

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

“EFECTO DEL APOORTE NUTRICIONAL DEL
PEZ DIABLO (*Hypostomus plecostomus*) EN LA GANANCIA DE
PESO EN ETAPA DE CRECIMIENTO DE BOVINOS DOBLE PROPÓSITO”

TESIS

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

PRESENTA:
DIANA ATALIA ALVAREZ GÓMEZ



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. Diana Atalia Alvarez Gómez**, estudiante de la Maestría en Producción Pecuaria Tropical, manifiestan que después de haber revisado su tesis: **"Efecto del aporte nutricional del pez diablo (*Hypostomus plecostomus*) en la ganancia de peso en etapa de crecimiento de bovinos doble propósito"** 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

M.C.P.A.T. José Luis Horak Loya.
CO-DIRECTOR
Cédula Profesional: 7074253

D.C.A. Ricardo Velasco Carrillo
ASESOR
Cédula Profesional: 7074281

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

Cp. Archivo.



APROBACIÓN DE TESIS

La presente Tesis titulada “**EFFECTO DEL APOORTE NUTRICIONAL DEL PEZ DIABLO (*Hypostomus plecostomus*) EN LA GANANCIA DE PESO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO DE BOVINOS DOBLE PROPOSITO**”, fue realizada por C. Ing. **Diana Atalia Alvarez Gómez** 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

Mc. José Luis Horak Loya

Asesor

Dr. Ricardo Velasco Carrillo

Asesor

Dra. Diana Isis Llanes Gil López

DEDICATORIA

A mi esposo Juan Daniel Solís García y mi sobrina Raquel Eunice.
Mi familia chiquita.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mi esposo Juan Daniel; por siempre apoyarme y estar conmigo dándome ánimos, recordándome que yo puedo, creyendo en mí, enseñándome que por muy difícil que parezcan las situaciones se puede salir victorioso de cada una, por alentarme a continuar cuando mis fuerzas se agotaban.

A mis padres; Emilio y Leonarda quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida. Quiero expresar mi gratitud a mis hermanos y a cada uno de mis sobrinos porque han constituido un poderoso estímulo para dedicar el mejor de mis esfuerzos en el logro de mis objetivos.

Así como también agradezco a mi mejor amiga Brisa del Carmen por ser parte de este proceso y estar conmigo en cada paso del camino, por sus palabras de aliento, no tengo como agradecer por ser incondicional. Al Ing. Jorge Hiram García García por su paciencia, amistad y apoyo. Y a todas esas personas que estuvieron conmigo a lo largo de mi carrera mostrándome el verdadero valor de la amistad.

Agradezco al Instituto Tecnológico de Altamira por ser el ALMA MATER en donde pude tener la oportunidad de forjar mi conocimiento.

Al área de posgrado e investigación y a cada uno de los profesores por compartir sus conocimientos.

Le agradezco a mi asesora la Dra. Elvia Margarita Romero Treviño por su tiempo, confianza, y apoyo a lo largo de esta investigación, así como también a la Dra. Diana Isis Llanes por todas sus enseñanzas y al M.V. Carlos Wild por creer en mí e impulsarme siempre con sus consejos desde mi licenciatura.

Por ustedes es este logro y con ustedes lo comparto.

RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Diana Atalia Alvarez Gómez, Ingeniero Agrónomo Zootecnista egresada del Instituto Tecnológico de Altamira en el año 2017. Colabora en actividades de logística como parte del comité organizador del I, II, III y IV Congreso Mundial de Ganadería Tropical del año 2014 al 2017. Realiza el curso-taller “Producción Bovina Sostenible con Bajos Insumos y Alto Impacto” en 2016 y obtiene certificación por haber aprobado el curso de “Inseminación Artificial en Bovinos” en el año 2017. Desarrollo sus residencias profesionales en el Centro de Desarrollo de Capacidad Productiva y Mejoramiento Genético de la Ganadería “DR. JORGE R. ARNAEZ GOMEZ” con el tema: “Extracción, evaluación, procesamiento y conservación de semen bovino para su utilización en inseminación artificial”, concluyendo las mismas satisfactoriamente. En el año 2019 se desenvuelve como Coordinador de Ganadería en la Dirección de Agricultura, Ganadería y Pesca del municipio de Altamira en donde imparte los cursos teórico-prácticos de “Castración de Porcinos” y “Huertos de Traspatio”, lo que la lleva a estudiar la Maestría en Producción Pecuaria Tropical bajo el área de Nutrición, nuevamente en el Instituto Tecnológico de Altamira.

CONTENIDO

	Pág.
APROBACIÓN DE TESIS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE GRÁFICAS.....	ix
RESUMEN.....	x
SUMMARY.....	xi
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos Específicos.....	2
1.2 Hipótesis	3
2 REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Ganadería de doble propósito	4
2.2 Ganado en engorda.....	5
2.2.1 Principales beneficios del engorde en corral y características de la carne.....	6
2.3 Requerimientos nutricionales de bovinos de doble propósito.....	7
2.3.1 Materia seca.....	7
2.3.2 Agua.....	7
2.3.3 Las proteínas.....	8
2.3.4 Requerimientos de energía.....	8
2.3.5 Requerimientos de Calcio.....	8
2.3.6 Requerimientos de Fósforo.....	9
2.4 Problemática nutricional en el ganado de doble propósito.....	9
2.5 Miyagui (<i>Panicum Máximum</i> cv. <i>Miyagui</i>).....	10
2.6 Alimentos no convencionales en la nutrición animal.....	11
2.6.1 Harina de cascara de maracuyá.....	12
2.6.2 Bananaharina.....	12
2.6.3 Harina de yuca.....	12
2.6.4 Harina de lombriz.....	12
2.6.5 Bagazo de caña.....	13
2.6.6 Pulpa de cítricos.....	13

2.7	El pez diablo como alternativa alimenticia no convencional.....	13
2.7.1	Características del pez diablo.....	14
2.7.2	Impactos del pez diablo en la zona.....	15
2.8	Suplementación.....	16
3	MATERIALES Y METODOS.....	17
3.1	Localización del estudio.....	17
3.2	Toma de muestra de pez diablo.....	18
3.3	Procedimiento de la obtención de la harina de pez diablo.....	19
3.4	Unidades experimentales.....	19
3.5	Tipos de alimentación	20
3.6	Tratamientos.....	20
3.7	Procedimiento sobre las técnicas de análisis bromatológicos.....	21
3.8	Variables a medir.....	21
3.9	Formulación de la dieta.....	21
3.10	Diseño experimental.....	21
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
4.1	Producción de biomasa del pasto Miyagui.....	22
4.2	Aporte nutricional del Pez Diablo.....	22
4.3	Ganancia de peso (GDDP) en becerros en crecimiento.....	23
5	CONCLUSIONES.....	25
6	LITERATURA CITADA.....	26
7	ANEXOS.....	29

ÍNDICE DE CUADROS

No.		Pág.
1	Contenido nutritivo del pez diablo en dos fechas de muestreo en la laguna de Champayán.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

No.		Pág.
1	Pez diablo (<i>Hypostomus plecostomus</i>) en zona sur de Tamaulipas.....	15
2	Ubicación del sitio de estudio. Instituto Tecnológico de Altamira.....	17
3	Ubicación del sitio experimental. Rancho “Tres Potrillos”.....	18
4	Pez diablo (<i>Hypostomus plecostomus</i>). Obtenido de la zona lagunaria de Champayán.....	18
5	Deshidratación de pez diablo (<i>Hypostomus plecostomus</i>).....	19
6	Selección de unidades experimentales.....	20
7	Determinación de proteína de harina de pez diablo (<i>Hypostomus plecostomus</i>) en aparato Kjeldahl.....	29
8	Determinación de extracto etéreo.....	29
9	Determinación de pH.....	29
10	Comparación de medias en la ganancia diaria de peso a los 7 días de prueba.....	30
11	Comparación de medias en la ganancia diaria de peso a los 14 días de prueba.....	30
12	Comparación de medias en la ganancia diaria de peso a los 21 días de prueba.....	31

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.		Pág.
1	Producción de biomasa y contenido de FDN en tres pastos.....	22
2	Ganancia diaria de peso en becerros alimentados con dos fuentes de proteína.....	24
3	Conversión alimenticia en becerros alimentados con dos fuentes de proteína.....	25

RESUMEN

El cambio climático ha provocado prolongadas sequías lo que trae como consecuencia poca disponibilidad de recurso forrajero para la alimentación de los rumiantes. En los sistemas de producción animal el costo de la alimentación es el rubro en el que se invierte más, motivo por el cual se está en la constante búsqueda de alternativas de alimentación que puedan satisfacer los requerimientos de las diferentes especies animales a menor costo sin afectar la calidad de la carne o el bienestar animal y del consumidor. Una alternativa de aprovechamiento como fuente de proteína de origen pesquero es el Pez Diablo *Hypostomus plecostomus* ya que este pez carece de interés comercial para los productores pesqueros debido a su composición morfológica lo que hace difícil el fileteo y la poca cantidad de biomasa comestible. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar el Efecto del Aporte Nutricional del Pez Diablo *Hypostomus Plecostomus* en la Ganancia de Peso en la Etapa de Crecimiento de Bovinos Doble Propósito "Bos *Taurus* x Bos *indicus*". Se utilizaron ocho becerros machos, cuatro para cada tratamiento, ofreciéndoles un suplemento elaborado con harina de Pez Diablo como fuente de proteína a un grupo de animales y al otro se le ofreció un suplemento elaborado con pasta de soya. Todos los animales se encontraban bajo condiciones de pastoreo en Miyagui *Panicum maximun* cv. Miyagui, y se les suministró el suplemento correspondiente a razón de dos kilos por animal por día. Los animales se pesaron a los 7, 14 y 21 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 7 días los animales que consumieron el suplemento elaborado con harina de pez diablo presentaron una ganancia diaria de peso mayor y una mejor conversión alimenticia, comparado con los animales que consumieron el suplemento con pasta de soya.

SUMMARY

Climate change has caused prolonged droughts, resulting in low availability of forage resources for feeding ruminants. In animal production systems, the cost of feed is the item in which most is invested, which is why there is a constant search for feed alternatives that can meet the requirements of different animal species at lower cost without affecting the quality of meat or animal welfare and the consumer. One alternative for use as a source of protein of fish origin is the Devilfish *Hypostomus plecostomus*, since this fish lacks commercial interest for fish producers due to its morphological composition, which makes filleting difficult and the small amount of edible biomass. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of the nutritional intake of Devilfish (*Hypostomus Plecostomus*) on weight gain in the growth stage of dual-purpose cattle "Bos Taurus x Bos indicus". Eight males were used, four for each treatment, offering a supplement made with Devilfish meal as a protein source to one group of animals and to the other a supplement made with soybean paste. All animals were under grazing conditions on Miyagui *Panicum maximun* cv. Miyagui, and only the corresponding supplement was given at a rate of two kilograms per animal per day. The animals were weighed at 7, 14 and 21 days, using a portable digital platform livestock scale with a maximum capacity of 1000 kg. No significant difference was observed in any of the variables to be evaluated; however, at 07 days, the animals that consumed the supplement prepared with devil fish meal presented a higher daily weight gain and a better feed conversion rate, compared to the animals that consumed the supplement with soybean paste.

1. INTRODUCCIÓN

El sector ganadero representa uno de los componentes con mayor crecimiento del sector agropecuario a nivel mundial, siendo así la carne de res, el segundo producto ganadero de mayor consumo, superado sólo por la de ave, principalmente pollo. México es el séptimo productor mundial de proteína animal, esto es muestra del alto potencial de desarrollo que tiene y las ventajas competitivas que presenta el sector, (FIRCO, 2017). Contando con una superficie de 109.8 millones de hectáreas para uso ganadero, así mismo 842 mil personas alimentan y cuidan al hato ganadero y de los 51.9 millones de mexicanos que trabajan, 739 mil se dedican a la cría y explotación de especies ganaderas, (SIAP, 2018).

Minson (1990) refiere que la alimentación de los bovinos en el trópico depende casi exclusivamente de pastos, y estos muestran una irregular oferta durante cierta época del año. En la época de lluvias pueden resultar satisfactorios para una producción de carne de 500 a 750 g/d, sin embargo, durante la estación seca su calidad y cantidad se ve seriamente comprometida, constituyendo un material altamente fibroso y pobre en nitrógeno, de tal forma que los animales en crecimiento pierden peso. En consecuencia, se impone la búsqueda de alternativas de alimentación que no compitan con los humanos, que sea económicamente factible, y que no compliquen el sistema de manejo en las explotaciones, ni signifique riesgos para los animales.

Considerando las situaciones por las que atraviesan los procesos de engorda es posible reducir los costos de alimentación mediante la inclusión de alimentos no convencionales, tales como la harina de yuca, de lombriz, el bagazo de caña, residuos agroindustriales y pesqueros. Dentro de estos encontramos al pez diablo o pleco, originario de la zona del Amazonas, el pez diablo fue introducido a México hace varios años y los primeros registros se reportaron en la presa del “Infiernillo”.

La invasión reciente del pez diablo ha sido considerada como una de las mayores amenazas para la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos continentales y las pesqueras de agua dulce en México (López, 2017).

Los efectos que esta especie puede causar en un ecosistema son diversos, e incluso puede producir fuertes impactos en la economía local, algunos de ellos son: amenazar la supervivencia de las especies autóctonas y de importancia comercial, dada la importante competencia directa por espacio y alimento (Mendoza *et al.*, 2007).

Debido a esto se realizó la evaluación sobre el efecto del aporte nutricional y digestibilidad del pez diablo *Hypostomus plecostomus* en la ganancia de peso en la etapa de crecimiento de bovinos doble propósito, así como su composición bromatológica y la calidad nutritiva del suplemento a elaborar.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del aporte nutricional del pez diablo *Hypostomus plecostomus* en la ganancia de peso en la etapa de crecimiento de bovinos doble propósito.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la composición bromatológica del pez diablo.
2. Determinar la calidad nutritiva del suplemento elaborado con pez diablo como fuente de proteína.
3. Evaluar la ganancia diaria de peso en bovinos en crecimiento.
4. Estimar la conversión alimenticia

1.2 Hipótesis

El suplemento elaborado a base de pez diablo como proteína puede tener un efecto en ganancia de peso en bovinos doble propósito en crecimiento

2. REVISIÓN DE LITERATURA

En México se explotan alrededor de treinta razas bovinas que son destinadas para uso cárnico, siendo este el principal producto que se extrae del ganado bovino y México produce casi 2 millones de toneladas al año de las cuales casi el 85% se exporta a los Estados Unidos. La importación y exportación de ganado a pie es otra actividad dentro de la ganadería bovina, México exporta un millón de cabezas al año. En México, la carne de res es el segundo producto ganadero de mayor consumo, superado solo por las aves (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

2.1 Ganadería de doble propósito

En México, la ganadería doble propósito (DP) resalta por su importancia en la producción de alimentos de origen animal: carne y leche siendo una alternativa para la seguridad alimentaria y el empleo rural. Además, genera ingresos económicos para el manejo y gestión de las unidades de producción (UP) y bienestar de la población rural involucrada. Este tipo de ganadería se desarrolla en zonas tropicales y subtropicales, y ocupa el 25.9 % del territorio nacional (INEGI, 2014). El ganado proviene de cruces de ganado *Bos indicus* y *Bos taurus* (Magaña, et al., 2006). No obstante, el potencial que tienen para la producción de forraje, el sistema se caracteriza por baja producción de leche y carne, reducido número de becerros destetados por vaca y baja ganancia de peso diario de estos. Las unidades de producción DP en las zonas tropicales de México son diversas en manejo y gestión, debido a las características del territorio, clima, tipo de tenencia de la tierra, las tradiciones del ganadero, entre otros factores.

La ganadería bovina tropical de tipo extensivo (de temporal, con baja carga animal, con escasa incorporación de tecnologías modernas), tiene una baja productividad por animal y por unidad de superficie debido a diversas limitantes de carácter biológico,

ambiental y socio-económico que restringen la expresión del máximo potencial productivo.

Generalmente el consumo de forraje en algunas épocas del año no llena 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 suplir en los animales en producción que están únicamente pastoreando son, la energía y proteína.

Debido a estas situaciones es preciso mejorar la alimentación, por lo que es importante que suplementemos al ganado 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 y proteicas en cantidades y proporciones que llenen los requerimientos necesarios (Orozco, 2005).

El resultado es escasa rentabilidad y competitividad de la ganadería bovina tropical e importación de productos de origen animal del extranjero para cubrir la demanda de proteína animal de la población mexicana, (Ku, 2018).

2.2 Ganado de engorda

El ganado de engorde son los terneros destetados que se han planteado para un determinado peso y luego son enviados a corrales de engorde, también llamados feedlots. En estos corrales suben de peso antes de ser sacrificados.

En promedio, se requieren tres o cuatro meses para engordar el ganado de un peso inicial de 270 a 360 kilos para el peso final deseado de 450-580 kilos. La cría de ganado para el consumo de carne se produce en todo el mundo. Aproximadamente 1,3 mil millones de cabezas de ganado están siendo criadas en todo el mundo.

2.2.1 Principales beneficios del engorde en corral y características de la carne

- Manejar una dieta bien balanceada, capaz de entregar al animal todos los nutrientes que requiere para crecer y ganar peso en forma acelerada. Además, al ser posible controlar la composición de la dieta, esta se puede ajustar a la etapa de desarrollo en la que se encuentre el ganado.
- Mejor ganancia de peso del animal al reducir el gasto de energía por no tener que caminar grandes distancias para obtener alimento.
- Posibilita una vigilancia más eficaz del estado de los animales, con un menor número de personas y una mayor rapidez para identificar y aislar al ganado enfermo.
- Dependiendo del diseño, el feedlot suele entregar un grado de protección ambiental mediante montículos que aíslan al animal del barro del suelo o techos que proporcionen sombra o cubran de la lluvia. Esto reduce el gasto de energía en termorregulación en épocas frías o la baja en la ingesta de alimento en periodos de alta temperatura.
- Permite incluir en la dieta subproductos de otras industrias, como la hortofrutícola, molinera o azucarera, evitando que se transformen en desperdicios.
- Permite la terminación de los animales en un corto período de tiempo.
- Obtener conversiones alimenticias de 6.0 a 6.5 kg de alimento para producir 1.0 kg de carne.
- Obtener rendimientos de canal fría entre el 61 al 63%.
- Obtener una carne con características altamente deseables al consumidor final como sería buen marmoleo, color de la carne rojo cereza, textura firme y grasa de color blanco (Livas, 2016).

2.3 Requerimientos nutricionales de bovinos de doble propósito

Los nutrientes requeridos por el ganado son indispensables para satisfacer sus necesidades básicas de mantenimiento y producción (ganancia de peso y producción de leche). La cantidad de nutrientes necesarios están determinados por una serie de factores como el peso, raza, edad, estado fisiológico, nivel de producción (carne, leche) y condiciones ambientales y están conformados por agua, energía, proteína, minerales y vitaminas.

2.3.1 Materia seca

Aunque la materia seca no es un nutriente; es necesario llenar la necesidad fisiológica del animal para mantener la salud; la cantidad de materia seca consumida por el animal se expresa en kilogramos por día y debe contener la cantidad de energía, proteína, minerales y vitaminas requeridos para mantenimiento y producción. El consumo de materia seca está influenciado por muchos factores, entre los que destacan el peso del animal, el estado fisiológico, la ganancia de peso, la cantidad producida de leche, la calidad del forraje y la dieta, y las condiciones ambientales.

2.3.2 Agua

El agua representa más del 70% del peso corporal de los bovinos y es indispensable para regular la temperatura corporal, la reproducción, crecimiento, producción de leche y muchas otras funciones metabólicas.

El agua que consume el ganado proviene del agua que es bebida y del agua que contiene el alimento. La cantidad que consume el animal depende del estado fisiológico, tipo de dieta, consumo de alimento y condiciones ambientales.

2.3.3 Las proteínas

Son compuestos formados por cadenas de aminoácidos, los cuales a su vez en su estructura contienen nitrógeno, carbono, oxígeno y en algunos casos azufre. La proteína es indispensable para la formación de músculo, proteínas sanguíneas y otros compuestos. En los rumiantes, una gran parte de la proteína de la dieta es utilizada por los microorganismos ruminales los cuales la transforman en proteína microbiana. Debido a la capacidad de los microorganismos ruminales de transformar nitrógeno no proteico en proteína de origen microbiano, es posible utilizar cantidades limitadas de urea para satisfacer las necesidades.

2.3.4 Requerimientos de energía

La energía que consumen los animales proviene de las proteínas, grasas y carbohidratos presentes en el alimento. Los animales utilizan la energía para el pastoreo, gestación, producción de leche, crecimiento, 27 mantenimiento, etc. La energía se expresa en mega calorías o bien en porcentaje cuando se utiliza en término de Nutrientes Digestibles Totales.

2.3.5 Requerimientos de Calcio

Es el macro mineral más abundante en el cuerpo de los animales ya que constituye el material de estructuras como huesos y dientes. Además, cumple funciones celulares de gran importancia en múltiples órganos como corazón, intestino y músculos.

Es el elemento mineral más abundante en el organismo y es esencial para una normal coagulación de la sangre, la reacción rítmica del corazón, mantener la excitabilidad neuromuscular, para mantener y activar enzimas, mantener la permeabilidad de las membranas y además para formar los huesos, desarrollar los dientes y producir leche.

2.3.6 Requerimientos de Fósforo

Es un mineral indispensable para la producción de leche, desarrollo del músculo y hueso, y bajo ciertas condiciones, elemento necesario para optimizar la reproducción.

2.4 Problemática nutricional en el ganado de doble propósito

En las zonas tropicales de México, es común observar que más del 80% de los ganaderos utilizan el sistema extensivo para producir leche, carne y becerros, siendo este sistema considerado como de bajos insumos donde muy pocas veces se utilizan suplementos alimenticios y minerales. En este sistema de producción los promedios de producción de leche, carne, así como los índices reproductivos son bajos, siendo los principales factores limitantes la estacionalidad en la producción de forrajes a través del año, aunado a la baja calidad nutricional de los pastos.

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 (en particular temperatura), agua, luz solar, etc., especialmente durante las épocas de estiaje (norte y sequía).

La calidad nutricional del forraje disponible en la pradera está directamente relacionada con la edad y estado de madurez de las gramíneas presentes en el potrero, esto se refleja directamente en los niveles de fibras tanto detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina, así como la proteína cruda y digestibilidad. Cuando las paredes celulares de los pastos son mayores que el contenido celular, los niveles de fibras de los forrajes suben; por lo que las pasturas tienden a ser menos aprovechadas por el animal (Livas, 2015)

Cuando los alimentos suministrados a los animales no satisfacen sus necesidades, éstos no podrán expresar al máximo su potencial productivo. La importancia de la nutrición animal es evidente y representa uno de los aspectos más importantes que determina la rentabilidad de las explotaciones ganaderas (INATEC, 2016).

Uno de los pastos de reciente introducción a la región tropical de la Huasteca Mexicana es el pasto Miyagui, siendo considerada como una alternativa por su alta producción de biomasa forrajera.

2.5 Miyagui *Panicum máximo* cv. Miyagui

Es una planta cespitosa de crecimiento erecto, ciclo perenne, de mediana a alta (hasta 2,50 m de altura) con intenso macollamiento basal, el tallo es ceroso y las hojas son de color verde oscuro, puede alcanzar los 120cm de largo y 5 cm de ancho. Tiene un ciclo de floración medio y produce una gran cantidad de semillas. El porcentaje de caída de semillas después de la maduración es mucho menor en comparación con la Mombasa y sus panículas son más compactas (Yurumi, 2022).

Características del pasto Miyagui

Nombre científico: *Panicum Máximo* cv. Miyagui

Nombre común: Miyagui

Registro con el RNC: n° 37382

Requisito de fertilidad del suelo: Medio a alto

Altura de la planta: 2,50 m

Hábito de crecimiento: Cespitosa macizo de crecimiento erguido

Uso: Pastoreo directo, rotado y ensilado

Aceptabilidad: Excelente

Tolerancia a la sequía: Media

Tolerancia al frío: Baja

Contenido de proteína: 8 a 14% de MS
Producción de forrajes: 25 a 30 t / ha / año de MS
Ciclo vegetativo: perenne
Salta hojas de los pastos: Tolerante
Suelos empapados: Baja tolerancia
Profundidad de plantación: 1 a 2 cm
Precipitación: superior a 950 mm al año
(Agro export, 2015)

En el trópico, si el forraje es consumido después de un periodo de rebrote mayor a los 30-35 días, da como resultado una menor producción de leche y carne; este problema es común observarlo en las unidades de producción pecuaria tropicales. Aunado a esto, la caída muy marcada en la disponibilidad del forraje presente en la pradera hace necesario hacer una suplementación estratégica con complementos alimenticios de bajo costo, como ensilados, henificados o con bloques nutricionales, así como el uso de subproductos o residuos agroindustriales, como esquilmos agrícolas (cascara de cítricos, rastrojo de maíz, frijol, punta de caña y otros) y residuos pesqueros presentes en la región (Livas et al. 2016).

2.6 Alimentos no convencionales en la nutrición animal

En el país, los productores emplean diferentes alternativas de alimentación de acuerdo a la zona geográfica y clima que predomina allí donde se encuentran, a sus posibilidades económicas y las facilidades para acceder a materia prima.

La práctica más común en época de escases de alimentos tradicionales es la de recurrir al uso de alimentos alternativos o “no convencionales” de los cuales es importante conocer sus cualidades, ventajas y limitaciones para obtener respuestas

más eficientes y que sean rentables para la economía del productor ganadero (Morales 2001).

2.6.1 Harina de cascara de maracuyá

La cáscara es rica en pectina, sustancia básica en la elaboración de jaleas. Las semillas tienen alto contenido de aceite, carbohidratos y proteínas, aptas para la alimentación animal.

2.6.2 Bananaharina

Es uno de los alimentos más equilibrados ya que contiene vitaminas y nutrientes, muy rica en carbohidratos y sales minerales como calcio orgánico, potasio, fosforo, hierro, cobre, flúor, yodo y magnesio. La harina puede utilizarse para reemplazar el 70-80% de los cereales en las raciones para cerdos, obteniéndose casi igual rendimiento.

2.6.3 Harina de yuca

Se puede utilizar en aves, cerdos, equinos, peces y rumiantes, aportando hidratos de carbono (85%), de forma moderada vitaminas del grupo B (B2, B6), vitamina C, magnesio, potasio, calcio y hierro, es un alimento muy digestivo, aunque es pobre en grasas y proteínas.

2.6.4 Harina de lombriz

Posee un alto contenido proteico y un perfil balanceado de aminoácidos y de ácidos grasos. Siendo una fuente de proteína está siendo utilizada en la alimentación de animales (como suplemento en alimentos balanceados).

2.6.5 Bagazo de caña

Los residuos fibrosos de la caña de azúcar se utilizan en la alimentación de los rumiantes con buenos resultados cuando se complementan adecuadamente. En animales de engorda intensiva existe la posibilidad de sustituir el 45% de los cereales por bagazo.

2.6.6 Pulpa de cítricos

Estos residuos que están formados por la cáscara, el bagazo de la parte interna y frutos de desecho (principalmente naranja y toronja), son consumidos fácilmente por el ganado de engorda o lechero, teniendo muy buenos resultados en la ganancia de la producción diaria (Escobar, 2014).

2.7 El pez diablo como alternativa alimenticia no convencional

Tradicionalmente, se han utilizado el maíz y el sorgo como fuentes de energía; la harinolina y la urea como fuentes de proteína y la paca de sorgo como fuente de fibra. Sin embargo, existen otras opciones creando la posibilidad de reducir los costos de producción. Los ingredientes alternativos de la región, que tienen mayor disponibilidad y menor precio deben incluirse en las dietas convencionales (Morales 2001).

El doctor Ernesto Velázquez Velázquez, profesor investigador del Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Unicach) y presidente de la Sociedad Ictiológica Mexicana puntualizó que se pueden elaborar productos como harina de pescado, como fuente de energía concentrada para la alimentación de animales. “El uso de la harina y aceite de pescado a base del pez diablo en alimentos para rumiantes, sobre todo en la región norte de Chiapas, que es una zona ganadera, pudiera ser de gran aprovechamiento” (Velázquez, citado en López, 2017).

En cuanto al valor nutricional, se muestra que el músculo de pleco de la zona norte tiene un alto valor nutricional y energético (calorías por porción), se le ubica, además, como una carne magra por su bajo contenido de grasa, lo que podrá proporcionar una cantidad adecuada de proteína al animal. Adicionalmente, tiene un aporte moderado de hierro y calcio. En la entrevista realizada a Alpízar (2017) de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, se pudo constatar que es un pescado que tendría un alto valor nutricional en la producción de harina para consumo animal. Se recomienda su utilización tanto para ganado de engorde como para el lechero (citado en Fonseca *et al.*, 2018).

2.7.1 Características del pez diablo

El pez diablo (*Hypostomus plecostomus*) pertenece al orden de los Siluriformes, y de la familia de los locáridos. Es conocido también por el nombre de pez chupa algas, limpia cristales, chupapiedras, chupacristales o chupavidrios o plecos. Es un grupo de especies nativas de la cuenca del Amazonas en Sudamérica, de la cual se conocen hasta el momento más de 680 especies en el mundo y aún existen varias sin descubrir.

Diversas particularidades de su morfología, su fisiología y su comportamiento acentúan el potencial invasivo de los peces diablo, como una reproducción precoz y con una alta tasa reproductiva, un comportamiento de anidación que junto con sus hábitos nocturnos los hacen imperceptibles, y el cuidado parental que resulta en una alta supervivencia larval. Por otro lado, el desarrollo de escamas con fuertes espinas y placas óseas, en gran medida, explica la carencia de depredadores (Mendoza *et. al.*, 2007).



Figura 1. Pez diablo *Hypostomus plecostomus* en zona sur de Tamaulipas.

2.7.2 Impactos del pez diablo en la zona

Los peces diablo desplazan a otras especies, algunas de ellas endémicas, de diversas formas entre las que destacan la ingestión incidental de sus huevos y la competencia por algas y detritus. Cuando se alimentan dañan o arrancan la vegetación nativa, la cual a menudo es utilizada como fuente de alimento, sitio de anidación o refugio de especies endémicas (Mendoza *et. al.*, 2007).

Los efectos documentados de la introducción de este tipo de peces son: problemas de asolvamiento, inestabilidad de la línea de la costa y erosión en reservorios y canales originados por las madrigueras y túneles que realizan los machos adultos como lo mencionan Devick (1989), Hill (2001), Hoover *et al.* (2004) y Nico *et al.* (2009); y la alteración de la dinámica de las cadenas tróficas, así como la competencia con peces nativos, la destrucción de las artes de pesca y por ende la disminución de la captura comercial de especies de peces (Wakida Kusunoki *et al.*, 2007; citado en Amador *et al.*, 2014).

2.8 Suplementación

La suplementación es definida como la mejora en la calidad nutricional de la dieta del ganado, la cual puede ser mediante una o la combinación de los siguientes nutrientes: proteína, energía, vitaminas y minerales. 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%.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del estudio

El proceso de secado, molienda y análisis bromatológicos se efectuó en el taller de alimentos balanceados y el laboratorio de bromatología del 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), y en el rancho "Tres Potrillos" localizado en la fracción II de la Ex Hacienda "La Costa" 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).

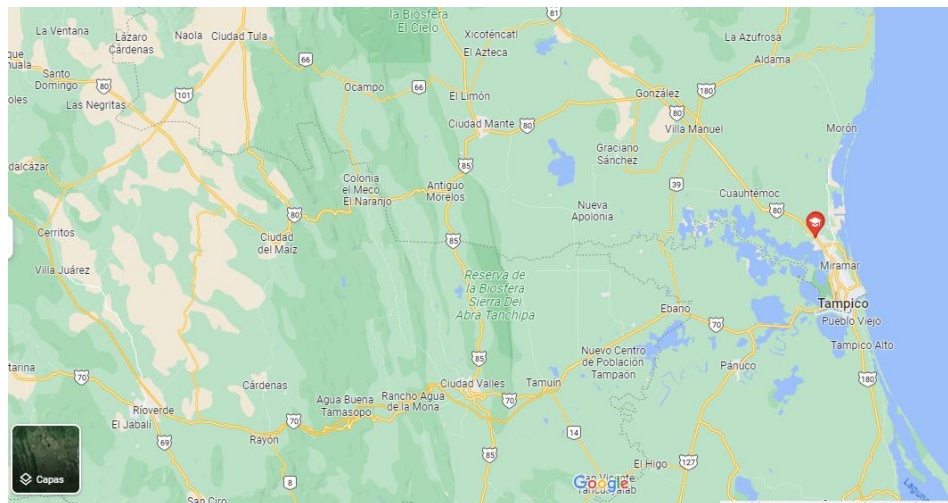


Figura 2. Ubicación del sitio de estudio. Instituto Tecnológico de Altamira

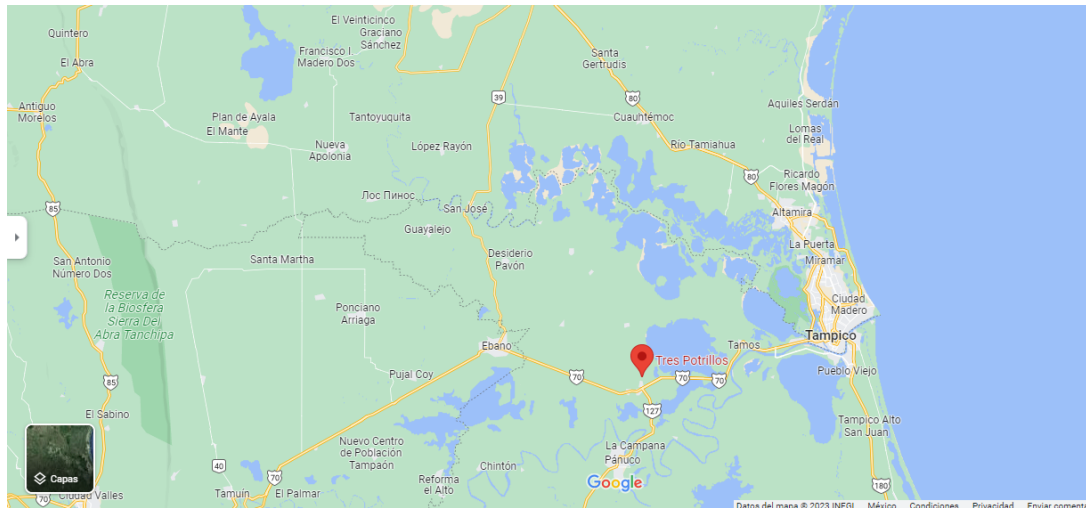


Figura 3. Ubicación del sitio experimental. Rancho “Tres Potrillos”.

3.2 Toma de muestra de pez diablo

Las muestras de pez diablo se tomaron del complejo lagunario de la región. El muestreo se realizó cada treinta días dentro de la época de primavera en donde se tomaron 10 kg de pez diablo en forma aleatoria.



Figura 4. Pez diablo *Hypostomus plecostomus*, obtenido de la zona lagunaria de Champayán.

3.3 Procedimiento de la obtención de la harina de pez diablo

- 1) Las especies obtenidas se limpiaron para evitar que estuvieran contaminadas con lodo.
- 2) Se llevó a cabo la deshidratación de las muestras de pez diablo a una temperatura de 60°C en estufa por 5 días.
- 3) Concluida la etapa de secado el material se molió en un molino eléctrico con motor de ½ hp.
- 4) La harina obtenida se colocó en frascos de cristal.



Figura 5. Deshidratación de pez diablo *Hypostomus plecostomus*.

3.4 Unidades experimentales

Se utilizaron 4 becerros para cada tratamiento, cruce de *Bos tauros* x *Bos indicus* con diferentes porcentajes de encaste, en total se utilizaron 8 unidades experimentales al destete, con peso aproximado de 200 kg.



Figura 6. Selección de unidades experimentales.

3.5 Tipos de alimentación

El suplemento se elaboró al 20% de proteína cruda (PC), utilizando el 6% de la fuente de proteína derivada del pez diablo. Ajustando la cantidad de suplemento y proteína cruda, al requerimiento de la etapa de crecimiento. Los ingredientes utilizados fueron sorgo, heno molido, pasta de soya, harina de pez diablo, melaza, sal en grano y premezcla de vitaminas y minerales.

3.6 Tratamientos

Las 8 unidades experimentales se sometieron a pastoreo, la producción de pasto Miyagui se estimó en 32 toneladas por hectárea, la Grama nativa en 9.5 toneladas y la combinación de grama nativa con Mombasa en 11.5 toneladas por hectárea, la estimación de producción de biomasa forrajera fue previa al inicio del experimento, en estas condiciones de pastoreo se realizó la suplementación con la dieta experimental a un grupo de 4 animales, y la dieta testigo a otro grupo de 4, todos fueron bovinos machos en etapa de crecimiento.

T1=Pastoreo más suplemento tradicional del productor (elaborado con pasta de soya).
T2=Pastoreo con suplemento, elaborado con harina de pez diablo como fuente de proteína.

3.7 Procedimiento sobre las técnicas de análisis bromatológicos

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), extracto etéreo (EE), proteína cruda (PC) (AOAC, 1995) y fibra detergente neutro (FDN) (Van Soest, 1967).

3.8 Variables a Medir

Para las variables de calidad nutricional de la harina de pez diablo se determinó: materia seca (MS), ceniza (C), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y fibra detergente neutro (FDN).

En becerros en crecimiento (ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia).

3.9 Formulación de la dieta

La dieta alimenticia se elaboró utilizando, sorgo, heno molido, pasta de soya, harina de pez diablo, melaza, sal en grano y premezcla de vitaminas y minerales

3.10 Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente al azar para las variables de calidad nutricional del pez diablo, para evaluar los parámetros productivos se utilizó un diseño de bloques al azar, bloqueando por peso inicial, realizando una comparación de medias mediante la prueba t de Student. Los análisis se realizaron utilizando el programa SPSS versión 17.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Aporte nutricional del pez diablo

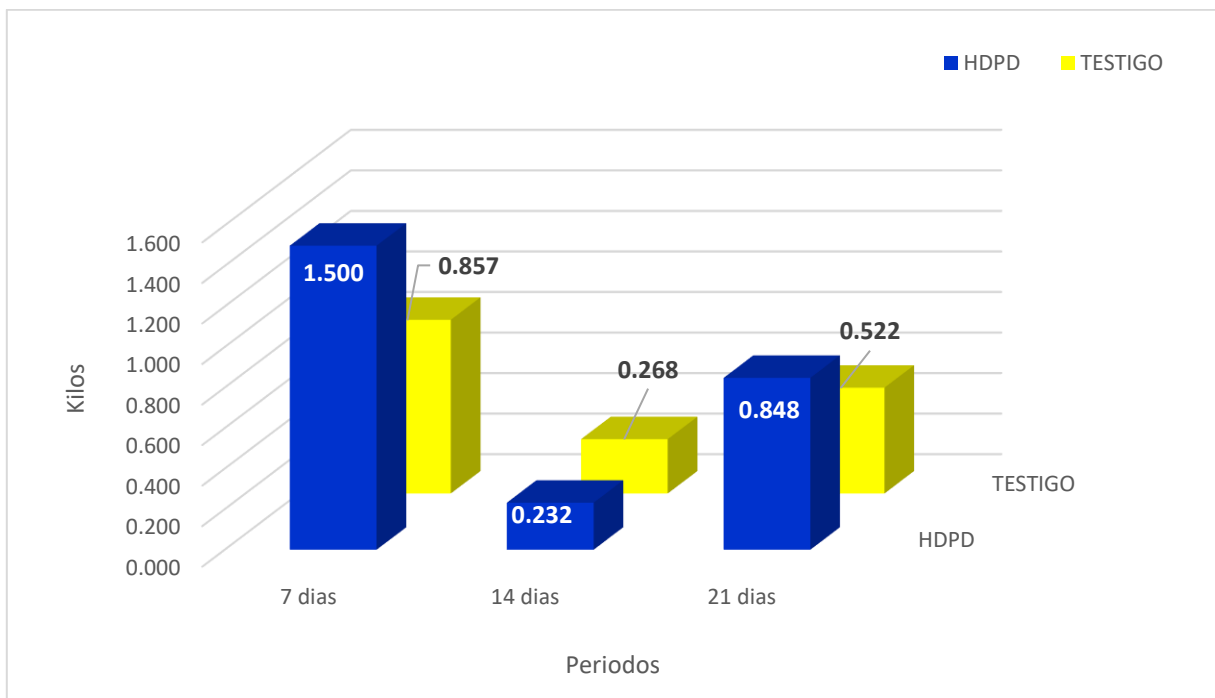
En los análisis químicos se puede observar que la harina de pez diablo presenta un elevado contenido de proteína cruda, aunque se observa una pequeña variación entre las fechas de muestreo, en el contenido aporta un valor de PC entre 63.40 y 67.97 % (cuadro 1),

Cuadro 1. Contenido nutritivo del pez diablo en dos fechas de muestreo en la laguna de Champayán

Nutriente	% Promedio	
	Abril 2020	Mayo 2020
Proteína (PC)	63.39	67.97
Materia seca (MS)	98.60	97.37
Ceniza (C)	33.09	76.55
Extracto etéreo (EE)	11.86	16.29
Fibra detergente neutro (FDN)	18.13	7.75

4.2 Ganancia Diaria de Peso (GDDP) en Becerros en Crecimiento

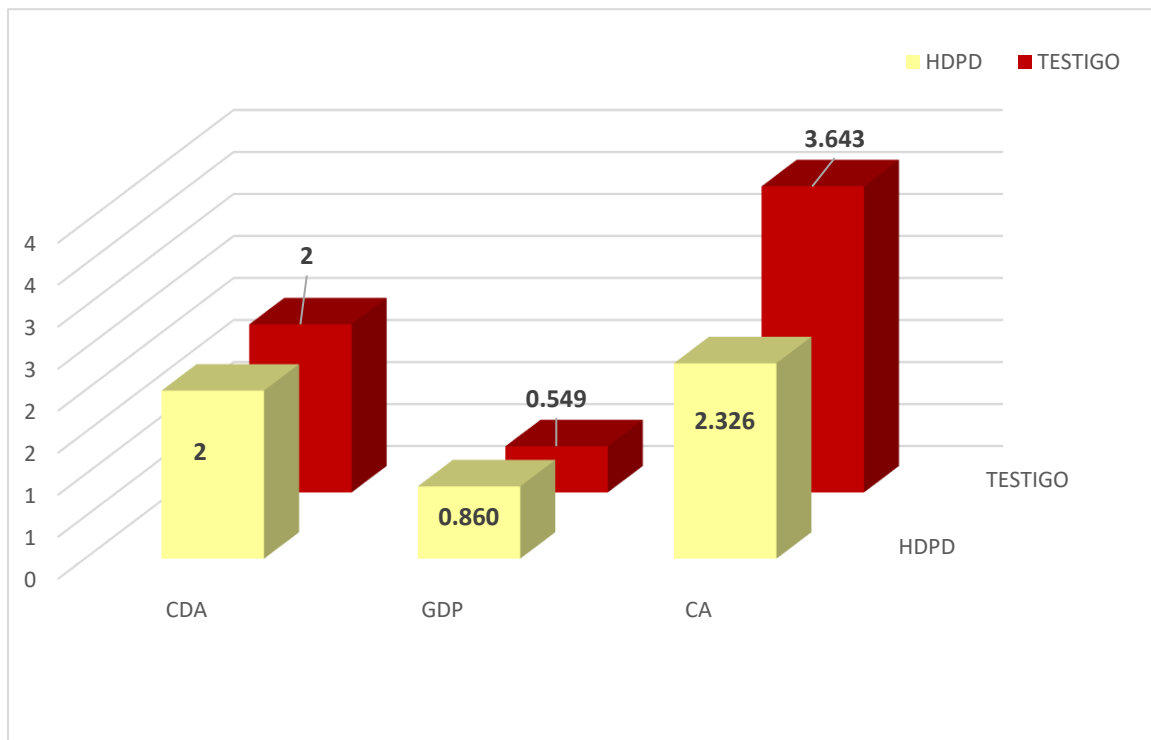
La ganancia diaria de peso no mostro diferencia significativa ($P>0.05$), sin embargo, a los 7 días se observa una diferencia de 0.643 kg siendo el valor más alto para la dieta experimental. La misma tendencia se observó a los 21 días, aunque la diferencia a favor de la dieta experimental fue de 0.326 Kg (Grafica 1).



Grafica 1. Ganancia diaria de peso en becerros alimentados con dos fuentes de proteína

4.3 Conversión alimenticia en becerros en crecimiento suplementados 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 3.643 kg para producir un kilo de carne a diferencia de los becerros que consumieron suplemento con harina de pez diablo que necesitaron 2.326 kilos para producir un kilo de carne (Grafica 2).



Grafica 2. Conversión alimenticia en becerros alimentados con dos fuentes de proteína

5. CONCLUSIONES

El presente trabajo muestra que el uso de harina de pez diablo como fuente de proteína puede ser utilizada como una alternativa de alimentación no convencional para bovinos de doble propósito en crecimiento. Aunque la ganancia diaria de peso no presentó diferencia significativa en comparación con la dieta tradicional se considera que puede ser utilizada en la elaboración de dietas estratégicas para ganado bovino.

6. LITERATURA CITADA

- Amador, L., Guevara, E., Brito, R., & Endañu, E. (2014). Aspectos biológicos e impacto socio-económico de los plecos del género *Pterygoplichthys* y dos cíclidos no nativos en el sistema fluvio lagunar deltaico Río Palizada, en el Área Natural Protegida Laguna de Términos, Campeche (Informe final SNIB-CONABIO Ficha técnica pez diablo *Pterygopllchthys pardalis*, proyecto No. GN004). Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/GN004_Ficha_Pez_Diablo.pdf
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 15 ed. USA. Volumen 2. Estrada, Mauricio Miguel, Deilen Paff Sotelo Moreno, Román
- Escobar, P., & Universidad Técnica de Ambato. (2014). Uso de productos no tradicionales en la alimentación animal. Recuperado 17 noviembre, 2019, de <https://es.slideshare.net/pablos1991/uso-de-productos-no-tradicionales-en-la-alimentacin-animal>
- FIRCO. (2017). La ganadería en México [Publicación en un blog]. Recuperado 13 octubre, 2019, de <https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es>
- Fonseca, R., & Alpízar, P. (2018). Estudio de factibilidad del aprovechamiento económico de una especie invasora *Hypostomus plecostomus* en el humedal de Caño Negro, Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 10(2), 40–41. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.15359/revmar.10-2.2>
- INATEC. (2016). Manual del protagonista. Nutrición animal. Recuperado 16 diciembre, 2019, de https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Nutricion_Animal.pdf
- INEGI. (2014). Existencias de ganado según rangos de edad. Recuperado 16 diciembre, 2019, de <https://www.inegi.org.mx/temas/ganaderia/>

Ku, J. C. (2018). Crisis de la ganadería bovina en el trópico de México: opciones para mejorar la eficiencia productiva. Recuperado 20 octubre, 2019, de [http://ampa.mx/assets/crisis-de-la-ganaderia-bovina-en-mexico-mayo-4--2018-\(michoacan\)-jk.pdf](http://ampa.mx/assets/crisis-de-la-ganaderia-bovina-en-mexico-mayo-4--2018-(michoacan)-jk.pdf).

Livas Calderón, F. (2016). Alimentación y Manejo del Ganado Bovino de Engorda. Recuperado 8 noviembre, 2019, de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/alimentacion-manejo-ganado-bovino-t39579.htm>

Livas, F. (2015). Estrategias de alimentación para ganado bovino en las regiones tropicales. Recuperado 2 diciembre, 2019, de <https://www.ganaderia.com/destacado/Estrategias-de-alimentaci%C3%B3n-para-ganado-bovino-en-las-regiones-tropicales>.

Livas, F., Ocaña, E., Castillo, E., Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, & UNAM. (2016). Estrategias de suplementación en ganado de doble propósito en el trópico húmedo. Recuperado 14 octubre, 2019, de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/estrategias-suplementacion-ganado-doble-t39736.htm>

López, R. (2017). De especie invasora a alternativa alimentaria local. Recuperado 22 octubre, 2019, de <https://www.inforural.com.mx/de-especie-invasora-a-alternativa-alimentaria-a-nivel-local/>

Magaña Monforte, Ríos, Martínez, J. (1970). Dual purpose cattle production systems and the challenges of the tropics of Mexico. Recuperado 16 diciembre, 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2133554>

Mendoza, R., Contreras, C., Ramírez, P., Koleff, P., Alvarez, V., & Aguilar, V. (2007). Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. Recuperado 17 noviembre, 2019, de <https://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv70art1.pdf>

Minson, D. (1990). Ingesta de forraje por rumiante alojados. *Forage in Ruminant Nutrition*. p.9-11. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-498310-6.X5001-9>

Morales, H. (2001). Evaluación de sistemas de alimentación para la engorda intensiva de ganado bovino. Recuperado 7 diciembre, 2019, de <http://eprints.uanl.mx/5828/1/1020150641.PDF>

Orozco, E. (2005). Bancos Forrajeros. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). Ganadería bovina y sus derivados. Recuperado 17 noviembre, 2019, de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/ganaderia-bovina-y-sus-derivados?tab=>

SIAP. (2018). La ganadería: símbolo de fortaleza del campo mexicano. Recuperado 18 noviembre, 2019, de <https://www.gob.mx/siap/articulos/la-ganaderia-simbolo-de-fortaleza-del-campo-mexicano>

Van, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*, 2ª ed. Ithaca, NY: Cornell University Press.

7. ANEXOS



Figura 7. Determinación de proteína de la harina de Pez Diablo *Hypostomus plecostomus* en aparato Kjeldahl



Figura 8. Determinación de extracto etéreo



Figura 9. Determinación de pH

Estadísticos de grupo					
	Tratamiento	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Ganancia diaria de peso a los 7d	HDPD	4	1.500000	.6336376	.3168188
	TESTIGO	4	.857250	.6173677	.3086839

		Prueba T para la igualdad de medias					
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia
							Inferior Superior
Ganancia diaria de peso a los 7d	Se han asumido varianzas iguales	1.453	6	.196	.6427500	.4423346	-.4396038 1.7251038
	No se han asumido varianzas iguales	1.453	5.996	.196	.6427500	.4423346	-.4397812 1.7252812

Figura 10. Comparación de medias en la ganancia diaria de peso a los 7 días de prueba

Estadísticos de grupo					
	Tratamiento	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Ganancia diaria de peso a los 14d	HDPD	4	.232250	.2497857	.1248929
	TESTIGO	4	.267500	.3052043	.1526022

		Prueba T para la igualdad de medias					
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia
							Inferior Superior
Ganancia diaria de peso a los 14d	Se han asumido varianzas iguales	-.179	6	.864	-.0352500	.1971944	-.5177674 .4472674
	No se han asumido varianzas iguales	-.179	5.774	.864	-.0352500	.1971944	-.5223778 .4518778

Figura 11. Comparación de medias en la ganancia diaria de peso a los 14 días de prueba

Estadísticos de grupo					
	Tratamiento	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Ganancia diaria de peso a los 21d	HDPD	4	.847825	.2668240	.1334120
	TESTIGO	4	.630425	.2202592	.1101296

		Prueba T para la igualdad de medias						
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
							Inferior	Superior
Ganancia diaria de peso a los 21d	Se han asumido varianzas iguales	1.257	6	.256	.2174000	.1729950	-.2059036	.6407036
	No se han asumido varianzas iguales	1.257	5.792	.257	.2174000	.1729950	-.2096145	.6444145

Figura 12. Comparación de medias en la ganancia diaria de peso a los 21 días de prueba