entre los ganaderos del trópico ya que es económica, el consumo de suplemento es moderado, son altos en energía y proteína (3.2 Mcal E.M/kg MS y 35.0% PC) y además son un excelente vehículo para suministrar proteína de sobrepeso y promotores de crecimiento polvosos. Para que los bloques nutricionales tengan respuestas positivas sobre las GDP, es necesario que los novillos dispongan de suficiente material fibroso en la pradera y que además éste sea bajo en proteína degradable. En un estudio realizado por Velásquez (1997), con becerros de 200 Kg.

en zacate estrella Santo Domingo *Cynodon nlemfuensis* y 5.3 becerros/ha durante el otoño invierno, utilizó bloques nutricionales con 30% y 40% de proteína cruda, observando GDP de 482 y 476 g diarios por becerro, respectivamente, con consumos de bloque/animal/día de 920 g. También se encontró que la producción de carne promedio para ambos tratamientos fue de 946 kg/ha/año.

Domínguez (1999), suplementó durante la sequía utilizando novillos Cebú de 400 kg en praderas de zacate insurgente *Brachiaria brizantha* usando un grupo al que dio bloque nutricional y otro grupo de becerros testigo, observando ganancias diarias de 751 y 750 gramos diarios por animal, respectivamente. Por otra parte, la suplementación permitió mantener una mayor carga animal, la cual fue de 3.1 UA/ha en los animales suplementados y 2.7 UA/ha en los testigos. Asimismo, la producción de carne/ha/año fue de 848 y 740 kg/ha/año. Se concluyó que la suplementación en la sequía a novillos de engorda en el trópico permitió: a) Incrementar la carga animal del 15% a 20%; b) Reducir el tiempo de pastoreo en 11% y la rumia en 22%; c) Incrementar la producción/ha/año en 15%; y d) Aumentar la rentabilidad anual de la engorda en 34%.

2.8.3 Ensilaje de forraje y granos

En las regiones tropicales el uso de ensilados no está muy difundido. Sin embargo, esta práctica de conservación de forrajes representa una gran alternativa estratégica para suplementar al ganado de leche y carne evitando que disminuya la producción. Dentro de estas técnicas se encuentra el uso de ensilajes de forrajes con granos como el sorgo y el maíz y de gramíneas forrajeras. Actualmente los ensilajes de maíz o sorgo han dado mejores resultados en relación a las gramíneas ya que su contenido energético y proteico es alto. Estudios realizados en ranchos ganaderos del trópico

seco de Veracruz, permitieron observar incrementos de leche/vaca/día de hasta 3.0 kg en relación con el uso de ensilados de gramíneas. Asimismo, también se ha observado cambios positivos en la condición corporal de las vacas hasta de 1.0 punto de condición corporal con relación a animales sin complemento de ensilaje de maíz o sorgo (Livas *et al.*, 2016).

2.8.4 Henificado

Otro tipo de complementación estratégica que año con año ha sido de gran ayuda para mantener el peso del ganado de engorda y la producción de leche es el uso de forrajes henificados como los zacates pangola *Digitaria decumbens*, Mombasa *Panicum máximum* e insurgente *Brachiaria brizantha*. Aunque estos forrajes son considerados como de mediana calidad nutricional, su uso adquiere cada vez una mayor importancia en las regiones tropicales secas de México, especialmente donde el estiaje dura de 4 a 7 meses.

La henificación requiere maquinaria especializada de alto costo; sin embargo, en muchas explotaciones ganaderas esta inversión se considera baja, comparada con lo que representa una disminución del ingreso económico por una reducción en la producción de leche. Por esta razón, algunos ganaderos destinan varias hectáreas de su rancho al establecimiento de forrajes con el fin de elaborar pacas de heno, tanto para alimentar el ganado propio, como para la venta al público (Livas *et al.*, 2016).

2.9 Recursos alimenticios no convencionales en la alimentación de bovinos

Los alimentos no tradicionales o no convencionales son aquellos residuos de las agroindustrias, materia verde y además de residuos orgánicos que, mediante un

proceso de manejo, los podemos utilizar en las diferentes dietas, conociendo sus valores nutricionales.

Hernández (2013) desarrolló un alimento para ganado bovino a base de cachaza suplementado proteicamente con pasta de soya y sorgo. A su vez, Llanes (2012) realizó un alimento a base de bagazo de caña de azúcar suplementado proteicamente con insumos no convencionales como guácima, hidrolizado de la producción de transglutaminasa y maralfalfa *Pennisetum sp.* Mientras que Ortiz-Rubio y colaboradores (2007) desarrolló experimentos para determinar la suplementación de nitrógeno necesaria en cuatro dietas para ganado bovino basadas en cogollo de caña de azúcar, y determinó que este último es una fuente potencial de forraje para el ganado, pero como único alimento es deficiente en nitrógeno.

El bagazo de caña: es el residuo lignocelulósico sobrante de los tallos de la caña de azúcar, se utiliza en la alimentación de los rumiantes, con buenos resultados cuando se complementa adecuadamente. Está compuesto por fibra 45%, sólidos insolubles de 2 a 3%, sólidos solubles de 2 a 3%, y agua 50% un porcentaje adecuado de fibra en la composición de las cantidades, favorece la digestibilidad de otros nutrientes, ya que ayuda a que el paso de los alimentos por el tracto digestivo sea más lento y más aprovechado. En hembras de reemplazo en crecimiento a partir de los 200 kg. Sobre pasto, existe la posibilidad de sustituir el 58% de los cereales del concentrado comercial por bagazo (Escobar, 2014).

El banano o plátano: la parte comestible del plátano contiene 75% de agua, 21% de carbohidratos, 1% de grasas, proteínas, fibra y cenizas. En los bovinos se suelen suministrar en verde, picados y espolvoreados con sal, ya que contienen muy poco sodio. Estos frutos son pobres en fibra, proteína y minerales y deben suministrarse

junto con gramíneas o cualquier otro forraje. Se puede obtener un buen ensilaje con partes iguales de bananos verdes picados y de gramíneas, o con bananos verdes picados mezclados con un 1,5% de melaza. Los pseudotruncos y las hojas de banano se emplean, como pienso del ganado, y pueden suministrarse a bovinos y cerdos, bien sea frescos o picados y ensilados. Las hojas del banano pueden utilizarse como pienso para los rumiantes, pero, debido a la presencia de taninos, la digestibilidad disminuirá poco a poco a medida que se aumenta en la dieta. Los troncos se ensilan con facilidad una vez picados y mezclados con un carbohidrato de fácil fermentación, por ejemplo, melaza o salvado de arroz (4-8%). Las pieles del banano son muy ricas en taninos activos cuando están verdes y no pueden suministrarse hasta que están completamente amarillas, que es cuando los taninos se combinan en forma inactiva.

Pulpa de cítricos: (pulpa de naranja y limón) suelen desecar y moler la cáscara de cítricos para después ser vendida como pulpa de cáscara de cítricos, está formada principalmente por naranja y toronja, aunque a veces limón, pero es menos apetecida. Nutrientes digestibles totales (74.4%), pobre en proteínas digestibles (2.5%), la pulpa de cítricos no altera el sabor de la leche (vacas pueden consumir 2 kg diarios), en bovinos de leche se recomienda el uso de 30% de pulpa de cítricos en la dieta, ya que incrementa la producción láctea en 0.5 kg/día, en bovinos de carne se recomienda el uso de 60% de pulpa de cítricos en la dieta, ya que la ganancia diaria promedio fue de 195.2 g/día.

Harina de yuca *Gliricidia sepium* es una planta leguminosa arbórea de raíces profundas, muy buen forraje para ganado, las hojas contienen un alto porcentaje de proteína cruda (18 a 30%), su valor de digestibilidad de la hoja es alto, va de 48 a 78%, las flores, las semillas, la corteza y la raíz contienen sustancias tóxicas y se usan localmente para envenenar animales nocivos, especialmente roedores en los campos

de cultivos. (Escobar, 2014). Así mismo existen productos considerados como recursos orgánicos, por ejemplo: la gallinaza, harina de pescado, sangre, huesos, que también son factibles de ser utilizados en la alimentación del animal (Escalante, 2014).

2.9.1 Pez diablo como recurso alimenticio: Proceso para la harina

Dentro de los recursos alimenticios no convencionales también encontramos al llamado pez diablo *Hypostomus plecostomus* o pleco que proviene de la cuenca del río Amazonas en Sudamérica, así como de Costa Rica y Panamá, y se ha introducido en México con graves consecuencias. Pertenece a la familia Loricariidae, la cual cuenta con 716 especies descritas. Algunos de estos animales han sido comercializados en muchas partes del mundo como peces ornamentales y como controladores de algas, situación que ha inducido la entrada accidental y posterior establecimiento de varios loricáridos en ríos y lagos en muchas regiones de clima cálido. Dado que son organismos introducidos, pueden desestabilizar a las poblaciones de varias especies endémicas o características de una región; se altera el ecosistema y se propicia la introducción de agentes patógenos que pueden poner en peligro a las especies nativas y a la salud humana. La problemática generada por los peces diablo ha ido en aumento y ya son un inconveniente para la pesca debido a su anatomía: se atorán en las redes de pesca y es complicado liberarlos; las redes se rompen y disminuye la captura de otras especies comerciales. La invasión de los peces diablo requiere de acciones inmediatas, por tal razón, se recomienda llevar a cabo estudios para conocer la abundancia de esta especie invasora y determinar el potencial de aprovechamiento, así como la evaluación de los efectos ecológicos y económicos en las comunidades acuáticas (Barba, 2015).

Debido al impacto que está teniendo nuestra región con la invasión del pez diablo, debemos ofrecer nuevas alternativas que nos permitan tener sustentabilidad en nuestro ecosistema, por ejemplo: emplearlo como alimento (harina de pez diablo) para vaquillas de reemplazo en época de sequía. De esta manera también estaremos contribuyendo con los pescadores y los productores.

2.10 Factores ambientales que afectan la producción bovina

En la mayoría de las explotaciones productoras de leche y carne en el trópico (>90%), la única fuente de alimentación disponible para el ganado bovino son los pastos utilizando un modelo de pastoreo extensivo, donde este recurso se ve fuertemente afectado por la mala administración. Por otro lado, hay una influencia muy marcada por efecto del clima (temperatura), agua, luz solar, etc., especialmente durante las épocas de estiaje (norte y sequía) (Livas *et al.*, 2016).

La sequía es un fenómeno complejo que resulta difícil darle un enfoque genérico, que contemple todos sus aspectos y satisfaga todas las expectativas; es más bien una particularidad del clima y del medio ambiente, que a su vez tiene múltiples facetas, lo cual le confiere un carácter altamente relativo y elusivo. Dada la dificultad de acotar el inicio y fin del fenómeno, se le llega a considerar como un *no evento*, en el sentido clásico del término; a la fecha no existe una definición completa y del todo aceptada, pues lo complejo del fenómeno no lo permite (Velasco *et al.*, 2005). Debido a la problemática con el estiaje en las regiones tropicales de México los productores se ven en la necesidad de buscar alternativas convencionales y no convencionales que cubran con las los requerimientos nutritivos y el incremento productivo de sus animales.

2.11 Necesidades nutritivas de vaquillas de reemplazo

La edad óptima de reproducción es un importante rasgo de producción en el ganado, ya que muchos de los sistemas utilizados actualmente necesitan que las vaquillas sean criadas durante el sistema de cría restringido de 14 a 16 meses para parir a los 2 años de edad (NRC, 1996).

En vaquillas el 65% de peso adulto proyectado al inicio de su primer empadre es una norma recomendada, sin embargo, el 55% es un promedio reflejado en la ganadería extensiva (Paterson et al., 1991).

El adecuado desarrollo de las vaquillas de reemplazo es la clave para la producción rentable de carne, desafortunadamente, debido a los altos costos percibidos para su desarrollo, muchas hembras jóvenes tienen un inicio lento de su vida y esto impacta en su vida productiva; una sub y sobre alimentación de vaquillas durante el periodo postdestete tiene efectos prolongados sobre la futura productividad (Ferrel, 1982).

Las vaquillas mantenidas como reemplazo, alimentadas con rigurosos programas de alimentación que tienen su primer parto a los 2 años resultan ser económicamente más rentables (Gill y Allaire, 1976).

Además, una inadecuada talla al parto puede limitar la producción de leche y que estas queden gestantes en el primer parto. En general vaquillas de razas productoras de carne se espera que logren su pubertad aproximadamente al alcanzar el 60 por ciento de su peso vivo (Martin et al. 1992; Gregory et al. 1992).

Paterson *et al.* (1991) realizaron una investigación en hembras post destete a las cuales se les suplemento con dos niveles de energía (alto y bajo) con el propósito de evaluar el impacto de la alimentación así como alcanzar una meta de peso establecida al preempadre (65 por ciento del peso adulto); en dicho estudio mencionan que el nivel de energía (alto) contribuyó a que las vaquillas alcanzaran la pubertad para la época de empadre así como también el peso preempadre, condición corporal, altura a la cadera y área pélvica; explican también que las diferencias en comportamiento reproductivo de vaquillas de reemplazo es causado por un inadecuado desarrollo nutricional en el periodo post destete.

Así mismo, Short y Bellows (1971) llevaron a cabo un experimento en vaquillas para evaluar los efectos de la variación del nivel de alimentación sobre el subsiguiente crecimiento y reproducción. Las vaquillas fueron alimentadas para ganar 0.23, 0.45 0 0.68 Kg. por día durante el periodo de invierno; encontraron que aumentando el nivel de alimentación se incrementó el peso corporal, área pélvica y condición corporal e indican que una restricción de energía en la dieta de vaquillas influye negativamente en la edad a la pubertad, fecha al primer parto, empadre y concepción, índice de preñez y mayor riesgo de distocia (Hernández, 2004).

Otro de los factores importantes que afectan la eficiente producción de carne y leche en el trópico, es la pobre calidad y cantidad de los forrajes de la cual depende la mayor parte de las explotaciones ganaderas; presentándose sistemas productivos irregulares. Por lo tanto, la mayoría de las explotaciones ganaderas son básicamente operaciones de tipo pastoril, donde la baja disponibilidad de pasta está asociada a la baja fertilidad del suelo, a los sistemas de manejo del 2.6 Pastizal y del ható ganadero y al patrón de distribución de lluvias (Araque, 1994).

Solano (1996) en su investigación acerca de alternativas de alimentación para vaquillas de reemplazo y búfalos de crecimiento durante la época de seca, evaluó el efecto de 4 diferentes dietas; ensilaje de sorgo con monesina (ENCM) y sin monesina (ENSM), paja de arroz amoniada con monesina (PCM), y sin monesina (PSM) en el desarrollo de vaquillas de reemplazo. Se utilizaron 48 animales de composición racial: Brahman, Beefmaster y con cucaste (Holstein-Brahman y Holstein-Gyr). Las variables medias fueron ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (CMS) y conversión alimenticia (CA); para la evaluación reproductiva, se midió el efecto de las dietas y el aditivo sobre el número de días a presentación de estro (DPE), número de días a servicio efectivo (NSE), porcentaje de preñez (PP) y números de servicio por concepción (NSC). El experimento se llevó a cabo durante 4 periodos de 21 días cada uno y el desempeño animal acumulado mostró que las mejores (GDP) fueron obtenidas por los tratamientos en base a ensilaje (732g/animal/día) respecto a los de paja (549g/animal/día), esta diferencia se debió a la dieta y no a la adición del aditivo ($P < 0.05$). En cuanto a CMS se observó una disminución de (6.87%) por efecto de la monesina para las dietas en base a paja de arroz ($P < 0.03$). Para la evaluación reproductiva no se encontraron diferencias significativas, aunque los tratamientos con ensilaje tienden a presentar mayores índices de fertilidad.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del área de estudio

El proyecto fue realizado en el Instituto Tecnológico de Altamira, ubicado en la carretera Tampico-Mante, Km 24.5, Altamira, Tamaulipas. México. Localizado en las coordenadas 22° 25' 32.1" Latitud, N y 97° 56' 41.3" Longitud, O, del meridiano de Greenwich, a una altura de 26 msnm (CONAGUA, 2012). Utilizando las áreas pecuarias para la deshidratación y molienda del pez diablo y el laboratorio de Bromatología para la determinación del aporte de nutrientes. La prueba de campo se realizó en el Rancho "Tres Potrillos" localizado en el ejido Ochoa, Municipio de Panuco, Veracruz, coordenadas 22° 17' 01" N y 98° 04' 21" O, a una altura de 22 msnm (INEGI, 2012).

3.2. Toma de muestra de pez diablo

Las muestras de pez diablo se tomaron en el complejo lagunario de la región, en las inmediaciones de la laguna de Champayán. El muestreo se realizó cada treinta días dentro de la época de invierno en donde se tomaron 10 kg de pescado en forma aleatoria.

3.3 Registro de morfometría de pez diablo

Evaluación de la morfometría:

El material biológico se obtuvo mediante muestreo aleatorio simple en la Laguna de Champayán, una vez al mes durante dos meses.

De cada ejemplar se registraron los siguientes datos:
Longitud total (LT), longitud estándar (LE), Cabeza, tronco y peso.

3.4 Deshidratación y procedimiento para la obtención de la harina de pez diablo

- a) Las especies obtenidas, se limpiaron del exceso de lodo
- b) Se llevó a cabo la deshidratación de las muestras de pez diablo a una temperatura de 60°C en un horno de secado
- c) Concluida la etapa de secado, se molió en un molino eléctrico, motor de ½ hp
- d) La harina obtenida se colocó en frascos de cristal hasta el momento de su análisis

3.5 Unidades Experimentales

Se utilizaron 4 hembras para cada tratamiento, cruce de *Bos taurus* X *Bos indicus* con diferentes porcentajes de encaste, en total se utilizaron 8 unidades experimentales al destete, con peso aproximado de 231.4 kg., asignando los tratamientos en forma aleatoria.

3.6 Alimentación

La alimentación estuvo basada en el pastoreo, en potreros con mezcla de grama nativa, Mombasa *Panicum maximum* cv. *Mombasa* y pasto Miyagui *Panicum maximum* cv. *Miyagui* de las 8:00 a las 14:00 horas, posteriormente se ofrecía la suplementación a razón de 2 kg por animal por día. El suplemento se elaboró al 20% de proteína cruda (PC), utilizando el 6% de pez diablo como fuente de proteína. El suplemento se elaboró

a base de sorgo, pasta de soya, heno, harina de pez diablo, melaza, sulfato de amonio, sal en grano, premezcla de vitaminas y minerales.

3.7 Determinación del aporte de nutrientes de la harina de pez diablo

Para evaluar el aporte de nutrientes del pez diablo se realizó el análisis bromatológico para conocer la composición química, cada muestra se analizó para determinar el contenido de materia seca (MS), cenizas (C), proteína cruda (PC) (AOAC, 1995) y extracto etéreo (EE).

3.8 Tratamientos

Se establecieron dos tratamientos:

T1: Pastoreo con suplemento tradicional (pasta de soya como fuente de proteína)

T2: Pastoreo con suplemento elaborado con harina de pez diablo como fuente de proteína.

3.9 Variables a medir

➤ Variables de morfometría del pez diablo:

Lt= longitud total, Le= longitud estándar, cabeza, tronco y peso

➤ Tiempo de deshidratación del pez diablo: Se determinó por peso constante

➤ Calidad nutricional de la harina de pez diablo: MS, C, PC Y EE

➤ En Unidades Experimentales:

Ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA).



3.10 Diseño experimental

Las variables de morfometría y calidad nutricional de la harina de pez diablo fueron analizadas con un diseño completamente al azar. Las unidades experimentales fueron asignadas bloqueando por peso inicial. Para evaluar las variables GDP, CDA y CA se utilizó una comparación de medias mediante la prueba de t de Student, utilizando el programa SPSS versión 17.



4 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Morfometría del pez diablo

En relación a la morfometría del pez diablo evaluado en dos meses de la época de invierno, se observó que no presento diferencia en Longitud total (Lt) y Longitud estándar (Le), sin embargo, en la medida de la cabeza se observa una diferencia de 1.25 cm mayor en el mes de febrero, y la medida del tronco 4.62 cm más chico en el mismo mes, en relación al peso se observó en el mes de febrero un peso menor con una diferencia de 55.95 gramos. (Cuadro 3).

ORGANISMO	Lt		Le		Cabeza		Tronco		Peso			
	centímetros										gramos	
	Enero	Febrero	Enero	Febrero	Enero	Febrero	Enero	Febrero	Enero	Febrero		
1	33	40.5	27	31	5	6.5	22	30.5	387	528.7		
2	34	33	29	25.5	5	6.5	25	20	466.5	354.1		
3	34	31	27	24.5	4.5	5.5	30	18.5	452.9	342		
4	34	31.5	27	24.5	4.5	5.5	30	19.5	515.7	373.5		
PROMEDIO	33.75	34	27.5	26.375	4.75	6	26.75	22.125	455.525	399.575		

Lt= Largo total, Le= Largo estándar

Cuadro 3. Evaluación morfométrica del pez diablo a dos fechas de muestreo

4.2. Tiempo de Deshidratación

En cuanto al tiempo de deshidratación se evaluó a las 24, 48, 36 horas, encontrándose que aún seguía disminuyendo, se volvió a pesar a las 69.5 horas y media hora después a las 70 horas se observó una disminución muy pequeña, pesando nuevamente 15.5 horas después dando un total de 85.5 horas y manteniendo el peso 90 horas después.

Observándose también en esta prueba que se mantuvo constante el menor peso del pez diablo para el mes de febrero (cuadro 4).

FECHA	Peso gr					
	10 de marzo		13 de marzo		14 de marzo	
Hora	Enero	Febrero	Enero	Febrero	Enero	Febrero
19:30	455.525	399.575				
17:00			360.9	282.7		
17:30			359.85	281.9		
09:00					343.9	279.55
10:30					343.95	279.8
12:00					343.8	280

Cuadro 4. Tiempo de deshidratación en horno de secado de muestras de pez diablo en la época de invierno

4.3. Contenido Nutritivo del Pez Diablo

Se observa una diferencia en el contenido de PC mostrando el valor más alto en el mes de febrero con una diferencia de 6.39%. No se observó ninguna diferencia en los parámetros de MS, C y EE entre los dos meses (Cuadro 5).

NUTRIENTE	ENERO	FEBRERO
	%	
MS	97.00	97.65
C	30.82	30.82
PC	59.36	65.75
EE	22.02	7.83

MS= Materia Seca, C=Ceniza, PC= Proteína Cruda, EE=Extracto Etéreo

Cuadro 5. Resultados del análisis bromatológico de las muestras de pez diablo en el mes de enero y febrero

4.4. Ganancia de peso total por periodo en hembras para reemplazo suplementadas con dos fuentes de proteína

El comportamiento en cuanto a la ganancia de peso total durante la prueba no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$), sin embargo, se observó ligeramente superior en dos periodos siendo de 3.250 y de 0.500 Kg en el segundo y tercer periodo respectivamente, en las hembras suplementadas con la harina de pez diablo como fuente de proteína (Figura 1).

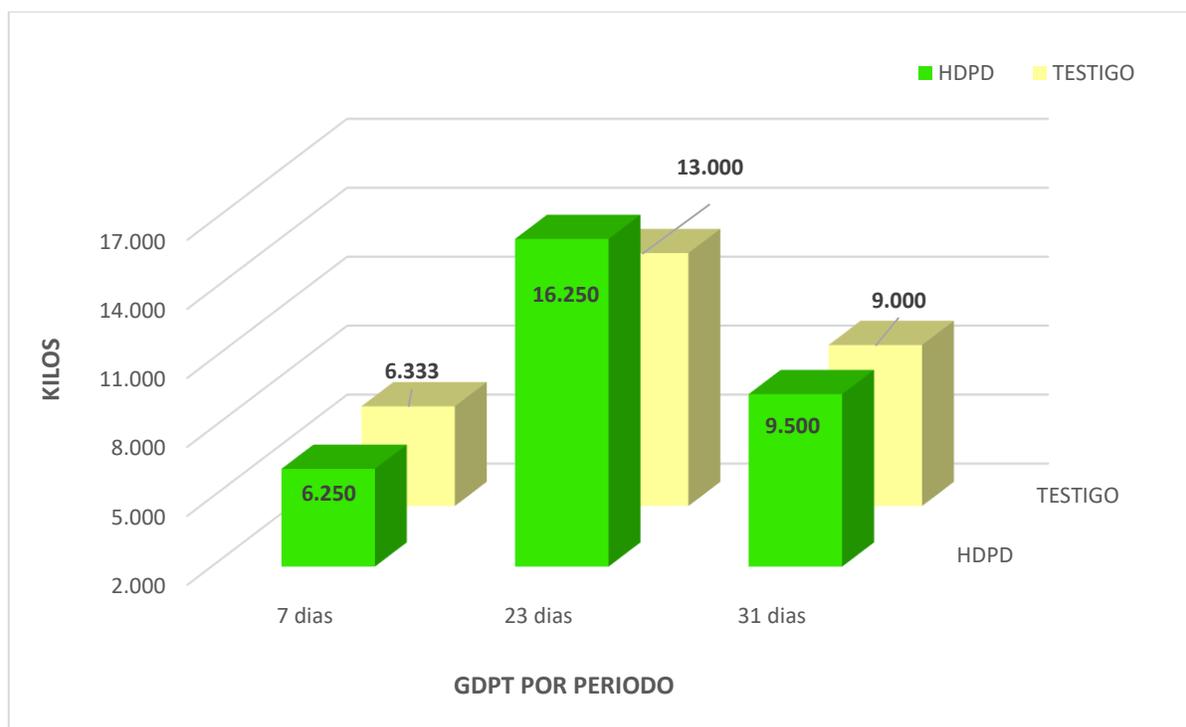


Figura 1. Ganancia de peso total por periodo (GDPT) en hembras de reemplazo suplementadas con dos fuentes de proteína

4.5. Ganancia diaria de peso por periodo

Considerando que todas las novillonas se alimentaron bajo las mismas condiciones de pastoreo, y que la diferencia fue la fuente de proteína en el suplemento; el experimental utilizando la harina de pez diablo y el testigo utilizando pasta de soya, a razón de dos kilos por animal por día. En la ganancia diaria de peso (GDDP) se observó que a los 23 y 31 días se presentó un incremento en los animales del tratamiento con HDPD sin embargo no se observó diferencia significativa ($P > 0.05$) en ningún periodo, lo que pudiera considerarse que el beneficio se vería reflejado en el menor costo del suplemento con harina de pez diablo (Figura 2).

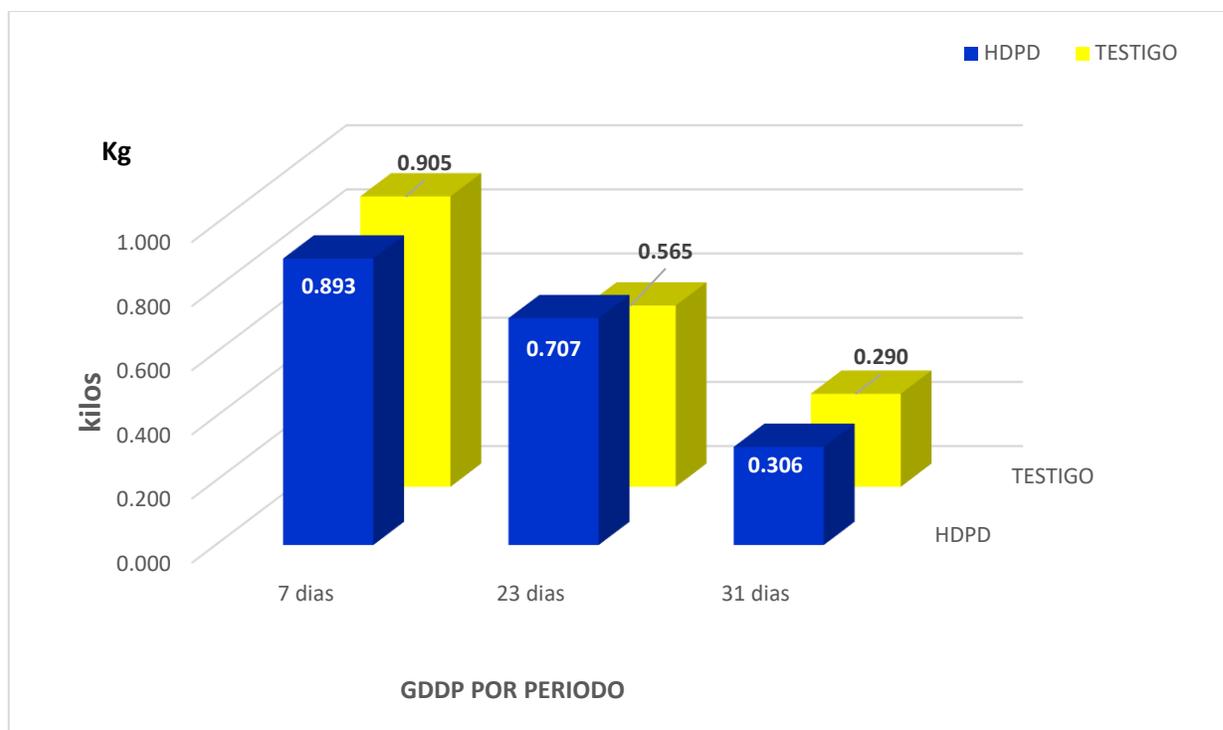


Figura 2. Ganancia diaria de peso en hembras de reemplazo alimentadas con un suplemento a base de harina de pez diablo

4.6. Conversión alimenticia en hembras para reemplazo suplementadas con dos fuentes de proteína

Se realizó el cálculo para la conversión alimenticia en base al promedio de peso por animal/día y el consumo de suplemento por animal/día. Se observó que numéricamente la conversión alimenticia (CA) es menor en el suplemento a base de HDPD que a base de pasta de soya, lo que significa que con el suplemento a base de soya necesitaron 3.409 kg para producir un kilo de carne a diferencia de las hembras que consumieron suplemento con harina de pez diablo que necesitaron 3.145 kilos para producir un kilo de carne (Figura 3).

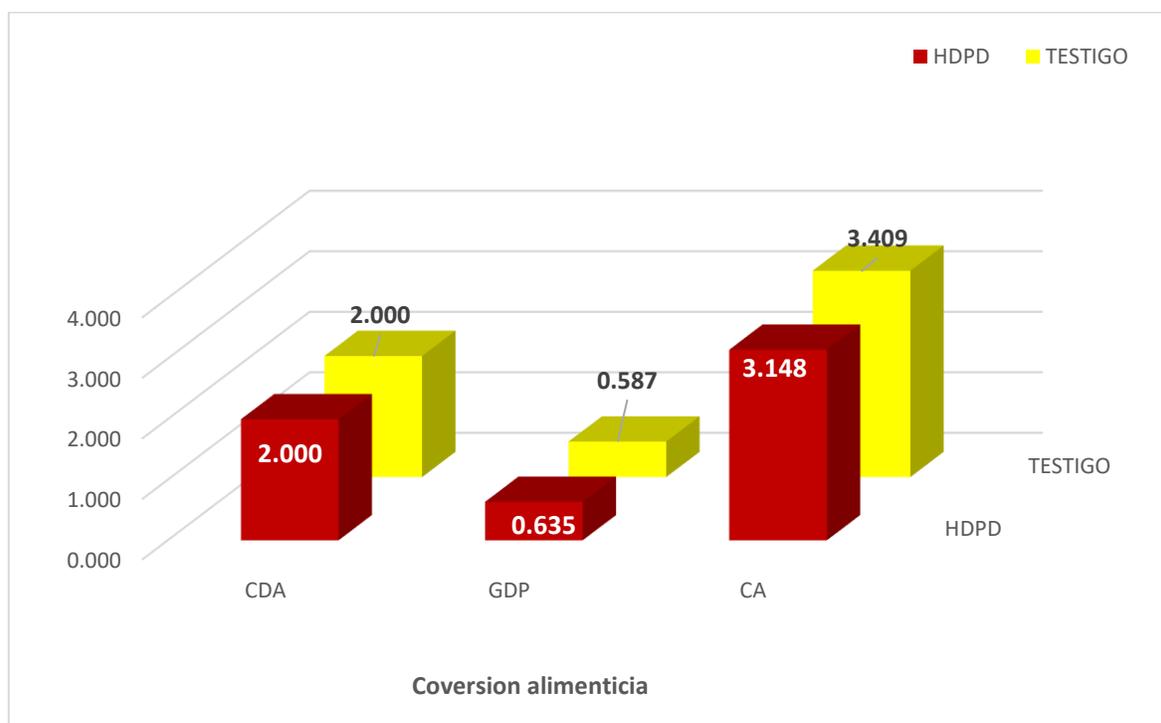


Figura 3. Ganancia de peso y conversión alimenticia en hembras de reemplazo alimentadas con un suplemento a base de harina de pez diablo (HDPD)

4.7. Conversión económica

Considerando que para obtener un kilo de carne con la dieta experimental (HDPD) se utilizaron 3.148 kg y para el testigo 3.409 kg, y siendo el costo de la dieta con (HDPD) de \$7.46 y la dieta testigo de \$8.46, el costo para producir un kilo de carne fue de 23.48 y 28.84 para la HDPD y la dieta testigo respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Costo de producción en hembras de reemplazo con dos dietas, harina de pez diablo y pasta de soya

Fuente de proteína	Conversión Económica		
	CA	Costo por kilo de alimento	Costo por kilo de carne
HDPD	3.148	7.46	\$ 23.48
Pasta de Soya	3.409	8.46	\$ 28.84

HDPD= Harina de pez diablo, CA= Conversión Alimenticia



5. CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo muestran que el uso de la harina de pez diablo como fuente de proteína puede ser una alternativa de alimentación para hembras de reemplazo doble propósito, se observaron cambios en la ganancia de peso y en la conversión alimenticia a favor de los animales suplementados con una dieta que contenía 6% de harina de pez diablo, aunque no se observó diferencia estadística significativa, en la conversión económica se puede observar una diferencia de \$5.36 MXN menos en el costo de producción de un kilo de carne en las hembras alimentadas con la dieta que tenía como fuente de proteína la harina de pez diablo.



6 LITERATURA CITADA

- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, (990.21. Solid-Not-Fat in Milk), 1995.
- Araque, C. 1994 Resultados de investigación sobre bloques multinutricionales en bovinos. I Conferencia Internacional de Bloques Multinutricionales. Guanare, Venezuela. 21-26.
- Barba Macías Everardo, (2018). Pez diablo en el sureste mexicano. ECOSUR, Villahermosa, Tabasco.
- Camargo, M. (2000). Sistemas de vacunos doble propósito. X Congreso Venezolano de Zootecnia. UNELLEZ-Guanare, Venezuela. Pp. 193-199.
- Carrera, C.B.; Schwentesius, R.R.; Gómez, C: M.A. (2014). La ganadería bovina de carne en México: un recuento necesario después de la apertura comercial (Libro electrónico). Primera edición. Ciudad Juárez, Chihuahua, México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Sociales y Administración. Pp. 97.
- CEIEGT. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, (1998) Curso de Ganadería de Doble Propósito en el Trópico FMVZ-UNAM. Martínez de la Torre, Veracruz.
- Conagua. 2012. Comisión Nacional del Agua. Instituto Tecnológico de Altamira. Cd. Altamira, Tamaulipas. México.
- Domínguez, B.J.F. (1999). Productividad y rentabilidad en la producción de carne con novillos Cebú utilizando bloques nutricionales y Zeranol bajo pastoreo intensivo en el trópico húmedo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. (UNAM). CEIEGT. Martínez, de la Torre, Veracruz.

- Escalante Morales Bernardo, (2014). Alimentación alternativa y sustentable de bovinos en el trópico. Monografía; trabajo presentado como requisito parcial para optar a la categoría de profesor asistente. Higuero, Miranda, Venezuela. Pp. 14-16.
- Escobar Pablo, (2014). Uso de productos no tradicionales en la alimentación animal. Universidad técnica de Ambato. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ambato, Ecuador. Pp. 12-52.
- Estrada, Mauricio Miguel, Deilen Paff Sotelo Moreno, Román Enrique Maza y Jorge Alberto Cruz Torres Ortega. (2019). Uso de suplementos para bovinos productores de carne en pastoreo en el trópico de México. RLEEI. Vol. 3/Num 3. Pp. 90-99.
- Ferrel, C. L. (1982). Effects of post weaning rate of gain on onset of puberty and reproductive performance of heifers of different breeds. J. Anim. Sci. 55: 1272-1283.
- Gill, G.S. and F.R. Allaire. 1976. Relationship of age at first calving, days open, days dry, and herd life to a profit function for dairy cattle. J. Dairy Sci. 59:1131.
- González Avalos, Ramiro; González Avalos, José; Peña Revuelta, Blanca Patricia; Moreno Reséndiz, Alejandro; Reye Carrillo, José Luis. (2017). Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerras de reemplazo lactantes. Revista mexicana de Agronegocios, vol.40. Sociedad mexicana de administración agropecuaria A.C. Torreón, México. Pp. 561-569.
- Gregory, K. E., L. V Cundiff, and R. M. Koch. (1992). Breed effects and heterosis on milk yield and 200-day weight in advanced generations of composite populations of beef cattle. J. Anim. Sci. 70: 2366 - 2372.
- Heinrichs, A. J. 2001. Análisis Económico Para Programas Eficientes de Reemplazo de Vaquillas. Memorias de DIGAL. Día Internacional del Ganadero Lechero. Delicias, Chihuahua, México.

- Herd, D. B. and L. R. Sprott. 1987. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. Paper # B1526, Texas Agricultural Extension Service, Texas A & M University System, College Station, TX, U. S. A. 12 p.
- Hernández Camargo Esteban. (2004). Utilización del sistema NIRS/NUTBAL para mejorar las estrategias de manejo y suplementación de vacas lactantes, gestantes y vaquillas en época de mala calidad de forraje. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.
- Hernández Jaramillo Edgar Edén. (2018). Comparación de parámetros productivos y rendimiento de la canal entre fenotipos *Bos Taurus* y *Bos Indicus* bajo un sistema intensivo. Tesis para la obtención de título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Universidad Autónoma del estado de México; Centro universitario Temascaltepec. Temascaltepec. Estado de México. Pp. 22-24.
- Hernández Leal, Rocío (2013) Conversión de la cachaza azucarera en un coproducto de valor agregado para la alimentación de ganado bovino en un marco de desarrollo sustentable. Tesis de Maestría en Tecnología de Avanzada. CICATA-IPN-Altamira, Tamaulipas. Pp. 70-76.
- INTAGRI. Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura, (2018). Complementos alimenticios como estrategias de alimentación para rumiantes en pastoreo. Artículo. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/Complementos-alimenticios-como-estrategias-de-alimentacion-para-rumiantes> en (2019).
- Joaquín A. Paulino, (2007). Estrategias de alimentación de ganado de carne en feedlot. Artículo. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/estrategias-alimentacion-ganado-carne-t26831.htm> en (2019).

- Livas Calderón Fernando, Ocaña Zavaleta Eliazar, Castillo Gallegos Epigmenio, (2016). Estrategias de suplementación en ganado de doble propósito en el trópico húmedo. Centro de enseñanza, Investigación y extensión en ganadería tropical. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.
- López Gama Rodrigo, (2017). Evaluación productiva y económica de unidades de producción de ganado bovino para carne en Tlatlaya, estado de México. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Universidad autónoma del estado de México, Temascaltepec, estado de México. Pp. 20.
- Llanes Gil López, Diana I. (2012) Desarrollo Técnico y económicamente viable de harinas forrajeras predigeridas y enriquecidas proteicamente a partir de bagazo de caña de azúcar. Tesis de Maestría en Tecnología de Avanzada. CICATA-IPN-Altamira, Tamaulipas., México. Pp. 90-91.
- Martín, L. C., J. S. Brinks, R. M. Bourdon, and L. V. Cundiff. (1992). Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. *J. Anim. Sci.* 70: 4006 – 4017.
- NRC. National Research council. (1996). Nutrient requirements of beef cattle. Seventh rev. Ed. National Academy Press. Washington, D. C. USA
- Orozco Barrantes Edwin. Bancos forrajeros. Biblioteca virtual. Recuperado de http://www.mag.go.cr/bibiotecavirtualciencia/manual_b_forrajeros_04.pdf en (2019).
- Ortiz-Rubio, M.A., E.R. Orskov, J. Milne, H.M.A. Galina. (2007) Effect of different sources of nitrogen on *in situ* degradability and feed intake of Zebu cattle fed sugarcane tops (*Saccharum officinarum*) *Animal Feed Science and Technology* Volume 139, Issues 3–4, Pages 143–158.
- Patterson, D. J., L. R. Corah, J. R. Brethour, M. F. Spire, J. J. Higgins, G. H. Kiracote, J. S. Stevenson and D. D. Simms. (1991). Evaluation of reproductive traits in

- bos Taurus and bos indicus crossbred heifers: Effects of post weaning energy manipulation. *J. Anim. Sci.* 69: 2349- 2361.
- Ríos Mohar Alejandra., López Díaz C.A., (2008). Análisis financiero del reemplazo de vientres bovinos en un rancho ganadero del trópico húmedo mexicano; en: Cavalotti, V., Marcof A.C., Ramírez V.B., Coord. Ganadería y desarrollo rural en tiempos de crisis. Universidad Autónoma de Chapingo, México Pp. 103-113.
- Roberto Luciano, (2009). Alimentos para vacas lecheras. Artículo. Dajabon, República Dominicana. Recuperado de [https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/alimentos -vacas-lecheras-t28104.htm](https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/alimentos-vacas-lecheras-t28104.htm) en (2019).
- Sabino R y Luis R. (2017). Paquete tecnológico contra el síndrome parapléjico bovino. Blogspot. Pp. 29-30. Recuperado de <http://generalidadesdela ganaderiabovina.blogspot.com/2017/04/seleccion-de-hembras-para-el-rebano.html> en (2019).
- Schingoethe, D. J. y A. García. 2004. Alimentación y manejo de becerras y vaquillas lecheras. College of Agriculture & Biological Sciences. South Dakota State University. USDA.
- Short, R. E. And R. A. Bellows. (1971). Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. *J. Anim. Sci.* 32: 127-131.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2017). Rumiantes: los que si clasifican.
- Solano Roca Alberto Josué, (1996). Alternativas de alimentación para vaquillas de reemplazo y búfalos en crecimiento durante la época seca. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de ingeniero Agrónomo en el grado académico de literatura. Escuela Agrícola Panamericana departamento de Zootecnia. Pp. 20-24.
- UAM. Universidad Autónoma Metropolitana. (2019). Manual para el manejo de bovinos de doble propósito. Tlalpan, Ciudad de México.



- Velasco Israel, Ochoa Leonel, Gutiérrez Carlos (2005), Sequía, un problema de perspectiva y gestión. Región y sociedad vol.17. Hermosillo, Sonora.
- Velásquez, R.A.E. (1997). Complementación alimenticia con bloques nutricionales de melaza-urea y 2 niveles de proteína en novillos F1 Holstein x Cebú bajo pastoreo intensivo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad Veracruzana.
- Villegas Durán Gregorio., Bolaños Medina Arturo., Olguín Prado Leonardo. (2001). La ganadería en México. Instituto de geografía, UNAM. Ciudad Universitaria, México.



7 ANEXOS



Figura 4. Muestras de pez diablo colectado



Figura 5. Medición de pez diablo



Figura 6. Acomodo de peces en charolas



Figura 7. Pesaje de pez diablo

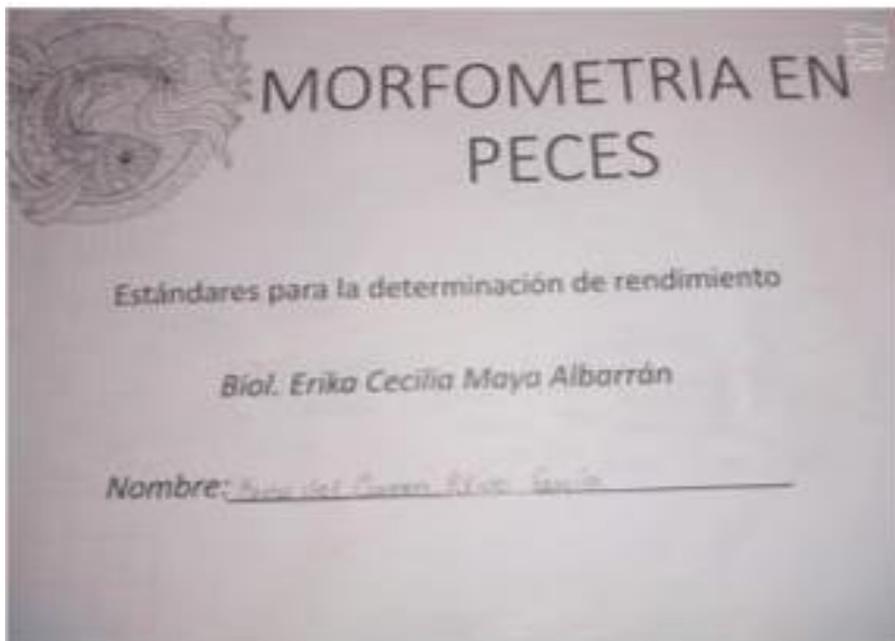


Figura 8. Recolección de datos morfométricos de pez diablo

HOJA DE DATOS					
FECHA	ORGANISMO		DETERMINADO		
	LT	LE	Cabeza	Torax	Peso
1	20.0	12.0	2.5	1.5	0.5
2	22.0	13.0	2.8	1.8	0.6
3	24.0	14.0	3.0	2.0	0.7
4	26.0	15.0	3.2	2.2	0.8
5	28.0	16.0	3.5	2.5	0.9
6	30.0	17.0	3.8	2.8	1.0
PROMEDIO	24.0	14.5	3.0	2.0	0.75
ARTE DE PESCA:	...				
LUGAR:	...				
Nombre común:	...				
Nombre científico:	...				

Figura 9. Datos del mes de enero

HOJA DE DATOS					
FECHA	ORGANISMO		DETERMINADO		
	LT	LE	Cabeza	Torax	Peso
1	21.0	12.5	2.6	1.6	0.55
2	23.0	13.5	2.9	1.9	0.65
3	25.0	14.5	3.1	2.1	0.75
4	27.0	15.5	3.3	2.3	0.85
5	29.0	16.5	3.6	2.6	0.95
6	31.0	17.5	3.9	2.9	1.05
PROMEDIO	25.5	15.0	3.1	2.1	0.8
ARTE DE PESCA:	...				
LUGAR:	...				
Nombre común:	...				
Nombre científico:	...				

Figura 10. Datos del mes de febrero



Figura 11. Introducción de peces diablo al horno de secado



Figura 12. Regularización de temperatura a 60° en horno de secado



Figura 13. Muestras de enero y febrero deshidratadas



Figura 14. Muestras de enero y febrero antes de la molienda



Figura 15. Determinación de extracto etéreo de harina de pez diablo



Figura 16. Determinación de proteína



Figura 17. Determinación de proteína de harina de pez diablo



Figura 18. Destilación de muestras de harina de pez diablo del mes de enero



Figura 19. Destilación de muestras de harina de pez diablo del mes de febrero



Figura 20. Separación de nitrógeno de mezcla digerida



Figura 21. Preparación de las muestras del destilado recolectado



Figura 22. Titulación de las muestras de enero y febrero.

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ALTAMIRA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

2023

Estadísticos de grupo

	Tratamiento	N	Media	Desviación típ.	Error t _{ic} de la media
Ganancia de peso por periodo a 7d	HDFD	4	6.25000	2.872281	1.436141
	TESTIGO	3	6.66667	5.507571	3.179797

		Prueba T para la igualdad de medias						
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error t _{ic} de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
							Inferior	Superior
Ganancia de peso por periodo a 7d	Se han asumido varianzas iguales	-.132	5	.900	-.416667	3.156783	-8.531435	7.698102
	No se han asumido varianzas iguales	-.119	2.821	.913	-.416667	3.489070	-11.930116	11.096783

Figura 23. Ganancia de peso total por periodo (GDPT) en hembras de reemplazo suplementadas con dos fuentes de proteína

Estadísticos de grupo

	Tratamiento	N	Media	Desviación t _{ic}	Error t _{ic} de la media
Ganancia de peso por periodo a 23d	HDFD	4	16.25000	3.095696	1.547848
	TESTIGO	3	13.00000	8.185353	4.725816

		Prueba T para la igualdad de medias						
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error t _{ic} de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
							Inferior	Superior
Ganancia de peso por periodo a 23d	Se han asumido varianzas iguales	.746	5	.489	3.250000	4.357465	-7.951220	14.451220
	No se han asumido varianzas iguales	.654	2.433	.570	3.250000	4.972843	-14.878880	21.378880

Figura 24. Ganancia diaria de peso en hembras de reemplazo alimentadas con un suplemento a base de harina de pez diablo

Estadísticos de grupo

	Tratamiento	N	Media	Desviación t.p.	Error t.p. de la media
Ganancia de peso por periodo a 31d	HDPD	4	9.50000	3.000000	1.500000
	TESTIGO	3	9.00000	12.489998	7.211103

		Prueba T para la igualdad de medias						
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error t.p. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
							Inferior	Superior
Ganancia de peso por periodo a 31d	Se han asumido varianzas iguales	.080	5	.940	.500000	6.288879	-15.666078	16.666078
	No se han asumido varianzas iguales	.068	2.174	.952	.500000	7.365460	-28.879006	29.879006

Figura 25. Ganancia de peso y conversión alimenticia en hembras de reemplazo alimentadas con un suplemento a base de harina de pez diablo (HDPD)