



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE PECUARIA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

VALOR NUTRICIONAL Y DEGRADABILIDAD RUMINAL *in situ* DEL BANCO FORRAJERO MIXTO CUBA 22 (*Pennisetum sp*) Y KUDZU (*Pueraria phaseoloides*)

AUTORES:

**MIGUEL ÁNGEL RIVAS AVELLÁN
JINSON RAFAEL VERA MERA**

TUTOR:

ING. JHON CARLOS VERA CEDEÑO, Mg.

CALCETA, JULIO DE 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **MIGUEL ÁNGEL RIVAS AVELLÁN** con cédula de ciudadanía 1309644159 y **JINSON RAFAEL VERA MERA** con cédula de ciudadanía 1313492819, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **VALOR NUTRICIONAL Y DEGRADABILIDAD RUMINAL *in situ* DEL BANCO FORRAJERO MIXTO CUBA 22 (*Pennisetum sp*) Y KUDZU (*Pueraria phaseoloides*)**, es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autores sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



MIGUEL ÁNGEL RIVAS AVELLÁN

CC: 1309644159



JINSON RAFAEL VERA MERA

CC: 1313492819

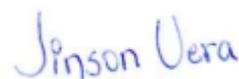
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

MIGUEL ÁNGEL RIVAS AVELLÁN con cédula de ciudadanía 1309644159 y **JINSON RAFAEL VERA MERA** con cédula de ciudadanía 1313492819, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución el Trabajo de Integración Curricular titulado: **VALOR NUTRICIONAL Y DEGRADABILIDAD RUMINAL *in situ* DEL BANCO FORRAJERO MIXTO CUBA 22 (*Pennisetum sp*) Y KUDZU (*Pueraria phaseoloides*)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



MIGUEL ÁNGEL RIVAS AVELLÁN

CC: 1309644159



JINSON RAFAEL VERA MERA

CC: 1313492819

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. JHON CARLOS VERA CEDEÑO, Mg., certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **VALOR NUTRICIONAL Y DEGRADABILIDAD RUMINAL *in situ* DEL BANCO FORRAJERO MIXTO CUBA 22 (*Pennisetum sp*) Y KUDZU (*Pueraria phaseoloides*)**, que ha sido desarrollado por **MIGUEL ÁNGEL RIVAS AVELLÁN** y **JINSON RAFAEL VERA MERA**, previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JHON CARLOS VERA CEDEÑO, Mg.

CC: 1312061565

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **VALOR NUTRICIONAL Y DEGRADABILIDAD RUMINAL *in situ* DEL BANCO FORRAJERO MIXTO CUBA 22 (*Pennisetum sp*) Y KUDZU (*Pueraria phaseoloides*)**, que ha sido desarrollado por **MIGUEL ÁNGEL RIVAS AVELLÁN** y **JINSON RAFAEL VERA MERA**, previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Q.F. JOHNNY DANIEL BRAVO LOOR, PhD.

CC: 1303147340

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Med. Vet. VICENTE ALEJANDRO INTRIAGO MUÑOZ, Mg.

CC: 1309808739

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Med. Vet., LEILA ESTEFANÍA VERA LOOR, Mg.

CC: 1311955437

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A Dios por darme la vida, salud y esperanza para continuar con mis sueños;

A mis docentes que compartieron sus conocimientos y experiencias en el aula de clases;

A mis familiares y amigos por apoyarme en cada etapa de este proceso de formación.

MIGUEL ÁNGEL RIVAS AVELLÁN

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

Le agradezco a Dios por permitirme llegar hasta aquí. A mis padres, a los docentes, a mis compañeros y a todas aquellas personas que han contribuido para el logro de mis objetivos.

JINSON RAFAEL VERA MERA

DEDICATORIA

A mi esposa Gema Zambrano de manera especial, quien me incentivó a cumplir esta meta;

A mis padres que desde el cielo me dan esa fuerza y aliento para seguir adelante;

A mi familia quienes estuvieron apoyándome con paciencia y comprensión en el proceso de estudio y en cada paso de esta maravillosa etapa;

A mis hijos Matías y Enzo por ser mi fuente de inspiración y ganas de triunfar en mi vida profesional;

A mis compañeros de curso quienes me apoyaron y aportaron con la mejor predisposición en el transcurso del camino.

MIGUEL ÁNGEL RIVAS AVELLÁN

DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a Él he logrado concluir mi carrera;

A mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona;

A mi esposa por sus palabras y su confianza, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente;

A mis hermanos, compañeros y todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

JINSON RAFAEL VERA MERA

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA	ix
CONTENIDO GENERAL.....	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. ASOCIACIONES DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS PARA GANADO BOVINO.....	5
2.1.1. LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE LEGUMINOSA Y GRAMÍNEAS	5
2.2. CUBA 22 (<i>Pennisetum sp</i>)	6
2.2.1. ALIMENTACIÓN DEL GANADO BOVINO CON CUBA 22	6
2.3. KUDZU (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	7
2.3.1. ALIMENTACIÓN DEL GANADO BOVINO CON EL KUDZU	7
2.4. PARÁMETROS NUTRICIONALES.....	8
2.4.1. MATERIA SECA	9
2.4.1. MATERIA ORGÁNICA	10
2.4.2. MATERIA INORGÁNICA.....	11
2.5. PRODUCCIÓN DE BIOMASA.....	12

2.6. DEGRADACIÓN PROTEICA EN DIETAS CONCENTRADAS	12
2.7. DEGRADABILIDAD RUMINAL DEL PASTO	13
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	14
3.1. UBICACIÓN	14
3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO	14
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	14
3.3.1. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO	14
3.3.2. MÉTODO DESCRIPTIVO	15
3.3.3. MÉTODO DE CAMPO	15
3.3.4. MÉTODO EXPERIMENTAL	15
3.3.5. TÉCNICA DE OBSERVACIÓN.....	15
3.4. FACTOR EN ESTUDIO	15
3.5. TRATAMIENTOS	16
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	16
3.6.1. UNIDAD EXPERIMENTAL	17
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	17
3.8. VARIABLES A MEDIR.....	17
3.9. PROCEDIMIENTOS.....	18
3.9.1. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DEL BANCO FORRAJERO MIXTO CUBA 22 (<i>Pennisetum sp</i>) Y KUDZU (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	18
3.9.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS NUTRICIONALES; MATERIA SECA, MATERIA ORGÁNICA E INORGÁNICA, PROTEÍNA Y FIBRAS TOTALES, EN EL BANCO FORRAJERO MIXTO.....	19
3.9.3. VALORACIÓN DE LA DINÁMICA Y PARÁMETROS DE DEGRADABILIDAD RUMINAL <i>in situ</i> DE LA MATERIA SECA EN ASOCIACIÓN CUBA 22 (<i>Pennisetum sp</i>) Y KUDZU (<i>Pueraria phaseoloides</i>).....	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DEL BANCO FORRAJERO MIXTO CUBA 22 (<i>Pennisetum sp</i>) Y KUDZU (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	23
4.1.1. PRODUCCIÓN DE BIOMASA	23

4.1.2. CAPACIDAD RECEPTIVA.....	24
4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS NUTRICIONALES; MATERIA SECA, MATERIA ORGÁNICA E INORGÁNICA, PROTEÍNA Y FIBRAS TOTALES, EN EL BANCO FORRAJERO MIXTO.....	25
4.2.1. MATERIA SECA, ORGÁNICA E INORGÁNICA.....	26
4.2.2. PROTEÍNAS Y FIBRAS TOTALES.....	28
4.3. VALORACIÓN DE LA DINÁMICA Y PARÁMETROS DE DEGRADABILIDAD RUMINAL <i>in situ</i> DE LA MATERIA SECA EN ASOCIACIÓN CUBA 22 (<i>Pennisetum sp</i>) Y KUDZU (<i>Pueraria phaseoloides</i>).....	29
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
5.1. CONCLUSIONES.....	31
5.2. RECOMENDACIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	33
ANEXOS.....	41

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Tratamientos.....	16
Tabla 2 Análisis de varianza (ADEVA).....	17
Tabla 3 Producción de biomasa.	24
Tabla 4 Capacidad receptiva.	25
Tabla 5 Porcentajes de materia seca, orgánica e inorgánica.	26
Tabla 6 Porcentajes de proteínas y fibras totales.	28
Tabla 7 Promedio \pm desviación estándar de la degradabilidad ruminal de la materia seca.....	30

CONTENIDO DE IMAGEN

IMAGEN 1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	14
--	----

RESUMEN

Con la finalidad de determinar el valor nutricional y degradabilidad ruminal del banco forrajero mixto Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), se planteó un estudio con cuatro tratamientos: T1 (75% Cuba 22 + 25% Kudzu), T2 (50% Cuba 22 + 50% Kudzu), T3 (25% Cuba 22 + 75% Kudzu) y T4 (100% Cuba 22) distribuidos mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), se estimaron las variables producción de biomasa, mediante el pesado de las leguminosas en campo, parámetros nutricionales de materia seca, orgánica e inorgánica, proteína, y fibras totales. Se evaluó la dinámica y parámetros de degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca en asociación con Cuba 22 y Kudzu. Los resultados arrojaron que, el tratamiento T4 (Cuba 22), produjo la mayor cantidad de biomasa con 14.55 kg/m². En la materia seca el T3 fue el más nutritivo por su bajo contenido de materia inorgánica (10.89%) y alto de materia orgánica (89.11%). En proteína el T1 presentó un mejor porcentaje (15.21%); mientras que, en fibra el T4 tuvo el nivel más alto (33.29%). En la degradabilidad ruminal los valores de digestibilidad a las 12 horas mostraron que, el T3 tuvo mejor promedio (46.46%). En consecuencia, la alta digestibilidad de la Cuba 22 y el Kudzu facilita la degradación y ayudan a los microorganismos del tracto digestivo; por lo cual, se acepta la hipótesis a favor de que esta asociación mejora la composición nutricional del pasto como alimento para bovino.

PALABRAS CLAVE

Gramíneas, leguminosas, biomasa, degradación proteica, materia orgánica.

ABSTRACT

In order to determine the nutritional value and ruminal degradability of the Cuba 22 (*Pennisetum* sp) and Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) mixed forage bank, a study with four treatments was proposed: T1 (75% Cuba 22 + 25% Kudzu), T2 (50% Cuba 22 + 50% Kudzu), T3 (25% Cuba 22 + 75% Kudzu) and T4 (100% Cuba 22) distributed using a completely randomized block design (DBCA), the biomass production variables were estimated, by weighing the legumes in the field, nutritional parameters of dry, organic and inorganic matter, protein, and total fibers. The dynamics and *in situ* rumen degradability parameters of dry matter were evaluated in association with Cuba 22 and Kudzu. The results showed that treatment T4 (Cuba 22) produced the highest amount of biomass with 14.55 kg/m². In dry matter, T3 was the most nutritious due to its low content of inorganic matter (10.89%) and high organic matter (89.11%). In protein, T1 presented a better percentage (15.21%); while, in fiber, Q4 had the highest level (33.29%). In the rumen degradability, the digestibility values at 12 hours showed that T3 had a better average (46.46%). Consequently, the high digestibility of Cuba 22 and Kudzu facilitates degradation and helps microorganisms in the digestive tract; therefore, the hypothesis that this association improves the nutritional composition of the grass as feed for cattle is accepted.

KEY WORDS

Grasses, legumes, biomass, protein degradation, organic material.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los principales problemas que afronta la ganadería a nivel mundial, es la época seca derivada de la sequía, en donde se ven afectados los forrajes como alimento en la producción bovina, los cuales son un factor fundamental en el manejo de la alimentación debido a su baja oferta, cantidad y proporción de nutrientes; lo que ha contribuido en el alcance de mejores niveles de producción, con el fin de reducir costos y mejorar significativamente la eficiencia de la utilidad del ejercicio (Syam *et al.*, 2021).

Según Ochoa (2011) la ganadería hoy en día está teniendo cambios favorables al contar con animales cada vez más productivos y con mejor genética; no obstante, gran parte de estos se están perdiendo debido a la sobrealimentación que han tenido; y, como consecuencia, se tienen animales demasiado engrasados y con problemas reproductivos; sumándole a ello, los serios problemas de valor comercial a los que se encuentran sometidos.

El mismo autor menciona que en la actualidad, los bovinos en su gran mayoría son comercializados por un valor menor al que se han consumido en alimentación, cuidados y otros aspectos que influyen en su buen desarrollo; por lo que la realización de una producción adecuada de un banco forrajero mixto en beneficio del sistema ganadero no solo aumentará el valor nutricional del animal, sino también reducirá los costos de alimentación.

En la provincia de Manabí, una de las principales fuentes económicas de los pequeños y medianos productores es la crianza de bovinos de doble propósito, los cuales generan productos como leche, queso, carne, entre otros; no obstante, las producciones se ven afectadas en los períodos durante la época seca; en este sentido se expresa que, las posibilidades de utilización de leguminosas en los trópicos, se han visto limitadas a causa de un inadecuado conocimiento de la biología (Vera y Brito, 2018).

Estos autores también mencionan que, en muchas especies mejoradas nativas e incluso dentro de especies, los pastos y forrajes han sido y siguen siendo la principal fuente de alimentos para los rumiantes; especialmente en los sistemas de producción extensivos, siendo unos de los grandes retos para los productores el incremento sostenible de leche, peso y contenido de carne; por lo que el abastecimiento de proteínas y nutrientes, es indispensable aunque se debe considerar que el suministro de fuentes proteicas es relativamente costoso, razón por la cual se ha venido trabajando en la búsqueda de alternativas que resulten más económicas y viables.

El establecimiento de este tipo de sistemas, también puede permitir la disminución de problemas tales como el de compactación, erosión y de remociones nasales; ya que logra el mejoramiento de propiedades como fertilidad, humedad y actividad biológica de los suelos trabajados; adicionalmente pueden ayudar en la conservación de nacimientos y cauces de agua al aislar estas áreas de la presión por pastoreo, pero manteniéndose dentro del sistema productivo (Milera, 2006).

El alto contenido de fibra en forrajes tropicales y su reducida digestibilidad por los rumiantes, es uno de las más grandes limitantes para la productividad animal; en el trópico, dicha condición juega un papel importante, ya que los recursos forrajeros desempeñan un pilar fundamental en la nutrición de los rumiantes; mentar dicha producción en la región, es una iniciativa de cambio que puede contribuir a manejar eficientemente el concepto de calidad del forraje o el beneficio de especie para la alimentación del ganado, valorando la cantidad de biomasa forrajera y la planeación de producción de la misma (Villamil, 2017).

Sobre la base de los argumentos expuestos, se presenta el siguiente problema de investigación: ¿La mezcla de Cuba 22 y Kudzu presenta valores nutricionales apropiados y buena degradabilidad para alimentación de ganado bovino?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo se justifica socialmente, ya que la actividad pecuaria se sustenta en un entorno ecológico cambiante, con procesos interrelacionados, dinámicos e inestables; lo que, al ser conjugado con una ciencia social dinámica, como es la economía, hace que su estudio sea de gran complejidad. La planificación de la empresa ganadera; en consecuencia, no debe efectuarse sin considerar la variabilidad que muestran los elementos que intervienen en su funcionamiento (García, 2015).

De la misma forma, con este estudio se pretende aumentar los niveles proteicos de la dieta en animales de establo por medio de leguminosas producidas en la misma finca, por medio de la reducción de costos de alimentación al disminuir el consumo de concentrado e incrementando el aporte de forraje; asimismo, se busca una recuperación de suelos mediante la siembra de bancos de leguminosas, las cuales fijan nitrógeno, reciclan nutrientes y aportan otras bondades al ecosistema (Arenas, 2011).

En el ámbito económico, los forrajes presentan dos tipos de costos, aquellos que a pesar de las dificultades se pueden calcular con facilidad (costo de implantación, cosecha, etc.) y los costos ocultos, determinados por el rendimiento, las pérdidas, la calidad y el grado de utilización del alimento. Estos últimos generalmente no son cuantificados, pero afectan notoriamente el costo final (Rosso, 2003).

En consecuencia, la presente investigación aportará de forma directa a mejorar la productividad y economía de los productores; puesto que, en esta se presenta una alternativa de alimentación rica en proteínas, energía y fibra; que le brinda al animal una buena función para su organismo, mediante la combinación de un forraje de calidad y alto valor nutricional.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el valor nutricional y degradabilidad ruminal *in situ* del banco forrajero mixto, Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y Kudzu (*Pueraria Phaseoloides*).

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estimar la producción de biomasa del banco forrajero mixto Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y Kudzu (*Pueraria phaseoloides*).

Determinar los parámetros nutricionales; materia seca, materia orgánica e inorgánica, proteína y fibras totales, en el banco forrajero mixto.

Valorar la dinámica y parámetros de degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca en asociación Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y Kudzu (*Pueraria phaseoloides*).

1.4. HIPÓTESIS

La asociación de Cuba 22 (*Pennisetum sp*) con Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) mejora la composición nutricional del pasto para alimentación de bovinos.

Los indicadores de la degradabilidad ruminal se verán afectados positivamente con la asociación de Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y Kudzu (*Pueraria phaseoloides*).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ASOCIACIONES DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS PARA GANADO BOVINO

Las asociaciones de leguminosas con gramíneas, se pueden definir como la interrelación armónica y equilibrada entre dos o más especies, de gramíneas y leguminosas. Estas asociaciones se pueden realizar con leguminosas nativas, que se encuentran en el pastizal o con especies introducidas y aprobadas. El establecimiento de una asociación gramínea – leguminosa, requiere de ciertos arreglos de siembra, para evitar los efectos de competencia, que provoquen el dominio o desplazamiento de alguno de los componentes botánicos, lo que aseguraría mantenerlos estables en el tiempo y en el espacio en la pradera (Rojas y Olivares, 2005).

El mismo autor argumenta que, la proporción de la leguminosa en la pradera, para obtener el máximo beneficio de las asociaciones, debe ser una disponibilidad entre 30 a 40 % de dicha especie, ya que valores mayores o menores a estos porcentajes, traen como consecuencia, disminución en la producción de forraje y, por tanto, en la producción animal.

2.1.1. LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE LEGUMINOSA Y GRAMÍNEAS

Fernández (2018) menciona que, gran parte de la producción de forraje verde se encuentran ampliamente distribuidas por toda la superficie terrestre, extendiéndose desde el Círculo Polar hasta el Ecuador, yendo desde el nivel del mar hasta las cumbres montañosas. Son abundantes en el trópico y en las regiones semiáridas templadas del hemisferio norte, en donde se encuentran ocupando grandes extensiones de terreno.

Gramíneas: Las gramíneas se definen como una familia de plantas, generalmente herbáceas, pertenecientes a la clase de las monocotiledóneas, con un tallo en forma de cilindro, nudoso y normalmente hueco, las cuales

poseen hojas largas y estrechas, en las que las flores aparecen dispuestas en espigas que tienen grano seco (Acosta, 2021).

Leguminosas: Se definen como una familia de plantas angiospermas que tienen como fruto una cápsula más o menos alargada en la que se encuentran contenidas las semillas, tienen un doble beneficio, ya que además de mejorar la calidad del suelo reduce la necesidad del empleo de fertilizantes de síntesis, los cuales son ampliamente utilizados por ser considerados una vía contra la pérdida de rendimiento (Huerta, 2021).

2.2. CUBA 22 (*Pennisetum sp*)

La *Semilla Cuba 22* es un cruce cubano entre el Elefante y el King Grass que reúne las virtudes de los dos, se reproduce por estolones, acepta cualquier tipo de tierras, alturas desde el nivel del mar hasta 2.800 metros, es resistente a la sequía, a las inundaciones y a los insectos, es dócil y de gran follaje. Sus hojas son anchas, sin pelusa y su vara central que crece por encima de tres metros se distingue de la de otros (*Pennisetum*) por tener menor acortamiento entre nudos lo que la hace más fecunda (Viloria, 2019).

De acuerdo al criterio del autor anterior, el contenido de proteínas de este pasto rebasa el 14%, es palatable al extremo y rico en fibra, minerales, aminoácidos y vitaminas; que, sembrado y cosechado en asociación con leucaena para ensilar, la leucaena con 24% más de proteína, se convierte en el forraje perfecto para sus ganados.

2.2.1. ALIMENTACIÓN DEL GANADO BOVINO CON CUBA 22

La alimentación y nutrición del ganado es esencial para una buena salud y producción de carne. En la ración diaria es necesario proveer de una cantidad adecuada de nutrientes para el crecimiento, mantenimiento corporal y preñez; cada uno de estos procesos requiere carbohidratos, proteína, minerales, vitaminas, agua y la cantidad necesaria de alimento apropiado y balanceado (Aguilar y Maribel, 2013).

Asimismo, este autor señala que, el nivel de energía de la ración ofrecida al ganado afecta a los diferentes aspectos sensoriales de la carne, de modo que dietas ricas en carbohidratos incrementan el contenido de grasa tanto de cobertura de la canal como la cantidad de grasa que se encuentra entre las fibras musculares (marmoleo). El incremento de grasa en la carne se relaciona con un incremento de la jugosidad, una mejoría en la sensación de ternura, así como un incremento de la intensidad de sabor y aroma.

El proceso de crianza del ganado para la producción de carne de res canadiense comienza en los ranchos, donde el ganado es alimentado por pastoreo la mayor parte de sus vidas durante los meses de verano y durante el invierno es alimentado con forraje el cual incluye hierba, así como plantas leguminosas (Agronet Colombia, 2020).

2.3. KUDZU (*Pueraria phaseoloides*)

En primer lugar, el Kudzú es una especie originaria de las zonas templadas y subtropicales en segundo lugar es una planta perenne voluble, trepadora y de crecimiento rastrero, sus hojas son de forma triangular ovalada trifoliadas, con una vaina un poco ovalada y con muchos vellos en la parte inferior además sus flores son de color púrpura. Presenta un sistema radicular profundo y fuerte. También produce nódulos que le permiten realizar la fijación simbiótica de Nitrógeno de manera natural (Viloria, 2019).

2.3.1. ALIMENTACIÓN DEL GANADO BOVINO CON EL KUDZU

Los pocos ganaderos que aplican esta tecnología de conservación de forrajes lo hacen en época seca cuando la calidad nutricional de las gramíneas se ha degradado, a tal punto que no se pueden considerar como heno si no como paja, ya que tienen un porcentaje de proteína que fluctúa entre un 2 y 4 % y una digestibilidad que está alrededor del 40% (Enríquez *et al.*, 2020).

Para contrarrestar esta situación se han hecho esfuerzos para producir henos de buena calidad con plantas tipo hoja anchas que mantienen por más tiempo la calidad nutricional de su follaje en comparación con las gramíneas, y esperan a ser cosechadas cuando las condiciones climáticas son las adecuadas sin

perder su valor nutricional; ejemplo leguminosas arbóreas tipo (*Gliricidia sepium*) o de otros árboles, la producción de grandes cantidades de este tipo de heno no es fácil ya que no se ha desarrollado una tecnología adecuada para su corte empaque y transporte; solo líderes y pioneros han sido capaces de sacar este tipo de tecnología adelante pero a pequeña escala (Cerdá, 2012).

Este cultivo se adapta a los procesos convencionales de heno de fardos o de rollos, donde el concepto de henificación se aplica en un 100% que es convertir un forraje verde y perecedero en un producto que puede ser almacenado en forma segura y ser transportado fácilmente sin riesgo de deteriorarse; al mismo tiempo, las pérdidas de materia seca y nutrientes se limitan a un mínimo. Este proceso se basa en una reducción del contenido de humedad de 70-90 por ciento a 20-25 por ciento o menos; estos conceptos se aplicarían en zonas templadas a la alfalfa y en el trópico en este caso al Kudzu (Karai, *et al.*, 2010).

Es poco lo que se conoce del cultivo de Kudzu para producir heno se viene utilizando masivamente como cultivo de coberturas en plantaciones de palma aceitera, frutales y maderables pero esta planta además de fijar nitrógeno atmosférico y recuperar suelos es de alto valor nutricional para alimentar rumiantes (proteína entre el 16 y 22% según la edad, digestibilidad entre el 60 y 70% alta en fibra degradable); pareciera que, se tuviera un ramillete de opciones en el trópico para producir leche y carne pero tanta exuberancia nos mantiene miopes y solo ponemos interés y en las gramíneas que desaparecen en época seca (Notiagro Colombia, 2016).

2.4. PARÁMETROS NUTRICIONALES

La evaluación del estado nutricional de un individuo permite conocer el grado en que la alimentación cubre las necesidades del organismo, es decir, detectar situaciones de deficiencia o de exceso (Cabrera, 2014). Por otro lado, la nutrición animal permite estudiar las reacciones bioquímicas y procesos fisiológicos que sufre el alimento en el organismo de un animal, con el fin de transformarlo en leche, carne, trabajo, entre otros (Santini, 2014).

De acuerdo a Caravaca (2014) las necesidades nutritivas requeridas por los animales van a ser cubiertas por los alimentos. Generalmente, se conoce que, los animales domésticos van a tener unos requisitos en cuanto a energía para mantener todas sus actividades vitales y productivas, que van a obtener mediante una combustión controlada de aquellas materias orgánicas procedentes del alimento.

Asimismo, Santini (2014) señala que, los animales también necesitan de proteínas y aminoácidos para la formación y renovación de la mayoría de los componentes plásticos del organismo, así como de aquellas sustancias con estructura proteica que intervienen en el metabolismo animal.

Cabe destacar que, de todas estas necesidades las más imprescindibles son los aportes diarios de agua, ya que un animal sin agua puede llegar a fallecer a las pocas horas o días, y a continuación la energía; por lo tanto, una privación de componentes energéticos afecta más rápidamente a la salud y la supervivencia de un animal que la privación de otros compuestos como proteínas o minerales (Caravaca, 2014).

2.4.1. MATERIA SECA

De acuerdo con Ramírez (2011) el porcentaje de materia seca se refiere a la cantidad de alimento menos el agua contenida en dicho alimento, es decir, si una muestra de alimento "X" se somete a un calor moderado (generalmente 65°C por 48 horas) de tal modo que toda el agua se evapore; por lo tanto, lo que queda es la porción de materia seca de ese alimento. Por su lado, Canseco (2007) sostiene que, los forrajes están constituidos por tejidos compuestos por células, estas contienen agua y materia seca que constituyen el alimento para los animales. Entonces la materia seca contiene los distintos nutrientes de la planta tales como carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales.

En este sentido, Varinia (2011) argumenta que, el contenido de materia seca se determina por la extracción del agua contenida en las plantas en estado fresco o verde. Por esta razón, el valor de materia seca total o parcial corresponde a la cantidad de muestra residual que se obtiene luego de eliminar total o

parcialmente el agua presente en la muestra, mediante un secado a un tiempo, espacio y temperatura determinada.

Consecuentemente, Petruzzi *et al.*, (2005) manifiestan que, existen dos tipos de materias secas, mismas que se describen a continuación:

Materia seca parcial (M_{Sp}): Se refiere a la materia seca de una muestra que se ha secado en un horno convencional, generalmente a temperaturas entre 55 y 60°C, o en un horno microondas a un nivel menor de la sequedad completa.

Materia seca total (M_{St}): Este valor se obtiene secando dos gramos de M_{Sp} en una estufa a una temperatura de secado de 105°C por 12 horas. El contenido de humedad se pierde por volatilización producido por el calor, y se obtiene una pérdida de humedad mayor a un 95%.

2.4.1. MATERIA ORGÁNICA

Para Julca *et al.* (2006) el uso de materia orgánica se ha convertido en la base para el desarrollo de agricultura orgánica; puesto que, esta facilita los mecanismos de absorción de sustancias peligrosas como los plaguicidas. Por su parte, Raffino (2020) define a la materia orgánica como todo compuesto químico en torno al carbono como sus átomos fundamentales; razón por la cual, se conoce a la materia orgánica como el compuesto relacionado a la vida, la cual conforma los cuerpos de los seres vivos y la mayoría de sus sustancias de desecho.

Por otro lado, Boyd (2016) hace referencia a los tipos de materia orgánica, los cuales se describen en el siguiente apartado:

Proteínas: Cadenas lineales de aminoácidos que forman macromoléculas con propiedades fisicoquímicas determinadas, de acuerdo a su complejidad.

Lípidos: Diversos tipos de grasas, es decir, acumulaciones de carbohidratos que conforman moléculas hidrófobas y densas.

Azúcares: Se conoce con este nombre genérico a los hidratos de carbono o sacáridos, o sea, moléculas de carbono, hidrógeno y oxígeno que son las formas biológicas básicas de energía.

Asimismo, el autor señala que, referente al recurso suelo se pueden diferenciar 3 tipos de materia orgánica:

Materia orgánica fresca: Restos de plantas y desperdicios domésticos relativamente recientes, con un alto contenido de azúcares y un alto valor energético.

Materia orgánica parcialmente descompuesta: Aunque en estado de descomposición, esta materia brinda un importante contenido orgánico y de nutrientes a los suelos, haciendo de compost o fertilizante.

Materia orgánica descompuesta: Aquella que tiene mucho rato de descompuesta y no contiene demasiados nutrientes, pero brinda soporte para la absorción del agua en los suelos.

Finalmente, es necesario resaltar la importancia de la materia orgánica, misma que radica en suplir de nutrientes y material aprovechable a las plantas, hongos u otros organismos vegetales, a modo de fertilizante; además modifican las propiedades físico-químicas del suelo, permitiéndole retener más agua y evitando la degradación del mismo al operar como un tampón de pH, así como previniendo las fuertes oscilaciones de temperatura en el mismo (Boyd, 2016).

2.4.2. MATERIA INORGÁNICA

Según Raffino (2021) la materia inorgánica hace referencia a todos aquellos compuestos químicos cuya estructura molecular no está basada principalmente en el átomo de carbono y que, por ende, no están vinculadas estrechamente con la química de la vida; en otras palabras, la materia inorgánica es aquella que no es en su mayoría producto de las reacciones químicas propias de la vida, sino que obedece a la lógica de la atracción iónica y electromagnética, experimentando así reacciones mucho más rápidas.

Bajo este contexto, Álvarez (s.f.) sostiene que, la materia inorgánica a diferencia de la orgánica no presenta funciones fisiológicas, es decir, no se metabolizan ni se reproducen, como se manifiesta en el caso de los minerales; ya que, estos son compuestos químicos complejos conformados por varios elementos; no obstante, hay que tener en cuenta que los seres vivos están constituidos por una mezcla de materia orgánica e inorgánica, ambas necesarias para el normal desarrollo de la vida.

2.5. PRODUCCIÓN DE BIOMASA

Los sistemas productivos, tanto de leche como de carne, se basan en la utilización de forrajes como principal fuente de alimentación, y pese a que, en comparación con el costo de los alimentos balanceados, es un recurso alimenticio más económico, los productores deben hacer un uso eficiente de los mismos y esto tiene que ver con intensificar la producción por área y mejorar la calidad nutricional de los mismos (Quintero y Quintero, 2015).

Los forrajes tropicales se caracterizan por poseer un valor nutricional medio a bajo, especialmente debido a su baja concentración de proteína cruda y alta porción de componentes de la pared celular, que limitan la producción de proteína microbiana en el rumen (Elizondo, 2017).

2.6. DEGRADACIÓN PROTEICA EN DIETAS CONCENTRADAS

La actividad proteolítica ruminal es más alta en dietas concentradas que forrajeras, porque los microorganismos proteolíticos son mayoritariamente amilolíticos. Pero esta mayor actividad proteolítica no siempre conlleva una mayor degradabilidad efectiva ya que disminuciones en el Ph ruminal o aumentos en el ritmo de paso pueden reducir la degradación efectiva de la proteína del rumen (Duque *et al.*, 2017).

Hay que remarcar que la degradabilidad de los suplementos proteicos vegetales también puede reducirse por un efecto indirecto de la fermentación de los carbohidratos rápidamente degradables sobre la degradación de la fibra (Carro, 2016).

2.7. DEGRADABILIDAD RUMINAL DEL PASTO

Para Cabral (2005) el conocimiento del valor nutritivo de los alimentos que componen la dieta de los animales puede permitir su adecuación con el fin de optimizar el desempeño productivo y disminuir los costos de producción. Consecuentemente, Contreras *et al.*, (2019) argumentan que, el conocimiento de las tasas de degradación y el flujo de los alimentos proporcionan datos para un balance más eficiente de las raciones para los rumiantes.

A pesar de que existe escasa información relacionada con la cinética degradativa ruminal del forraje pastoreado de diferentes calidades, tanto para el forraje total disponible que se le ofrece al animal en la pradera, así como para el que es realmente consumido por éste (Contreras *et al.*, 2019). Es posible esperar comportamientos distintos de estos forrajes en degradabilidad ruminal, debido a que el forraje realmente consumido en pastoreo contiene una mayor proporción de hojas verdes y menor proporción de materia muerta, con relación al forraje disponible (Pariona, 2018).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

En trabajo se realizó en la Unidad de Pastos y Forrajes de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicada en el sitio El Limón, cantón Bolívar, provincia de Manabí; con coordenadas 00 50' 39" de latitud sur y 80° 09' 33" de longitud oeste y una altitud de a 15.5 msnm. Sus límites corresponden a: este con el cantón Pichincha, sur con los cantones Portoviejo y Junín, norte con los cantones Tosagua y Chone.

Imagen 1 Ubicación del área de estudio.



Fuente. Archivos del Hato Bovino de la ESPAM MFL (2017).

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

El presente trabajo de investigación se desarrolló durante un periodo de 9 meses, en los cuales se desarrollaron las tres fases del estudio.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Los métodos y técnicas utilizados para la ejecución de este estudio se describen a continuación:

3.3.1. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO

En el caso de este estudio, el método bibliográfico fue utilizado para la búsqueda, análisis y síntesis de la información contenida tanto en trabajos investigativos

como en artículos científicos, para la elaboración de la parte teórica de esta investigación.

3.3.2. MÉTODO DESCRIPTIVO

El método descriptivo, permitió la descripción de los elementos más importantes acerca de las variables en estudio, brindando la oportunidad de evaluar de forma más detallada las características del fenómeno analizado.

3.3.3. MÉTODO DE CAMPO

Respecto al método de campo, fue usado en la unidad de docencia, investigación y vinculación pasto y forraje de la ESPAM “MFL” para la siembra de las leguminosas juntos a las gramíneas; así mismo se determinó el cálculo de la biomasa forrajera y por ende la toma de muestra para los análisis de composición nutricional de las especies en estudio; de igual forma se utilizó el Hato Bovino de la Universidad Técnica de Manabí, para determinar la degradabilidad ruminal.

3.3.4. MÉTODO EXPERIMENTAL

El método experimental fue usado para llevar a cabo el experimento establecido para el desarrollo en campo de esta investigación, el cual consistió en 4 tratamientos junto con 6 repeticiones cada uno, obteniendo un total de 24 repeticiones sometidas a experimento.

3.3.5. TÉCNICA DE OBSERVACIÓN

En cuanto a esta técnica, fue utilizada para observar el comportamiento de los bovinos durante su evaluación durante la etapa en la determinación de la degradabilidad ruminal, con el fin de identificar algún comportamiento o sintomatología anormal en los animales. Asimismo, permitió observar los valores nutricionales y de la producción de biomasa del forraje en estudio.

3.4. FACTOR EN ESTUDIO

Banco forrajero mixto: Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y Kudzu (*Pueraria phaseoloides*).

3.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos considerados para este estudio fueron los siguientes: T1 (75% Cuba 22 + 25% Kudzu), T2 (50% Cuba 22 + 50% Kudzu), T3 (25% Cuba 22 + 75% Kudzu) y T4 (100% Cuba 22) cada uno de ellos contará con seis repeticiones, para un total de 24 parcelas experimentales. Para evaluar los cambios de degradabilidad ruminal *in situ* de la asociación de Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) se consideró los mismos cuatro tratamientos y el mismo número de repeticiones.

Tabla 1 Tratamientos.

Tratamientos	Unidad experimental	Repeticiones
T1	75% Cuba 22 + 25% Kudzu	6
T2	50% Cuba 22 + 50% Kudzu	6
T3	25% Cuba 22 + 75% Kudzu	6
T4	100% Cuba 22	6

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar en ambos ensayos. El primero sobre la producción y composición química de la asociación (gramínea y leguminosa) en estudio y el segundo en la degradabilidad ruminal *in situ*. El DBCA se seleccionó para garantizar una distribución aleatoria y equitativa de los tratamientos en los bloques experimentales.

- **Diseño de Bloques Completamente al Azar**

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b_j + \epsilon_{ijk} \quad [3.1]$$

Donde:

Y_{ij}: Variable de respuesta

u: Medio general

t_i: Efecto de los tratamientos

b_j: Efecto de los bloques

E_{ijk}: Efecto del error experimental.

Tabla 2 Análisis de varianza (ADEVA).

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	23
Tratamientos	3
Bloque	5
Error Experimental	15

3.6.1. UNIDAD EXPERIMENTAL

Para la producción de biomasa y composición química nutricional, La unidad experimental estuvo representada por una parcela de 12m x 12m con un área de 144m², para la degradabilidad *in situ* (materia seca) las unidades experimentales fueron cada bolsitas de nylon de tamaño 10x20 cm (diámetro de poros de 40 µm), incubadas en el rumen con 10 gramos de muestra de una asociación 70/30 de gramínea + leguminosa incubado en el rumen a 3, 6,12, 24, 48, 72 horas, las muestras fueron molidas con un tamaño de criba de 2 mm. El total de bolsitas experimentales fueron 144 unidades.

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para determinar si existían diferencias significativas entre los grupos evaluados se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) y en caso de encontrarse diferencias se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05, estos análisis fueron realizados mediante el software estadístico InfoStat.

3.8. VARIABLES A MEDIR

Producción de biomasa (Kg/m²)

Capacidad receptiva (UBA/ha)

Materia seca (%)

Materia orgánica (%)

Materia inorgánica (Cenizas) (%)

Proteína cruda (%)

Fibra cruda (%)

Degradabilidad *in situ* Materia seca (%)

3.9. PROCEDIMIENTOS

3.9.1. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DEL BANCO FORRAJERO MIXTO CUBA 22 (*Pennisetum sp*) Y KUDZU (*Pueraria phaseoloides*)

Preparación del terreno: En primer lugar, se llevó a cabo la preparación del terreno en el Hato Bovino de la ESPAM MFL mediante la limpieza y el arado del área seleccionada para la siembra de la gramínea (Cuba 22) y Leguminosa (Kudzu). Estas labores iniciales fueron realizadas con el propósito de acondicionar el terreno y prepararlo adecuadamente para el desarrollo del trabajo de campo. Una vez completadas estas tareas, se encontraba listo el terreno para dar inicio a la etapa de siembra y continuar con el estudio.

Siembra de la asociación: Se realizaron surcos o líneas de siembra en el suelo, siguiendo las recomendaciones de distancia entre surcos y profundidad adecuada para cada especie. Se sembraron los estolones (Reproducción asexual) de Cuba 22 y kudzu semilla (Reproducción sexual) de manera uniforme en los surcos preparados, se cubrió ligeramente las semillas con una capa de tierra para protegerlas y promover su germinación. Se aplicó riego suficiente para mantener el suelo húmedo y favorecer el proceso de germinación y crecimiento inicial de las plantas.

Aforo forrajero: Se trazaron transectos lineales o cuadrantes dentro del área seleccionada, con el fin de obtener muestras representativas de la asociación presente. Estos transectos se ubicaron de manera aleatoria o sistemática, dependiendo del diseño experimental.

Por cada parcela distribuida se tomaron tres muestras representativas, se utilizó como herramienta el marco de aforo (1 m²) lo cual sirvió como referencia para inicial el corte y peso de la asociación en estudio, luego se registraron las mediciones obtenidas para cada punto de muestreo. Esta actividad de aforo de

pasto permitió obtener información cuantitativa sobre la cantidad y calidad del pasto presente en el área evaluada, proporcionando datos fundamentales para la toma de decisiones relacionadas con el manejo y la nutrición del ganado.

Capacidad receptiva: Se determinó mediante la relación en la producción de pasto y el consumo de forraje anual de una unidad bovina adulto (UBA) con un peso promedio de 600 Kg considerando el consumo de forraje verde (Fv) en esta especie que es promediada con el 10% de su peso vivo (Golluscio, 2009).

Consumo Kg/Fv/día= (600 kg x 10%) /100%= 60 Kg/Fv/día

Consumo anual= 60 Kg/Fv/día x 365 días = 22.000 kilogramos de forraje verde.

Para el cálculo de capacidad receptiva se utilizó la siguiente fórmula:

$$CR = \frac{\frac{PB}{c} \times Nro. \frac{C}{año} \times 0.70}{ACA/A} \quad [3.2]$$

Donde:

CR: Capacidad receptiva

PB/c: Producción de biomasa (toneladas de forraje por corte)

Nro. C/año: Número de cortes al año (en este caso 6 cortes)

ACA/a: Alimento consumo animal/año (para este estudio corresponde 22 toneladas)

0,70: Factor de consumo de forraje de una pradera.

3.9.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS NUTRICIONALES; MATERIA SECA, MATERIA ORGÁNICA E INORGÁNICA, PROTEÍNA Y FIBRAS TOTALES, EN EL BANCO FORRAJERO MIXTO

Determinación de materia seca: El contenido de materia seca (MS) se evaluó mediante el proceso de secado en una estufa de aire forzado a una temperatura de 65 °C durante un período de 48 horas. Se utilizaron crisoles de porcelana para realizar el secado de las muestras, y se llevaron a cabo seis repeticiones para cada muestra. El porcentaje de materia seca se determinó mediante la aplicación de una ecuación específica para dicho cálculo.

Donde:

MS (%): Porcentaje de Materia Seca.

M. Inicial: Muestra inicial antes del secado.

M. Final: Muestra final posterior al secado.

$$MS(\%) = \frac{M_{Inicial} - M_{Final}}{M_{Inicial}} \times 100 \quad [3.3]$$

Determinación de materia orgánica: El análisis químico proximal (AQP) se llevó a cabo siguiendo los procedimientos establecidos por la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC) (Heller, 2009; utilizando el método de incineración en seco en una mufla a una temperatura de 600 °C durante tres horas. Este análisis se realizó simultáneamente con la determinación de materia seca (MS). Para calcular el porcentaje de materia orgánica (MO), se utilizó una ecuación específica.

$$MO(\%) = \frac{W_{Ms} - W_{mcal}}{Ms} \times 100 \quad [3.4]$$

Donde:

MO (%): Porcentaje de Materia Orgánica.

W Ms: Crisol + muestra seca.

W Mcal: Crisol + muestra calcinada

Determinación de materia inorgánica: Para determinar el contenido de cenizas, se llevó a cabo el análisis químico proximal (AQP) siguiendo los métodos establecidos por la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC). Este análisis se realizó mediante el método de incineración en seco en una mufla, sometiendo las muestras a una temperatura de 600 °C. El porcentaje de materia mineral o inorgánica se calculó utilizando una ecuación específica.

$$MI(\%) = 100 - \%MO \quad [3.5]$$

Donde:

MI (%): Porcentaje de materia inorgánica.

MO (%): Porcentaje de materia orgánica.

Determinación de proteína bruta: La determinación de la proteína mediante el análisis químico proximal (AQP) se llevó a cabo siguiendo los métodos establecidos por la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC), específicamente el método de micro-Kjeldahl. Para este análisis, se realizó una digestión ácida de las muestras a diferentes temperaturas (150, 280 y 400 °C), seguida de destilación en ácido bórico e hidróxido de sodio, y titulación con ácido sulfúrico 1N. Se utilizó un factor de conversión de N x 6.25 para determinar el contenido de proteína. Se aplicó una ecuación específica para realizar este cálculo.

$$PB(\%) = \frac{(V_{H_2SO_4} - V_b) \times 1,401 \times N_{H_2SO_4}}{g \text{ Muestra}} \times F \quad [3.6]$$

Donde:

PB: Porcentaje de Proteína Bruta.

$V_{H_2SO_4}$: Volumen de ácido consumido en titulación.

V_b : Volumen del blanco (0,3).

1, 401: Peso atómico del Nitrógeno.

$N_{H_2SO_4}$: Normalidad del ácido sulfúrico (0,1 N)

F : Factor de conversión (6,26)

$g \text{ Muestra}$: Peso de la muestra (g)

Determinación de fibras totales: El proceso para la determinación de la fibra cruda se obtuvo la extracción de la muestra con detergente neutro, filtración y lavado de los residuos fibrosos, secado y pesaje, y el cálculo del porcentaje de fibra cruda respecto a la masa inicial de la muestra. Se deben seguir los métodos estandarizados y consultar los protocolos de análisis recomendados.

$$FC = \frac{\text{Peso de residuos fibrosos}}{\text{Peso de muestra inicial}} \times 100 \quad [3.7]$$

Donde:

FC: Fibra Cruda

Peso de residuos fibrosos: Es el peso de los residuos obtenidos después de la extracción, filtración, lavado y secado de la muestra.

Peso de la muestra inicial: Es el peso de la muestra de pasto que se utilizó para realizar el análisis.

3.9.3. VALORACIÓN DE LA DINÁMICA Y PARÁMETROS DE DEGRADABILIDAD RUMINAL *in situ* DE LA MATERIA SECA EN ASOCIACIÓN CUBA 22 (*Pennisetum sp*) Y KUDZU (*Pueraria phaseoloides*)

Determinación de degradabilidad ruminal: La degradación ruminal se evaluó utilizando cuatro bovinos castrados, los cuales tienen una fístula en el rumen y un peso vivo promedio de 350 kg±. Para realizar el análisis, se utilizaron bolsas de nylon de 10 x 20 cm con un tamaño de poro de 40 µm. Cabe mencionar que, esta actividad fue ejecutada en la Unidad Experimental Lodana (ubicada en la vía Santa Ana) la cual es un área de producción perteneciente a la Universidad Técnica de Manabí de la ciudad de Portoviejo.

Estas bolsas fueron secadas en una estufa de aire caliente a 65 °C durante 48 horas. Luego, se pesaron las bolsas en una balanza analítica y se colocaron 10 gramos por tratamiento en cada bolsa de nylon. Las bolsas se introdujeron en el rumen durante diferentes tiempos de incubación (3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas) con seis repeticiones por cada tiempo, dando un total de 144 bolsas evaluadas (36 bolsas por cada bovino fistulado). Esta técnica permite determinar la degradación del alimento colocado en las bolsas de nylon y obtener información sobre el rango de fermentación, midiendo la pérdida de material vegetal en un tiempo específico. Se aplicaron las siguientes ecuaciones de cálculo.

$$\%DIS_{MS;MO:MI} = \frac{M_{pre} - M_{post}}{M_{pre}} \times 100 \quad [3.8]$$

Dónde:

DISMS: Porcentaje de degradación *in situ* de la MS

Mpre: Materia pre-incubada

Mpost: Materia post-incubada

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DEL BANCO FORRAJERO MIXTO CUBA 22 (*Pennisetum sp*) Y KUDZU (*Pueraria phaseoloides*)

Para dar inicio a la ejecución de este trabajo, se llevó a cabo la estimación de la producción de biomasa del banco forrajero mixto Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y Kudzu (*Pueraria phaseoloides*); tal como se muestran los resultados a continuación:

4.1.1. PRODUCCIÓN DE BIOMASA

Los resultados presentados en la tabla 4.1 muestran que, según el valor de P (0,0001) existen diferencias significativas entre la media de los tratamientos; siendo así que, el tratamiento T4 en el que solo se incluyó Cuba 22 (*Pennisetum sp*), produjo la mayor cantidad de biomasa con una media de 14,55 kg/m². Por otro lado, en comparación con el T4 (100% Cuba 22), los tratamientos T1 (75% Cuba 22 + 25% Kudzu), T2 (50% Cuba 22 + 50% Kudzu) y T3 (25% Cuba 22 + 75% Kudzu) que utilizaron diversas proporciones de Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), produjeron una menor cantidad de biomasa.

Además, se observó que la cantidad de biomasa producida, varía en función de la proporción de cada especie en la mezcla, siendo el tratamiento T2 el que más producía en los tratamientos que incluían Kudzu (*Pueraria phaseoloides*). Estos resultados se contrastan con la investigación de Rivera (2014) quien evaluó la producción de biomasa de una mezcla de Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en distintas proporciones de estas leguminosas; según los resultados, se usó el 50% de cada especie en la mezcla que produjo la mayor cantidad de biomasa, lo que concuerda con los resultados del tratamiento T2 del experimento de este estudio.

Tabla 3 Producción de biomasa.

Tratamientos	Kg/m ²
T1	11,99 b
T2	12,54 b
T3	12,29 b
T4	14,55 a
EE	0,22
P-VALOR	<0,0001

Medias con letras iguales en las columnas no son significativamente diferentes a Tukey 5%.

Por lo tanto, se puede decir que, los resultados determinan que la cantidad de biomasa producida por una mezcla de Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) y Cuba 22 (*Pennisetum sp*) depende de la cantidad de cada especie presente y que el tratamiento donde se empleó sólo Cuba 22 (*Pennisetum sp*) produjo la mayor cantidad de biomasa. De la misma forma, se ejecutó un estudio realizado por Avellaneda (2022), el cual evaluó la producción de biomasa en un cultivo de Cuba 22 (*Pennisetum sp*) en el cual utilizó dos tipos de siembra y obtuvo como resultado una producción de 19 kg/m², resultados similares a los obtenidos en el tratamiento 4 de la presente investigación.

4.1.2. CAPACIDAD RECEPTIVA

En este contexto, también se llevó a cabo el análisis de la capacidad receptiva de los diferentes tratamientos, en donde se determinó la relación entre la producción de pasto y el consumo de forraje anual. De acuerdo a la tabla 4.2, el valor de P (0,0001) existen diferencias significativas entre los tratamientos; además, se observa que, la mejor capacidad receptiva fue determinada en el tratamiento 4 con un valor de 27,78 UBA/ha, correspondiente al ejecutado únicamente con Cuba 22 (*Pennisetum sp*) en su 100%.

Tabla 4 Capacidad receptiva.

Tratamientos	UBA/ha
T4	27,78 b
T3	23,47 b
T2	23,77 b
T1	22,88 a
EE	0,43
P-VALOR	<0,0001

Medias con letras iguales en las columnas no son significativamente diferentes a Tukey 5%.

Respecto a lo planteado, Agronet Colombia (2020) menciona que el Cuba es un pasto que puede llegar a tener una mejor capacidad receptiva que otros pastos; además, cuenta con una digestibilidad promedio del 55% al 58% durante su consumo como forraje, proporcionando una calidad nutricional media alta al animal. No obstante, para Gonzáles (2018) el Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) también es una planta con una excelente calidad nutricional, cuando de consumo y digestibilidad se trata, pues cuenta con un porcentaje de digestibilidad entre el 55% y 60%.

En consecuencia, para Pineda (2017) la capacidad receptiva contribuye a la determinación de la energía disponible para los bovinos, contenida en los forrajes; pues, resalta que, cuanto mayor sea la accesibilidad al cultivo y su valor nutricional, mayor será el consumo de los bovinos; del mismo modo, se plantea que, entre mayor sea la digestibilidad del forraje consumido, mayor será la proporción asimilada por el animal (Estelrich y Castaldo, 2015).

4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS NUTRICIONALES; MATERIA SECA, MATERIA ORGÁNICA E INORGÁNICA, PROTEÍNA Y FIBRAS TOTALES, EN EL BANCO FORRAJERO MIXTO.

Respecto a la determinación de los parámetros nutricionales, se exponen en los siguientes epígrafes los resultados obtenidos en función a cada variable:

4.2.1. MATERIA SECA, ORGÁNICA E INORGÁNICA

De acuerdo a la tabla 4.3, los resultados obtenidos muestran que, la materia seca, orgánica e inorgánica del forraje no hubo diferencias significativas entre los tratamientos; no obstante, se puede observar que los tratamientos que incluyeron un mayor porcentaje de Cuba 22 (*Pennisetum sp*) arrojaron un mejor promedio de materia seca, en comparación al T3 en donde se incluyó el Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en un mayor porcentaje.

Tabla 5 Porcentajes de materia seca, orgánica e inorgánica.

Tratamientos	%MS	%MO	%MI
T1	25,88 a	87,64 ab	12,36 ab
T2	26,13 a	88,78 a	11,22 b
T3	25,85 a	89,11 a	10,89 b
T4	27,71 a	82,64 b	17,36 a
EE	0,65	1,35	1,35
P-VALOR	0,1763	0,0136	0,0136

Medias con letras iguales en las columnas no son significativamente diferentes a Tukey 5%. MS: Materia Seca; MO: Materia Orgánica; MI: Materia Inorgánica.

En contraste, se presenta un estudio realizado por Luna *et al.* (2015) en donde se analizó el rendimiento y calidad de dos especies del género Cuba 22 (*Pennisetum sp*); aquí, los investigadores determinaron que la materia seca del cultivo varió entre 18,62% y 19,35%; valores menores a los obtenidos en la presente investigación; lo cual, según Gandía y Peña (2015) se debe a que las plantas extraen diferentes nutrientes del suelo de forma cambiante, hecho que contribuye a la variación de los componentes de las mismas, de acuerdo a su área de estudio.

Adicionalmente, se referencia el estudio de Moreira *et al.* (2015) quienes evaluaron la composición química del Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) y obtuvieron como resultado promedio un contenido de materia seca de 22,66% valor similar a los obtenidos en este trabajo y que, además, sustentan el

argumento de González (2019) autor que establece como base de materia seca un porcentaje a partir del 20% en esta planta. Es fundamental destacar que, el contenido de materia seca es una señal de la calidad del forraje, ya que a medida que aumenta la proporción de este componente, también incrementa la cantidad de nutrientes por unidad de peso y disminuye la cantidad de agua utilizada para producirlo (Souza *et al.*, 2021).

La proporción de materia orgánica e inorgánica en los forrajes es un indicador significativo de su calidad nutricional (Acevedo *et al.*, 2018). En el presente estudio, se evaluaron los niveles de materia inorgánica y orgánica (tabla 5) en los cuatro tratamientos compuestos por Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y Kudzu (*Pueraria phaseoloides*); obteniendo datos entre 82,64% (T4) y 89,11% (T3) de materia orgánica.

Estos resultados difieren con los presentados por Gulizia y Downs (2019) quienes evaluaron la composición química de diversas variedades de Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y descubrieron niveles de materia orgánica de hasta 85% en el forraje y de hasta 92,01% en lo que respecta a la materia inorgánica; sin embargo, en el presente trabajo los valores de materia inorgánica oscilan entre 10,89% (T3) y 17,36% (T4); lo cual, según Gómez (2013) convierte al forraje del T3 (75% Kudzu y 25% Cuba 22) en el más nutritivo por su bajo contenido de materia inorgánica y alto porcentaje de materia orgánica.

Por otra parte, Cuibin *et al.* (2020) evaluaron en su investigación la calidad nutricional del Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), en este trabajo los investigadores revelaron que esta especie contiene bajos niveles de materia inorgánica y proporciones elevadas de materia orgánica, convirtiéndola en un forraje muy nutritivo. En consecuencia, estos resultados coinciden con los del presente estudio; puesto que los tratamientos con Cuba 22 (*Pennisetum sp*) arrojaron niveles más altos de materia inorgánica; mientras que, los tratamientos con Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) mostraron niveles más bajos.

4.2.2. PROTEÍNAS Y FIBRAS TOTALES

Los resultados de la tabla 4.4 describen que, existe diferencia significativa en la composición de la proteína, lo cual se debe a la asociación con la leguminosa. Asimismo, el tratamiento T1 (15,21%) y T3 (14,55%) tienen los niveles más altos de proteína en comparación con los otros tratamientos evaluados. Sin embargo, se observa cierta variabilidad entre los tratamientos desarrollados con mayor porcentaje de Cuba 22 (*Pennisetum sp*), con niveles más bajos de proteína que oscilan entre 11,96% y 13,33%.

En cuanto a los resultados de fibras, se encontró que, los tratamientos T1 y T4 tuvieron los niveles más altos de fibra con 29,51% y 33,29%, respectivamente. Esto puede deberse a que el Cuba (*Pennisetum sp*), utilizado en estos tratamientos, es una especie conocida por su alto contenido de fibra y baja digestibilidad, en comparación con otras especies forrajeras.

Tabla 6 Porcentajes de proteínas y fibras totales.

Tratamientos	%PC	%FC
T1	15,21 a	29,51 b
T2	13,33 bc	28 b
T3	14,55 ab	28,74 b
T4	11,96 c	33,29 a
EE	0,42	0,73
P-VALOR	0,0003	0,0006

Medias con letras iguales en las columnas no son significativamente diferentes Tukey 5%. PC: Proteína Cruda; FC: Fibra Cruda

Estos hallazgos coinciden con otros trabajos de investigación, en donde se estudió la calidad nutricional del Cuba 22 (*Pennisetum sp*) y el Kudzu (*Pueraria phaseoloides*); específicamente, Samaniego y Mena (2013) analizaron la calidad nutricional de *Pennisetum clandestinum*, de lo cual los autores determinaron que, los niveles de proteína en el forraje varían según la región y las condiciones de cultivo, pero en general eran menores en comparación con otras especies forrajeras.

Por otro lado, Fokom *et al.* (2021) evaluaron en su estudio la calidad nutricional del Kudzu (*Pueraria phaseoloides*); en este caso, los investigadores manifestaron que esta especie tiene niveles relativamente altos de proteína, lo que la transforma en un forraje de alta calidad nutricional; además, se observó que la proteína de *Pueraria phaseoloides* es rica en aminoácidos esenciales, lo que la hace particularmente ventajosa para la nutrición animal; por ello, la importancia y el acierto de haber utilizado esta especie para la elaboración del forraje en esta investigación.

Por otro lado, los resultados de fibras son congruentes con los del estudio realizado por Herrera (2022), donde se analizó la composición nutricional del *Pennisetum sp*, encontrando un porcentaje de 22,6% de fibra en su forraje; considerándolo excelente nutricionalmente para la digestibilidad bovina; asimismo, este autor indica que el Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) utilizado en estos tratamientos es una especie conocida por su alto contenido en fibra, lo que podría sustentar aún mejor estos resultados. Un estudio realizado por Glass y Al-Hamdani (2016) determinó en su forraje un contenido de fibra del 23,28%, llegando a la conclusión de que el Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) tiene un alto contenido de fibra que contribuye a mejorar la digestibilidad ruminal.

4.3. VALORACIÓN DE LA DINÁMICA Y PARÁMETROS DE DEGRADABILIDAD RUMINAL *IN SITU* DE LA MATERIA SECA EN ASOCIACIÓN CUBA 22 (*PENNISETUM SP*) Y KUDZU (*PUERARIA PHASEOLOIDES*)

Los resultados de la degradabilidad animal se exponen en la tabla 4.5, en donde se evidencia que a las 12 horas de aplicado el experimento, hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($p = 0,0271$); asimismo, el valor de p igual a 0,0271 indica que existe una baja probabilidad de que las diferencias observadas en la digestibilidad a las 12 horas sean al azar; es decir, que existen pruebas estadísticas suficientes para afirmar que hay diferencias significativas entre los tratamientos en un determinado tiempo.

Al comparar los valores medios de digestibilidad a las 12 horas para cada tratamiento, se observa que el T1 tiene un valor medio de 35,76%, el T2 tiene un valor medio de 42,55% y el T3 tiene un valor medio de 46,46%. Estos valores implican que el tratamiento T1 tiene la digestibilidad más baja, seguido del tratamiento T2, mientras que el tratamiento T3 tiene la digestibilidad más alta.

Por lo tanto, los resultados obtenidos después de 12 horas, indican que el tratamiento T3 (Cuba 22 25% + Kudzu 75%) tiene una digestibilidad mayor que los tratamientos T1 (Cuba 22 75% + Kudzu 25%), T2 (Cuba 22 50% + Kudzu 50%) y T4 (Cuba 22 100%). Esta diferencia de digestibilidad puede estar relacionada con la proporción de Kudzu en cada tratamiento, donde la digestibilidad tiende a aumentar a medida que aumenta el contenido de Kudzu en el tratamiento.

Tabla 7 Promedio \pm desviación estándar de la degradabilidad ruminal de la materia seca

Tratamiento	3H	6H	12H	24H	48H	72H
T1	20.19 \pm 1.39	25.88 \pm 4.93	35.76 \pm 3.87 a	47.91 \pm 6.13	57.86 \pm 6.51	57.78 \pm 2.81
T2	26.18 \pm 1.56	32.58 \pm 8.25	42.55 \pm 4.06 ab	53.47 \pm 6.48	62.75 \pm 7.11	64.55 \pm 7.02
T3	27.7 \pm 0.52	35.87 \pm 6.61	46.46 \pm 2.29 b	58.72 \pm 14.42	69.2 \pm 10.07	68.06 \pm 7.22
T4	27.24 \pm 2.51	39.94 \pm 7.18	45.51 \pm 4.1 b	51.05 \pm 6.8	61.87 \pm 3.35	54.85 \pm 7.31
p-valor	0.0752	0.1586	0.0271	0.5529	0.3427	0.1154

Estos resultados concuerdan con los del estudio de Cachón y Vargas (2009), donde examinaron los efectos de diversas proporciones de Kudzu sobre la digestibilidad en rumiantes, según sus resultados, la digestibilidad aumentó significativamente al aumentar la proporción de Kudzu en la composición del forraje, alcanzando valores de 39% después de 12 horas. Estos resultados apoyan la observación de que el tratamiento T3, que tiene una mayor proporción de Kudzu, presenta una mayor digestibilidad en comparación con los tratamientos T1 y T2.

Adicionalmente, en los estudios de Acevedo y Peñalosa (2019) y Cuibin *et al.* (2020) describen a partir de su análisis composicional, que la alta digestibilidad y la baja concentración de polifenoles y taninos del *Pennisetum sp* y *Pueraria phaseoloides*, facilitan que los microorganismos que viven en el tracto digestivo lo utilicen como fuente de óxido nítrico y energía.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El pasto Cuba 22 tiene buena producción de biomasa sin necesidad de ser asociado a leguminosas por tanto se podrá tener más cantidad de UBA por hectárea en explotaciones de ganado extensivas.

El valor nutricional mejora considerablemente a las asociaciones de pasto con leguminosas, de tal manera que se puede brindar a los animales alimento de mejor calidad para cubrir sus requerimientos nutricionales según su interés productivo.

El contenido de materia seca se ve disminuido por asociación del pasto Cuba 22 con la leguminosa Kudzu.

La degradabilidad ruminal aumentó a medida que se incrementó el porcentaje de inclusión de leguminosas con el pasto Cuba 22, lo que contribuye a un mejor aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el pasto asociado a leguminosas.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizar la estimación de la producción de biomasa en campo, inmediatamente luego de haber recogido la siembra de las gramíneas, a fin de asegurar la obtención de datos más veraces para el proceso investigativo.

Determinar parámetros nutricionales complementarios, en función a las variables que se desean conocer y a la disponibilidad de materiales en laboratorio; puesto que, de esta forma se permite la generación de resultados más óptimos y no se dejan inconsistencias dentro de las variables en estudio.

Analizar la degradación ruminal de materia orgánica como inorgánica; ya que, de este modo se obtiene una información completa respecto al proceso de degradabilidad en bovinos, desde diferentes perspectivas y parámetros de valoración.

Realizar la asociación entre Cuba 22 y Kudzu, pues ambas resultan forraje de excelente calidad y de óptimo valor nutricional para ser brindado en la dieta de los bovinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, G., Martínez, E. y Pérez, E. (2018). *Evaluación de la calidad nutricional y rendimiento de leguminosas tropicales, Vigna (Vigna sinensis L.), Lablab (Dolichos lablab L.) y Canavalia (Canavalia ensiformis L.)*. [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. Repositorio institucional. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/18578/1/13101677.pdf>
- Acevedo, J., y Peñalosa, J. (2022). Evaluación de la digestibilidad in vivo de tres dietas diferentes en ovinos de la Universidad de los Llanos (Meta, Colombia). *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 12(2), 60–73. <https://doi.org/10.22579/22484817.878>
- Acosta, B. (2021). *Qué son las gramíneas*. <https://www.ecologiaverde.com/>
- Agronet Colombia. (2020). *Cuba 22, un pasto recomendado para lechería y doble propósito*. <https://www.agronet.gov.co/>
- Aguilar, G., y Maribel, R. (2013). *Comportamiento agronómico y valoración nutricional de la asociación brachiaria decumbens con las leguminosas centrosema (Centrosema Pubensis) y kudzu (Pueraria Phaseoloides) en diferentes estados de madurez en el centro experimental la Playita – UTC*. [Tesis pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio institucional. Quevedo, Ecuador.
- Álvarez, J. (s.f.) *Química orgánica y química inorgánica*. <http://quim.iqi.etsii.upm.es/moles/TEXTOS/Q.%20INORGANICA%20Y%20Q.%20ORGANICA.pdf>
- Arenas, F. (2011). *Implementación de un banco mixto de forraje proteico en un sistema de producción de ganadería*. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/402/1/Banco_proteina.pdf
- Avellaneda, A. (2022). *Rendimiento de clones forrajeros (Pennisetum spp.) utilizando dos tipos de siembra en la estación experimental de la*

Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Amazonas. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio institucional. Lima, Perú.

Boyd, C. (2016). *Descomposición y acumulación de materia orgánica en estanques.*

<https://www.aquaculturealliance.org/advocate/descomposicion-y-acumulacion-de-materia-organica-en-estanques/>

Cabral, L. (2005). Degradabilidad de in situ da materia seca, da proteína cruda e fibra de alguns alimentos. *Pesqui Agropecu Bras*, 40, 777-781.

Cabrera, G., Burbano, J., y García, J. (2011). Preliminary analysis of biomass potentially useful for producing biodiesel. *Dyna, Journal. Year 78(170)*, 144-151. Medellín, Colombia.

Cabrera, A. (2014). *Manual de prácticas de nutrición animal.* <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2017/09/22-Manual-de-practicas-de-nutricion-animal.pdf>

Canseco, C. (2007). *Calidad nutritiva de las praderas.* Manejo del pastoreo. Proyecto FIA. Osorno, Chile. 51-67.

Caravaca, F. (2014). *Introducción a la alimentación y racionamiento animal.* http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Bases_para_la_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf

Carro, M. (2016). *Degradabilidad proteica y proteina by-pass en rumiantes: Importancia práctica.* <https://archivo.revistaganaderia.com/>

Cerdá, E. (2012). Energía obtenida a partir de biomasa. *Cuadernos económicos de ICE*, 83(24), 117-140, 24. Madrid, España.

Chacón, P. A., y Vargas, C. (2009). Digestibilidad y calidad del Pennisetum purpureum cv. king grass a tres edades de rebrote. Agronomía mesoamericana: Órgano Divulgativo del PCCMCA. *Programa*

Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos y Animales, 20(2), 399. <https://doi.org/10.15517/am.v20i2.4956>

Contreras, J., Matos, M., Felipe, E., Cordero, A., y Ramos, Y. (2019). Degradabilidad ruminal de forrajes y residuos de cosecha en bovinos Brown Swiss. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(3). <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16601>

Contreras, J., Pariona, J., Cordero, A., Jurado, M. y Huamán, R. (2019). Degradabilidad ruminal de forrajes y alimentos concentrados y estimación del consumo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4). <http://www.scielo.org.pe/>

Cuibin, R., Zea, O., Palacios, G., Norabuena, E., Collazos, L., y Sotelo, A. (2020). Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en el cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de investigaciones veterinarias del Peru*, 31(4), e19020. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19020>

Duque, M., Rosero, R. y Olivera, M. (2017). Digestión de materia seca, proteína cruda y aminoácidos de la dieta de vacas lecheras. *Revista Agronómica Mesoam.*, 28(2), 341-356. https://www.mag.go.cr/rev_meso/v28n02_341.pdf

Elizondo, J. (2017). *Producción de biomasa y calidad nutricional de tres forrajes cosechados a dos alturas*. <https://www.researchgate.net/>

Enríquez, J., Bolaños, E., Fragoso, A. y Vinay, J. (2020). *Establecimiento del kudzú leguminosa forrajera de alta calidad para el trópico de México*. <https://agroregion.com/articulo?id=265>

Estelrich, D. y Castaldo, A. (2015). *Receptividad y carga ganadera en distintas micro regiones de la provincia de La Pampa (Argentina) y su relación con las precipitaciones*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Pampa]. <https://cerac.unlpam.edu.ar/>

- Fernández, I. (2018). *Los forrajes verdes en la alimentación del ganado: Papel de las gramíneas y las leguminosas*. <https://www.researchgate.net/>
- Fokom, D., Tendonkeng, F., Azangue, J., Miégoué, E., Djoumessi, T., Kwayep, C., y Mouchili, M. (2021). Effects of different levels of fertilization with hen droppings on the production and chemical composition of *Pennisetum clandestinum* (Poaceae). *Open journal of animal sciences*, 11(04), 543–558. <https://doi.org/10.4236/ojas.2021.114037>
- Gandía, H. y Peña, H. (2015). Acumulación de materia seca y balance de nutrientes en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivado en ambiente protegido. *Revista Bioagro*, 27(2).
- García, M. (2015). *Teoría económica de la producción ganadera*. http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/14_13_06_Teoria_economica.pdf
- Glass, D., y Al-Hamdani, S. (2016). Kudzu forage quality evaluation as an animal feed source. *American journal of plant sciences*, 07(04), 702–707. <https://doi.org/10.4236/ajps.2016.74063>
- Golluscio, R. (2009). Receptividad ganadera: marco teórico y aplicaciones prácticas. *Revista Ecología Austral*, 19, 215-232. Asociación Argentina de Ecología. <https://produccion-animal.com.ar/>
- Gómez, M. (2013). *El Kudzu tropical (Pueraria phaceoloides) el equivalente de la alfalfa para la producción de heno en el trópico*. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/kudzu-tropical-pueraria-phaceoloides-t30246.htm>
- González, K. (2019). *Ficha Técnica Kudzú (Pueraria phaseoloides)*. <https://infopastosyforrajes.com/>
- Gulizia, P. y Downs, M. (2019). A review of kudzu's use and characteristics as potential feedstock. *Agriculture*, 9(10), 220. <https://doi.org/10.3390/agriculture9100220>

- Heller, D. (2009). *Analysis of Antibiotics in Distillers Grains Using Liquid Chromatography and Ion Trap Tandem Mass Spectroscopy*. Food and Drug Administration, Office of Research. Department of Health and Human Services. Rockville, MD.
- Herrera, A. (2022). *Importancia del uso de la asociación gramíneas y leguminosas para el pastoreo de rumiantes en el Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Babahoyo, Ecuador.
- Huerta, C. (2021). *¿Qué son las leguminosas?* <https://www.planetahuerto.es/>
- Julca, A., Meneses, L., Blas, R., y Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Revista Idesia*, 24(1), 49-61.
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009
- Karaj, S., Rehl, T., Leis, H., y Muller, J. (2010). Analysis of biomass residues potential for electrical energy generation in Albania. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(7), 493-499.
- Luna, R., Chacón, E., Ramírez, J., Álvarez, G., Álvarez, P., Plúa, K. y Álava, A. (2016). Rendimiento y calidad de dos especies del género *Pennisetum* en Ecuador. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(8), 1-10.
- Milera, M. (2006). *Sistemas de producción a partir de recursos forrajeros herbáceos y arbóreos*.
<https://www.redalyc.org/pdf/2691/269121704001.pdf>.
- Moreira, J., Garcia, A., Benjamin, S., y Ferreira, B (2015). Consumption and apparent digestibility of the dry matter, organic matter and crude protein of the *Pueraria phaseoloides*. *Benth for ovines*, 1(33), p. 417-426.
- Notiagro Colombia. (2016). *Kudzu: alternativa alimenticia para bovinos*. <https://www.agromundo.co/>

- Ochoa, E. (2011). *Implementación de un banco mixto de forraje proteico en un sistema de producción de ganadería brahmán puro*.
file:///C:/Users/Espam/Downloads/Banco_proteina.pdf
- Pariona, L. (2018). *Composición química y cinética de la degradabilidad ruminal de forrajes y concentrados en bovinos en la Universidad Nacional de Huancavelica* [Tesis de pregrado, Universidad de Huancavelica]. Huancavelica, Perú.
- Petruzzi, H.; Stritzler, N.; Ferri, C.; Pagella, J. y Rabotnikof, C. (2005). *Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización del horno a microondas*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación experimental agropecuaria, Anguil. Argentina. *Boletín de divulgación técnica*, 4-88.
- Pineda, O. (2017). *Determinación de la capacidad de carga animal en los potreros*. AGROVET. <https://www.engormix.com/>
- Quintero, L., y Quintero, J. (2015). *Biomasa: métodos de producción, potencial energético y medio ambiente*.
<https://core.ac.uk/download/pdf/268537444.pdf>
- Raffino, M. (2020). *Materia orgánica y su importancia*.
<https://concepto.de/materia-organica/>
- Raffino, M. (2021). *Materia inorgánica y su importancia*.
<https://concepto.de/materia-inorganica/>
- Ramírez, H. (2011). *¿De qué hablan cuando dicen materia seca?*
http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/42-Materia_Seca.pdf
- Rivera, C. (2014). *Comportamiento agronómico y valor nutricional de la asociación del pasto king grass morado (Pennisetum purpureum) con dos leguminosas en tres tiempos de corte*. [Tesis de pregrado, Universidad

Técnica E estatal de Quevedo].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/492/1/T-UTEQ-0020.pdf>

Rojas, S, y Olivares, J. (2005). *Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico*.
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63617216009.pdf>.

Rosso, A. (2003). *La economía de los forrajes y su utilización estratégica*.
<http://www.produccion-animal.com.ar/>

Samaniego, M y Mena, A. (2013). Fertilización química y orgánica en la producción de Pasto Kikuyo (*Pennisetum Clandestinun*) en el sector Salache cantón Latacunga. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica E estatal de Quevedo]. Quevedo, Ecuador.

Santini, F. (2014). *Conceptos básicos de la alimentación de rumiantes*.
<https://inta.gob.ar/>

Souza, A., Dos Santos, F., Cunha, V. da, Gonçalves, D., Silva, A. Muir, P., Ribeiro, P., y Dubeux, B., J. (2021). Dwarf and tall elephantgrass genotypes under irrigation as forage sources for ruminants: Herbage accumulation and nutritive value. *Animals: MDPI*, 11(8), 2392.
<https://doi.org/10.3390/ani11082392>

Syam, N., Hasan, S., y Rusdy, M. (2021). Dry matter production and quality of *Pennisetum purpureum* cv. Taiwan applied different fertilizer. IOP conference series. *Earth and environmental science*, 1(788), 012162.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012162>

Villamil, L. (2017). *Alternativas de forrajeras para la alimentación de ganadería bovina*. <https://repositorio.unad.edu.co/>

Vera, J. y Brito, F. (2018). *Digestibilidad in situ y valor nutricional del pasto Saboya asociadas a tres leguminosas forrajeras nativas en la zona norte de Manabí*. [Tesis de pregrado, ESPE]. Repositorio institucional.

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14750/1/T-ESPE-057928.pdf>.

Viloria, F. (2019). *Origen y descripción de la kudzu*.
<https://infopastosyforrajes.com/leguminosas/kudzu/>

Varinia, J. (2011). *Evaluación del secado en horno microondas como método alternativo para la determinación de la materia seca parcial en muestras de ballica (*Lolium perenne*)*. [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/fag633e/doc/fag633e.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Anexo 1A. Limpieza y preparación del terreno







Anexo 1B. Siembra, corte y pesado del forraje







Anexo 1C. Procedimiento en laboratorio





Anexo 1D. Trabajo en campo (degradabilidad ruminal)





Anexo 2. Análisis estadístico

Materia seca

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% MS	24	0,48	0,21	6,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35,34	8	4,42	1,76	0,1651
TRATAMIENTO	14,18	3	4,73	1,88	0,1763
BLOQUES	21,16	5	4,23	1,68	0,1993
Error	37,71	15	2,51		
Total	73,05	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,63842

Error: 2,5141 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	27,71	6	0,65 A
T2	26,13	6	0,65 A
T1	25,88	6	0,65 A
T3	25,85	6	0,65 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)