UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

DIGESTIBILIDAD DE *Brachiaria decumbens* A NIVEL RUMINAL: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

AUTORES

Jessica Marcela Castro Ríos

Grace Abigail Haro Asipuela

DIRECTOR

Dr. Hernán Alberto Uvidia Cabadiana, PhD

PASTAZA – ECUADOR
2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien/es suscribe/n Jessica Marcela Castro Ríos con C.I. 1756278444 y Grace Abigail Haro Asipuela, con C.I. 1726240870, hace constar que es autor/a del Proyectode Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: Digestibilidad de *Brachiaria decumbens* a nivel ruminal: Una revisión bibliográfica, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Dr. Hernán Alberto Uvidia Cabadiana, PhD. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 7 días del mes de Julio del 2021.



Jessica Marcela Castro Ríos

CI: 1756278444



Grace Abigail Haro Asipuela

CI: 1726240870

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del Trabajo de Integración Curricular aprueba el proyecto de Investigación titulado: "DIGESTIBILIDAD DE *Brachiaria decumbens* A NIVEL RUMINAL: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA"

Firmado electrónicamente por:
WILLAN ORLANDO CAICEDO QUINCHE

Dr. Willan Orlando Caicedo Quinche

Presidente del tribunal

Firmado electrónicamente por:
JUAN CARLOS MOYANO TAPIA

MSc. Juan Carlos Moyano Tapia

Miembro del tribunal

Firmado electrónicamente por:
MARIA ISABEL VIAMONTE GARCES

Dra. María Isabel Viamonte Garcés

Miembro del tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL

SISTEMA ANTI PLAGIO

Certificado No. 115-SAU-UEA-2021

Puyo, 16 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a las estudiantes: Castro Ríos Jessica Marcela con C.I. 1756278444 y Haro Asipuela Grace Abigail con C.I. 1726240870, con el Tema: **"Digestibilidad de *Brachiariadecumbens* a nivel ruminal: Una revisión bibliográfica.",** de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Director de la investigación Dr. Hernán Alberto Uvidia Cabadiana, PhD., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 5%, Informe generado con fecha 15 de julio de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ITALO
MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

Agradecemos infinitamente a Dios por darnos la vida, salud y sabiduría necesaria para culminar cada etapa en nuestra formación académica. A nuestros padres, hermanos y familiares por habernos brindado su apoyo moral y económico, siendo los pilares fundamentales para lograr nuestras metas.

A nuestro tutor el Dr. Hernán Uvidia Cabadiana, por la confianza y su apoyo brindado en el asesoramiento para la realización de nuestro trabajo de graduación. A nuestra Alma Mater Universidad Estatal Amazónica, por abrirnos las puertas y brindarnos los medios necesarios para el aprendizaje.

A los docentes que nos impartieron clases a lo largo de nuestra carrera, a nuestros amigos el Dr. Roberto y Jimmy por brindarnos la confianza e impulsarnos a lograr nuestros propósitos y que algunos de manera directa e indirectamente contribuyeron en la realización de este trabajo.

JESSICA MARCELA CASTRO RIOS
GRACE ABIGAIL HARO ASIPUELA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme fuerza, paciencia, fortaleza, confianza para poder lograr las metas que hasta el día de hoy me he propuesto y cumplido a pesar de muchos obstáculos que se me presentaron en el transcurso de mi vida él siempre ha estado a mí lado y no me ha desamparado en ningún momento al igual que con mi familia. A mi madre Rosa y hermano Darwin, por confiar en mí, guiarme por buen camino y apoyarme incondicionalmente para conseguir mis metas. A mis hermanos, que tanto quiero Mario, Gladis, Cristian, Cesar por su confianza depositada en mí, a todos ellos dedico con mucho amor este logro en mi vida.

JESSICA MARCELA CASTRO RIOS

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios por la vida, por ser el inspirador, por cuidar de mí y ser la luz que guía mi camino, por fortalecerme cada día para continuar cumpliendo mis metas, proyectos, sueños anhelados. A mis padres Germán Haro y Silvia Asipuela, que con todo su apoyo incondicional logre alcanzar una meta más en mi vida, porque creyeron en mí y en lo que podía llegar a ser, lo que me motivo a llegar hasta el final, alentándome para no decaer. A mi hermano Romel, por su apoyo incondicional, que siempre estuvo dándome ánimos para seguir adelante y a mi novio Darío Tacuamán, por su cariño, su amor, por ser importante en mi vida, por todo lo que hemos pasado en estos últimos años y seguir compartiendo muchos momentos más. A todos ellos dedico con mucho amor este logro en mi vida.

GRACE ABIGAIL HARO ASIPUELA

Resumen y Palabras Claves

En la producción ganadera, la alimentación se considera un elemento muy importante, por lo que se debe satisfacer las necesidades de los animales al menor costo. El objetivo de esta investigación es efectuar una búsqueda de información bibliográfica relacionada con la digestibilidad de *Brachiaria decumbens* a nivel ruminal en bovinos. Para ello se realizó una investigación no experimental exploratoria documental a partir de una revisión de artículos científicos, libros y repositorio de tesis con literatura publicada en inglés y español. Se evidenció que el contenido nutricional del pasto *Brachiaria decumbens* varía de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas de la zona y edades del pasto cuyo resultado va del 7 al 14% de proteína. Con respecto a la digestibilidad del pasto en el estado de pre floración a la semana dos de edad registro el 50% de FDN y menor acidez, favoreciendo que el bovino aproveche de forma adecuada y que se logren buenas ganancias de peso. Se concluye que los animales alimentados con el pasto *Brachiaria,* con corte en edades tempranas, favorece que el bovino aproveche sus nutrientes, transformando la materia seca en leche y haya una disminución de emisiones de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) contribuyendo de esta manera a disminuir los efectos de la ganadería en el ambiente

Palabras Claves: Digestibilidad *in vitro*, FDN, bovinos, *Brachiaria decumbens*, emisiones de metano.

Abstract and Keywords

In livestock production, food is considered a very important element, so the needs of the animals must be met at the lowest cost. The objective of this research is to search for bibliographic information related to the digestibility of Brachiaria decumbens at the ruminal level in bovines. To do this, a non-experimental exploratory documentary research was carried out based on a review of scientific articles, books and thesis repository with literature published in English and Spanish. It was evidenced that the nutritional content of Brachiaria decumbens grass varies according to the edaphoclimatic conditions of the area and the ages of the grass, the result of which ranges from 7 to 14% protein. Regarding the digestibility of the pasture in the pre-flowering state, at week two of age, I register 50% of NDF and lower acidity, favoring the cattle to take advantage of it properly and to achieve good weight gains. It is concluded that the animals fed with Brachiaria grass, cut at early ages, favors the cattle taking advantage of its nutrients, transforming the dry matter into milk and there is a decrease in methane (CH4) and carbon dioxide (CO2) emissions contributing in this way to reduce the effects of livestockon the environment

Key words: in vitro digestibility, NDF, cattle, Brachiaria decumbens, methane emissions.

Tabla de Contenidos

Capítulo I: Introducción 1

1.1. Planteamiento del problema 2

1.2. Objetivos 3

1.2.1. Objetivo General 3

1.2.2. Objetivos Específicos 3

1.3. Justificación 4

Capítulo II: Fundamentación Teórica 5

2.1. Origen de Brachiaria decumbens 5

2.1.1. Clasificación taxonómica del pasto *Brachiaria decumbens* 5

2.1.2. Características botánicas de *Brachiaria decumbens* 5

2.2. Características agronómicas de *Brachiaria decumbens* 6

2.2.1. Fertilización 6

2.2.2. Rendimiento del pasto *Brachiaria decumbens* 6

2.2.3. Sistema de siembra 6

2.2.4. Plagas y enfermedades 7

2.3. Edad del corte del pasto *Brachiaria decumebens* 7

2.4. Composición química del pasto *Brachiaria decumbens* 7

2.5. Digestibilidad en Rumiantes 8

2.5.1. Efecto Invernadero y Gases efecto invernadero 9

2.5.2. Cambio Climático 10

2.5.3. Ganadería y medio ambiente 10

2.5.4. Emisiones de Gases 10

2.5.5. Los rumiantes y la producción de metano 10

2.5.6. Calidad del forraje y producción de metano 11

Capítulo III: Metodología de la investigación 12

3.1. Tipo de Investigación 12

3.2. Métodos de Investigación 12

3.3. Método Exploratorio 13

3.4. Criterios de inclusión en la búsqueda de información 13

3.5. Criterios de exclusión en la búsqueda de la información 13

3.6. Manejo de Información 14

Capítulo IV: Análisis de resultados 15

4.1. Contenido Nutricional 15

4.2. Digestibilidad *in vitro* 16

4.3. Índices productivos y reproductivos 19

Conclusiones 22

Recomendaciones 23

Referencias 24

Índice de Tablas

Tabla 1. Comparación del forraje de *Brachiaria decumbens* en diferentes edades del corte 7

Tabla 2. Composición química de proteína cruda y digestibilidad de la M.S. de diferentes gramíneas del género *Brachiaria.* 8

Tabla 3. Digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* 9

Tabla 4. Sistematización de la información bibliográfica del contenido nutricional de *B. decumbens* y su digestibilidad. 16

Tabla 5. Comparación sobre la digestibilidad *in vitro* de *B. decumbens*, su pH y la producción de gases de efecto invernadero a nivel ruminal..... 17

Tabla 6. *Brachiaria decumbens* y sus diferentes mezclas con otros pastos..... 18

Tabla 7. Comparación de *Brachiaria decumbens* sobre el pH y la producción de gases de efecto invernadero a nivel ruminal en bovinos *in vitro* 19

Tabla 8. Índices productivos y reproductivos en bovinos y su relación con el consumo de *Brachiarias* 20

Tabla 9. Índices productivos y reproductivos en bovinos 21

Capítulo I: Introducción

En la producción ganadera la alimentación es considerada como un elemento muy importante, por lo que se debe tratar de cubrir las exigencias de los animales al menor costo. Los pastos, forrajes y gramíneas bien manejados son un alimento completo para los bovinos y permiten una buena producción de leche y carne (FAO, 2020). En la Amazonia ecuatoriana la utilización de dietas a base de pastos y gramíneas es el suministro de nutrientes adecuado, en especial para rumiantes con gran potencial productivo. La ganadería es una actividad del hombre para cubrir las necesidades alimentarias, lo que produce un incremento significativo en la producción ganadera a gran escala en el mundo (Silva, 2017).

Sánchez y Reyes (2015) manifiesta que para tener una buena producción implica el uso de métodos no amigables con el medio ambiente, es decir, técnicas de producción que han influenciado directamente en el aumento de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4) de origen antropogénico a la atmósfera. Se estima que aproximadamente 1.3 giga toneladas de GEI, es decir el 18% de las emisiones globales, son provocadas por los países de América Latina y el Caribe anualmente por actividades agropecuarias, la producción de (CH4) que proviene de rumiantes es inevitable debido a la fermentación ruminal que representa un 16% del total de GEI a nivel mundial, esto constituye un problema ecológico ya que se considera este gas el segundo en aportar al incremento del mismo (Armando, Cárdenas y Flores, 2012). Es por ello, que las gramíneas se pueden utilizar favorablemente ya que es un pasto que cada vez es más común como suplemento en los sistemas de alimentación de los rumiantes en las zonas tropicales y subtropicales por su alto contenido de proteínas, su contribución en carbohidratos que son bien digeridos y aprovechados gracias a las enzimas producidas por la flora ruminal que ayuda a tener una mejor degradabilidad en el rumen.

En los últimos años existe un interés por introducir en los sistemas ganaderos otras especies de gramíneas del género *Brachiaria*, la cual podrían contribuir a la reducción de las emisiones de metano (CH4) y dióxido de carbono (CO2). Con estas consideraciones el objetivo de esta investigación es Efectuar una búsqueda de información bibliográfica relacionada con la digestibilidad de *Brachiaria decumbens* a nivel ruminal en bovinos.

1.1. Planteamiento del problema

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la ganadería bovina es considerado uno de los principales responsables de generar aproximadamente 7.1 giga toneladas de dióxido de carbono al año, 14.5% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) inducidas por la actividad humana. Durante los últimos años se ha puesto especial atención a las raciones alimenticias de los rumiantes, formulando estrategias para reducir los gases de efecto invernadero ocasionada por los rumiantes (Silva, 2017).

Los rumiantes tienen una habilidad para transformar el pasto, los desperdicios de alimento y las plantaciones con alto contenido de celulosa en alimentos útiles. Es importante impulsar la incorporación de procedimientos mixtos e integrados entre la agricultura y la ganadería, mejorando su contenido nutricional, reduciendo los cambios e inestabilidad de los mercados. Es por ello la importancia de documentar el estado actual del conocimiento disponible en las bases de datos cientificas, repositorios de tesis de pregrado y posgrado, etc., sobre la digestibilidad de *Brachiaria decumbens* a nivel rimunal para alcanzar los resultados de su aporte en la disminución de gases de efecto invernadero (GEI).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Efectuar una búsqueda de información bibliográfica relacionada con la digestibilidad de *Brachiaria decumbens* a nivel ruminal en bovinos.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Sistematizar la información bibliográfica del contenido nutricional de *B. decumbens* y su digestibilidad.
- Determinar el efecto de la digestibilidad de la *B. decumbens* sobre el pH y la producción de gases de efecto invernadero a nivel ruminal en bovinos *in vitro*.
- Analizar resultados de índices productivos en bovinos alimentados con *B. decumbens.*

1.3. Justificación

El cambio climático provoca variantes que condicionan el medio ambiente donde viven animales El clima perjudica directa y de forma indirecta al ganado debido a que modifica la calidad y proporción n de forraje y trae como resultado la reducción en la productividad pecuaria. En todo el mundo señalan que los sistemas ganaderos que dependen del pastoreo van a ser extremadamente dañados especialmente en África, Australia, América Central y Asia Meridional Murgueitio et al. (2014). En estas regiones, los estudios pronostican hasta el 50% de perdida de biomasa disponible. Además, los rumiantes permiten disminuir las emisiones debido a que promueven una mejor productividad por animal, lo cual la optimización el balance entre el área utilizada lo cual redunda en menores emisiones por unidad de producto y una más grande eficiencia durante la cadena provechosa en términos de CO_2 (Murgueitio et al. 2014).

En la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) una gran parte de la ganadería es alimentada a base de pasto que se desarrollan en suelos con un pH ácido. Esta clase de suelos se caracteriza por exponer una alta fijación de fósforo, baja tasa de formación de amonio y nitratos, bajo contenido de calcio y magnesio y moderado contenido de potasio.

Jiménez, Granados, Oliva y Barrón (2010) afirman que *Brachiaria decumbens* es una hierba tropical radicalmente provechosa gracias a su agresivo hábito de aumento y su adaptación a una variada de tipos de suelos y ambientes. Los valores nutritivos aumentan significativamente las ganancias de peso en el pastoreo de animales de granja, debido al compuesto tóxico que se encuentra en el pasto, muestra ser un material local prometedor que podría utilizarse como una dieta mejorada a nivel ruminal. Los días que más valor tiene es de 45 a 60 días (Rincón, Ligarreto y Garay 2008).

La investigación a realizar tiene como finalidad dar a conocer la importancia de la digestibilidad en los rumiantes, saber de qué modo afecta al calentamiento global, que efecto provocan los gases de CO_2 emitidos por los animales al planeta, analizar el valor nutricional del pasto para el consumo del rumiante teniendo en cuenta la baja adaptabilidad que tiene el forraje *Brachiaria decumbens* en la Amazonía es por esto que se realizara revisiones bibliográficas para aportar con mayor información.

Capítulo II: Fundamentación Teórica

2.1. Origen de Brachiaria decumbens

Muñoz (2012) afirma que la *Brachiaria decumbens* es originaria de Uganda y otros países del trópico de África Oriental, de hábito decumbente por su alto potencial de adaptación a un amplio rango de suelos y climas. Presenta un crecimiento cespitoso, sin embargo, produce perfilhos semi decumbentes que pueden o no enraizar, esto va a depender de las condiciones ambientales y el manejo del pasto libre puede alcanzar hasta 1,8 m de altura.

2.1.1. Clasificación taxonómica del pasto *Brachiaria decumbens*

Familia	Gramínea
Tribu	Paniceae
Género	Brachiaria
Especie	Decumbens

Fuente: Martínez, 2019

2.1.2. Características botánicas de *Brachiaria decumbens*

Olivera & Machado (2006) afirman que *B. decumbens*, se caracteriza por ser una planta herbácea, que tiene las raíces fuertes y duras, culmos cilíndricos aovados, algunos son erectos o decumbentes, su color es verde y a veces morados, glabros o pilosos, presenta de seis a 16 internodios y de 18 a 28 cm de longitud; sus hojas llegan a medir entre 20 y 40 cm de largo y de 10 a 20 mm de ancho, cubiertas por tricomas, posee bordes duros y ásperos. Este color verde oscuro se debe al alto contenido de clorofila; el tamaño de la inflorescencia es en función a las condiciones edafoclimáticas, mientras que las semillas se reproducen por el mecanismo de la apomixis, es decir el pasto se propaga mediante material vegetativo.

Muñoz (2012) refiere que *Brachiaria decumbens* es una especie que se adapta rápidamente a regiones calientes y suelos fértiles que están situados entre 0 a 2000 m de altitud, donde la precipitación excede los 1,000 mm, este pasto tiene una buena resistencia al fuego y heladas leves, pero es muy poco tolerante a suelos encharcados a pesar de su rebrote.

Las *Brachiarias* poseen una excelente adaptación a suelos ácidos, buena competencia y presenta una buena calidad nutricional, crece naturalmente en regiones con altitud entre 100 y

1800 msnm con una precipitación anual entre 850 y 2000 mm, con períodos secos de 0 a 5 meses y en suelos con un pH 4.9 a 7.0 (Castilblanco, 2005).

2.2. Características agronómicas de *Brachiaria decumbens*

Según. Ray et al. (2016) los sistemas de producción de rumiantes en el trópico latinoamericano dependen, en gran medida, de los recursos forrajeros, constituidos primordialmente por gramíneas. Las gramíneas nativas del trópico bajo (C-4) tienen propiedades bioquímicas, fisiológicas y anatómicas, lo que permite ser eficientes en el proceso de la fotosíntesis que las gramíneas del área templada (C-3). Es ahí la importancia de estas propiedades que ayudan a conseguir altas tasas de producción de fitomasa y consecuentemente tener la capacidad de tolerar un gran número de animales por unidad de área.

La *Brachiaria decumbens* es extensamente usada en el planeta al tener rendimientos buenos, en muchas situaciones puede producir hasta de 2.2 a 3.7 ton/ha de materia seca, con cortes a los 60 días por tres años. En el Llanos Oriental esta gramínea es una de las mejores en adaptarse no sólo por su tolerancia a bajos niveles de fertilidad del suelo; sino además por su productividad.

2.2.1. Fertilización

Si bien las pasturas son la base de la alimentacion del ganado, la implantacion de fertilizacion al pasto peludo o también llamado *Brachiaria decumbens* no es muy exigente en cuando a fertilidad del suelo, pero para su produccion es recomendable la aplicacion de 50,40 y 20 kg/ha de N,P,K ya que existen areas con deficiencias del manejo de carga (MAG, 1991).

2.2.2. Rendimiento del pasto *Brachiaria decumbens*

Rincón et al, (2008) manifiestan que se han obtenido rendimientos de 12.5 en el primer año y de 8.2 toneladas MS/ha en el segundo. Estos autores estudiaron diferentes dosis de nitrógeno apareciendo valores de 23 t MS/ha/año con 100 kg N/ha/año

y de 19.3 t MS/ha/año con 200 kg de nitrógeno.

2.2.3. Sistema de siembra

Lopez, (2009) afirma que la siembra se puede hacer de forma vegetativa a una distancia de 50cm entre la hilera, se puede utilizar de 1500 a 2000 kg/ha. Esta era una practica que viene siendo realizada desde la antigüedad, cuando se desconocima que Brachiaria es capaz de producir semilla sexual. La semilla sexual hoy en dia es muy usada por que se puede sembrar

grades extensiones de terreno a corto plazo y de manera sencilla. La cantidad de semilla varia entre 5 a 8 kg/ha dependiendo la pureza y germinacion asi como la necesidad del ganadero.

2.2.4. Plagas y enfermedades

Susceptibilidad a salivazo, esta plaga se alimenta succionando la savia y también puede ser vector de virus, hormigas y trozadores, pero con un manejo adecuado de la pastura u otro método se puede reducir el grado de daños causado por estos organismos (Arteaga, 2016).

2.3. Edad del corte del pasto *Brachiaria decumebens*

En la Tabla 1 se aprecian diferentes datos acordes a los días de cortes de diferentes autores el cual arrojan datos similares excepto Tinitana quien contiene el porcentaje más alto de materia verde 43,4%.

Tabla 1. Comparación del forraje de *Brachiaria decumbens* en diferentes edades del corte

Cortes de M.S.	20-30	35-45	45-60	Total	Referencias
(%) Corte A	9,28	8,52	6,58	24,38	(Trujillo, Posada y Sierra,2015)
(%) Corte B	17,2	12,5	13,7	43,4	(Tinitana, Avellaneda y Aguilar, 2015)
(%) Corte C	10,1	9,4	8,3	27,8	(Reyes, Méndez, Verdecia, Luna, Hernandez y Herrera, 2018)
(%) Corte D	10,3	9,54	8,7	28,54	(Manrique y Carulla, 2019)

M.S; Materia Seca.

2.4. Composición química del pasto *Brachiaria decumbens*

En la tabla 2 se muestra la composición química de proteína cruda y digestibilidad de MS con distintos porcentajes en diferentes años, llegando así a concluir que no existe mucha diferencia entre esos años es mínima entre PC y MS dada en esta comparación.

Tabla 2. Composición química de proteína cruda y digestibilidad de la M.S. de diferentes gramíneas del género *Brachiaria.*

Indicador	P.C (%)	D. de M.S, (%)	Total	Referencias
	7,8	65,3	73,1	(Fernández, 2018)
	8,9	65,2	74,1	(Ávila et al. 2014)
Diferentes gramíneas	9,1	63,2	72,3	(Balseca, Cienfuegos, López, Guevara. y Martínez 2015)
	8,6	62,7	71,3	(Bishop, Betancourt, Carrión, Reyes, Zambrano, Ronquillo, Tergas, 2015)

P.C: Proteina Cruda, D. DE M.S; Digestibilidad de Materia Seca.

Gómez (2014) afirma que variaciones estacionales de los elementos del clima juegan un papel importante en la producción y calidad de tos forrajes tropicales.

Los pastos del género *Brachiaria* se han expuesto a nuevas expectativas para la ganadería por su gran adaptación, mayor cantidad de forraje y superior calidad nutricional. Lo que ha permitido al ganadero en la región de centro América, que pueda elegir un pasto que se adapte a las condiciones de su suelo y tipo de explotación que maneja, dándole una mayor eficiencia y rentabilidad.

2.5. Digestibilidad en Rumiantes

La digestibilidad depende de la composición nutritiva de la ración de pasto, siendo afectada por el hecho que las heces contienen cantidades importantes de materiales de origen no dietético. Éstas, constituyen una importante vía de excreción donde se expulsan compuestos nitrogenados, grasos, glúcidos no fibrosos de origen endógeno y minerales encontrando reportes que indican que no hay secreción de carbohidratos en el intestino. A esto se debe que los coeficientes de digestibilidad determinados por diferentes métodos se denominan "aparentes". Es difícil cuantificar con exactitud las cantidades de origen endógeno de un determinado elemento presente en las heces, ocasionando la subestimación de su digestibilidad verdadera.

Lachmann y Febres (2000) afirman que las dietas basadas en el consumo de forrajes, la digestibilidad *in vivo* es afectada por aquellos elementos que tienen efecto sobre el consumo, como la capacidad de selección del animal en función de la oferta de material, la disponibilidad de agua, la tasa de pasaje del alimento, la eficiencia metabólica de los animales y hasta las

condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa), lo que trae como consecuencia, que difícilmente la técnica in vitro pueda reproducir las transformaciones ocurridas en la digestibilidad in vivo. Aun cuando la digestibilidad aparente, constituye una expresión muy simplificada del valor nutritivo, los datos que se generan de esta determinación son de gran utilidad.

La tabla 3 muestra la variedad del pasto *Brachiaria decumbens* en la digestibilidad con mayor porcentaje que se registran en los años 2020, 2013 y 2016, mientras tanto el autor Balseca obtiene un valor bajo en el año 2015.

Tabla 3. Digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens*

B. decumbens	**PC**	**FC**	**Ceniza**	**EE**	**ELN**	**Total**	**Referencias**
Digestibilidad %	46,9	72,9	16,9	66,1	2,21	205,0	(Maderero, 2020)
	9,1	42,9	17,6	71,3	3,7	144,6	(Balseca, Cienfuegos, López, Guevara y Martínez, 2015)
	35,8	70,3	7,0	65	1,44	179,5	(Peruchena, 2016)
	20,9	74,4	15,9	79,0	2,53	192,7	(Carvalho, Fernandez, Santos y Macedo, 2015)

P.C: Proteína Cruda, F.C: Fibra Cruda, CC: Ceniza, EE: Estracto Etéreo.

2.5.1. Efecto Invernadero y Gases efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno natural que permite a la tierra mantener las condiciones necesarias para la vida. La atmósfera capta algunos de los rayos del sol que llegan a la corteza terrestre y los mantiene adentro para alcanzar una temperatura promedio de 15 ° C. Si la atmósfera no capta ninguno de estos rayos que rebotan en la superficie, la temperatura media de la tierra será de -18 ° C.

La atmósfera está compuesta por un 99,93% de gas natural, un 78,1% de nitrógeno (N2), un 20,9% de oxígeno (O2) y un 0,93% de argón (Ar). Sin embargo, otros gases que suponen el 0,07% del total, como el vapor de agua (H2O), el dióxido de carbono (CO2), el metano (CH4), los óxidos de nitrógeno (N2O) y el ozono (O3), contribuyen al efecto invernadero. Además, hay otros gases artificiales en la atmósfera, a saber, los clorofluorocarbonos (CFC).

Los gases de efecto invernadero (GEI) o gases de efecto invernadero son componentes naturales y antropogénicos de la atmósfera que absorben y emiten radiación en determinadas

longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre, la atmósfera y las nubes (Benavides, 2017).

2.5.2. Cambio Climático

El clima cambia con el tiempo y el espacio. Como parte normal del clima, la mayoría de las áreas de la tierra experimentarán cambios intensos, especialmente en las regiones áridas y semiáridas, donde las precipitaciones han sufrido cambios significativos. El clima extremo afecta a cualquier región: por ejemplo, pueden ocurrir sequías severas en áreas húmedas, y ocasionalmente ocurren inundaciones en áreas secas (Benavides, 2017). Las fluctuaciones observadas en el clima corresponden a la variabilidad climática, que corre alrededor de las condiciones promedio para estimar su aumento o disminución, lo que ocurre aproximadamente en un corto período de tiempo.

2.5.3. Ganadería y medio ambiente

Las actividades ganaderas dejan a su paso impactos ambientales que desencadenan cambios en los ecosistemas, afectando la relación de sostenibilidad que se propone para el sector pecuario. La desecación de humedales afecta la disponibilidad del agua al causar disminución en el balance hídrico. Las trochas y caminos del ganado contribuyen al impacto del suelo aumentando la compactación y erosión. Y finalmente, los lugares donde el ciclo de vida del animal es terminado y procesan sus partes (Benavides, 2017).

2.5.4. Emisiones de Gases

Según (Benavides, 2017) la intensificación sostenible de la producción pecuaria y de cultivos forrajeros para reducir las emisiones de CO2, producidas por la deforestación y la degradación de los pastizales, mejor nutrición de los animales y tratamiento del estiércol para reducir las emisiones de metano y nitrógeno.

2.5.5. Los rumiantes y la producción de metano

La producción de metano es el resultado de la fermentación anaeróbica de carbohidratos, que son fermentados por microorganismos para producir ácidos grasos volátiles (AGV), acetato, propionato, butirato y metano. La hidrólisis de carbohidratos ocurre en varias etapas. El primero es la hidrólisis de carbohidratos a glucosa, el segundo es la conversión de glucosa en piruvato y finalmente la degradación del piruvato en AGV (acetato, propionato y butirato), hidrógeno (H2) y dióxido de carbono (CO2). El CH4 es producido por la actividad de *Methanobrevibacter ruminantium* en esta etapa (Cabezas et al., 2017).

Los ácidos grasos volátiles son la fuente de energía para la ganadería bovina. El modo de fermentación de los principales AGV en el rumen varía con la composición de la dieta y el intervalo de alimentación (Cabezas et al., 2017). Una dieta con una mayor concentración de carbohidratos no estructurales producirá una mayor proporción de propionato, reduciendo así la producción de metano por unidad de materia orgánica fermentada, mientras que una dieta que contenga una gran cantidad de NDF producirá una mayor proporción de acetato y butirato se libera más metano (Santacoloma, 2011).

2.5.6. Calidad del forraje y producción de metano

El principal sistema de alimentación del ganado en las regiones tropicales es el pastoreo continuo. La araucaria no es ajena a esta gestión, la mayor parte de su ganado pasta extensivamente en la sabana y se cría de forma semi-intensiva en algunas partes de las estribaciones. Los factores más importantes que limitan los pastos tropicales son su bajo contenido de proteínas y alto contenido de fibra, lo que se traduce en una baja digestibilidad del forraje, lo que se refleja en el consumo y la producción animal (Gaviria et al., 2015).

Según (Pinares, 2015) las gramíneas tropicales tienen muy baja digestibilidad y carecen de nutrientes como proteínas y fósforo, lo que sugiere que la pérdida de energía en forma de heces y metano puede ser alta. Sin embargo, la producción de metano está determinada principalmente por la cantidad y calidad del alimento que afecta la tasa de digestión y la tasa de paso durante la fermentación.

La producción de gas natural está directamente relacionada con la digestibilidad y la producción de metano. Por lo tanto, un aumento en la calidad del alimento (digestibilidad) generalmente está relacionado con un aumento en la cantidad de metano producido por los animales. Sin embargo, el aumento en la calidad del forraje se acompaña a su vez de un aumento en el consumo voluntario, lo que resulta en una disminución en la producción de metano por unidad de consumo de materia seca y una disminución en la producción de metano por unidad de leche o carne (Hammond et al., 2014).

El forraje de mejor calidad tiene una mayor concentración de carbohidratos no estructurales. Explicaron que, en comparación con la fibra, los azúcares no estructurales fermentan más rápido. Otros autores creen que las vías metabólicas de fermentación pueden cambiar hacia una mayor proporción de ácido propiónico en dichos forrajes, por lo que la cantidad de metano producido por unidad de material es mayor. menos. Materia orgánica fermentada (Vargas et al., 2013).

Capítulo III: Metodología de la investigación

3.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo no experimental exploratoria y documental, donde se trabajó a partir de revisión documental de fuentes primarias como: artículos científicos de investigación y libros, y secundarias como: artículos de revisión bibliográfica, directorios o repositorios de tesis, con literatura publicada en español e inglés, sobre la digestibilidad de *Brachiaria decumbens* a nivel ruminal en bovinos.

3.2. Métodos de Investigación

El método de investigación que se utilizó es de orden secundario. Para el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados se realizaron búsquedas o revisiones documentales en las siguientes bases de datos: Scielo, Redalyc, Repositorios de tesis y Google académico. Las variables para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos se describen las a continuación.

Para alcanzar el objetivo específico 1, se realizó una revisión documental de la digestibilidad de *Brachiaria decumbens* a nivel ruminal en bovinos, en que se incluye el contenido nutricional, se definieron variables que permiten hacer un análisis y comparación transversal que permitan cumplir el objetivo específico uno:

Variables del contenido nutricional:

- Proteína Bruta (PB)
- Fibra Cruda (FC)
- Humedad
- Materia Orgánica (MO)

Luego de la ubicación de los documentos bibliográficos, en una primera fase se procedió a revisar el título, los autores, el resumen y los resultados de cada uno para determinar su selección o exclusión, si los resultados son pertinentes y aplicables al tema de estudio.

En el objetivo número dos se incluyen la digestibilidad sobre el pH y el efecto que tiene sobre las emisiones de gases de efecto invernadero. Donde las variables a considerar fueron:

- Digestibilidad *in vitro*
- Materia Seca
- Producción de gases
- Fibra detergente acida
- Fibra detergente neutra

Para el cumplimiento del objetivo específico 3, se realizó una búsqueda de todos los artículos relevantes, que estén relacionados con los índices productivos en bovinos alimentados con *Brachiaria decumbes* las variables a considerar fueron:

- Producción leche y carne
- Bovinos alimentados con *Brachiaria decumbens*
- Índices productivos y reproductivos

3.3. Método Exploratorio

Este método es el proceso por el cual se obtiene la información básica y especializada relacionada con la problemática de la investigación. A partir de la investigación exploratoria se obtendrá la información (datos) necesaria para alcanzar los objetivos propuestos.

3.4. Criterios de inclusión en la búsqueda de información

Los criterios de inclusión considerados para la búsqueda fueron los siguientes:

1) Términos para la búsqueda de la información. Los términos se descubrieron en español, no obstante, una vez finalizada la búsqueda en este idioma fueron traducidos al inglés. Las palabras claves fueron los siguientes: Contenido nutricional de *Brachiaria decumbens,* digestibilidad in vitro, producción de gases de efecto invernadero, índices productivos, pasto peludo, degradación ruminal.
2) Año de publicación. Estudios de los últimos 10 años.

3.5. Criterios de exclusión en la búsqueda de la información

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

1) Información que no tenga relación con el tema de esta revisión bibliográfica.

2) Información que no tenga una fuente oficial o verificable, estudios que no presenten rigurosidad científica, en el caso de artículos, aquellos que hayan sido publicados en revistas que no se encuentren indexadas.

3.6. Manejo de Información

Se realizó una lectura crítica de los documentos bibliográficos seleccionados sobre la morfología, biología y daños causado por las distintas plagas, se procedió a elaborar una tabla de análisis y síntesis el contenido nutricional de *Brachiaria decumbens*, que contienen el valor de la proteína bruta, fibra cruda, agua, humedad y materia orgánica (%) con el respectivo autor o autores y la fecha de publicación. Las cuales están estructuradas en función a la información seleccionada y los criterios de inclusión y de exclusión, priorizando la validez científica, comprensibilidad e interpretabilidad que facilitaron la identificación de los hallazgos que son comunes en los diferentes estudios y contrastarlos.

Capítulo IV: Análisis de resultados

4.1. Contenido Nutricional

La tabla 4 presenta el contenido nutricional y la digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* a diferentes edades de corte. Como se puede apreciar la proteína bruta disminuyó al aumentar la madurez del corte del pasto, apareciendo diferencia significativa entre todas las edades de la planta. Datos de dos estudios realizados en la Provincia de los Ríos en diferentes etapas de corte arrojaron que *Brachiaria Decumbens* tiene diferente contenido nutricional según los días de corte. Valle (2020) refiere que el pasto *Brachiaria* tiene mejor contenido de proteína bruta, ceniza, humedad, materia seca y fibra cruda a los 28 días de corte en comparación a Reyes (2018). Esta diferencia numérica pudo deberse a la ubicación, tipo de suelo y condiciones ambientales. En dos investigaciones realizadas en Bogotá, Avella (2018) presenta valores similares a los autores antes mencionados, mientras que Laiton (2019) expone valores superiores con una diferencia numérica como se presenta en la (Tabla 4). Es importante mencionar que en la investigación sobre el contenido nutricional de *Brachiaria decumbens* se observa que no existe una diferencia significativa entre los autores reportados, pero si existe una deferencia numérica en dependencia del lugar en donde se realizó la investigación, eso hace que varié el contenido de nutrientes en dependencia a los días de corte.

Herrera y Ramos (2015) plantean que la disminución del contenido de la proteína bruta la edad del pasto, esto se produce por la disminución de la actividad metabólica de los pastos a medida que avanza la edad de rebrote, con esto la síntesis de compuestos proteicos disminuye en comparación con los estadios más jóvenes. Estos criterios ayudan a explicar los resultados mostrados en este indicador.

Tabla 4. Sistematización de la información bibliográfica del contenido nutricional de *B. decumbens* y su digestibilidad.

Variedad		Contenido Nutricional de *B. decumbens, %*					
Indicador		**M.S%**	**P. B%**	**Ceniza%**	**F.C%**	**Humedad%**	**Referencias**
	28	18,50	12,15	12,75	31,99	10,51	
	56	21,56	10,69	11,76	31,17	9,87	(Valle,
	84	26.50	8,24	9,45	31,20	8,87	2020)
	112	30,63	7,49	9,22	32,45	9,50	
Días de Corte	21	20,89	10,11	11,46	10,23	9,88	
	41	26,65	9,44	13,14	28,87	9,78	(Reyes,
	63	32,41	8,34	14,87	-	-	2018)
	82	31,33	8,59	4,79	31,12	-	(Laiton, 2019)
	80	29,18	9,02	10,51	28,91	9,78	(Avella, 2018)

M.S: Materia Seca, P.B: Proteína Bruta, C.C: Ceniza, F.C: Fibra Cruda, Humedad.

La fibra aumentó con la edad apareciendo diferencias significativas entre todas las edades. Keftasa (2015) relacionó el incremento de la proteína bruta al avanzar la madurez del pasto, con el desarrollo de los tallos, las senescencias de las hojas y acumulación de material muerto, componentes que poseen un alto contenido de fibra y lignina, los que disminuyen la digestibilidad del pasto. Uno de los procesos de muerte mejor estudiado es aquel que afecta a las hojas al incrementar la madurez de la planta.

La digestibilidad de la materia seca disminuyó con el aumento de la edad de la planta como bien se muestra en la tabla 5, mostrando diferencias significativas en las primeras edades con respecto a las restantes. Resultados similares plantean los autores citados, obteniendo mayor digestibilidad de la materia seca en edades tempranas del pasto.

4.2. Digestibilidad *in vitro*

La revisión bibliográfica muestra resultados para *Brachiaria decumbens,* donde se encontraron datos distintos para las variables como cortes en semanas sobre la digestibilidad *in vitro* nivel ruminal, para los indicadores de % Materia Seca (MS), % Proteína Cruda (PC), % Fibra Detergente Neutro (FDN), % Fibra Detergente Ácido (FDA), % Materia Orgánica (MO) y %Cenizas (CC)), para las investigaciones realizadas en Colombia con observaciones

experimentales realizadas por Carrulla (2020), se identifica que en el corte realizado en la semana 2 la planta posee un mejor contenido de M.S, P.C y FDN, con una diferencia mínima en las semanas 3,4,5 y 6, el contenido FDA, es más alto en la semana 6. Según investigación realizada por Quintero (2019) el pasto *Brachiaria decumbens* se comportó en la semana 4 con un contenido de M.S, P.C, más elevada que las otras edades de corte, con una diferencia mínima a la que se obtuvo en la semana 6. De igual manera se evidencio que en la semana 6 el contenido de FDN, FDA y Ceniza fue más elevado. De acuerdo con Umami (2017) en las diferentes semanas de corte en modo gradual, tiene mejor contenido de M.S, P.C y M.O, y que en la semana 8 estos valores son más elevados manteniendo mínima diferencia con las edades de corte de las semanas 4 y 6. Evidenciándose una diferencia numérica como se presenta en los mismos años en la (Tabla 5). Estos dos autores indican que cuando la materia seca aumenta, también lo hace la materia orgánica. Del mismo modo, si la materia seca aumenta, también lo hacía la digestibilidad de la materia orgánica. De igual manera la proteína cruda varia con un mínimo de porcentaje.

Tabla 5. Comparación sobre la digestibilidad *in vitro* de *B. decumbens*, su pH y la producción de gases de efecto invernadero a nivel ruminal.

Variedad	Digestibilidad i*n vitro* % de *B. decumbens*							
Indicadores		**M.S%**	**P.C%**	**FDN%**	**FDA%**	**Cenizas %**	**M.O%**	**Referencias**
Semanas	2	72,8	11,6	59,8	26,8	-	-	(Carulla, 2020)
	3	71,4	11,2	61,2	27,3	-	-	
	4	69,6	10,3	62,3	28,8	-	-	
	5	68,3	9,54	63,3	30,1	-	-	
	6	67,1	8,7	63,6	30,4	-	-	
Semanas	4	59,5	13,9	62,4	30,5	7,0	-	(Quintero, 2019)
	6	54,1	10,5	66,7	32,5	7,6	-	
Semanas	4	50,75	9,51	-	-	-	46,33	(Umami, 2017)
	6	52,77	9,83	-	-	-	48,69	
	8	53,89	12,03				49,95	

M.S: Materia Seca. P.C: Proteína Cruda. FDN: Fibra Detergente Neutra FDA. Fibra Detergente Acida. C.C: Ceniza. M.O: Materia Orgánica.

En una investigación realizada en Colombia Murcia (2017) analiza diferentes Forrajes mezclados con *Brachiaria decumbens*, y observa que al asociarse el pasto *Brachiaria decumbens* con otras especies forrajeras como son *Brachiaria decumbens*, *B. decumbens* + T. diversifolia, *B. decumbens* + G. sepium, *B. decumbens* +A. Macrorrhiza *y B. decumbens* + C.

argentea algunas de las mezclas aumentan la digestibilidad de los nutrientes. Cómo se observa en la tabla 6 la cantidad de M.S%, P.C% y M.O% en el forraje de *B. decumbens + C. argentea* y determina que las diferentes mezclas contienen una diferencia mínima entre los otros forrajes. Por otro lado, el contenido de FDN% y FDA% manifiestan un valor alto en la mezcla de *Brachiaria decumbens* con mínimas diferencias entre los demás pastos. De igual manera el contenido de Ceniza% con el forraje *B. decumbens + G. sepium*, existe un mínimo porcentaje entre los otros pastos. Según López (2015) los pastos de *Brachiaria decumbens* contiene mayor cantidad de M.S.% y FDN% con un valor mínimo al resto de los otros pastos, en el pasto *Brachiaria brizantha* la cantidad de P.C.% es mayor al resto de los tres pastos, en el caso de *Brachiaria humidicola* el contenido de FDA% y Ceniza% es mucho más elevado que los otros pastos, por último, pasto que es *Brachiaria ruziziensis* en todos los contenidos su valor es muy bajo que al resto de los tres pastos. Es evidente que la calidad de los pastos va en dependencia de la digestibilidad de la materia seca teniendo en cuenta que la calidad esta predispuesta por diferentes factores, entre ellos están los medioambientales, se dice que un forraje es de alta calidad, cuando tiene aproximadamente 70% de DIVMS, más del 15% de PC y menos del 50% de FDN, esto concuerda con los resultados, en donde se destaca que todos los tratamientos obtuvieron más del 15% de proteína cruda, y presentan menos del 50% de FDN, por lo tanto, estos son los más indicados para ofertar a los animales y ensilar junto con el pasto Brachiaria (Tabla 6).

Tabla 6. *Brachiaria decumbens* y sus diferentes mezclas con otros pastos.

Variedades	*Brachiaria decumbens* y otros pastos						
Indicadores	**M.S %**	**P.C %**	**FND %**	**FDA %**	**Cenizas %**	**M.O %**	**Referencias**
Brachiaria decumbens	87,3	12,2	60,0	31,7	39,9	89,2	
B. decumbens +T.diversifolia	84,1	15,4	44,9	24,5	55,0	86,8	(Murcia,
B. decumbens + G. sepium	84,9	16,6	51,0	28,2	48,9	89,6	2017)
B. decumbens+A.macrorrhiza	85,4	15,1	49,3	26,6	50,6	88,9	
B. decumbens + C. argentea	87,4	16,8	51,9	29,1	48,0	89,8	
B. decumbens	21,1	6,4	70,1	36,2	8,0	-	
B. brizantha	21,0	7,5	66,8	36,8	8,7	-	(López,
B. humidicola	20,5	6,8	73,4	38,2	8,9	-	2015)
B. ruziziensis	19,5	7,0	63,9	34,6	9,2	-	

M.S: Materia Seca. P.C: Proteína Cruda. FDN: Fibra Detergente Neutra FDA. Fibra Detergente Ácida. C.C: Ceniza. M.O: Materia Orgánica.

Se analizaron dos tipos de investigaciones diferentes, con dos autores del mismo año, pero de diferentes lugares. Andino et al. (2019) desde Ecuador reporta una investigación experimental un análisis sobre el pH ruminal y en los resultados de la semana 8, se pudo observar una diferencia mínima con los resultados de las semanas 6 y 10 donde los valores reportados se encuentran dentro de los rangos normales para este tipo de dieta. Estos resultados para el Amoniaco (NH_3), fueron posiblemente debido a la mayor síntesis de los compuestos proteicos que ocurren en las etapas fisiológicas antes de la floración. Los resultados obtenidos en la semana 6 tuvieron una diferencia mínima con los obtenidos en las 8 y 10 semanas en el patrón de fermentación y pueden estar relacionados con el tipo de contextura de la dieta. De igual manera Quinteros (2019) en un estudio realizado en Colombia manifiesta que el pH del fluido ruminal no presenta diferencias significativas en los resultados obtenidos en las semanas 4 y 6 son mínimas las diferencias de incubar, *Brachiaria decumbens* en fluido ruminal fue cosechado en diferentes semanas. Sin embargo, el Amonio (NH4), vario de acuerdo a los resultados obtenidos en la primera semana, no así en la segunda semana. En la semana 4 y 6 no existe diferencia significativa en los porcentajes (Tabla 7).

Tabla 7. Comparación de *Brachiaria decumbens* sobre el pH y la producción de gases de efecto invernadero a nivel ruminal en bovinos *in vitro*.

Variedad	*B. decumebns* y su pH					
Indicador		**pH**		**NH_3**	**NH_4**	**Referencias**
	6 a.m.	12 p.m.	24 h			
	6	6,99	7,03	7,00	27,3	-	(Andino et
	8	7,01	7,05	6,02	25,6	-	al., 2019)
Semanas	10	7,20	7,46	7,51	21,8	-	
	4		6,8		-	8,8	(Quintero,
	6		6,7		-	7,6	2019)

NH3: Amoniaco NH4: Amonio pH: medida de acidez o alcalinidad

4.3. Índices productivos y reproductivos

Con respecto a los índices productivos y reproductivos en bovinos y su relación con el consumo de *Brachiaria*, se consultaron diferentes investigaciones. En la tabla 8 Quinteros y Marini (2017) reportan datos en los que los animales en estudio basan su alimentación en el pastoreo libre sobre diferentes pastizales, indica que el pasto *Bachiaria decumbens* su proteína llega a 10.6%, materia seca de 17.585 kg y una digestibilidad *in vitro* de 44.4%, mientras que Cruz y Alvares (2015) reporta en el pasto del género *Brachiaria* su proteína va de 9.4%, materia seca

de 24.360 kg y una digestibilidad de 42,4% por lo que no existe una diferencia significativa, por lo que el pasto del género *Brachiaria* contiene un buen contenido nutricional que ayuda a mejorar sus índices productivos y reproductivos en los bovinos.

Tabla 8. Índices productivos y reproductivos en bovinos y su relación con el consumo de *Brachiarias.*

Pastos	MS/ha/año	Proteína %	Fósforo %	DIV %	Referencia
Brachiaria decumbens	17,585 kg	10,6	0,18	44,4	
Brachiaria brizantha	26,970 kg	10,1	0,18	44,1	(Quinteros
Arachis pintoi	6,212 kg	19,4	0,21	59,2	y Marini,
Desmodium ovalifolium	5,890 kg	16,3	0,16	39,6	2017)
Stylosanthes guianensis	15,237 kg	21,4	0,4	48,7	
Brachiaria brizantha	24,360 kg	9,4	0,15	42,4	
Panicum maximum	12,345 kg	10.4	0,11	40,2	(Cruz y
Pennisetum purpureum	10,675 kg	15,8	0,20	55,6	Álvarez,
Ischaemum ciliare	4,489 kg	20,7	0,3	34,5	2015)

MS/ha/año: Materia Seca x Hectárea x año, Proteína, P: Fósforo, DIV: digestibilidad *in vitro.*

Según Quinteros y Marini (2017) indican que no hay diferencia significativa en los indicadores en meses de IPC e IPP con pasto dallis (*Brachiaria decumbens*), mientras que se reportan una diferencia numérica en la EPP y Producción de Leche estudiado. También Livas (2016) reporta una EPP menor a la que reporta (Páez, 2016). El IPP que presentan estos autores no manifiestan diferencias significativas, mientras que, si lo hace en el índice de natalidad con valores de 87 y Páez (2016), reporta un IPC de 16,5 en comparación con el que reporta Quinteros (2017) de 18, donde la diferencia es sumamente marcada. Mientras que con el autor Ramírez (2015) nos indica que en la producción de leche contienen una mínima diferencia a los otros autores, los valores en edad del destete y peso del destete son únicos ya que los otros autores no contienen información, de igual manera, indicadores de este autor son mayores, como se observa en la (Tabla 9).

Tabla 9. Índices productivos y reproductivos en bovinos

Indicadores productivos y reproductivos en bovinos								
Indicador	**Pr. de leche (lts)**	**EPP (meses)**	**Edad de Destete (meses)**	**Peso al Destete (kg)**	**IPC (días)**	**IPP (meses)**	**Natalidad (%)**	**Referencias**
	6,5-6,7	30	-	-	210	18	-	(Quinteros, 2017)
	4-7	36-42	7,5	268	-	15-16	55-60	(Livas, 2016)
	-	25,5	-	-	60	16,5	87	(Paez, 2016)
	12	30	7	259	-	15	-	(Ramirez,2015)

Pr de Leche: Producción de leche (lts). EPP: Edad al Primer Parto, Edad del Destete, Peso del Destete IPC: Intervalo Parto-Concepción; IPP: Intervalo Parto-Parto. Natalidad.

Conclusiones

- De acuerdo a la información recolectada y analizada el contenido nutricional de *Brachiaria decumbens,* varía de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas de las diferentes zonas de estudio y a las edades del pasto cuyo resultado va del 7 al 14%. Se plantea que a medida que avanza la edad del pasto el contenido de proteína bruta disminuye, esto produce que la actividad metabólica disminuya.
- De los resultados de las diferentes fuentes de investigación, se determinó que la *Brachiaria decumbens* en el estado de prefloración a las 2 semanas de edad registró el 50% de FDN y menor acides lo que hace que el bovino lo aproveche y por ende haya una disminución de emisiones de metano CH_4 y dióxido de carbono CO_2, contribuyendo de esta manera a menorar los efectos de la ganadería en el ambiente.
- Los datos presentados muestran que el manejo de pastos en sistemas de producción bovina, mejora el estado nutricional de los animales y por ende los niveles productivos y reproductivos.

Recomendaciones

- Por la limitada investigación relacionada con la *Brachiaria decumbens* en el Ecuador, se hace necesario el unir esfuerzos tanto los productores como el Gobierno Nacional para incentivar y mejorar la producción ganadera del país, y generar de esta manera una información científica al alcance los ganaderos.
- Se recomienda continuar con este tipo de investigación y pruebas de campo con el pasto *Brachiaria decumbens* y su influencia en la producción de la ganadería de carne, leche y animales doble propósito para una relación armónica con la naturaleza.

Referencias

Andino, M., Barros, M., Vargas, J., Andrade, V., Acosta, N., Aragadvay, R., y Moyorga, S. (2019). Effect of the wtting age of *Brachiaria decumbens* on rumen functions and *in vitro* gas production. *Tropical and Subtropical Agroecosystems, 22*(-), pp. 803-809.

Armando, J., Cardenas, B., y Flores, C. L. (2012). Enteric methane emission by ruminants and its contribution to global climate change. Review. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 3(2), 215-246.

Arteaga, J. (29 de junio de 2016). Producción y calidad de la brachiaria brizantha- pueraria phaseoloides a dos edades de descanso con fertilización (tesis de pre grado). Institucional de la Fuerzas Armadas del ESPE, Santo Domingo.

Avella, L. (2017). *Análisis de la composición nutricional de Brachiaria humidicola y Brachiaria toledo en el pie de Monte llanero,* Universidad de La Salle. Bogotá.

Ávila, R., Barbera, P., Blanco, L., Burguí, V., Battista, J., Frasinellí, C., …. Veneciano, J. (2014). Gramíneas forrajeras para el subtrópico y el semiárido central de la Argentina. *Sistemas Agrícolas, 178*(3), pp. 15-20.

Balseca, D.G., Cienfuegos, E.G., López, H.B., Guevara, H.P. y Martínez, J.C. (2015). Valor nutritivo de *Brachiarias* y leguminosas forrajeras en el trópico húmedo de Ecuador. *Scielo: Ciencia e Investigación Agraria, 42*(1), pp. 1-3.

Beltrán, J.A. (2016). *Humus líquido más abono bovino en la producción primaria forrajera de la Brachiaria decumbes (Pasto Dallis).* Escuela Superior Tecnica de Chimborazo. Riobamba.

Benavides, H. O. (2017). Información técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el cambio climático. *Ideam*, 1–102.

Benavides, L. M. (2016). Análisis energético y balance de nitrógeno a escala predial en sistemas ganaderos de lechería especializada en el norte de Antioquia con diferentes niveles de intensificación. *Universidad Nacional de Colombia.*

Bishop, J., Betancourt, R., Carrión, F., Reyes, F., Zambrano, J., Ronquillo, J., …. Tergas, L. (2015). *Manual de pastos tropicales*. Quito, Ecuador: INIAP, Programa de Pastos y Ganadería. (Manual no. 11).

Cabezas, E., Krizsan, S. J., Shingfield, K. J., y Huhtanen, P. (2017). Between-cow variation in digestion and rumen fermentation variables associated with methane production. *Journal of dairy science*, 4409-4424.

Carvalho, C., Fernandez, C.D., Santos, J.M. y Macedo, M.C. (2015). Population density of Pratylenchus spp. in pastures of Brachiaria spp. and its influence on the forage availability and quality. *Scielo: Revista Ceres*, *60*(1), pp. 30-37.

Castilblanco, J. (2005). Producción de biomasa, consumo y calidad de los pastos Brachiaria hibrido (Mulato 1) y Brachiaria decumbens en la Hacienda San Rafael, Bucay, Ecuador (tesis de pre grado). Zamorano, Honduras.

Cruz. W., y Álvarez. G. (2015). Manejo de pastizales en un sistema de producción ganadero de Nueva Guinea, Costa Caribe del Sur Nicaragua. *Revista Ciencia e Interculturalidad. 20*(1).pp. 122-139.

FAO, (2020). Alimentación Animal.

Fernández, A. (2018). Especies forrajeras adaptadas al Sistema Silvopastoril Características deseables de una especie forrajera para un SSP Gramíneas perennes. *Repositorio: Artículos Técnicos*, *33*(1), pp. 23.

Gómez, I. (2014). *Selección regional de pastos y uso de alternativas para su establecimiento a bajo costo en el Valle del Cauto.* Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Valle del Cauto Colombia.

Gaviria, X., Rivera, J., y Barahona, R. (2015). Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo. *Pastos y Forrajes .38* (2). pp 194- 201.

Hammond, K., Pacheco, D., Burke, J., Koolard, J., Muetzel, S., y Wagrorn, G. (2014). The effects of fresh forages and feed intake levels on digesta kinetics and enteric methane emissions from sheep. *Animal Feed Sci*. *23*(2) pp 32- 43.

Herrera, R. S. (2015). La calidad de los pastos En: Los pastos en Cuba. Utilización. Edica. La Habana.

Keftasa, D. (2015). Effects of development stages at harvest nitrogen application and moisture availability on the yield and nutritional value of Rhodes (Chloris gayana) and lucre (Medicago sativa). Pasture Science Swedish. *Univ. Of Agric. Sci.* S. L. U./ Repro. Uppsala.

Laiton, J. (2019). *Evaluación de tres especies de Brachiaria spp, bajo métodos de pastoreo rotacional, en sabanas del piedemonte del Municipio de Tame – Arauca,* Universidad de los Llanos. Villavicencio, Meta – Colombia.

Lachmann, M. y Febres, A. (2000). La estimacion de la Digestibilidad en ensayos con rumiantes. *Researchgate: Congreso Venezolano de zootecnia*, *45*(5), pp. 123-145.

Livas, F. (2016). Estrategias de suplementación en ganado de doble propósito en el trópico húmedo. *Revista Ganadera*. *14*(8). pp. 432-532.

Lopez, G. (2009). Características generales, establecimiento, rendimiento, producción de semilla, plagas y enfermedades del género Brachiaria (tesis de pre grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División de Ciencia Animal, Buena Vista, México.

López. F., Paciullo. D., Mota. E., Pereira. J., Asumbuja. A., Rodriguez. G. (2015). Composição química e digestibilidade ruminal in situ da forragem de quatro espécies do gênero Brachiaria. *Scielo: Médico Veterinario Zootecnista 62*(4). Pp. 883-888.

MAG. (1991). Consejo Nacional de Producción. *Ministerio de Agricultura y Ganaderia*.

Martinez, F. (14 de enero de 2019). *Ficha Técnica Pasto Peludo (Brachiaria decumbens)*.

Maderero, D. (2020) *Braquiaria –Urochloa decumbens (Stapf) R.D. Webster. Directorio Forestal Maderero. DFM*.

Manrique, D.L. y Carulla, J.E. (2019). Hojas por macollo como criterio para determinar la frecuencia optima de defoliación en pasturas de *Brachiaria decumbens*. *Research article: Facultad Nacional de Agronomía, 72*(2), pp. 9155-9157.

Muñoz, R. (2012). Comportamiento Productivo del Pasto Brachiaria (*Brachiaria decumbens)* fertilizado orgánicamente (tesis de pre grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Rios.

Murcia, E., y Silva. M., (20 de abril de 2017). Evaluación de la degradabilidad *in vitro* de microsilos utilizando la gramínea *Brachiaria decumbens* asociada con cuatro especies

herbáceas y arbustivas para la alimentación del rumiante. (tesis posgrado). Universidad de los Llanos. Villavicencio (Meta).

Olivera, y., & Machado, R. y. (2006). Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, *29*(1). pp 5.

Páez, A. (2016). Módulo de bovinos productores de carne. *Centro de enzeñanza, investigacion y extencion en producción animal en el antiplano. 20*(3). pp 1-20.

Peruchena, C.O. (2016). Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales. aspectos nutricionales, productivos y económicos. *Researchgate: Ciencias Peruanas, 24*(3), pp. 1-10.

Pinares, C. S. (2015). Mitigación de las emisiones de metano entérico de sistemas ganaderos al pastoreo. Primera Conferencia de Gases de Efecto Invernadero. Chile.

Quinteros-Pozo, R. (2017). *Caracterización productiva, reproductiva y metabólica de diferentes genotipos lecheros de primera lactancia en sistemas a pastoreo en la región Amazónica Ecuatoriana*, Universidad Nacional de Rosario Facultad de Ciencias Veterinarias. Casilda.

Quinteros. R., (2019). Estado de madures de *Brachiaria decumbens* y la producción de metano in vitro. (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Quinteros, R., Marini, P.R. (2017). Evaluación productiva y reproductiva de cuatro genotipos lecheros en pastoreo libre en la amazonía ecuatoriana. *Revista. veterinaria. 28*(1), 9-13.

Ramírez, A. (2015). Desarrollo de capacidades e innovacion participativa: experiencia con pequeños productores pecuarios del estado de Sonora, México. *Revista Cientifica. 34*(4). pp. 25-67.

Ray, J.V., Benitez, D.F., Garcia, A., Vega, V. (2016). Consumo Voluntario, Digestibilidad y balance de nutrientes de vacas criollas en pastoreo racional en el Valle del Cauto Cuba. *Dialnet, 5*(2). pp 146-148.

Reyes, J., Méndez, Y., Verdecia, D., Luna, R., Hernández, L. y Herrera, R. (6 de noviembre 2018). Componentes del rendimiento y composición bromatológica de tres variedades de Brachiaria en la zona El Empalme, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science. 52*(4). Pp.

Reyes, P., Méndez, M., Verdecia, R.A., Luna, M., Hernández, L.G. y Herrera, R.S. (2018). Componentes del rendimiento y composición bromatológica de tres variedades de Brachiaria en la zona El Empalme, Ecuador. *Researchgate: Cuban Journal of Agricultural Science, 52*(4), pp. 435-445.

Sánchez, L., Reyes, O. (2015). Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.

Santacoloma, L. H. (2011). Las dietas en las emisiones de metano durante el proceso de rumia en los sistemas de producción bovina. *Revista de investigación Agraria y Ambiental*. 55-64.

Silva, J. (2017). Fermentación ruminal in vitro y cinética de degradación ruminal in situ de dietas a base de pan (Artocarpus altilis) (tesis de pre grado). *Universidad Tecnica de Ambato,* Ambato, Ecuador.

Tinitana, D.A., Avellaneda, J.H. y Aguilar, J.M. (2015). Biomasa forrajera y degradabilidad in situ de los pastos Saboya *(Panicum maximun)* y *Brachiaria (Brachiaria decumbens),* en tres estados fenológicos, en el cantón La Concordia, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. *Repositorio: Artículos Técnicos, 20*(1), pp. 5-9.

Trujillo, G.M., Posada, J.G. y Sierra, O. (2015). Efecto de la edad de rebrote en la calidad nutritiva de *Brachiaria decumbes*. *Repositorio: Pasturas Tropicales, 8*(2), pp. 7-8.

Umami, N., Respati. A., Suhartanto. B., y Suseno. N., (2017). Nutrient composition and in vitro digestibility og Brachiaria decumbens cv. Basilisk with diferente level of fertilizer. *The 7th International Seminar on Tropical Animal Production, 12*(14). pp. 23-45.

Valle, D. (2020). *Rendimiento y valor nutritivo del pasto Brachiaria brizantha cv. marandú, en río verde, provincia de santa elena,* Universidad Estatal Península De Santa Elena. La libertad.

Vargas, J. D. (2013). Producción de metano in vitro e in vivo de gramíneas y leguminosas presentes en sistemas de producción bovina en trópico alto colombiano. *Unal.23*(9). pp 5-110.