

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA,
BIOTECNOLOGÍA, AGRONEGOCIOS Y CIENCIA DE DATOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA**

TESIS PARA OBTENER

EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERA ZOOTECNISTA

**EVALUACIÓN DE BIOMASA Y CALIDAD
NUTRICIONAL DEL PASTO CUBA-22 CON
ABONAMIENTO DE PORQUINAZA, AMAZONAS, 2023.**

Autora: Bach. Karina Tauma Guiop

Asesor: Dr. Raúl Rabanal Oyarce

Registro: (...)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis Padres por su apoyo incondicional, a lo largo de mi formación profesional, también a cada uno de mis docentes por aportar sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por la vida y la salud, mi familia, la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología (FIZAB), al asesor Dr. Raúl Rabanal Oyarce por su orientación para el desarrollo de la investigación.

Al Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología (LABNUT) por las facilidades brindadas. Al Ph.D. Ives Julian Yoplac Tafur y la Ing. Flor Lidomira Mejía Risco por su apoyo en el proyecto de tesis.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. Jorge Luis Maicelo Quintana

RECTOR

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. María Nelly Luján Espinoza

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Dr. Segundo José Zamora Huamán

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA,
BIOTECNOLOGÍA, AGRONEGOCIOS Y CIENCIA DE DATOS**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

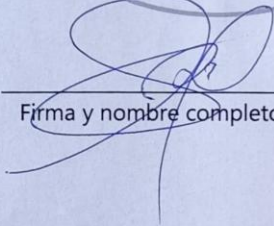
ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (x)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Evaluación de biomasa y calidad nutricional del pasto Cubu-22 con abonamiento de purquiñaza Amazonas, 2023; del egresado Bach. Karina Tauma Guiop de la Facultad de Ingeniería Zootecnista Agronegocios y Biotecnología. Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnista de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

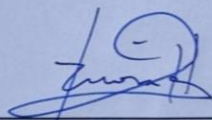
Chachapoyas, 11 de Abril de 2024


Firma y nombre completo del Asesor



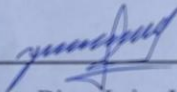
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



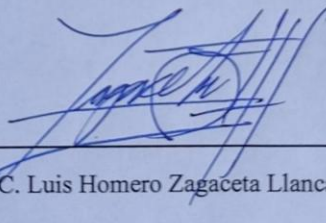
Dr. Segundo José Zamora Huamán

Presidente



Dra. Yoany Diana Leiva Villanueva

Secretario



MSc. Luis Homero Zagaceta Llanca

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Evaluación de biomasa y calidad nutricional del pasto Cuba-22
con abonamiento de porquiñaza, Amazonas, 2023.

presentada por el estudiante ()/egresado (x) Karina Tawma Guiop

de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnista

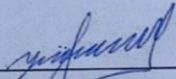
con correo electrónico institucional 7307380832@untrm.edu.com

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

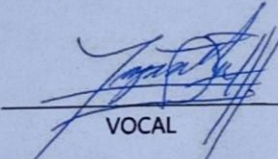
- La citada Tesis tiene 20 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 25 de Noviembre del 2024


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

REPORTE DE SIMILITUD

EVALUACIÓN DE BIOMASA Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO CUBA-22 CON ABONAMIENTO DE PORQUINAZA, AMAZONAS, 2023.

INDICADOR DE ORIGINALIDAD

20% INDICE DE SIMILITUD	20% FUENTES DE INTERNET	7% PUBLICACIONES	10% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas Trabajo del estudiante	2%
3	repositoriodigital.ipn.mx Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	repository.ut.edu.co Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	cenida.una.edu.ni Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1%


SEBASTIÁN JOSÉ
ZAMORA HUAMAN
40524272

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 11 de Diciembre del año 2024, siendo las 04:00 pm horas, el aspirante: Bach. Karina Tauma Guio, asesorado por Dr. Raúl Rabanal Oyace defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Evaluación de biomasa y calidad nutricional del pasto Cuba-22 con abonamiento de porquinaza, Amazonas, 2023., para obtener el Título Profesional de Ingeniera Zootecnista, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Segundo José Zamora Huamán

Secretario: Dr. Yeany Diana Leiva Villanueva

Vocal: M. Sc. Luis Homero Zagaceta Hanco

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría ()

Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 04:50 pm horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	v
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	vi
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	vii
REPORTE DE SIMILITUD	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MATERIALES Y MÉTODOS	19
2.1. Lugar de estudio.....	19
2.2. Población, muestra y muestreo	20
2.2.1. Población	20
2.2.2. Muestra	20
2.2.3. Muestreo	20
2.3. Métodos	20
2.3.1. Tipo de investigación.....	20
2.3.2. Área de estudio	21
2.3.3. Preparación, siembra y corte del pasto Cuba 22.....	21
2.3.4. Análisis de rendimiento	24
2.3.5. Análisis bromatológico	25
2.4. Análisis de datos.....	28
III. RESULTADOS	28
3.1. Fertilización del pasto Cuba 22	28
3.2. Análisis de rendimiento del pasto cuba 22	29
3.2.1. Rendimiento de biomasa fresca del pasto Cuba 22	29

3.2.2. Rendimiento de biomasa seca del pasto Cuba 22.....	30
3.2.3. Rendimiento de materia seca del pasto Cuba 22.....	31
3.2.4. Altura de planta del pasto Cuba 22	32
3.3. Análisis bromatológico	34
3.3.1. Proteína cruda	34
3.3.2. Fibra detergente neutro	35
3.3.3. Fibra detergente ácida.....	36
3.3.4. Energía Bruta	37
3.3.1. Cenizas	38
IV. DISCUSIÓN	40
4.1. Fertilización del pasto Cuba 22	40
4.2. Rendimiento de materia seca y biomasa fresca del pasto Cuba 22.....	40
4.3. Altura de planta.....	41
4.4. Composición nutricional.....	41
V. CONCLUSIONES	44
VI. RECOMENDACIONES.....	45
VII. REFERENCIAS.....	46
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dosis calculadas para la corrección de suelos en la fertilización de Cuba 22 .	29
Tabla 2. Valores de materia seca (%), biomasa fresca (kg/m ²), biomasa seca (kg/ha) y altura de planta (m) del pasto Cuba 22	34
Tabla 3. Valores del análisis bromatológico del pasto Cuba 22	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación experimental.....	19
Figura 2. Esquemización de la distribución de plantas del experimento.....	21
Figura 3. Rendimiento de biomasa fresca del pasto Cuba 22.....	30
Figura 4. Rendimiento de biomasa seca del pasto Cuba 22	31
Figura 5. Rendimiento de materia seca.....	32
Figura 6. Altura de planta del pasto Cuba 22	33
Figura 7. Porcentaje de proteína cruda	35
Figura 8. Porcentaje de FDN	36
Figura 9. Porcentaje de FDA	37
Figura 10. Energía bruta	38
Figura 11. Porcentaje de cenizas	39

RESUMEN

El pasto Cuba 22 es un híbrido de alto potencial forrajero aprovechado en la alimentación animal. Debido a la importancia de mejorar el rendimiento y calidad en los pastos se emplean diversos métodos para la fertilización como el uso de porquinaza. El objetivo del estudio fue analizar la influencia de la porquinaza en el rendimiento de biomasa y calidad nutricional del pasto Cuba-22, en dos edades de corte (45 y 60 días). Se evaluaron cuatro tratamientos: sin fertilizante, corrección de suelos y dos niveles de porquinaza; obteniendo diferencias ($p < 0.05$) en altura de planta, biomasa fresca, biomasa seca, FDN, FDA y EB con la fertilización de porquinaza. Por otro lado la edad de corte de 45 días fue de menor rendimiento en MS (10.10%), biomasa fresca (6.31 kg/m²), biomasa seca (1.16 kg/m²), altura de planta (1.16 m), cenizas (15.76%), FDN (60.76%), FDA (37.28%) y EB (3468.32 kcal/kg); mientras que la edad de corte de 60 días fue de mayor rendimiento en MS (12.05%), biomasa fresca (8.70 kg/m²), biomasa seca (1.04 kg/m²), altura de planta (1.43 m), cenizas (15.99%), FDN (64.69%), FDA (42.51%) y EB (3616.89 kcal/kg). Asimismo, se identificó diferencias en PC donde el corte a 45 días (16.03%) fue mayor a los 60 días (13.24%), debido a la disminución de la actividad metabólica ante los diferentes cortes. Finalmente se evidencia a la porquinaza como un fertilizante orgánico viable, así como el efecto de las edades de corte en el rendimiento del pasto.

Palabras clave: bromatología, edad de corte, fertilización, rendimiento.

ABSTRACT

Cuba 22 grass is a hybrid of high forage potential used in animal feed. Due to the importance of improving the yield and quality of pastures, several fertilization methods are used, such as the use of porquinaza. The objective of this study was to analyze the influence of porquinaza on biomass yield and nutritional quality of Cuba-22 pasture at two cutting ages (45 and 60 days). Four treatments were evaluated, without fertilizer, soil correction and two levels of porquinaza; obtaining differences ($p < 0.05$) in plant height, fresh biomass, dry biomass, NDF, FDA and EB with porquinaza fertilization. On the other hand, the cutting age of 45 days was lower in DM yield (10.10%), fresh biomass (6.31 kg/m²), dry biomass (1.16 kg/m²), plant height (1.16 m), ash (15.76%), FDN (60.76%), FDA (37.28%) and EB (3468.32 kcal/kg); while the 60-day cutting age was higher in DM (12.05%), fresh biomass (8.7 kg/m²), dry biomass (1.04 kg/m²), plant height (1.43 m), ash (15.99%), NDF (64.69%), FDA (42.51%) and EB (3616.89 kcal/kg). Likewise, differences in PB were identified, where the 45-day cut (16.03%) was higher than the 60-day cut (13.24%), due to the decrease in metabolic activity at the different cuts. Finally, porquinaza was shown to be a viable organic fertilizer, as well as the effect of cutting ages on grass yield.

Keywords: bromatology, cutting age, fertilization, yield.

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas productivos de leche y carne, se basan en el uso de forrajes como principal fuente de alimentación, debido a ello se buscan diferentes alternativas de productividad, en pastos tipo gramíneas, los pastos de corte de gran densidad en cantidad forrajera y calidad nutricional, con la finalidad de que estos puedan cubrir las diversas demandas alimenticias (Rodríguez & Herrera, 2021).

Durante la década de 1980, el pasto king grass (*Pennisetum purpureum*) se utilizó como modelo vegetal donador en proyectos de mejoramiento vegetal, el cual mediante cultivo celular y siembra *in vitro* se seleccionaron poblaciones usando métodos de transformación dando origen a clones de interés, mediante selección destacaron el pasto Cuba CT-115 por su corto tamaño y el pasto Cuba CT-169 por su elevado tamaño y breve desarrollo (Febles et al., 2007; Herrera, 2009). El clon Cuba CT-169 se empleó en programas de mejoramiento genético, donde surgió el pasto Cuba OM-22 híbrido de *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* cruzamiento entre Cuba CT-169 y el cultivar de millo perla Tifton Late (*Pennisetum glaucum*), de la Universidad de Georgia, Estados Unidos (Martínez & Tuero, 2010).

El pasto Cuba OM-22 o Cuba 22 está considerado como una especie vegetal de destacado crecimiento caracterizado por sus hojas anchas y glabras, además de su alta generación de hojas en meses fríos (Leyva et al., 2020), además se registra por tener una alta concentración de nutrientes, biomasa y ser una adecuada alternativa para los bancos forrajeros (Rojas & Suárez, 2023), como también su adaptación a climas cálidos, exigencia de nutrientes en el suelo y requerimiento de riego (León-Ramírez & Cardona-Agredo, 2015). De la misma manera este pasto se destaca por su efecto en la producción láctea y palatabilidad para los animales (Hurtado et al., 2022).

Según Rivas Avellán & Vera Mera (2023), el pasto Cuba 22 en conjunto con otros pastos como Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), tienen alta degradación y digestibilidad en rumiantes favoreciendo a los microorganismos de la flora digestiva de un rumiante, a su vez de registrar una cantidad de biomasa de 14.55 kg/m² y una alta tasa nutricional en sus compuestos.

La fertilización y abonamiento son factores importantes para la producción de pastos, pero en la actualidad son muy limitados por los altos costos y desconocimiento en técnicas de incorporación de nutrientes al suelo por parte de los productores ganaderos (Montes-Rojas et al., 2020). Siendo el pasto Cuba-22 con una demanda en cantidades considerables de

nutrientes para su desarrollo (Miranda et al., 2012). Según Caballero et al., (2023), demanda mucha absorción en fósforo (P) y potasio (K), dependiendo la condición del suelo.

La porquinaza es la composición de heces de cerdos, además de orina, alimento desperdiciado al comer, agua derramada de los bebederos, pajilla de arroz y una mínima cantidad de tierra, la cual es destinada a la formación de residuos sólidos (Quintana et al., 2004). Sin embargo, su uso como fertilizante orgánico permite un mejor aprovechamiento de sus nutrientes, siendo que es una fuente rica en nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica (Ayala et al., 2020). Existen reportes sobre el uso de la porquinaza como fertilizante, el cual ha permitido un incremento en el rendimiento productivo de pastos y forrajes (Bardales-Dávila, 2020). Debido a ello se intenta usar medios de abonamiento como los abonos orgánicos para cumplir los requerimientos nutricionales del pasto.

Según Gallo & Gallo (2016), en su evaluación de purines con residuos de cerdos es descrito como un estiércol rico en nutrientes, debido a la asimilación de un 33% de proteína, siendo el nitrógeno el menos absorbido con registros de 16% proveniente de las excretas, 51% de la orina y 34% como gases, donde el 32% es de fácil complemento al suelo.

Asimismo Orrala-Aquino (2021), resalta la problemática de los métodos actuales en la gestión y manejo de residuos sólidos en su efecto con el medio ambiente, afirmando su uso bajo el sistema animal-pasto-producto, para la fertilización de pastos de manera orgánica como una base positiva en la ganadería lechera.

La investigación de Moreno-Ayala & Cadillo-Castro (2018), en una evaluación de los beneficios de porquinaza en maíz chala en comparación de abonos industriales resultó en diferencias no significativas ($p > 0.05$), pero un mejor rendimiento con el estiércol porcino de 1.08 kg en el peso fresco y 73.8 t/ha, a su vez de una mejora fisicoquímica post cosecha del suelo de 2.56 % de materia orgánica (MO), 59.4 ppm de fósforo y 230 ppm de potasio, de la misma manera un valor de beneficio – costo de S/.4 270.40, siendo la opción más rentable.

Para Jara-Estela (2022), en una evaluación de Cuba 22 con el uso de abonos inorgánicos y orgánicos (gallinaza), la relación en producción de biomasa, así como el desarrollo de hojas y tallos, fueron mayores con la aplicación de ambos abonos, pero no se encontró relación entre la frecuencia de cortes y la composición nutricional del mismo.

Un factor de interés productivo en los pastos son las épocas de cortes, los cuales modulan la dinámica de crecimiento, así como los valores nutricionales y el rendimiento de biomasa en un

pasto (Pereira et al., 2020), de la misma manera es un constituyente apropiado para la elaboración de estrategias de consumo animal, así como evitar la degradación de suelos ante cortes muy frecuentes (Otgontuya et al., 2019). Según Rojas & Suárez (2023), los cortes en edades tempranas en el pasto Cuba 22, hay mayor presencia de clorofila y proteína cruda, por otro lado a edades de corte más tardías existe mayor biomasa.

Morocho et al. (2023), en una evaluación del pasto Cuba 22 sometido a tres etapas de corte (30, 45 y 60 días) en las valoraciones agronómicas, encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las características agronómicas estudiadas, siendo el periodo de 60 días el de mayor biomasa y el de 30 días el de mayor valor nutricional, reiterando la existencia productiva y funcional del pasto.

En la actualidad se desconoce con exactitud sobre la producción de biomasa en el pasto Cuba 22, así como su valor nutricional exacto (Horak-Loya et al., 2018), la cual es una limitante al momento de alimentar a los animales teniendo problemas en la producción cárnica y lechera. Por otro lado, el manejo de estiércol animal es motivo de debate ante su impacto sobre el ambiente, la cual busca alternativas de uso orgánico ante sus propiedades de abonamiento en pasturas (Loyon, 2018)

La región Amazonas tiene potencial ganadero, contando con grandes cantidades de extensiones pastoriles y agrícolas (Escobar et al., 2021). La investigación se realizó en el distrito de Jazán, provincia de Bongará, Amazonas, a una altitud de 1299 m.s.n.m., con temperaturas promedio de 21.1 °C. La población fue constituida por ocho parcelas de pasto Cuba 22, cada muestra estaba conformada por 65 plantas por parcela, donde se evaluaron variables como rendimiento de biomasa fresca y seca, materia seca, altura de planta, composición nutricional. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar para la experimentación. Se realizó un análisis del suelo para determinar los requerimientos de fertilizante, permitiendo la corrección del suelo. Se obtuvo diferencias significativas en el rendimiento de biomasa fresca y seca, altura de planta y composición nutricional entre los tratamientos de abonamiento y edades de corte. Los tratamientos con abonamiento orgánico obtuvieron mejores resultados en general. Los resultados se analizaron estadísticamente y se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y edades de corte en todas las variables evaluadas.

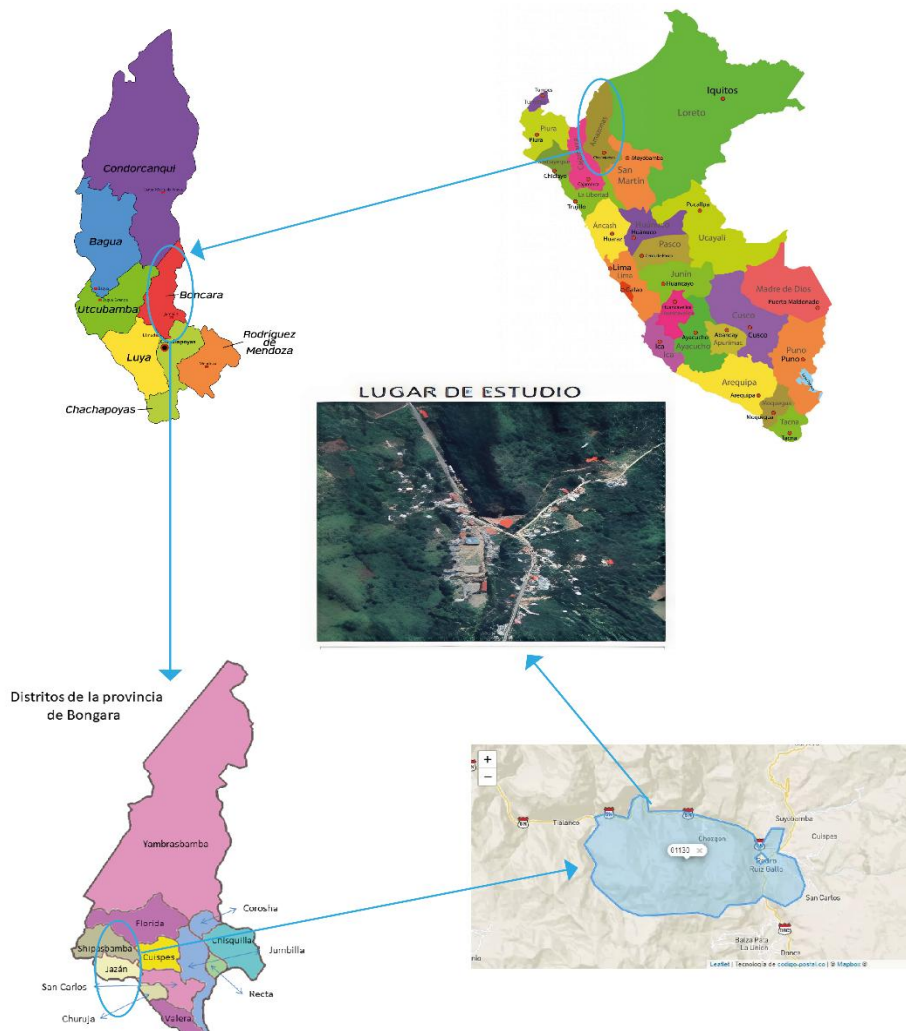
II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de estudio

La investigación se desarrolló en el distrito de Jazán, provincia de Bongará, Amazonas (Figura 1), cuyo clima es templado-cálido, a una altitud de 1299 m.s.n.m., latitud 05°56'31" Sur y longitud 77°58'50" Oeste (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017), cuenta con una superficie territorial de 89.00 km², una precipitación de 776 mm/año y una temperatura de 21.1 °C promedio (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú., 2023).

Figura 1

Ubicación Experimental



La investigación se efectuó en 2 fases, la primera fase fue de campo, la cual se desarrolló en la parcela ubicada en Jazán – Pedro Ruiz, Amazonas, y la segunda fase fue de laboratorio, en las instalaciones del Laboratorio de Nutrición Animal

y Bromatología de Alimentos (LABNUT) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM).

2.2. Población, muestra y muestreo

2.2.1. Población

Estuvo constituida por 8 parcelas del pasto Cuba-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*).

2.2.2. Muestra

La muestra estaba conformada por 65 plantas por parcela, comprendida por el tallo y hojas del pasto Cuba-22, con cortes a la edad de 45 y 60 días. Se obtuvo de un área de 1m² mediante selección aleatoria dentro de las parcelas de investigación.

2.2.3. Muestreo

El muestreo empleado para cada bloque y tratamiento fue aleatorio simple, utilizando un área de 1m² de cada parcela de investigación.

2.3. Métodos

2.3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental, donde se manipularon las variables mediante un DBCA (Diseño de bloques completamente al azar) siendo el factor A, los tratamientos y testigo, donde los tratamientos fueron las dosis de abonamiento orgánico con porquinaza basados en los niveles recomendados por Maya et al.(2018) de 0.5 kg y 1 kg de porquinaza y la fertilización química corregido según el análisis de suelos (Anexo 1) y los requerimientos del pasto, de la misma manera el factor Bloque fue la edad de corte en 45 (B1) y 60 (B2) días, con un total de 8 repeticiones:

T0: Testigo (Terreno sin fertilización)

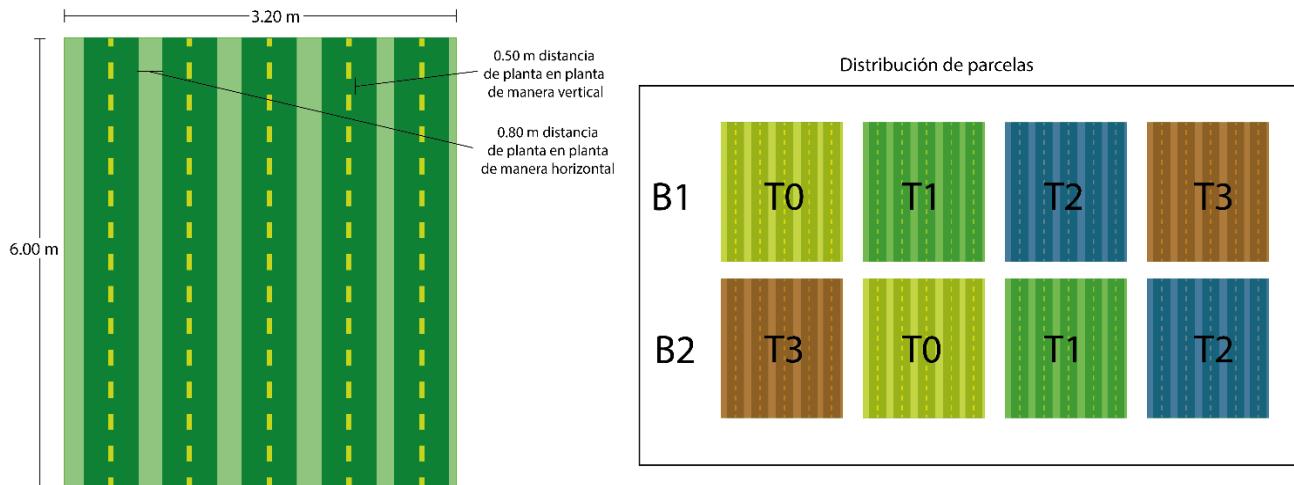
T1: Suelo con corrección de nutrientes según análisis de suelo (Anexo 1) y requerimientos del pasto (N=150 kg/ha, P=45 kg/ha, K=60 kg/ha).

T2: 0.5 kg de porquinaza por planta (Suelo sin corrección).

T3: 1.0 kg de porquinaza por planta (Suelo sin corrección).

Figura 2

Esquemática de la distribución de plantas del experimento



2.3.2. Área de estudio

La instalación de las parcelas de investigación fue en un área total de 209.35 m² formado por 8 parcelas, con dimensiones de 3.2 m x 6 m y distancias entre parcelas de 0.5 m.

2.3.3. Preparación, siembra y corte del pasto Cuba 22

a. Identificación del terreno

Se trazó el área a trabajar utilizando una cinta métrica, posteriormente se procedió a la limpieza vegetal existente, con la ayuda de herramientas de labranza (machete y lampa), dejando un área limpia para labranza.

b. Procedimiento de toma de muestra de suelos

Para este proceso se utilizaron materiales y equipos como cuaderno de apuntes, cuchillo, regla, estaca, bolsa de plástico tipo chequera y palas. Se tomaron las muestras de suelo después de limpiar y eliminar vegetación u otros materiales distintos de las tierras de siembra.

Con el uso de una pala se realizó una excavación en forma de “V”, a una profundidad de 30 cm donde se extrajo un terrón de tierra, la cual con ayuda de un cuchillo se adquirió una submuestra, para después mezclar homogéneamente en un balde.

Luego se recolectó una porción aproximada de 1 kg de toda la muestra, se colocó en bolsas de polietileno y se aseguró, para su etiquetado, para después ser llevado al Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas (LABISAG) de la UNTRM donde se realizó el análisis de suelos con caracterización de fertilidad (nitrógeno, fósforo, potasio, carbono, pH, materia orgánica, cenizas) y clase textural. La cual permitió realizar una oportuna corrección del suelo.

c. Obtención de porquinaza

La porquinaza es una fuente alta en nitrógeno cuya aplicación puede ser líquida o sólida, donde su uso en pastos perennes muchas veces satisfacen las necesidades nutricionales (Lasisi et al., 2018). La porquinaza en este estudio, fue procedente de un almacén de estiércol de una crianza de cerdos en sistema de cama profunda.

d. Preparación del terreno

La preparación del suelo fue de manera mecánica con el uso de herramientas manuales como lampas y picos con una profundidad aproximada de 30 cm, con dos repeticiones cada 15 días, culminado el tiempo de labranza, se dividieron las parcelas en 4 secciones con una repetición en cada una, cuyas dimensiones fueron de 3.20 m de ancho x 6.00 m de largo cada una, con 3 pasadizos de forma vertical de 0.50 m y 5 pasadizos de forma horizontal de 0.80 m, para posteriormente realizar la fertilización del pasto Cuba 22 según las recomendaciones de Molina & Moreno (2007).

e. Fertilización

Para la fertilización se consideraron los requerimientos del pasto Cuba 22 similar a los usados por Cerdas-Ramírez et al. (2021), los valores aproximados fueron de nitrógeno=150 kg/ha, fósforo=45 kg/ha y potasio 60 kg/ha.

Con los resultados del análisis de suelos mediante cálculos y ecuaciones de peso de suelo (i; Cuesta & Villanueva (2005)) y dosis de fertilizante (ii; Pezo & García (2018)), se calculó las cantidades de nutrientes y porciones requeridas para fertilizar. Los fertilizantes usados en este estudio fueron superfosfato triple y urea.

(i) $\text{Peso de suelo (ha)} = 10000(\text{m}^2) \times \text{Profundidad efectiva (m)} \times \text{Densidad aparente} \times 1000\text{g}$

(ii) $\text{Dosis de fertilización} = \frac{\text{Demanda de nutriente} - \text{Aporte del suelo}}{\text{Eficiencia del fertilizante}}$

f. Selección de esquejes y siembra

Los esquejes del pasto Cuba 22 se seleccionaron de una parcela del mismo lugar, con una edad de 7 meses de madurez después del primer corte, la semilla fue cortada con dos nudos, la siembra se efectuó en cada lote y se ubicó la semilla en forma horizontal en surcos y tapado con 5 cm de tierra (Clavijo, 2016). Se usaron un total de 65 esquejes plantados por parcela.

g. Fertilización y deshierbe

El abonamiento con porquinaza se realizó al momento de la siembra de los esquejes de acuerdo a los tratamientos y la deficiencia del suelo, recomendado por FAO (2002), donde el abonamiento durante la siembra ayudará a la planta a utilizar los nutrientes cuando esta lo requiera en su etapa de crecimiento, además de asegurar que las raíces se desarrollen más ampliamente.

El deshierbo se realizó de acuerdo a la presencia de malezas, proceso importante en el cultivo para evitar competencia por los nutrientes entre plantas y así facilitar el crecimiento del pasto de interés.

h. Riego y cortes

Las necesidades hídricas fueron cubiertas mediante el riego por aspersión debido a ser asequible y fácil de instalar permitiendo una distribución uniforme del agua.

Mediante las recomendaciones de Clavijo (2016), se permitió un tiempo de instalación de 90 días después de la siembra, el cual terminó con el corte total de todas las parcelas, lo que permitió el desarrollo de las plantas en forma homogénea, a partir de ese momento se contaron los días para los cortes de la pastura a los 45 y 60 días, para después ser preparadas y llevadas a laboratorio para un análisis bromatológico.

i. Recojo de muestras de pasto

Se usaron materiales y equipos como hoces, cinta métrica, estacas de madera y bolsas. Después del corte de establecimiento se contaron 45 días del pasto Cuba-22, con una cinta métrica y cuatro estacas se tomó pasto de un área de 1 m² al azar, en las 4 parcelas de cada tratamiento (Clavijo, 2016). Luego se separaron 4 kg, cada una en una bolsa de 1kg de pasto de cada parcela, con su respectiva identificación conformada por el número de la parcela, tratamiento, días de corte y fecha. A los 60 días de desarrollo del pasto Cuba 22 se repitió el mismo procedimiento, para su posterior análisis nutricional en laboratorio.

2.3.4. Análisis de rendimiento

a. Rendimiento de biomasa fresca

La muestra recogida del área de cada tratamiento fue pesada para obtener el rendimiento de biomasa fresca en m² según lo detallado por Castillo et al (2019).

% MF=100% peso total de la muestra

b. Rendimiento de biomasa seca

Este parámetro nos permite la cuantificación de materia seca en un área determinada, este parámetro se consigue mediante la relación de la materia seca con la cantidad de biomasa fresca (Dios-León, 2017).

$$\% \text{ MS} = 100 - \% \text{ humedad}$$

c. Altura de planta

Con el uso de una cinta métrica antes de realizar el corte de planta se midió la base del tallo hasta la última hoja de planta (Castillo et al., 2019).

2.3.5. Análisis bromatológico

Los procesos de análisis bromatológico del pasto Cuba 22, se realizaron en base al protocolo de la AOAC (1990).

a. Determinación de materia seca (MS)

Las mediciones de MS se determinaron cuantificando la humedad donde se usó una estufa (UN30, Memmert, Alemania) a una temperatura de 105°C durante 24 h. El proceso consistió en pesar 100 gramos de muestra homogenizada, transferir la muestra al horno y pesar después de 24 horas, para luego determinar la humedad (%) y sequedad con las siguientes fórmulas (AOAC 701.01).

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(W1 + W2) - W3}{W2} \times 100$$

W1: Peso de la cápsula vacía y tapa (gr)

W2: Peso de la muestra antes del secado (gr)

W3: Peso de la cápsula con tapa y muestra desecada (gr)

$$\% \text{ MS} = 100 - \% \text{ humedad}$$

b. Determinación de proteína cruda (PC)

La proteína cruda se determinó mediante el método de Kjeldahl, donde a un gramo de muestra se procesó en tres etapas: digestión, destilación y titulación, el cual el nitrógeno total se consiguió mediante la siguiente fórmula (AOAC 976.05).

$$\% \text{ Proteína total} = \frac{(P2)}{P0} \times 100 \times F$$

P2: Nitrógeno en mg

P0: Peso de la muestra en mg

F: Factor proteico (6.25)

NITRÓGENO (mg)=14 x Volumen HCl (ml) x Normalidad

c. Determinación de fibra detergente neutra (FDN)

La determinación de FDN se realizó mediante el Analizador de Fibras ANKOM (ANKOM A200, EE.UU) según el Método Oficial de Análisis AOAC 15 y el protocolo de Van Soest et al. (1991) de acuerdo con INTE-ISO/IEC 17025:2005 AOAC (1990).

$$\% \text{ FDN (tal cual)} = \frac{(W3 - (W1 \times C1)) \times 100}{W2}$$

$$\% \text{ FDN (materia seca)} = \frac{(W3 - (W1 \times C1)) \times 100}{W2 \times MS}$$

$$\% \text{ FDN (ceniza, materia seca)} = \frac{(W4 - (W1 \times C2)) \times 100}{W2 \times MS}$$

W1: Peso de la bolsa-filtro

W2: Peso de la muestra

W3: Peso después de la extracción

W4: Peso de la materia orgánica (pérdida de peso después de la ignición de la bolsa filtro y el residuo de fibra)

C1: Corrección de la bolsa vacía (peso final de la bolsa después de secar en estufa/peso de la bolsa original).

C2: Bolsa con corrección de ceniza (pérdida de peso después de la ignición de la bolsa filtrante)

MS: Materia seca.

d. Determinación de fibra detergente ácida (FDA)

La determinación de FDA se realizó mediante el Analizador de Fibras ANKOM (ANKOM A200, EE. UU) según el Método Oficial de Análisis AOAC y el protocolo propuesto por Van Soest et al. (1991) de acuerdo con INTE-ISO/IEC 17025:2005 AOAC (1990).

$$\% \text{ FDA (tal cual)} = \frac{(W3 - (W1 \times C1)) \times 100}{W2}$$

$$\% \text{ FDA (Materia Seca)} = \frac{(W3 - (W1 \times C1)) \times 100}{W2 \times MS}$$

$$\% \text{ FDA (Ceniza, Materia Seca)} = \frac{(W4 - (W1 \times C2)) \times 100}{W2 \times MS}$$

W1: Peso de la bolsa filtrante tarada

W2: Peso de la muestra

W3: Peso después de la extracción

W4: Peso de la materia orgánica (pérdida de peso después de la ignición de la bolsa-filtro y el residuo de fibra)

C1: Corrección de la bolsa vacía (peso final de la bolsa después de secar en estufa/peso de la bolsa original).

C2: Bolsa-filtro con corrección de ceniza (pérdida de peso después de la ignición de la bolsa vacía)

MS: Materia seca

e. Determinación de energía bruta (EB)

La determinación de EB se usó la metodología de calorimetría, con el uso de un equipo calorímetro Isoperibólico 6200, modelo 6200 estilo 1108 PARR Calorimeter (PARR, USA) donde se determinó este parámetro mediante combustión.

f. Determinación de cenizas

Las cenizas se determinaron eliminando la materia orgánica calentando a 550°C durante 8 h en una mufla (BF51748A-, Thermo Scientific, EE. UU) (AOAC 701.02), para después determinar la composición mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas totales} = \frac{W2 - W0}{W2 - W1} \times 100$$

W2: Peso de la cápsula con ceniza (gr)

W1: Peso de la cápsula con la muestra (gr)

W0: Peso de la cápsula vacía (gr)

2.4. Análisis de datos

La evaluación de la normalidad en los datos y homogeneidad de varianzas se realizó mediante la prueba Shapiro – Wilk ($N < 50$) y Bartlett test respectivamente con un grado de error en 5%. Para el ANOVA se empleó un DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar) siguiendo el modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Media general

α_i = Efecto enésimo del Factor A (Tratamientos)

β_j = Efecto enésimo del Factor Bloqueo (Edad de corte)

ε_{ij} = Es el valor del error

Se encontraron diferencias significativas se compararon las medias usando la prueba de Tukey al 5 %. Los análisis estadísticos se realizaron con el Software R v.4.4.1 (R Core Team, 2024), con el paquete *agricolae* (Mendiburu, 2023) y la visualización de gráficos con el paquete *ggplot2* (Villanueva & Chen, 2019).

III. RESULTADOS

3.1. Fertilización del pasto Cuba 22

El análisis de suelos del lugar de estudio mostró una textura franco arenosa, con un pH de 7.35, cuya composición mecánica fue de 75.4% de arena, 11.9% de limo y 12.7% de arcilla, mientras que la composición nutricional en materia orgánica fue de 7.66%, en macronutrientes fue de 14.74 ppm en fósforo, 174.54 ppm en potasio, 4.44% en carbono, 0.38% nitrógeno y en micronutrientes fue de 7.43 meq/100g en ion de calcio, 1.44 meq/100g en ion de magnesio, 0.42 meq/100g en ion de potasio, 0.15 meq/100g en ion de sodio (Anexo 1). Esta caracterización permitió la cuantificación de los nutrientes que contiene el suelo de estudio, el cual fue usado para el cálculo de requerimiento de fertilizante.

El peso del suelo agrícola calculado fue de 2,120,000 kg/ha y en conjunto con el análisis de suelo, se calculó el aporte de nutrientes del suelo, el cual contenía una contribución de 31.25 kg de fósforo por hectárea (P_2O_5 /ha), 370.02 kg de potasio por hectárea (K_2O /ha) y 8.06 kg de nitrógeno por hectárea (N/ha); resultando en dosis de

fertilizante de 283.89 kg/ha de nitrógeno y 55.00 kg/ha de fósforo, mientras que para el potasio el suelo cubría las necesidades del pasto, siendo el área de estudio en dimensiones de 6 metros largo y 3.2 metros de ancho, se necesitaron dosis de 0.55 kg/m² de nitrógeno y 0.06 kg/parcela de fósforo (Tabla 1), con estos requerimientos se calcularon las cantidades de fertilizante en urea (46-0-0) donde se usó 1.18 kg/parcela y superfosfato triple (0-46-0) se usó 0.13 kg/por parcela para la corrección de suelos.

Tabla 1

Dosis calculadas para la corrección de suelos en la fertilización de Cuba 22

Nutriente	Requerimiento del Pasto Cuba 22 kg/ha	Aporte del suelo kg/ha	Dosis de fertilizante kg/ha	Dosis de fertilizante kg/m²
N	150	8.06	283.89	0.55
P	45	31.25	55.00	0.06
K	60	370.02	-	-

Nota: Los requerimientos del pasto Cuba 22 se obtuvieron de Cerdas-Ramírez et al. (2021)

3.2. Análisis de rendimiento del pasto cuba 22

Los datos de rendimiento obtuvieron un comportamiento normal en datos y residuos del modelo lineal, de la misma manera existe homogeneidad en las varianzas lo que permite una adecuada fiabilidad en el uso de un diseño experimental paramétrico (Anexo 4).

3.2.1. Rendimiento de biomasa fresca del pasto Cuba 22

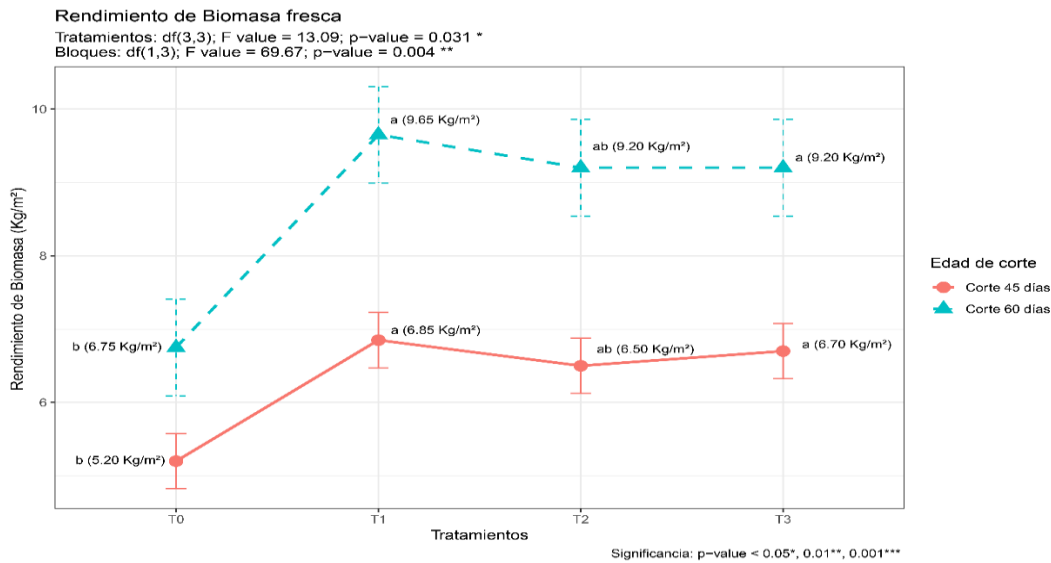
Se identificaron diferencias entre los tratamientos ($p = 0.031 < 0.05$), lo que indica que la fertilización influyó en la producción de biomasa.

A los 45 días, los tratamientos de mayor rendimiento fueron T1 (6.85 kg/m²) y T3 (6.7 kg/m²) (grupo a), por otro lado, T0 (5.2 kg/m²) obtuvo menor rendimiento (grupo b), mientras que el tratamiento T2 (6.5 kg/m²) fue un intermedio entre los tratamientos T1 y T3 (grupo ab). A la edad de corte de los 60 días, los tratamientos de mayor rendimiento fueron T1 , T2 y T3 (grupo a), superando significativamente al T0 (grupo b), representado en la Tabla 2; de

igual manera se determinaron diferencias significativas entre bloques ($p = 0.004 < 0.05$), donde la edad corte a 60 días (8.7 kg/m^2) obtuvo mayor rendimiento y la edad de corte en 45 días (6.31 kg/m^2) obtuvo menor rendimiento (Tabla 2, Figura 3).

Figura 3

Rendimiento de biomasa fresca del pasto Cuba 22

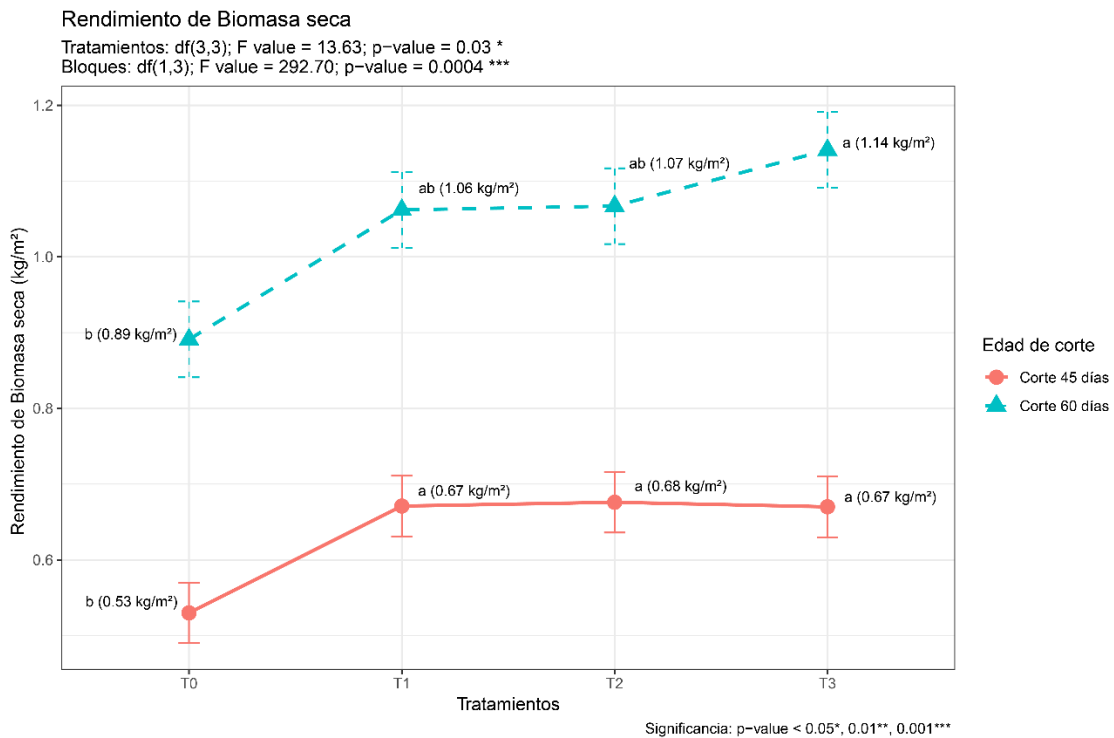


3.2.2. Rendimiento de biomasa seca del pasto Cuba 22

El rendimiento de biomasa seca se calculó usando la MS y biomasa fresca. Se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.03 < 0.05$), donde a la edad de corte en 45 días los tratamientos de mayor rendimiento fueron T1 (0.671 kg/m^2), T2 (0.676 kg/m^2) y T3 (0.670 kg/m^2) (grupo a) y el tratamiento de menor rendimiento fue T0 (0.530 kg/m^2) (grupo b), mientras que para la edad corte a 60 días el tratamiento T3 (1.141 kg/m^2) (grupo a) fue el de mayor rendimiento y el tratamiento T0 (0.891 kg/m^2) (grupo b) fue el de menor rendimiento, mientras que los tratamientos T1 (1.062 kg/m^2) y T2 (1.067 kg/m^2) (grupo ab) fueron intermedios entre los tratamientos T0 y T3; adicionalmente se identificaron diferencias entre las edades de corte ($p = 0.0004 < 0.05$), siendo la edad de corte de 60 días la edad de mayor rendimiento (1.04 kg/m^2), mientras que el corte de 45 días fue de menor rendimiento (0.64 kg/m^2) (Tabla 2, Figura 4).

Figura 4

Rendimiento de biomasa seca del pasto Cuba 22

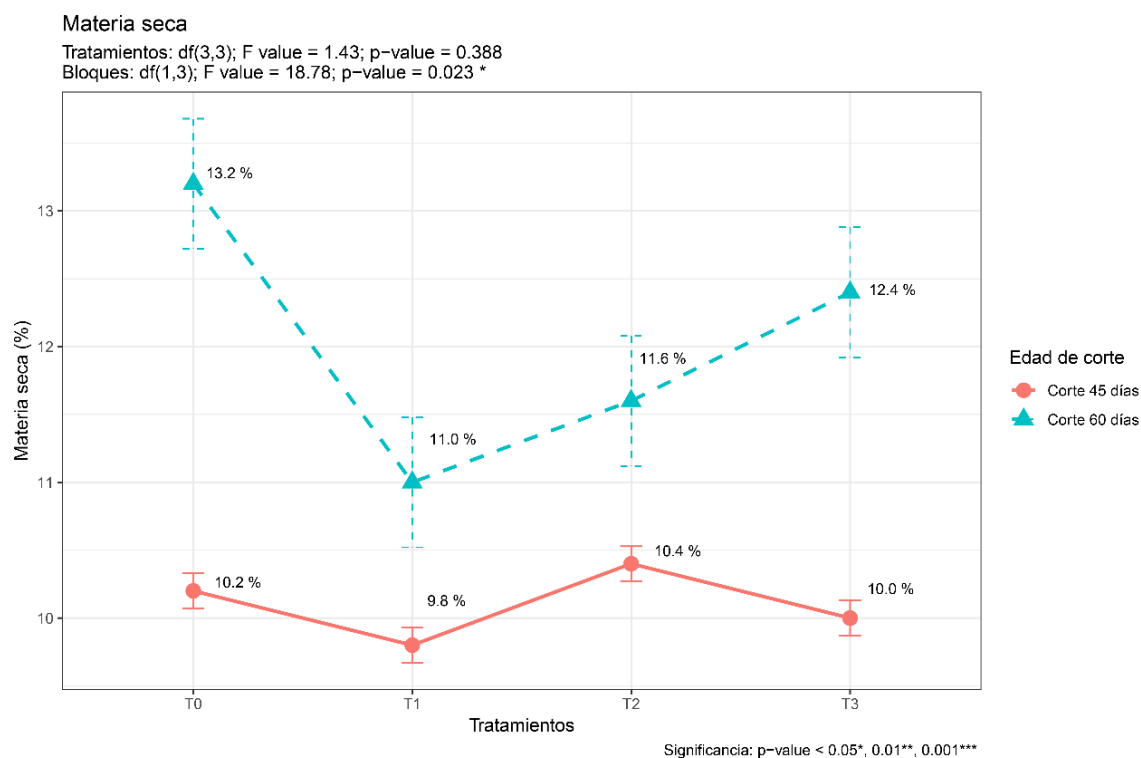


3.2.3. Rendimiento de materia seca del pasto Cuba 22

El rendimiento de MS en la comparación entre tratamientos no identificó diferencias significativas ($p = 0.389 > 0.05$). A los 45 días, los tratamientos destacaron con rendimiento T0 (10.2%), T2(10.4%) y T3(10.0%), mientras el testigo T1 (9.8%) con menor rendimiento. A la edad de corte de 60 días el T0 (13.2%) y T3 (12.4%) no obtuvieron mucha diferencias de rendimiento que los T1 (11.0%) y T2 (11.6%), mientras que existen diferencias significativas entre bloques ($p = 0.023 < 0.05$), donde la edad de corte a 60 días tuvo mayor rendimiento 12.05% y la edad de corte a 45 días tuvo menor rendimiento 10.10% (Tabla 2, Figura 5).

Figura 5

Rendimiento de materia seca



3.2.4. Altura de planta del pasto Cuba 22

La altura de planta se identificaron diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.022 < 0.05$), donde a los 45 días el tratamiento de mayor rendimiento fue T1 (1.35 m)(grupo a), asimismo los tratamientos de menor productividad fueron T2 (1.10 m) y T3 (1.00 m)(grupo b), mientras que el tratamiento T0 (1.20 m) fue intermedio entre los tratamientos T1, T2 y T3 (grupo ab). Al corte de 60 días el T1 (1.62 m) obtuvo mejor resultado, mientras los T0, T2 y T3 obtuvieron menor altura; por otro lado se identificó diferencias significativas en las edades de corte ($p = 0.004 < 0.05$), siendo la edad de corte en 60 días (1.16 m) de mayor altura de planta y la edad de corte en 45 días (1.43 m) fue de menor altura de planta (Tabla 2, Figura 6).

Figura 6

Altura de planta del pasto Cuba 22

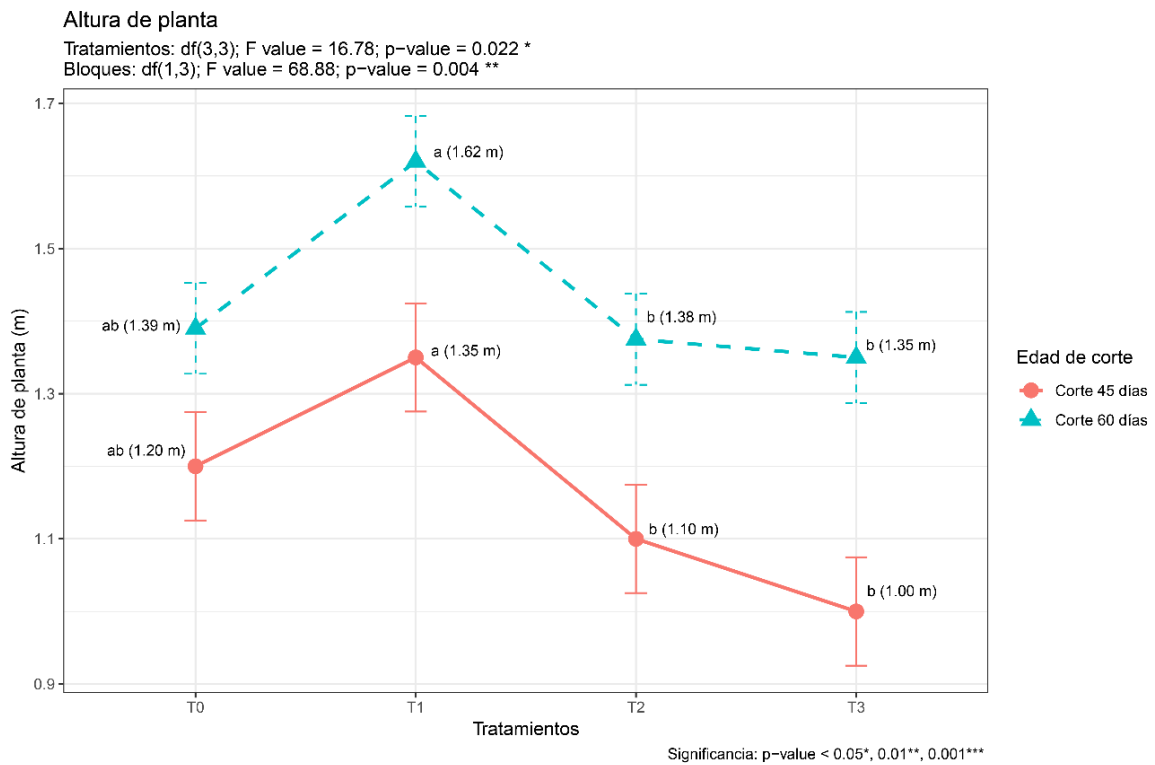


Tabla 2

Valores de materia seca (%), biomasa fresca (kg/m^2), biomasa seca (kg/ha) y altura de planta (m) del pasto Cuba 22

Bloque	Tratamiento	Materia seca (%)	Rendimiento de Biomasa fresca (kg/m^2)	Rendimiento de Biomasa seca (kg/m^2)	Altura de planta (m)
Corte 45 días	T0	10.2	5.2 ^b	0.530 ^b	1.20 ^{ab}
	T1	9.8	6.85 ^a	0.671 ^a	1.35 ^a
	T2	10.4	6.5 ^{ab}	0.676 ^a	1.10 ^b
	T3	10.0	6.7 ^a	0.670 ^a	1.00 ^b
	μ	10.10 %	6.31 kg/m^2	0.64 kg/m^2	1.16 m
Corte 60 días	T0	13.2	6.75 ^b	0.891 ^b	1.39 ^{ab}
	T1	11.0	9.65 ^a	1.062 ^{ab}	1.62 ^a
	T2	11.6	9.20 ^{ab}	1.067 ^{ab}	1.38 ^b
	T3	12.4	9.21 ^a	1.141 ^a	1.35 ^b
	μ	12.05 %	8.7 kg/m^2	1.04 kg/m^2	1.43 m
p – value (Tratamientos)		p>0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05
p – value (Bloques)		p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05

Nota: p-value < 0.05 existen diferencias significativas; p-value > 0.05 no existen diferencias significativas; Las letras minúsculas representan las diferencias entre tratamientos según la prueba Tukey (p<0.05); μ: Promedio.

3.3. Análisis bromatológico

Los datos de las variables bromatológicas obtuvieron un comportamiento normal en datos y residuos del modelo lineal, de la misma manera existe homogeneidad de varianzas lo que permite una adecuada fiabilidad en el uso de un diseño experimental paramétrico (Anexo).

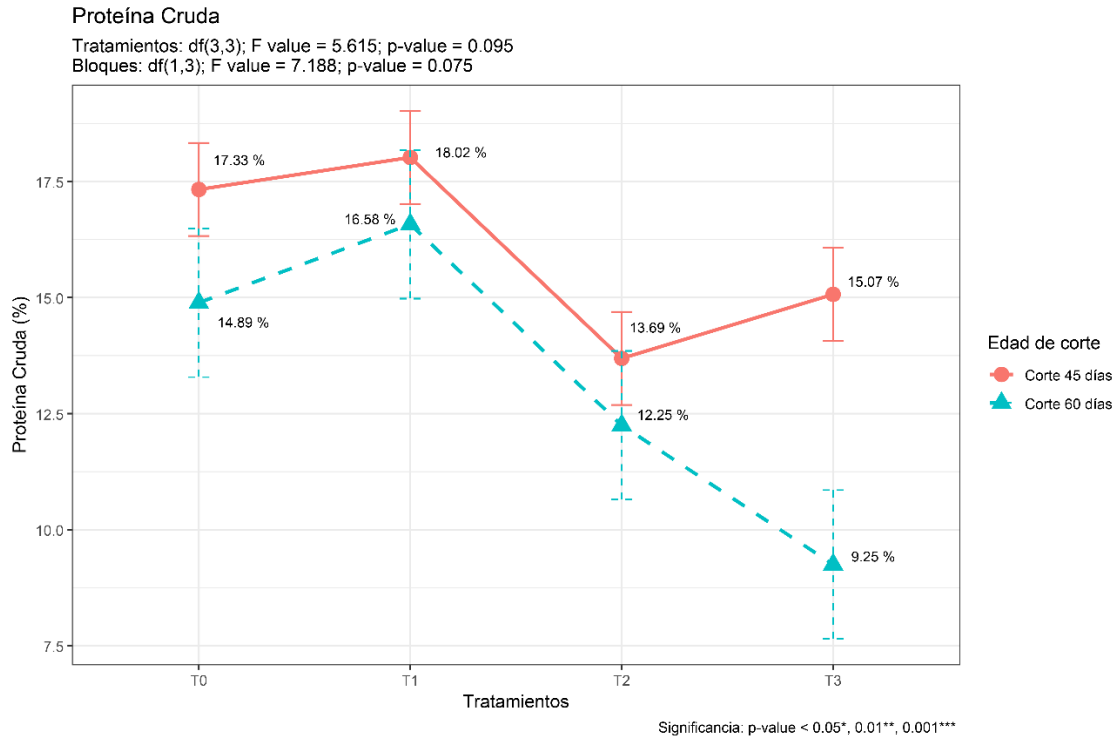
3.3.1. Proteína cruda

La evaluación del porcentaje de PC en las dos edades de corte de 45 días T1 (18.02%) y 60 días T1 (16.58%) obtuvieron mejores resultados con fertilización química, esto se debe por el efecto del fertilizante ya que en el T1 se trabajó con corrección de suelo y de acuerdo a la necesidad del pasto, esto permitió cubrir todas sus necesidades del pasto por lo tanto se obtuvo mejor porcentaje de proteína cruda. Los tratamientos no demostraron diferencias significativas ($p =$

0.095 > 0.05), tampoco en las edades de corte ($p = 0.075 > 0.05$) (Tabla 3, Figura 7).

Figura 7

Porcentaje de proteína cruda

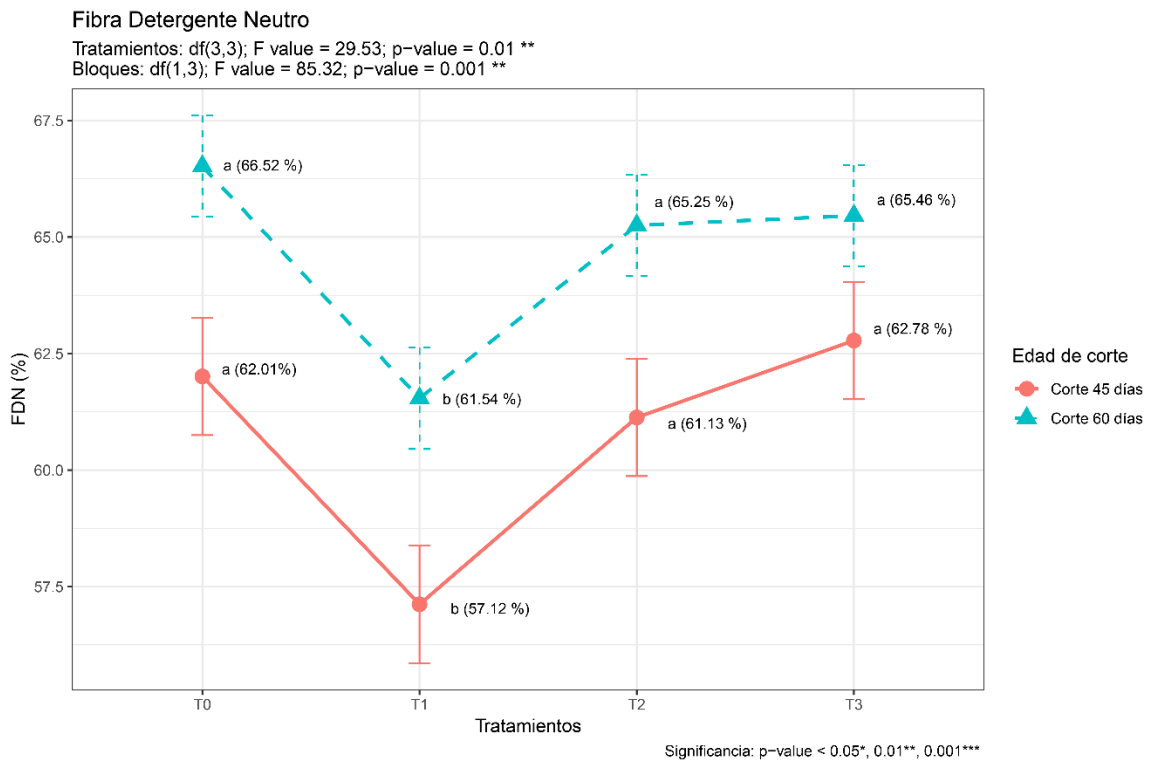


3.3.2. Fibra detergente neutro

Se identificaron diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.009 < 0.05$). La FDN obtuvo porcentajes siendo a los 45 días T0 (62.01%), T2 (61.13%) y T3 (62.78%) (grupo a) los tratamientos de mayor porcentaje de FDN, mientras que el tratamiento T1 (57.12%) obtuvo bajos porcentajes de FDN (grupo b), al corte de los 60 días el T0, T2 y T3 obtuvieron mayor porcentaje y T1 menor rendimiento, por otro lado, las edades de corte tuvieron un efecto significativo ($p = 0.001 < 0.05$), donde la edad de corte a 60 días obtuvo mayores porcentajes de FDN (64.96%), mientras que la edad de corte a 45 días obtuvo un bajo porcentaje de FDN (60.76%) (Tabla 3, Figura 8).

Figura 8

Porcentaje de FDN

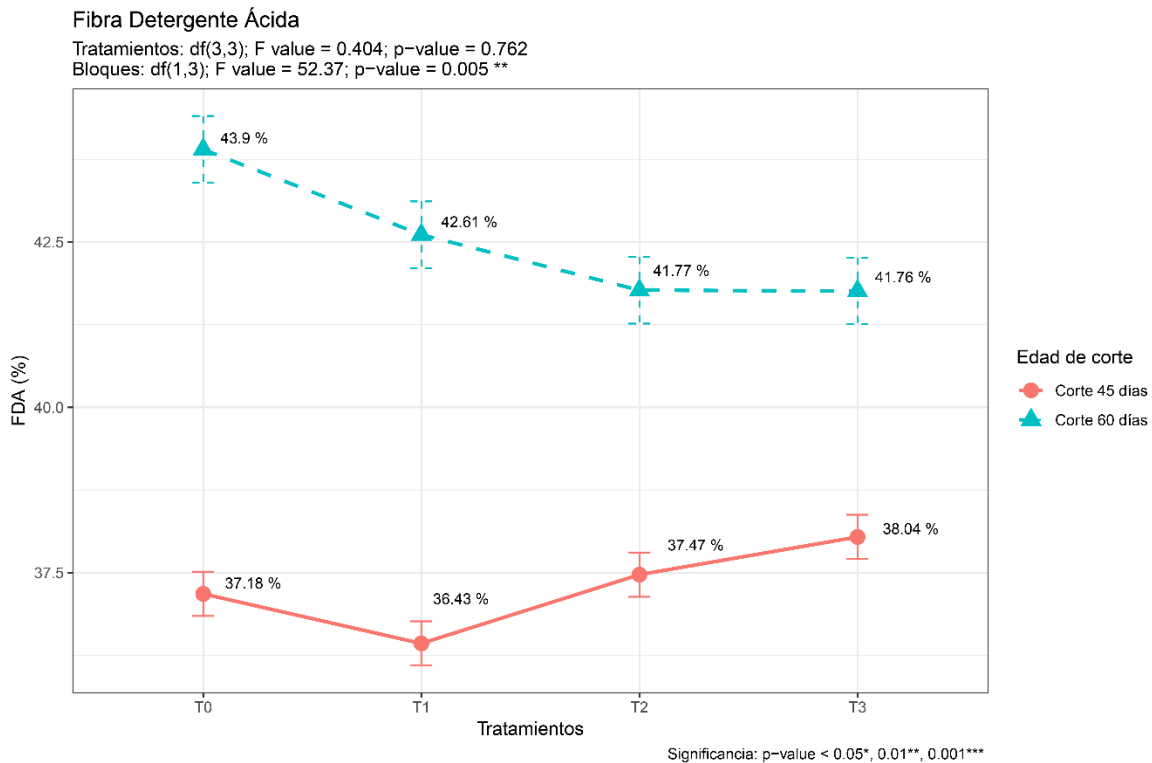


3.3.3. Fibra detergente ácida

Los tratamientos T0, T1, T2 y T3 tanto a los 45 días y 60 días no se mostraron discrepancias relevantes ($p = 0.762 > 0.05$), mientras en las edades de corte se identificaron un efecto significativo ($p = 0.005 < 0.05$), donde el corte a 60 días tuvo mayor rendimiento (42.51%), mientras que el corte a 45 días tuvo un rendimiento más bajo (37.28%) (Tabla 3, Figura 9).

Figura 9

Porcentaje de FDA

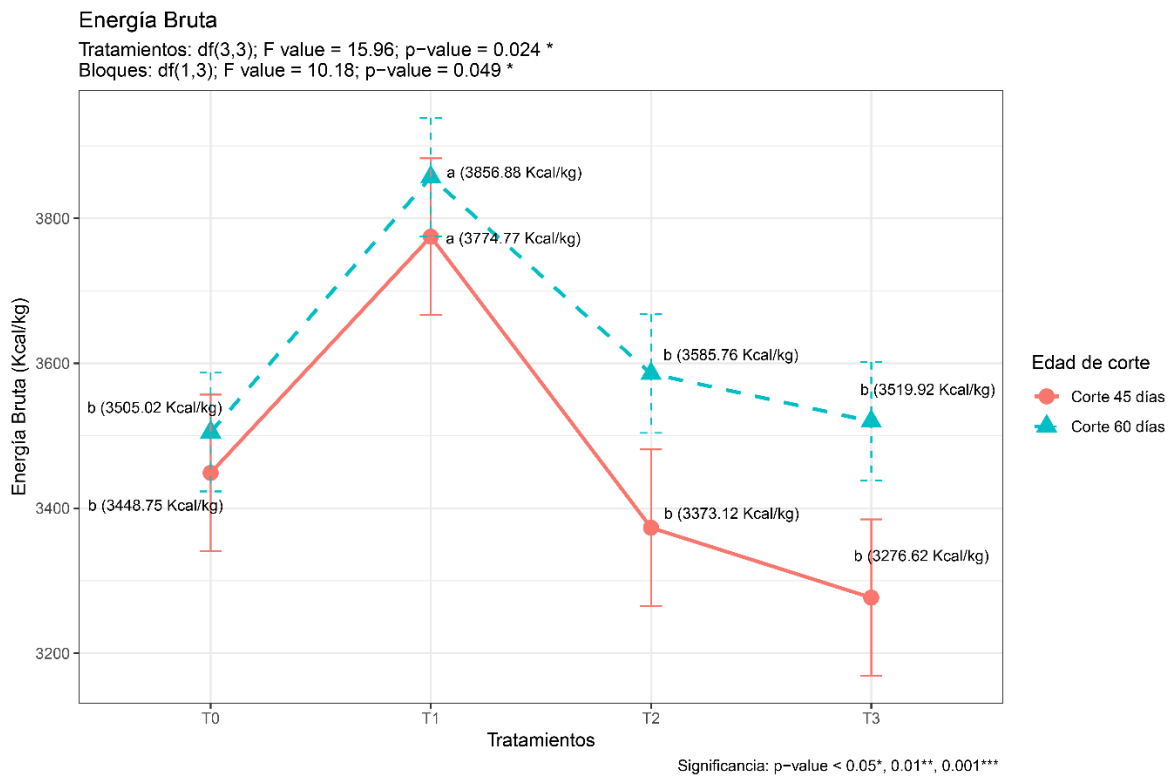


3.3.4. Energía Bruta

En el diseño experimental se identificaron diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.024 < 0.05$) y las edades de corte ($p = 0.049 < 0.05$), tanto a los 45 días y 60 días, donde el tratamiento de mayor rendimiento fue el tratamiento T1 (grupo a), mientras que los demás tratamientos T0, T2 y T3 ocuparon el mismo agrupamiento (grupo b), de la misma manera las edades de corte tuvieron un efecto significativo. La edad de corte de mayor rendimiento fue el corte a 60 días (3616.89 kcal/kg) y la edad de corte en 45 días fue menor (3468.32 kcal/kg) (Tabla 3, Figura 10).

Figura 10

Energía bruta



3.3.1. Cenizas

Los tratamientos no evidenciaron contrastes significativos ($p = 0.168 > 0.05$), donde el porcentaje a la edad de corte en 45 días fue T3 (17.41%) obtuvo mejor porcentaje que los T0, T1 y T2 a la edad de corte a 60 días T0, T2 y T3 fue de mayor porcentaje, mientras T1 tuvo menor porcentaje representado en la Tabla 3, tampoco entre las edades de corte se evidencio diferencias ($p = 0.727 > 0.05$) (Tabla 3, Figura 11).

Figura 11

Porcentaje de cenizas

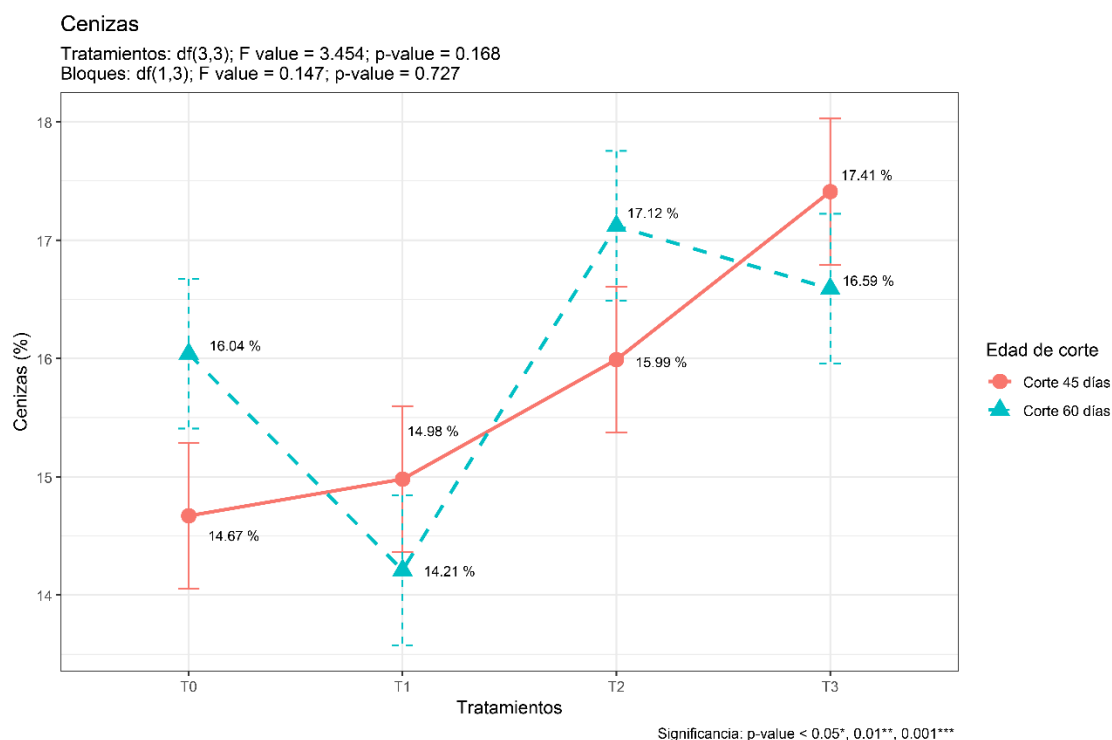


Tabla 3

Valores del análisis bromatológico del pasto Cuba 22

Bloques	Tratamiento	Cenizas (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	EB (Kcal/kg)
Corte 45 días	T0	14.67	17.33	62.01 ^a	37.18	3448.75 ^b
	T1	14.98	18.02	57.12 ^b	36.43	3774.77 ^a
	T2	15.99	13.69	61.13 ^a	37.47	3373.12 ^b
	T3	17.41	15.07	62.78 ^a	38.04	3276.62 ^b
	μ	15.76%	16.03%	60.76%	37.28%	3468.32 kcal/kg
Corte 60 días	T0	16.04	14.89	66.52 ^a	43.9	3505.02 ^b
	T1	14.21	16.58	61.54 ^b	42.61	3856.88 ^a
	T2	17.12	12.25	65.25 ^a	41.77	3585.76 ^b
	T3	16.59	9.25	65.46 ^a	41.76	3519.92 ^b
	μ	15.99%	13.24%	64.69%	42.51%	3616.89 kcal/kg
p – value (Tratamientos)		p>0.05	p>0.05	p<0.05	p>0.05	p>0.05
p – value (Bloques)		p>0.05	p>0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05

Nota: p-value < 0.05 existen diferencias significativas; p-value > 0.05 no existen diferencias significativas; Las letras minúsculas representan las diferencias entre tratamientos según la prueba Tukey (p<0.05); μ: Promedio.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Fertilización del pasto Cuba 22

Las características edáficas obtenidas en este estudio muestran cantidades altas en potasio y materia orgánica en el suelo, estas condiciones fueron mayores y con similitud en micronutrientes a lo reportado por Cerdas-Ramírez et al., (2021) quien reportó valores de 2.32% en materia orgánica y 0.16% en N en sus condiciones edáficas, este aporte de suelo permitió el ahorro de un fertilizante como fuente de potasio al momento de dosificar el fertilizante. Asimismo la fertilización dosificada permite al pasto Cuba-22 un balance en el aprovechamiento de los nutrientes que requiere y evitar conflictos de antagonismo entre nutrientes (Caballero et al., 2023). Por lo que se sugiere el uso del análisis de suelos como fuente adecuada al momento de dosificar un fertilizante (Kanehiro et al., 2019).

4.2. Rendimiento de materia seca y biomasa fresca del pasto Cuba 22

El rendimiento de MS en el pasto Cuba-22 no se observaron diferencias entre tratamientos, pero tuvo diferencias entre las etapas de corte (Tabla 2, Figura 5), mientras que el rendimiento de biomasa fresca en el pasto Cuba 22 tuvo diferencias entre tratamientos y cortes con valores entre 5.2 kg/m² y 9.65 kg/m² (Tabla 2, Figura 3), asimismo los valores de rendimiento de biomasa seca obtuvo diferencias significativas con valores de 6369.25 kg/ha y 10401.25 kg/ha (Tabla 2, Figura 4). Estos hallazgos exhibieron similitudes con los presentados por Cerdas-Ramírez et al. (2021) quien obtuvo valores entre 6700 kg/ha a 11000 kg/ha, he inferiores a Pastrana & Rivas (2015), con 16390 kg/ha en un corte a 90 días y Bacalla-Gutierrez (2023) en cortes a 45 días (11927 kg/ha) y 60 días (22286.03 kg/ha), estas diferencias pueden deberse las condiciones climáticas a las que se somete el pasto Cuba 22 en especial a la humedad, luz y temperatura cuyos factores son esenciales para el desarrollo morfológico de los pastos (Machado, 1995). De la misma manera se aprecia un rendimiento mayor en los tratamientos T1, T2 y T3 para biomasa fresca y seca siendo producto de la fertilización, debido a que estos incrementan el rendimiento de los pastos (Solano & Villalobos, 2022), siendo destacado en el uso de la porquinaza en el rendimiento de biomasa seca donde obtuvo mayores resultados concordando con Wilson et al (2010), ante la mayor productividad de pastos con el uso de la porquinaza como fertilizante orgánico.

4.3. Altura de planta

La altura de planta de esta investigación fue significativa entre tratamientos y bloques (Tabla 2, Figura 6); superior a 0.43 m al corte de 30 días e inferior 2.43 m al corte de 70 días reportado por Maldonado-Peralta et al (2019); e inferiores a 45 días de corte (1.83 m) y 70 días de corte (2.29 m) (Rojas & Suárez, 2023), las diferencias se podrían deber a que el crecimiento de los pastos está regularizado en sus vías metabólicas usadas para realizar la fotosíntesis, así como la respiración de la planta (Rodríguez, 2004), así como también la singularidad bioquímica y fisiológica de cada espécimen vegetal (Herrera et al., 2012); como respuesta ante los entornos de su ambiente. Por otro lado, el uso de la corrección de suelos (T1) permitió un mayor incremento de altura de planta, esto se debería por la cantidad correctamente calculada que permite una mayor asimilación de nutrientes que en los demás fertilizantes podrían estar ausentes (Echeverri-Zuluaga et al., 2010).

4.4. Composición nutricional

La PC en el pasto Cuba 22 mostró valores entre 9.25% y 18.02%, con un promedio en el corte a 45 días de 16.03% y el corte a 60 días 13.24%, sin diferencias significativas en los tratamientos y edades de corte (Tabla 3, Figura 7). Estos resultados fueron mayores a otros reportados en cortes a 45 días (9.07%) y 60 días (11.38%) (Morocho et al., 2023); 45 días (15.5%) y 60 días (13.0%) (Dios-León et al., 2022); de la misma manera también reportan valores mayores a los encontrados en 45 días (20.31%) y 60 días (18.99%) (Barén & Centeno, 2017); 45 días (19.02%) y 60 días (16.01%) (Bacalla-Gutierrez, 2023). Estas diferencias pueden deberse al efecto de los fertilizantes usados en el pasto, debido a que la fuente de nitrógeno permite el incremento de proteínas en los pastos (Benalcázar-Carranza et al., 2021), siendo que en pastos jóvenes se encuentran a mayor disponibilidad por presentar tejidos poco lignificados y un alto contenido de nutrientes asimilables (Reyes-Pérez et al., 2020). Por otro lado en este estudio se registró una disminución en la cantidad de PC al siguiente corte coincidiendo con Maldonado-Quñones et al., (2021), el cual atribuye esta reducción de PC a la disminución de la actividad metabólica de un pasto donde al aumentar la edad y cortes en una planta la síntesis de compuestos de proteínas baja.

La FDN en el pasto Cuba 22 mostró variaciones entre tratamientos (57.12% a 66.52%) y edades de corte, siendo en el corte a 45 días (60.76%) y corte a 60 días (64.69%) (Tabla 3, Figura 8). Los resultados obtenidos reflejaron similitudes con los reportados

por Morocho et al., (2023) con 59.39% en el corte de 45 días y 61.68% en el corte de 60 días; mientras que fueron mayores a Bacalla-Gutierrez (2023), con valores entre de 47.12% para el corte de 45 días y 50.31% para el corte de 60 días. Las diferencias de contenidos entre cortes podrían deberse a la disminución de los contenidos solubles que se encontraban en la célula vegetal causando una dilución en la pared celular (Peyraud & Astigarraga, 1998), o también como resultados de las etapas de crecimiento de la planta (Delevatti et al., 2019); mientras que las diferencias entre tratamientos muestra la significancia entre fertilizantes, esto podría deberse a que la fertilización especialmente la nitrogenada estimula la formación de fibras de mayor calidad (Corrêa et al., 2021).

El parámetro de FDA dio valores entre 36.43% a 43.9%, encontrando diferencias significativas entre edades de corte, en corte a 45 días (37.28%) y el corte a 60 días (42.51%) (Tabla 3, Figura 9). Similar a lo reportado por Dios-León et al (2022), con corte a 45 días (36.2%) y corte a 60 días (40.03%). Stuart et al (2014) identificó valores de 43.2% y Tulu et al (2023) presentó 42.9% en este parámetro. Mientras que Morocho et al., (2023) reportó con corte a 45 días (37.09%) y corte a 60 días (39.15%); y Bacalla-Gutierrez (2023) reportó en corte a 45 días (27.0%) y corte a 60 días (30.23%). Entre los tratamientos de este estudio no se identificó diferencias significativas, pero se identificó en edades de corte a lo cual según Kılıçalp et al (2018), el contenido de nitrógeno entre cortes es cambiante lo cual varía en la composición de FDA de un pasto; siendo si, el contenido de nitrógeno aumenta la tasa de FDA disminuye, pero no afecta a los contenidos de lignina (Delevatti et al., 2019).

El contenido de EB en el pasto Cuba 22 evidenció diferencias entre tratamientos (3276.62 Kcal/kg a 3856.88 Kcal/kg) y edades de corte donde fueron el corte a 45 días (3468.32 Kcal/kg) y corte a 60 días (3616.89 Kcal/kg) (Tabla 3, Figura 10). Siendo diferentes en los resultados de corte a 45 días (3557.75 Kcal/kg) y el corte a 60 días (3647.5 Kcal/kg) (Bacalla-Gutierrez, 2023), esto se debería a diferencias entre las dosis usadas entre investigaciones, así también a las diferencias geográficas y la respuesta de asimilación de energía de las plantas (Concha-Huebla et al., 2021). Asimismo, se distingue el aumento de energía ante la frecuencia de cortes esto se podría deber a la acumulación de carbohidratos totales (estructurales y no estructurales) los cuales podrían causar un incremento en la energía bruta (Scordia & Cosentino, 2019).

El contenido de cenizas fue de 14.21% a 17.41%, donde los valores promedio de corte a 45 días fueron 15.76% y corte a 60 días fueron 15.99% (Tabla 3, Figura 11), contenido superior a lo reportado por Vargas (2023), con corte a 45 días (9.81%) y corte a 120 días (8.10%) o Dueñas & Burgos (2021), en corte a 45 días (13.36 %) y corte a 60 días (14.71%); similar a Mohamad et al (2022), en 45 días de corte (16.50 %) y 60 días de corte (14.52%) e inferiores a Morocho et al., (2023) con 30 días de corte (19.04%) y 45 días de corte (18.25%). Las diferencias pueden deberse a la variación que tienen los pastos al momento de absorber los minerales y la disposición de minerales en los suelos agrícolas (Darch et al., 2020).

V. CONCLUSIONES

- El uso de la fertilización con porquinaza a los 60 días mostró ser efectiva para mayor rendimientos bromatológicos en MS de 12.4%, biomasa fresca de 9.21 kg/m², biomasa seca de 1.141 kg/m², altura de planta de 1.38 m, FDN de 65.46 %, FDA de 41.77% y EB de 3585.76 kcal/kg, debido a la madurez que alcanzan los pastos, por lo cual deben ser aprovechados, la cual, al ser un medio de fertilización de mayor facilidad de obtención, la hace una alternativa para estrategias sostenibles y rentables al momento de fertilizar.
- Los parámetros de menor rendimiento los de edad de corte de 45 días siendo MS de 10.4%, biomasa fresca 6.7 kg/m², biomasa seca 0.676 kg/m², altura de planta de 1.10 m, FDN de 62.78%, FDA de 38.04% y EB de 3373.12 kcal/kg, esto se debería a que los pastos aún son muy frescos por lo cual aún no han acumulado suficientes nutrientes en su desarrollo.
- Los porcentajes de proteína cruda está en 15.07% a cortes los 45 días y 9.25% a los 60 días, donde al aumentar la edad y cortes en una planta la síntesis de compuestos de proteínas baja.

VI. RECOMENDACIONES

- Se propone incentivar el uso de fertilizantes orgánicos como la porquinaza para fertilizar los pastos, debido a su efectividad para mejorar la productividad de los pastos y el impacto positivo de los mismos en la productividad ganadera, además se sugiere nuevas investigaciones en torno al cultivo del pasto cuba 22.
- Realizar análisis de suelos para determinar evaluar los niveles de nutrientes adecuadas para una fertilización eficaz.
- Se propone evaluar a futuro el efecto económico que puede tener el uso de porquinaza en el rendimiento de cuba 22.
- Se propone realizar investigaciones con otros tipos de estiércol procedentes de otras especies animales que permiten su complemento o sustitución a fertilizantes industriales.

VII. REFERENCIAS

- AOAC. (1990). *Métodos Oficiales de Análisis*. (15.^a ed.). Asociación de Químicos Analíticos Oficiales.
- Ayala, L. M., Castro, J. C., & Chuquija, J. C. (2020). Calidad de abonos orgánicos elaborados a partir del estiércol porcino y su efecto en el rendimiento del maíz chala. *Anales Científicos*, 81(1), Article 1. <https://doi.org/10.21704/ac.v81i1.1635>
- Bacalla-Gutierrez, F. (2023). *Efecto de la fertilización nitrogenada y la edad rebrote sobre la calidad nutritiva de clones forrajeros Pennisetum sp.* [Tesis de Titulación, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3588>
- Bardales-Dávila, M. C. (2020). *Dosis de porcinaza en el rendimiento de forraje en Panicum máximum cv. Mombaza en Zungarococha, Perú—2019* [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://hdl.handle.net/20.500.12737/8055>
- Barén, J., & Centeno, L. (2017). *Valores nutritivos del pasto cuba om-22 (Pennisetum Purpureum X Pennisetum Glaucum), sometido a cuatro intervalos de corte en el Valle del Río Carrizal*. [Tesis de Titulación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/649>
- Benalcázar-Carranza, B. P., López-Caiza, V. C., Gutiérrez-León, F. A., Alvarado-Ochoa, S., Portilla-Narváez, A. R., Benalcázar-Carranza, B. P., López-Caiza, V. C., Gutiérrez-León, F. A., Alvarado-Ochoa, S., & Portilla-Narváez, A. R. (2021). Efecto de la fertilización nitrogenada en el crecimiento de cinco pastos perennes en Ecuador. *Pastos y Forrajes*, 44. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942021000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Caballero, E. M. C., Durango, E. M. P., & Pérez-Polo, D. J. (2023). Nutritional content of pastures with phosphate fertilization in 2 calcareous soils. *Revista Caatinga*, 36, 87-95. <https://doi.org/10.1590/1983-21252023v36n110rc>
- Castillo, H. J. M., Guifarro, F. E. L., & Zúniga-González, E. A. P. D. C. A. (2019). Utilización del silicio como promotor de crecimiento del pasto King Grass texas-25 para la generación de bioenergía. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 5(9), 1144-1156. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v5i9.7950>

- Cerdas-Ramírez, R., Vidal-Vega, E., Vargas-Rojas, J. C., Cerdas-Ramírez, R., Vidal-Vega, E., & Vargas-Rojas, J. C. (2021). Productivity of Cuba OM-22 grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) with different levels of nitrogen fertilizer. *InterSedes*, 22(45), 136-161. <https://doi.org/10.15517/isucr.v22i45.47069>
- Clavijo, O. (2016). *Manual de forraje Pennisetum sp. cuba om-022: (Pennisetum purpureum x pennisetum glaucum)*. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/3592>
- Concha-Huebla, V., Plaza, L. C., Alemán, L. A., & Cabrera, N. T. (2021). Comportamiento productivo del pennisetum sp a la aplicación de 10-30-10, gallinaza y urea en el canton Morona Santiago. *ConcienciaDigital*, 4(1.2), Article 1.2. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i1.2.1592>
- Corrêa, D. C. da C., Cardoso, A. da S., Ferreira, M. R., Siniscalchi, D., Gonçalves, P. H. de A., Lumasini, R. N., Reis, R. A., & Ruggieri, A. C. (2021). Ammonia Volatilization, Forage Accumulation, and Nutritive Value of Marandu Palisade Grass Pastures in Different N Sources and Doses. *Atmosphere*, 12(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/atmos12091179>
- Cuesta, P., & Villanueva, E. (2005). El análisis de suelos: Toma de muestras y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera. En *Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones Caribe y Valles Interandinos* (1.ª ed., Vol. 1, pp. 1-12). CORPOICA. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17334>
- Darch, T., McGrath, S. P., Lee, M. R. F., Beaumont, D. A., Blackwell, M. S. A., Horrocks, C. A., Evans, J., & Storkey, J. (2020). The Mineral Composition of Wild-Type and Cultivated Varieties of Pasture Species. *Agronomy*, 10(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101463>
- Delevatti, L. M., Cardoso, A. S., Barbero, R. P., Leite, R. G., Romanzini, E. P., Ruggieri, A. C., & Reis, R. A. (2019). Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. *Scientific Reports*, 9(1), 7596. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44138-x>

- Dios-León, G. E. de. (2017). *Modelo de balance nutrimental para el manejo sustentable de dos especies de pastos tropicales* [Tesis doctoral, Colegio de postgraduados].
<http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/3874>
- Dios-León, G. E. de, Ramos-Juárez, J. A., Izquierdo-Reyes, F., Joaquín-Torres, B. M., Meléndez-Nava, F., Dios-León, G. E. de, Ramos-Juárez, J. A., Izquierdo-Reyes, F., Joaquín-Torres, B. M., & Meléndez-Nava, F. (2022). Productive performance and nutritional value of *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115 grass at different regrowth ages. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(4), 1055-1066.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i4.5217>
- Dueñas, L. A., & Burgos, M. A. (2021). *Influencia de la edad de corte y aditivos sobre la calidad nutricional del ensilaje de pasto Cuba-22 (Pennisetum purpureum x P. glaucum)* [Tesis de bachillerato, Calceta: ESPAM MFL].
<http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1544>
- Echeverri-Zuluaga, J., Restrepo, L. F., & Parra, J. E. (2010). Evaluación comparativa de los parámetros productivos y agronómicos del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* bajo dos metodologías de fertilización. *Revista Lasallista de Investigación*, 7(2), 94-100.
- Escobar, B. R. P., Santos, R. C., Ramírez, P. O. M., & Carhuatocto, G. R. (2021). Potencialidades del sector agrario: Condición necesaria en la generación de empleo en la región Amazonas-Perú. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 27(Esp.3), 326-339.
- FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
- Febles, G., Suárez, X., & Herrera, R. S. (2007). Caracterización botánica de clones de king grass (*Pennisetum purpureum*). Empleo de descriptores morfológicos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41(4), 385-390.
- Gallo, B. E., & Gallo, D. L. (2016). *Dimensionamiento de instalaciones para el tratamiento de purines de una empresa porcina en confinamiento* [Trabajo final de graduación, Universidad Nacional de la Pampa]. <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/1520>
- Herrera, R. S. (2009). *Mejoramiento de Pennisetum purpureum en Cuba*. 43(4), 345-349.
- Herrera, R. S., García, M., Cruz, A. M., & Romero, A. (2012). Evaluación de clones de *Pennisetum purpureum* obtenidos por cultivo de tejidos in vitro. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(4), 427-433.

- Horak-Loya, J. L., Velasco-Carrillo, R., & García-Barrientos, F. (2018). *Producción de biomasa del pasto OM-22, CT-169 y maralfalfa en cuatro periodos de recuperación en el norte de Veracruz, México*. 22(1).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83757427017>
- Hurtado, I. Y. O., Tovar, R. A. M., Delgado, P. A. M., Valencia, W. H., Mavesoy, E. Y. M., & Toledo, V. (2022). Efecto de la producción forrajera de pasturas nativas e introducidas sobre la producción de leche en la Amazonia Colombiana. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*, 14(1), Article 1.
<https://doi.org/10.47847/fagropec.v14n1a2>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Departamento de Amazonas: Población total proyectada al 30 de junio y ubicación geográfica de la capital legal del distrito 2020*. INEI.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1725/amazonas.htm
- Jara-Estela, B. (2022). *Adaptación y potencial forrajero del pasto híbrido Cuba OM-22 a 2600 m.s.n.m., según fuente de fertilización, Cutervo, Cajamarca* [Tesis de Titulación, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/11866>
- Kanehiro, Y., Walker, J., & Asghar, M. (2019). Edaphic Factors. En *The Role Of Centrosema, Desmodium, And Stylosanthes In Improving Tropical Pastures* (pp. 197-220). CRC Press.
- Kılıçalp, N., Avcı, M., Hızlı, H., Hatipoğlu, R., & Ayaşan, T. (2018). Botanical Composition and In Situ Dry Matter Degradability of Legume- Grass Mixture Pasture Fertilized with Different Amounts of Nitrogen. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i1.16-21.1413>
- Lasisi, A. A., Akinremi, O. O., Tenuta, M., & Cattani, D. (2018). Below-ground plant biomass and nitrogen uptake of perennial forage grasses and annual crops fertilized with pig manures. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 268, 1-7.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.08.006>
- León-Ramírez, O. G., & Cardona-Agredo, D. C. (2015). *Respuesta agronómica del establecimiento de seis gramíneas forrajeras de corte en el peniplano de Popayán*

[Tesis de Titulación, Universidad del Cauca].

<http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/889>

- Leyva, M. M., Yera, J. R. A., & Núñez, J. D. (2020). *Producción de biomasa del Cuba OM-22 (pennisetum purpureum x pennisetum glaucum) en un suelo pardo grisáceo en condiciones de sequía*. Editorial Universitaria (Cuba).
- Loyon, L. (2018). Overview of Animal Manure Management for Beef, Pig, and Poultry Farms in France. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2018.00036>
- Machado, R. (1995). Dinámica de algunos indicadores morfológicos y estructurales de *Andropogon gayanus* CIAT-621 bajo condiciones de manejo intensivo. I. Caracterización. *Pastos y Forrajes*, 18(3).
- Maldonado-Peralta, M. de los Á., Rojas-García, A. R., Sánchez-Santillán, P., Bottini-Luzardo, M. B., Torres-Salado, N., Ventura-Ríos, J., Joaquín-Cancino, S., & Luna-Guerrero, M. J. (2019). Análisis de crecimiento del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en el trópico seco. *Agro Productividad*, 12(8).
<https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1445>
- Maldonado-Quñones, H., Carrete-Carreón, F. O., Reyes-Estrada, O., Sánchez-Arroyo, J. F., Murillo-Ortiz, M., Araiza-Rosales, E. E., Maldonado-Quñones, H., Carrete-Carreón, F. O., Reyes-Estrada, O., Sánchez-Arroyo, J. F., Murillo-Ortiz, M., & Araiza-Rosales, E. E. (2021). Rendimiento y valor nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) a diferentes edades. *Revista fitotecnia mexicana*, 44(2), 143-149.
<https://doi.org/10.35196/rfm.2021.2.143>
- Martínez, R. O., & Tuero, R. (2010). *Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM – 22 y king grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba*. 44(2), 189-193.
- Maya, C., Martínez, P., Castañeda, K., Naranjo, J., Rodríguez, M., & Tafur, Z. (2018). *Guía de utilización de porcinaza en diferentes cultivos* (Vol. 1).
<https://www.porkcolombia.co/wp-content/uploads/2018/07/GuiaPorcinaza-26dic-web.pdf>
- Mendiburu, F. (2023). *agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*.
<https://cran.r-project.org/package=agricolae>

- Miranda, M., Ayala, J. R., & Diez, J. (2012). Evaluación agroproductiva del cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum) en un suelo pardo grisáceo ócrico en el período poco lluvioso en las Tunas. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:erv:observ:y:2012:i:167:24>
- Mohamad, S. S. S., Kamaruddin, N. A., & Ting, J. Y. (2022). Study on Chemical Composition of Napier Pak Chong (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum) Harvested at Different Growth Stages. *Journal Of Agrobiotechnology*, 13(1S), Article 1S. <https://doi.org/10.37231/jab.2022.13.1S.315>
- Molina, D., & Moreno, F. (2007). Gramíneas de corte. En *Buenas prácticas agropecuarias (BPA) en la producción de ganado doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta: Manual técnico* (1.^a ed., Vol. 1, pp. 81-128.). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/a1564s/a1564s00.pdf>
- Montes-Rojas, C., Guzmán Sánchez, R. F., Beltrán Perafán, J. A., & Anaya Florez, M. D. S. (2020). Efecto del abono orgánico líquido mineralizado en la producción y composición de forrajes para pastoreo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 11(2), 13-27. <https://doi.org/10.22490/21456453.3065>
- Moreno-Ayala, L., & Cadillo-Castro, J. (2018). Uso del estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del maíz chala. *Anales Científicos*, 79(2), 415. <https://doi.org/10.21704/ac.v79i2.914>
- Morocho, G. A., Toalombo, P. A., Guevara, H. P., & Jiménez, S. F. (2023). Evaluación del potencial forrajero y composición de nutrientes del pasto híbrido Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.) en tres edades de corte. *Archivos de zootecnia*, 72(278), 127-142.
- Orrala-Aquino, K. S. (2021). *Manejo de excretas de origen porcino en la comuna San Pedro, parroquia Manglaralto provincia de Santa Elena* [Tesis de bachillerato, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6325>
- Otgontuya, L., Elmarsdottir, A., Lkhagvajav, N., & Munkhbat, C. (2019). Influence of different grazing intensity on above-ground biomass in Mongolian rangeland. *Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, 59(3), 29-38. <https://doi.org/10.5564/pmas.v59i3.1244>

- Pastrana, C., & Rivas, L. (2015). Caracterización fenotípica de dos variedades de pastos, *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* (Cuba OM-22) y *Pennisetum purpureum* (Cuba CT-169), en condiciones de trópico seco, El Plantel. *Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua*.
- Pereira, F. C., Filho, L. C. P. M., Kazama, D. C. S., Júnior, R. G., Pereira, L. G. R., & Enríquez-Hidalgo, D. (2020). Effect of recovery period of mixture pasture on cattle behaviour, pasture biomass production and pasture nutritional value. *animal*, *14*(9), 1961-1968. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000701>
- Peyraud, J. L., & Astigarraga, L. (1998). Review of the effect of nitrogen fertilization on the chemical composition, intake, digestion and nutritive value of fresh herbage: Consequences on animal nutrition and N balance. *Animal Feed Science and Technology*, *72*(3), 235-259. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)00191-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00191-0)
- Pezo, D., & García, F. (2018). *Uso eficiente de fertilizantes en pasturas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9227>
- Quintana, O. C., Pérez, R. A. J., & Mejía, O. B. (2004). Porquinaza en la alimentación animal. *Revista Lasallista de Investigación*, *1*(1), 72-76.
- R Core Team. (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. <https://www.r-project.org/>
- Reyes-Pérez, J. J., Méndez-Martínez, Y., Luna-Murillo, R. A., Verdecía, D. M., Espinoza-Coronel, A. L., Pincay-Ronquillo, W. J., Espinosa-Cunuhay, K. A., Macías-Pettao, R. K., & Herrera, R. S. (2020). Yield and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties in two areas of Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science*, *54*(3), 413-424.
- Rivas Avellán, M. Á., & Vera Mera, J. R. (2023). *Valor nutricional y degradabilidad ruminal in situ del banco forrajero mixto Cuba 22 (Pennisetum sp) y Kudzu (Pueraria phaseoloides)* [Tesis de bachillerato, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2176>
- Rodríguez, M. G., & Herrera, V. H. (2021). Análisis comparativo de métodos de conservación de forraje y su impacto en la producción de leche bovina en el Trópico Alto. *Ciencias Agropecuarias*, *7*(1), Article 1. <https://doi.org/10.36436/24223484.401>

- Rodríguez, P. (2004). *Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales* [Universidad Agraria de La Habana]. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/30-bases_ecofisiologicas_manejo_pasturas_tropicales.pdf
- Rojas, J. C., & Suárez, I. (2023). Productividad del pasto Cuba OM-22 bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de cosecha. *InterSedes*, 24(49), 216-237. <https://doi.org/10.15517/isucr.v24i49.50582>
- Scordia, D., & Cosentino, S. L. (2019). Perennial Energy Grasses: Resilient Crops in a Changing European Agriculture. *Agriculture*, 9(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/agriculture9080169>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2023). *Perpectivas Climáticas. Informe Técnico N° 02-2023* (Informe técnico 2). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-32.pdf>
- Solano, M., & Villalobos, L. (2022). Fertilización nitrogenada en pastos del género Cynodon. *Nutrición animal tropical*, 16(1), 82-104.
- Stuart, J. R., O, O. L., & Islén, P. (2014). Ruminant degradability of PREDICAL. Comparison with three forages available during the dry period in Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48(4). <https://cjas.science.com/index.php/CJAS/article/view/568>
- Tulu, A., Diribsa, M., & Temesgen, W. (2023). Forage yield and quality response of Napier grass (*Cenchrus purpureus*) to different dry season harvesting management under the subhumid agroecology of western Ethiopia. *African Journal of Range & Forage Science*, 40(2), 236-239. <https://doi.org/10.2989/10220119.2022.2048418>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vargas, J. D. (2023). *Valoración Nutritiva del Pasto Cuba OM-22 en la Estación Experimental El Padmi de la Universidad Nacional de Loja* [Tesis de bachillerato, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/27579>



Villanueva, R. A. M., & Chen, Z. J. (2019). ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis (2nd ed.). *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 17(3), 160-167.
<https://doi.org/10.1080/15366367.2019.1565254>

Wilson, C., Undi, M., Tenuta, M., Wittenberg, K., Flaten, D., Krause, D., Entz, M., Holley, R., & Ominski, K. (2010). Pasture productivity, cattle productivity and metabolic status following fertilization of a grassland with liquid hog manure: A three-year study. *Canadian Journal of Animal Science*, 90(2), 233-243.
<https://doi.org/10.4141/CJAS09037>

ANEXOS

Anexo 1

Resultados de fertilidad de la porquinaza en el laboratorio de aguas y suelos (LABISAG)

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 036	Versión: 01
		INFORME DE ENSAYO N° 500	

1. DATOS :
Solicitante : KARINA TAUMA GUIOP
Departamento : AMAZONAS
Provincia : BONGARÁ
Distrito : JAZÁN

Anexo : PEDRO RUIZ GALLO
Muestra : K01
Cod. Muestra : 500
Fecha : 23/08/2023

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO FERTILIDAD

Lab	Numero de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K	C %	M.O %	N %
	Muestra								
500		K01	8,39	9,13	94,92	8864,43	15,78	27,22	1,22

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal de LABISAG.
 Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS LABISAG
 T. EIDER CRISTIAN VELA
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS LABISAG
 T. EIDER CRISTIAN VELA
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS

Recibi conforme Nombre: DNI: Fecha y Hora: _____ Firma de Conformidad
--

Anexo 2

Resultados de la caracterización de suelos del laboratorio de aguas y suelos (LABISAG)

		UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 038	Versión: 01
		INFORME DE ENSAYO N° 501		Página .../...

1. DATOS :
Solicitante : KARINA TAUMA GUIOP

Departamento : AMAZONAS
Provincia : BONGARÁ
Distrito : JAZÁN

Caserío : PEDRO RUÍZ GALLO
N. Parcela : K02
Cod. Muestra : 501
Fecha : 22/08/23

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Set. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺ meq/100g	Mg ²⁺ meq/100g	K ⁺ meq/100g	Na ⁺ meq/100g	Al ³⁺ + H ⁺ meq/100g			
501	K02	7,35	0,08	14,74	174,54	4,44	7,66	0,38	75,4	11,9	12,7	Fr. A.	9,44	7,43	1,44	0,42	0,15	0,00	9,44	9,44	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABISAG

 M. Sc. JASSYFRASCON BARRIOS
 RESPONSABLE

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABISAG

 Tec. Eider Chichas Vola
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS

Recibí Conforme: Nombre: DNI: Fecha y Hora: _____ Firma de Conformidad

Anexo 3

Datos del Laboratorio “análisis proximal”.

Parametro	Metodo	Unidad de medida	ID MUESTRA	Valor promedio
PROTEINA CRUDA	Método oficial AOAC 928.08 2015	%	T0 CUBA 22 C1	17.33
			T1 CUBA 22 C1	18.02
			T2 CUBA 22 C1	13.69
			T3 CUBA 22 C1	15.07
			T0 CUBA 22 C2	14.89
			T1 CUBA 22 C2	16.58
			T2 CUBA 22 C2	12.25
			T3 CUBA 22 C2	9.25
FDN	Método 6 Ankon (Ankon A200)	%	T0 CUBA 22 C1	62.01
			T1 CUBA 22 C1	57.12
			T2 CUBA 22 C1	61.13
			T3 CUBA 22 C1	62.78
			T0 CUBA 22 C2	66.52
			T1 CUBA 22 C2	61.54
			T2 CUBA 22 C2	65.25
FDA	Método 5 Ankon (Ankon A200)	%	T0 CUBA 22 C1	37.18
			T1 CUBA 22 C1	36.43
			T2 CUBA 22 C1	37.47
			T3 CUBA 22 C1	38.04
			T0 CUBA 22 C2	43.9
			T1 CUBA 22 C2	42.61
			T2 CUBA 22 C2	41.77
ENERGIA BRUTA	Método calorimetria	Kcal/kg	T0 CUBA 22 C1	3448.75
			T1 CUBA 22 C1	3774.77
			T2 CUBA 22 C1	3373.12
			T3 CUBA 22 C1	3276.62
			T0 CUBA 22 C2	3505.02
			T1 CUBA 22 C2	3856.88
			T2 CUBA 22 C2	3585.76
CENIZAS	Método oficial AOAC 942.05(2019)(Equipo Mufla)	%	T0 CUBA 22 C1	14.67
			T1 CUBA 22 C1	14.98
			T2 CUBA 22 C1	15.99
			T3 CUBA 22 C1	17.41
			T0 CUBA 22 C2	16.04
			T1 CUBA 22 C2	14.21
			T2 CUBA 22 C2	17.12
T3 CUBA 22 C2	16.59			

Anexo 4

Resultados de las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas.

Variable	Normalidad de datos Shapiro Wilk				Bartlett test	
	Datos		Residuos		K-squared	p-value
	W	p-value	W	p-value		
Materia Seca	0.908	0.339	0.872	0.158	0.888	0.828
Biomasa fresca	0.869	0.148	0.993	0.999	0.265	0.966
Biomasa seca	0.886	0.213	0.982	0.970	0.057	0.997
Altura de planta	0.948	0.691	0.873	0.161	0.250	0.969
Cenizas	0.946	0.675	0.740	0.006	0.314	0.958
Proteína bruta	0.946	0.672	0.978	0.955	1.993	0.574
FDN	0.937	0.578	0.988	0.991	0.215	0.975
FDA	0.877	0.177	0.821	0.048	0.325	0.955
Energía bruta	0.956	0.767	0.796	0.026	1.735	0.629

Nota: Shapiro wilk, si p-value es mayor a 0.05 hay normalidad, si p-value es menor a 0.05 no hay normalidad; Bartlett test, si p-value es mayor a 0.05 hay homogeneidad de varianzas, si p-value es menor a 0.05 no hay homogeneidad de varianzas.

Anexo 5

Preparación del terreno y siembra del pasto Cuba 22



Anexo 6

Crecimiento y desarrollo del pasto Cuba 22



Anexo 7

Preparación de muestras para análisis bromatológicos en laboratorio



Anexo 8

Destilador de nitrógeno y digestor para proteína cruda



Anexo 9

Analizador de Fibras ANKON para FDN y FDA



Anexo 10

Mufla para determinación de cenizas

