



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL FORRAJERO Y  
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL PASTO HÍBRIDO CUBA  
OM-22 (*Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L.) A  
TRES EDADES DE CORTE”**

**Trabajo de titulación**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTORA:** GINA ALEXANDRA MOROCHO GUANUQUIZA

**DIRECTOR:** Ing. SANTIAGO FAHUREGUY JIMÉNEZ YÁNEZ, MSc.

**Riobamba–Ecuador**

**2020**

© 2020, Gina Alexandra Morocho Guanuquiza

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

Yo, **GINA ALEXANDRA MOROCHO GUANUQUIZA** declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 07 de Febrero del 2020



**Gina Alexandra Morocho Guanuquiza**  
**220029789-9**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**

El tribunal del trabajo de titulación científica que: El trabajo de investigación: Tipo: Investigativo, “**EVALUACIÓN DEL POTENCIAL FORRAJERO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL PASTO HÍBRIDO CUBA OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.*) A TRES EDADES DE CORTE**”, de responsabilidad de la señorita: **Gina Alexandra Morocho Guanuquiza**, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Andino Nájera, Pablo Rigoberto, MSc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

7 de febrero del 2020

Ing. Santiago Fahureguy Jiménez Yáñez, MSc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

7 de febrero del 2020

Ing. Hernán Patricio Guevara Costales, MSc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

7 de febrero del 2020

## **DEDICATORIA**

Este trabajo investigativo lo dedico a mi Dios porque me ha regalado la vida, porque estuvo presente en todo momento y me ayudó a levantarme en momentos de tropiezos. A mis amados padres María Mercedes y Luis Miguel, por darme su amor y apoyarme en esta travesía, por depositar en mí su confianza, por sus consejos y porque todo lo que soy ha sido gracias a ellos. A mis hermanos y hermanas: Raúl, Graciela, Marcia, Blanca, Oswaldo, Amelia, Carmen, Bladimir, Cristina y José. A todos mis adorados sobrinos que en muchas de las veces no pude disfrutar de ellos. A mis amigas y amigos por ser un apoyo en ocasiones difíciles.

Este triunfo es posible gracias a ustedes...

*Gina Alexandra Morocho*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, porque con su bendición he logrado conseguir esta meta. A mis padres y a toda mi familia por haberme apoyado durante mi período estudiantil y por estar siempre conmigo ofreciéndome lo mejor. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas, a la Facultad de Ciencia Pecuarias y a la Carrera de Zootecnia por propiciar mi formación profesional. Un profundo agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Central de la Amazonía, por abrirme sus puertas y haberme dado la oportunidad de realizar esta investigación. A todo el departamento de ganadería del INIAP- EECA en especial al Ing. Carlos Congo, por sus sabios conocimientos compartidos, por brindarme todo su apoyo y amistad. A los que conforman el laboratorio de Calidad de Alimentos - INIAP, al Ing. Armando Burbano y Lenny Valverde. A mi director y asesor de tesis por su paciencia y orientación ofrecida para que esta investigación se realice. A todos mis maestros de esta prestigiosa carrera, por sus enseñanzas que han servido para desarrollarme como profesional.

A todos ellos, mil gracias...

*Gina Alexandra Morocho*

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO I

1.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	4
1.1.	Origen Del Clon Cuba OM-22 ( <i>Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L</i> ).....	4
1.2.	Caracterización Agrobotánica .....	5
1.3.	Ventajas y Desventajas del Cuba OM-22.....	5
1.4.	Factores Edafoclimáticos del cultivo .....	6
1.4.1.	<i>Factores climáticos</i> .....	6
1.4.2.	<i>Factores Edáficos</i> .....	6
1.5.	Uso del forraje .....	6
1.6.	Influencia de la edad corte en el crecimiento, productividad y nutrición del forraje .....	7
1.7.	Comportamiento agrobotánico del Género <i>Pennisetum</i> .....	8
1.8.	Valor nutritivo de los alimentos .....	9
1.8.1.	<i>Composición Bromatológica</i> .....	9
1.8.2.	<i>Fracciones de la pared celular</i> .....	11
1.8.3.	<i>Digestibilidad</i> .....	12
1.9.	Composición bromatológica del Género <i>Pennisetum</i> .....	15

1.10.	Digestibilidad de la materia seca y orgánica del Género <i>Pennisetum</i> .....	17
-------	---	----

## CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO .....	20
2.1.	Localización y duración del experimento .....	20
2.2.	Unidades experimentales .....	21
2.3.	Materiales, Equipos, Reactivos e instalaciones .....	21
2.3.1.	<i>Materiales y Herramientas</i> .....	21
2.3.2.	<i>Equipos</i> .....	22
2.3.3.	<i>Reactivos</i> .....	22
2.3.4.	<i>Instalaciones</i> .....	22
2.4.	Tratamiento y diseño experimental .....	22
2.4.1.	<i>Esquema del experimento</i> .....	23
2.5.	Mediciones experimentales .....	23
2.6.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia .....	24
2.6.1.	<i>Esquema del ADEVA</i> .....	24
2.7.	Procedimiento Experimental .....	25
2.8.	Metodología de la Evaluación .....	26
2.8.1.	<i>Altura de la planta, m</i> .....	26
2.8.2.	<i>Número de tallos por planta, #</i> .....	26
2.8.3.	<i>Cobertura basal, %</i> .....	26
2.8.4.	<i>Cobertura Área, %</i> .....	27
2.8.5.	<i>Producción de forraje verde, t/ha/corte</i> .....	27
2.8.6.	<i>Producción de materia seca, t/ha/corte</i> .....	27
2.8.7.	<i>Análisis proximal, %</i> .....	27
2.8.8.	<i>Análisis de Paredes celulares, %</i> .....	28
2.8.9.	<i>Coefficiente de digestibilidad, %</i> .....	28



### CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	29
3.1.	Comportamiento Agrobotánico del pasto híbrido Cuba OM-22 ( <i>Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.</i> ) a diferentes edades de corte. ....	29
3.1.1.	<i>Altura, m</i> .....	29
3.1.2.	<i>Número de tallos por planta, #</i> .....	32
3.1.3.	<i>Cobertura Basal, %</i> .....	34
3.1.4.	<i>Cobertura Aérea, %</i> .....	35
3.1.5.	<i>Producción de forraje verde, t/ha/corte.</i> .....	37
3.1.6.	<i>Producción de materia seca, t/ha/corte.</i> .....	39
3.2.	Valoración nutritiva del pasto híbrido cuba OM-22 ( <i>Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.</i> ) a diferentes edades de corte. ....	41
3.2.1.	<i>Materia seca, %</i> .....	41
3.2.2.	<i>Proteína, %</i> .....	43
3.2.3.	<i>Ceniza, %</i> .....	45
3.2.4.	<i>Extracto Etéreo, %</i> .....	46
3.2.5.	<i>Fibra, %</i> .....	48
3.2.6.	<i>Fibra Detergente Neutra (FDN), %</i> .....	50
3.2.7.	<i>Fibra Detergente Ácida (FDA), %</i> .....	52
3.2.8.	<i>Lignina Detergente Ácido (LDA), %</i> .....	53
3.2.9.	<i>Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), %</i> .....	55
3.2.10.	<i>Digestibilidad in vitro de la Materia Orgánica (DIVMO), %</i> .....	57
	CONCLUSIONES .....	59
	RECOMENDACIONES .....	60
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Composición química del Cuba OM-22. ....	16
<b>Tabla 2-1:</b>	Composición química del <i>Pennisetum</i> Cuba CT-169.....	16
<b>Tabla 3-1:</b>	Composición nutricional del King grass.....	16
<b>Tabla 4-1:</b>	Evaluación bromatológica de la planta completa del King grass morado. ....	17
<b>Tabla 5-1:</b>	Digestibilidad in vitro de la materia seca (%) del maralfalfa y camerún. ....	18
<b>Tabla 6-1:</b>	Digestibilidad in situ de la MS y MO del King grass, elefante, maralfalfa y CT-115. ....	18
<b>Tabla 7-1:</b>	Digestibilidad del clon CUBA CT-115 .....	18
<b>Tabla 8-1:</b>	Digestibilidad in vitro de la MO de una mezcla forrajera de King grass y Mata ratón. ....	19
<b>Tabla 9-2:</b>	Condiciones Edafoclimáticas del INIAP-EECA .....	20
<b>Tabla 10-2:</b>	Esquema Experimental .....	23
<b>Tabla 11-2:</b>	Esquema del ADEVA para las variables agrobotánicas. ....	24
<b>Tabla 12-2:</b>	Esquema del ADEVA para las variables nutricionales.....	25
<b>Tabla 13-3:</b>	Comportamiento Agrobotánico del pasto Cuba OM-22 ( <i>Pennisetum purpureum Schumacher x Pennisetum glaucum L.</i> ) a diferentes edades de corte. ....	30
<b>Tabla 14-3:</b>	Valoración nutritiva del pasto híbrido Cuba OM-22 ( <i>Pennisetum purpureum Schumacher x Pennisetum glaucum L.</i> ) a diferentes edades de corte. ....	42

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2:</b>	Condiciones climáticas presentadas en el INIAP-EECA durante la evaluación. .....	21
<b>Gráfico 2-3:</b>	Altura del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. ....	29
<b>Gráfico 3-3:</b>	Tendencia de la edad de corte con respecto a la altura en el Cuba OM-22. ....	31
<b>Gráfico 4-3:</b>	Número de tallo del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. ....	32
<b>Gráfico 5-3:</b>	Tendencia de la edad de corte con respecto al número de tallos en el Cuba OM-22. ....	33
<b>Gráfico 6-3:</b>	Cobertura basal del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. ....	34
<b>Gráfico 7-3:</b>	Tendencia de la edad de corte con respecto a la cobertura basal en el Cuba OM-22. ....	35
<b>Gráfico 8-3:</b>	Cobertura aérea del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. ....	36
<b>Gráfico 9-3:</b>	Tendencia de la edad de corte con respecto a la cobertura aérea en el Cuba OM-22. ....	37
<b>Gráfico 10-3:</b>	Producción de forraje verde del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. ....	37
<b>Gráfico 11-3:</b>	Tendencia de la edad de corte con respecto a la producción de biomasa verde del Cuba 22. ....	39
<b>Gráfico 12-3:</b>	Producción de materia seca del Cuba Om-22 en diferentes intervalos de corte. ....	39
<b>Gráfico 13-3:</b>	Tendencia de la edad de corte con respecto a la producción de materia seca del Cuba OM-22. ....	41

<b>Gráfico 14-3:</b>	Contenido de materia seca del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. .....	43
<b>Gráfico 15-3:</b>	Contenido Proteico del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. ....	43
<b>Gráfico 16-3:</b>	Tendencia de la edad de corte con respecto al contenido proteico del Cuba OM-22. ....	44
<b>Gráfico 17-3:</b>	Contenido de cenizas en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. ....	45
<b>Gráfico 18-3:</b>	Tendencia de la edad de corte con respecto a la parte inorgánica del Cuba OM-22. ....	46
<b>Gráfico 19-3:</b>	Contenido de grasa en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. ....	47
<b>Gráfico 20-3:</b>	Tendencia de la edad de corte con respecto al contenido de grasa del Cuba OM-22. ....	48
<b>Gráfico 21-3:</b>	Contenido de fibra en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. ....	48
<b>Gráfico 22-3:</b>	Tendencia de la edad de corte con respecto al contenido de fibra del Cuba OM-22. ....	50
<b>Gráfico 23-3:</b>	Contenido de FDN en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. ....	50
<b>Gráfico 24-3:</b>	Tendencia de la edad de corte con respecto al contenido de FDN del Cuba OM-22. ....	51
<b>Gráfico 25-3:</b>	Contenido de FDA en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. ....	52
<b>Gráfico 26-3:</b>	Tendencia de la edad de corte con respecto al contenido de FDA del Cuba OM-22. ....	53
<b>Gráfico 27-3:</b>	Contenido de LDA en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte. ....	54
<b>Gráfico 28-3:</b>	Coefficiente de DIVMS en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.	55

- Gráfico 29-3:** Tendencia de la edad de corte con respecto a la DIVMS del Cuba OM-22....57
- Gráfico 30-3:** Coeficiente de DIVMO en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.57
- Gráfico 31-3:** Tendencia de la edad de corte con respecto a la DIVMO del Cuba OM-22...58

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ALTURA DE LA PLANTA DEL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO B.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA DEL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO C.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA COBERTURA BASAL DEL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO D.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA COBERTURA AÉREA DEL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO E.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE DEL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO F.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE SECO DEL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO G.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA DEL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO H.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO I.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE GRASA EN EL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO J.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE CENIZA DEL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO K.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE FIBRA EN EL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.

- ANEXO L.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE FDN EN EL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO M.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE FDA EN EL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO N.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE LDA EN EL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO Ñ.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DIVMS EN EL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO O.** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DIVMO DEL CUBA OM-22, SOMETIDO A TRES INTERVALOS DE CORTE.
- ANEXO P.** EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CUBA OM-22 EN DIFERENTES EDADES DE CORTE
- ANEXO Q.** EVALUACIÓN NUTRICIONAL DEL CUBA OM-22 EN DIFERENTES EDADES DE CORTE

## RESUMEN

Se evaluó el potencial forrajero y composición nutricional del Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L.) en diferentes edades de corte en la RAE. El ensayo tuvo lugar en el INIAP-EECA donde el factor de estudio fue los intervalos de defoliación: 30, 45 y 60 días. Se utilizó 16 repeticiones por tratamiento las cuales fueron sujetas a un DBCA; las variables se sometieron a un ADEVA, las medias a la prueba de Tukey al 95%, además se efectuó un análisis de regresión y correlación. En la valoración agronómica se aplicó las técnicas descritas por Toledo (1982) y Canfield (1941), AOAC (2012) para el análisis proximal y paredes celulares, para la digestibilidad in vitro se basó en la metodología de Van Soest (1994). Las variables agronómicas presentaron diferencias estadísticas altamente significativas; registrándose los mayores valores a los 60 días excepto en la cobertura aérea, obteniendo a esta edad una altura de 2,42 metros, 68,56 tallos/planta, 49,35% cobertura basal, 102,46 t/ha forraje verde y 12,43 t/ha forraje seco, existiendo una alta regresión y correlación entre las variables agronómicas y la edad de corte. En el análisis bromatológico y paredes celulares, los mejores resultados se alcanzaron a los 30 días; se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas en la proteína (14,20%), FDA (34,67%) y FDN (56,29%), mientras que en la fracción ceniza (19,04%) y grasa (2,84%) se registró diferencias significativas. En la DIV se reportó diferencias altamente significativas, siendo los 30 días de defoliación el que posee mayor digestibilidad de la materia seca (71,20%) y orgánica (74,31%). Con esto se afirma que al transcurrir el período de corte, las variables nutricionales sufren un descenso en su contenido. Concluyendo que la mejor edad de corte está a los 60 días debido a que existe un equilibrio entre la parte productiva y nutricional. Se recomienda efectuar estudios en mayores edades de rebrote para conocer su comportamiento.

**Palabras Clave:** <POTENCIAL FORRAJERO>, <COMPOSICIÓN NUTRICIONAL>, <CUBA OM-22>, <EDAD DE CORTE>, <VARIABLES AGRONÓMICAS>, <ANÁLISIS BROMATOLÓGICO>, <PAREDES CELULARES>, <DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA>, <DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA ORGÁNICA>.





## ABSTRACT

The forage potential and nutritional composition of the OM-22 Cuba (*Pennisetum purpureum Schumacher x Pennisetum glaucum L.*) in different ages of cut in the RAE was evaluated. The trial took place at INIAP-EECA where the study factor was the defoliation intervals: 30, 45 and 60 days. 16 repetitions per treatment were used which were subjected to a DBCA; the variables were subjected to an ADEVA, the measures to the Tukey test at 95%, in addition a regression and correlation analysis was performed. In the agronomic assessment the techniques described by Toledo (1982) and Canfield (1941), AOAC (2012) for proximal analysis and cell walls were applied, for in vitro digestibility was based on the methodology of Van Soest (1994). Agronomic variables had highly significant statistical differences; registering the highest values at 60 days except in the area coverage, obtaining at this age a height of 2,42 meters, 68,56 stems/plant, 49,35% basal coverage, 102,46 t/ha green fodder and 12,43 t/ha dry fodder, there is a high regression and correlation between agronomic variables and cutting age. In bromatological analysis and cell walls, the best results were achieved at 30 days; highly significant statistical differences were presented in protein (14,29%), FDA (34,67%) and FDN (56,29%), while in the ash fraction (19,04%) fat (2,84%) significant differences were recorded. In the IVD, highly significant differences were reported, with 30 days of defoliation having the highest digestibility of dry matter (71,20%) and organic matter (74,31%). With this it is affirmed that the cutting period passed, the nutritional variables suffered a decrease in their content. Concluding that the best cutting age at 60 days because there is a balance between the productive and nutritional part. It is recommended that studies be conducted at older ages of regrowth to know their compartment.

**Keywords:** <FORAGE POTENTIAL>, <NUTRITIONAL COMPOSITION>, <CUBA OM-22>, < AGE OF COURT>, <AGRONOMIC VARIABLES>, <BROMATOLOGICAL ANALYSIS>, <CELL WALLS>, < DIGESTIBILITY IN VITRO OF THE DRY MATERIAL>, < IN VITRO DIGESTIBILITY OF ORGANIC MATTER.>.



## INTRODUCCIÓN

En la Región Amazonia Ecuatoriana (RAE), uno de los principales factores que limitan el alcance de una producción ganadera sustentable es la escasa disposición y baja calidad nutricional de los pastos (Ramírez et al., 2008, p. 2). Es por ello que la introducción de nuevas especie forrajeras en la región se ha visto necesaria, debido a que son consideradas la principal y más económica fuente de alimentación de los bovinos (Miranda, 2009, p. 1).

Durante los últimos años el avance científico en la genética ha generado variedades forrajeras que se han adaptado a las condiciones medioambientales de diferentes regiones (Guaicha, 2015, p. 1). El Instituto de Ciencia Animal mediante el programa de mejoramiento genético obtuvo nuevas variedades del género *Pennisetum* con caracteres superiores a los de sus progenitores (Martínez et al., 2010, p. 189).

Una de las forrajeras generadas por el avance genético y que ha ingresado al país es el Cuba OM-22, ésta gramínea ha generado interés en los ganaderos debido a las características agrobotánicas y nutricionales presentados en otros países de clima cálido. Este forraje es procedente de un cruzamiento in vitro entre el Cuba CT-169 (*Pennisetum purpureum Schumach*) y el Millo perla (*Pennisetum glaucum Tifton Late*) (Palma y Raudez, 2018, p.1).

El cuba OM-22 es una especie promisoría, con este forraje se puede llegar a mantener a varias unidades ganaderas mayores (UGM) en menor unidad de superficie. Por consecuencia el avance de la frontera agrícola de la región se verá reducido ya que esto se ha generado por las grandes extensiones de terreno utilizadas para cultivos de pastizales (Nieto y Caicedo, 2012, pp. 21-22).

El valor nutritivo es un factor transcendental, refleja la capacidad que poseen las materias primas (forrajes) para cumplir los requerimientos de los semovientes y así obtener gran productividad o respuesta por parte de éstos (Trujillo y Uriarte, 2009, p. 1). El análisis proximal no manifiesta en realidad la cualidad nutricional de un forraje, depende de elementos como la fracción fibrosa (su solubilidad, volumen) y otros factores antinutricionales (Savón et al., 2005, p. 70).

La composición bromatológica se estableció debido a que la eficacia del valor de la alimentación de los animales depende de la composición química de los alimentos que ingieren, el principio de éste análisis es determinar el contenido de materia seca, extracto etéreo, proteína cruda, ceniza y fibra en el alimento (Mcdonald 1995 citado por Janeta, 2015, p. 24).

El contenido de paredes celulares de los pastos se determina mediante técnicas con detergentes desarrollados por Van Soest, donde separan la célula vegetal en fracciones como la fibra detergente acida (FDA) y fibra detergente neutro (FND), la primera forma parte de la pared celular compuesta por celulosa y lignina mientras que la segunda fracción está compuesta por la totalidad de los componentes de la pared celular más hemicelulosa (Ribeiro & Moreira 2000 citado por Janeta, 2015, p. 25).

La digestibilidad comprende diversos procesos que atraviesa el alimento en el tracto digestivo del animal, es un factor importante ya que permite conocer el grado en que los nutrientes son aprovechados por el organismo, es decir que a mayor digestibilidad del alimento se tendrá como respuesta mayor productividad por parte del animal (Merlo et al., 2017, p. 117).

La mayoría de los productores de la región utilizan pastos y forrajes sin conocer el valor nutrimental que poseen las especies al momento de la cosecha más bien lo aprovechan basándose en la cantidad de biomasa producida, es decir no consideran ciertos factores que afectan a la producción y calidad del pasto (Barén y Centeno 2017, pp. 1,2).

La edad de la defoliación influye en el rendimiento de las forrajeras. Los períodos extensos de corte provocan un déficit en la nutrición del bovino ya que la disponibilidad de proteína, carbohidratos solubles, entre otros, es relativamente baja además existe mayor acumulación de fibra y por consecuencia disminución del valor nutricional y consumo. El contenido de paredes celulares y otras fracciones no digeribles aumenta y por ende la digestibilidad disminuye (Costa et al., 2007. pp. 1197, 1198).

En cambio, los cortes realizados a edad temprana afectan al rendimiento de la biomasa así como también las reservas de la especie, el vigor del rebrote y persistencia de la planta. Al momento del corte del forraje debe existir un equilibrio entre la producción de biomasa, composición bromatológica, contenido de paredes celulares y digestibilidad debido a que estos factores determinan la eficacia productora del ganado (Merlo et al., 2017, p. 117).

Por el desconocimiento del comportamiento botánico y valor nutricional del híbrido Cuba 22 en la RAE, es que se vio la necesidad de evaluarlo en diferente estadios de corte y así determinar la edad ideal de defoliación, que permita ofrecer a los animales gran cantidad de forraje y con caracteres nutricionales valiosas, reduciendo las extensiones de terreno comúnmente utilizadas para el pastoreo de los animales, permitiendo mejorar la producción del hato y reducir los costos de producción de los pequeños y medianos ganaderos del sector.

Por los antecedentes expuestos con anterioridad es que se plantean los siguientes objetivos:

- Evaluar los parámetros agroproductivos del pasto Cuba OM-22 a tres edades de corte (30,45 y 60 días) en el INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía.
- Determinar el valor nutritivo del pasto híbrido Cuba OM - 22 a los 30, 45 y 60 días de corte mediante un análisis proximal, paredes celulares y pruebas de digestibilidad.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Origen Del Clon Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L*)

En Cuba, los *Pennisetum* han venido siendo una de las principales especies forrajeras muy utilizada en la alimentación ganadera (FAO, 2008 citado en Martínez et al., 2010, p. 189). A nivel mundial donde los climas son cálidos, se han cultivado durante años especies de corte y pastoreo de origen africano, mejoradas o cruzadas entre especies del mismo o diverso género (Burton, 1993 citado por Martínez et al., 2010, p. 189).

Los *Pennisetum purpureum* además de ser especies forrajeras consideradas como promisorias son capaces de intercambiar alelos con los *Pennisetum glaucum*. Debido a lo antes mencionado, es que se han obtenido híbridos de alto valor genético (Pereira et al., 2002 citado por Martínez et al., 2010, p. 189). En el año 1974 en el país cubano se introdujo el King grass (de la especie *Pennisetum purpureum*) y en la década de los 80 el Instituto de Ciencia Animal utilizó a este clon como planta donante en programas de fitotecnia (Pineda, 2017).

A partir de este programa se obtuvieron mutaciones y por consecuente nuevos clones entre los cuales se escogieron al Cuba CT-115 y el Cuba CT-169. Estos clones fueron obtenidos por medio de un cultivar de ápices del King grass, utilizando una técnica de cultivo y regeneración de plántulas in vitro (Pineda, 2017).

Clavijo (2016) indica que, el clon Cuba CT-169 es mayormente utilizado en programas de cruzamientos debido a sus cualidades botánicas (altura y crecimiento rápido). A partir de este clon surge un nuevo híbrido llamado Cuba OM-22 proveniente de un cruce con el cultivar millo perla o *Pennisetum glaucum Tifton Late* (progenitor femenino).

El Cuba OM-22 posee 21 cromosomas cuyo cruzamiento fue por polinización cruzada manual y su selección se hizo entre otros 340 individuos de este cruce y otros (Pineda, 2017). El progenitor millo perla (*P. glaucum Tifton Late*) fue seleccionado por el Dr. Gleen Burton de la Coastal

Planit Experimental Station, de la Universidad de Georgia (EEUU), debido a su talla, abundante biomasa y por su buen desarrollo en épocas de verano y calidad (Clavijo, 2016, p. 8).

## **1.2. Caracterización Agrobotánica**

Según Perozo (2013), el Cuba OM-22 posee características similares a la de los otros híbridos *P. purpureum* x *P. glaucum*, como el CT - 115 y CT - 169. El cultivar presenta un color verde sólido pero no se elimina la posibilidad de que presenten franjas moradas debido a que posee este gen recesivo (Clavijo, 2016, p. 8).

Las hojas son poco corrugadas y de coloración blanquizca en la nervadura central, son largas (1,40 cm) y anchas (5 a 8 cm) y no poseen vellosidades. Sus tallos son largos y gruesos que van de 3 a 5 cm de diámetro, con entrenudos de 13 a 15 cm lo que le da una apariencia vigorosa, presenta menos lignificación en el último tercio de la planta (Perozo, 2013, p. 15).

De crecimiento erecto, tiene la particularidad de ser más alto que sus progenitores, llegando a medir más de 1,80 metros a los 90 días de corte, incluso 3,70 metros a los 180 días de edad. Por su exuberante biomasa es que se dobla a edades tempranas. Se caracteriza también por su capacidad de brote, al mes de siembra ya posee hasta 10 hijuelos pero su principal cualidad es su alta producción en biomasa que está entre los 70 a 180 t/FV/ha aunque esto varía según la zona y época del año (Clavijo, 2016, p. 9).

## **1.3. Ventajas y Desventajas del Cuba OM-22**

Es un forraje de alta producción de material vegetativo, de alto contenido nutricional mismo que puede llegar hasta el 17 % de proteína con fertilizantes, buena digestibilidad, resistente a sequías, presenta alta proporción de hojas en períodos secos y lluviosos, de alto contenido de carbohidratos solubles y no posee pubescencias característica que lo hace más apetecible por el ganado (Perozo, 2013, p. 16).

El inconveniente de este híbrido es que con el tiempo necesita de aplicación de fertilizantes para mantener su producción, para aprovechar todos su potencial es necesario aplicar riego en etapas de sequía, puede tolerar encharcamientos hasta cierto límite, es exigente al momento de la siembra (humedad, edad y tapado de la estaca) para que la germinación sea la ideal (Caballero, 2013, p. 18).

## **1.4. Factores Edafoclimáticos del cultivo**

### **1.4.1. Factores climáticos**

El Cuba 22 y otras variedades del mismo género pueden adaptarse a climas tropicales y subtropicales con temperaturas de entre los 17° a 30° C, en zonas de hasta 1800 m.s.n.m. Si se cosechan en zonas más altas el desarrollo es lento y su productividad es baja. Para el desarrollo favorable del forraje es necesario cultivarlo por debajo de los 1500 metros de altitud y a una temperatura promedio de 25° C (Suárez, 2016, p. 10).

Esta especie puede llegar a soportar precipitaciones por encima de los 1000 mm/año y hasta el 80% de humedad relativa (CRS, 2015, p. 31). Si bien es cierto es resistente a la humedad pero no al encharcamiento ya que esto puede provocar la podrición de la raíz y el tallo, además tiene capacidad de producir aún en épocas de déficit hídrico (Chimbo, 2014, p. 19).

### **1.4.2. Factores Edáficos**

Los *Pennisetum* no son exigentes, suelen a adaptarse a suelos con pH 5,6 a 7 con textura francos y franco arcillosos, de mediana fertilidad, aunque se obtiene producciones elevadas en suelos con gran contenido de materia orgánica y con capacidad para conservar cierta humedad (Chimbo, 2014, p. 20).

## **1.5. Uso del forraje**

En el sector ganadero día a día existe mayor competitividad entre productores por esta razón se ven obligados a ser más eficientes al utilizar los recursos que disponen. Los principales beneficios que se le puede dar al Cuba OM-22, es como un sistemas de corte y acarreo, para suministrarlos en verde o para elaboración de fermentados como es el ensilaje. Es ideal, debido a la cantidad de biomasa que posee al momento del corte, incluso es considerado como la mejor opción para sustituir al maíz en el ensilado (Calvillo, 2018, p. 35).

Con un manejo eficiente en los pasto del género *Pennisetum* se puede lograr mantener hasta 5 UGM (unidades ganaderas mayores) en períodos lluviosos con ganancias de pesos de 647 hasta 740 g/animal/día, una producción de leche alrededor de 6,8 litros (Calvillo, 2018, p. 35).

## **1.6. Influencia de la edad corte en el crecimiento, productividad y nutrición del forraje**

Al seleccionar una especie forrajera destinada para la alimentación ganadera, la principal atención que se muestra es en su producción de material vegetativo y composición bromatológica entre cultivos del mismo género y/o variedad. Estos factores no son los únicos que pueden influir sobre el animal, a esto se debe incluir el estado de madurez del forraje suministrado, la presión del pastoreo, la exposición del sol sobre ellos, período de recuperación, entre otros (Mérida, 2013, p. 4).

La edad de una forrajera al momento del corte, influye en el comportamiento morfofisiológico en las siguientes cosechas, productividad, composición química y digestión de la misma, es decir que su rendimiento productivo y nutricional depende del manejo al cual esté sujeto el cultivar. Para conocer la influencia que posee la edad al momento de la defoliación sobre el comportamiento de los forrajes del género *Pennisetum*, se han efectuado investigaciones donde aclaran las ideas antes mencionadas (Rincón, 1966, p. 7).

Madera et al., (2013), al evaluar el *Pennisetum purpureum* a 6 edades de corte, observó que la altura de la planta, la circunferencia en la cepa, largo y ancho de hoja, diámetro de entrenudo y la biomasa incrementa a medida que avanza la edad de cosecha; mientras que en las variables hoja/tallo y digestibilidad in vitro de la materia seca disminuyen conforme incrementa la edad de la defoliación.

En otra investigación, al valorar el *Pennisetum purpureum Schumach* a diferentes edades de rebrote (50, 60, 70, 80 y 90 días) y dos épocas de año (lluvioso y seco), la producción de biomasa se incrementó hasta los 70 días en las dos épocas, llegando a producir 25,5 t/MS/ha/año en la mejor época (seco), a partir de dicha edad la producción de forraje sufrió un declive debido al número de hojas que presentaban los tallos. El contenido de nutrientes y la DIVMS también resultados afectados a medida que el tiempo transcurría (Vivas et al., 2019, p. 49-53).

El valor nutricional de un pasto o forraje se reduce a medida que la edad de corte avanza ya que se presentan cambios en los componentes estructurales, solubles y en la digestibilidad aunque es más notorio en las gramíneas que en leguminosas (Del Pozo, 2011, p. 127).

Existe alta concentración de componentes solubles y digestibilidad en tallos jóvenes, igual o mayor que la parte foliar, aunque estas cualidades se ven reducidas conforme el período de corte transcurre. El rebrote o pastoreo a edades tempranas también acarrear consecuencias negativas,



la producción forrajera se ve afectada al igual que su capacidad de rebrote y crecimiento ya que se presenta un alto contenido de reservas en tallos y raíces (Del Pozo, 2011, p. 128).

### **1.7. Comportamiento agrobotánico del Género *Pennisetum***

Existen varios pastos procedentes de género *Pennisetum*, todos con un gran desarrollo y crecimiento botánico, como es el caso del king grass, Cuba CT-16, CT-74 y CT- 169 quienes presentan una longitud de 198, 196, 212, 177 cm en su orden (Febles et al., 2007, p. 387). Estos pastos de corte poseen varias bondades morfológicas y fisiológicas, son muy deseados por ganaderos de zonas cálidas porque su capacidad para crecer es impresionante, a los 45, 60, 75 y 90 días el maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en un período poco lluvioso muestra 167,20; 185,10; 140,25 y 132,5 cm respectivamente (Murillo et al., 2015, pp. 2, 4).

El número de tallos por planta o superficie está influenciado por la edad de corte, distancia y sistema de siembra. Al sembrar dos varetas de King grass morado a una distancia de 0,50 cm, se consigue a los 90 días 41,3 tallos/m<sup>2</sup>, mientras que a los 150 días se presencia 57 macollas/m<sup>2</sup> (Rivera, 2017, p. 18).

En lo referente a la cobertura, estos pastos con el tiempo logran cubrir toda la superficie del suelo y por ende la parte aérea. En una investigación, el pasto maralfalfa reportó una cubierta basal de 41% y 56,17% a los 30 y 60 días de cosecha mientras que la cobertura aérea a estas mismas edades fueron de 59% y 87,67% (Abarca, 2011, pp. 40-45). La cobertura basal en el king grass es aún mayor que el maralfalfa, presentándose a los 60 días el 59,67% (Guaicha, 2015, p. 64-68).

Los pastos de este género ofrecen gran cantidad de biomasa, aún si los corte son realizados a edades tempranas (Murillo et al., 2015, p. 1). El king grass morado, king grass verde, elefante y maralfalfa pueden llegar a producir a los 50 días de cosecha 62,8; 60,8; 67,8 y 70,5 t/ha de forraje verde en su orden (Roncallo et al., 2012, p. 74). Mientras que a los 70 días de rebrote, el pasto taiwán presenta en las hojas, tallo y planta completa una producción de forraje verde de 23,89; 56,65 y 80,54 t/ha correspondientemente, en el king grass se registra 24,43; 62,50 y 86,93 t/ha en las hojas, tallos y planta íntegra, de igual forma el pasto elefante gigante produce 80,55; 86,94 y 61,43 t/ha de biomasa en sus hojas, tallo y planta entera en su orden (Araya y Boschini, 2005, p. 39).

El híbrido Cuba CT-115 puede llegar a producir 61,25 t/ha/año de forraje seco al realizar cortes cada 90 días (García y Díaz, 2012, pp. 16,17). Mientras que en otra investigación el Cuba CT-115, CT-

169 y king grass morado reportaron a los 90 días de rebrote el 11,18; 13,12 y 15,28 t/ha de forraje seco (Caballero et al., 2016, p. 97).

Cabe mencionar que la producción forrajera depende de cada una de las variables botánicas nombradas con anterioridad y estas a su vez dependen de la edad de cosecha, es decir que si el pasto presenta mayor altura, área foliar, número de tallos, cobertura y relación tallo: hoja, la biomasa será mayor hasta cierto estado fenológico, luego sufrirá una reducción debido a la presencia de material muerto. Se puede presentar cambios en los cultivos al ser aprovechados cuando aún son jóvenes, debido a que la capacidad de resiliencia es cada vez menor, mientras que los períodos largos de cosecha proporcionan la reversión de la especie aunque la vegetación nutricionalmente es pobre (Peter et al., 2012, p. 236).

## **1.8. Valor nutritivo de los alimentos**

El valor nutricional de un pasto se considera como la capacidad que posee dicha especie para satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción del animal. Existen factores que inhiben el valor nutritivo de los pastos del trópico, estos son la composición bromatológica, coeficiente de digestibilidad (lo consumido versus lo excretado) de la especie forrajera, aceptabilidad, medioambiente, factores propios del animal, entre otros. El conocimiento de estos elementos ayudan al ganadero a ser más eficiente (INIAP, 2015, pp. 21, 22).

### **1.8.1. Composición Bromatológica**

El análisis proximal o bromatológico es una combinación de procesos analíticos desarrollados en Alemania que tiene como fin la descripción de los alimentos, es decir la cantidad de nutrientes orgánico e inorgánico presentes en ellos así como también factores negativos. Las fracciones que resultan del análisis proximal incluyen: humedad, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno (Church et al., 2001, p. 23).

La determinación de humedad de los alimentos ya sea de origen animal o natural no se considera parte un análisis químico, aunque es de suma importancia porque un error en este proceso puede obstruir la valoración del resto de los componentes químicos; además su determinación sirve para realizar comparaciones con datos analíticos de diferentes alimentos; a partir de este análisis, el contenido de nutrientes puede expresarse sobre la base de la materia seca (Aron, 1988, p. 6). El contenido en agua se suele determinar por la diferencia de peso de la muestra antes y después de

la desecación. Los alimentos pueden tener un contenido de agua muy variable, en alimentos naturales puede llegar hasta el 90% y en alimentos secos el 10% aproximadamente (Church et al., 2001, p. 23).

La ceniza se considera la parte inorgánica del forraje determinada por medio de calcinación a una temperatura de 500° C, a dicha temperatura los compuestos orgánicos desaparecen.; pueden llegar a constituir hasta el 18% de la materia seca. Los elementos inorgánicos presentes en los compuestos orgánicos, como el azufre y el fósforo en las proteínas, permanecen con las cenizas (Aron, 1988, p. 6).

En gramíneas del trópico el contenido de proteína puede variar desde el 3 y hasta el 30%, depende si el forraje disponible es muy maduro o si es una pastura de corta edad y fertilizada. Se considera que el nivel de proteína es crítico si se encuentra por debajo del 7%, esto trae como consecuencia un bajo consumo de dicha especie forrajera. El balance de nitrógenos positivos se presenta si el nivel de proteína es mínimo del 7%, para que exista una mejora en dicho valor proteico se requiere de un manejo adecuado de la especie forrajera y que las condiciones ambientales sean apropiadas para el cultivo (Pirela, 2005, p. 176,177).

En la proteína existen componentes como el amoníaco que es necesario para el desarrollo de los microorganismos del rumen y los aminoácidos que se absorben en el intestino delgado del animal. El nitrógeno es fundamental en una dieta, debido a que este elemento permite la síntesis de proteínas que son necesarias en el crecimiento, período de lactancia y gestación de los animales (Ayanz, 2006 citado por Abarca, 2015, p.3).

La proteína bruta, se calcula a partir del contenido en nitrógeno de la muestra, determinado por el método de Kjeldahl. Puesto que las proteínas contienen por término medio, 16 por ciento de nitrógeno, el contenido de proteína bruta se calcula multiplicando la cifra de nitrógeno por 100/16 ó 6,25. Además de los compuestos definidos como proteínas y llamados proteína verdadera, la proteína bruta incluye también compuestos nitrogenados no proteicos, es decir aminoácidos libres, amidas de aminoácidos, sales de amonio, urea, etc. El contenido en proteína de los alimentos se considera sobre la base de las cifras de proteína bruta (Aron, 1988, p. 6).

La grasa, también llamada lípidos, son componentes orgánicos heterogéneos insolubles en agua. Se determina mediante la extracción de una muestra con éter, benceno o cualquier otro solvente orgánico semejante. La grasa bruta es el residuo resultante del proceso de evaporación del solvente a través de extractores de reflujo especiales. Esta fracción tiene poca variación y que además de las grasas contiene otros lípidos como las ceras, esteroides, fosfolípidos y pigmentos

vegetales. La fracción extracto etéreo brinda energía al animal para su mantenimiento y producción, pero es muy diferente a las grasas verdaderas (Aron, 1988, p. 6).

La fibra es la fracción de los alimentos que no es digerida, es por ello que, su alto contenido afecta negativamente al valor nutricional del forraje o alimento. La fibra cruda se determina utilizando una muestra desengrasada previamente, la cual se hierve en ácido diluido, luego en una base diluida, se seca y se quema en un horno. La fracción de la fibra cruda es la diferencia entre el peso antes y después de quemar la muestra. Se trata de un intento de imitar el proceso digestivo que ocurre primero en el estómago gástrico y luego en el intestino delgado de los animales (Church et al., 2001, p. 24).

La fibra cruda es un estimador de carbohidratos estructurales y otros elementos, conformada por glúcidos estructurales vegetales, tales como celulosa y hemicelulosa, pero también contiene algo de lignina, que es una sustancia muy poco digerible que se relaciona con la porción fibrosa de los tejidos vegetales. A través del método de Van Soest, se ha logrado determinar los componentes de la pared celular como son la fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), y lignina detergente ácida (LDA) (Mendoza y Bautista, 2008).

### **1.8.2. Fracciones de la pared celular**

La pared celular influye en la nutrición de los rumiantes debido a que afecta a la digestión de alimentos y la parte energética de los mismos, su contenido ideal ayuda a que los microorganismos ruminales efectúen el proceso de fermentación, además de implicar en la regulación de la ingesta de alimento (Sánchez y Soto, 1998, p. 6).

La fibra neutra detergente (FDN) está constituida de hemicelulosa y la fracción de la fibra ácido detergente, considerada como la fracción de la fibra parcialmente digerible. Es el resultado remanente de un alimento solubilizado en detergente neutro. Se considera importante, debido a que el consumo voluntario de la materia seca se ve afectada. Es decir a mayor fracción de FDN menor es la ingesta del alimento (FOSS, 2018, pp. 9, 10). Es la fracción que mide de forma más correcta, la capacidad de la misma en ocupar todo el trato digestivo (Cruz y Sánchez, 2000, p. 42). En pastos de climas tropicales la FDN oscilan entre el 65 a 72 % mientras que los carbohidratos no fibrosos (CNF) se presentan en un 6 al 12% (Sánchez y Soto, 1998, p. 6).

La fibra ácido detergente (FDA) es parte de la pared celular que se encuentra conformada por celulosa, lignina, cutina y sílice, es el resultado remanente de un alimento que fue solubilizado en

detergente ácido. El detergente utilizado para su obtención, permite la solubilización de la hemicelulosa además de las fracciones que se obtienen en la fibra detergente neutra. La hemicelulosa es el componente que hace la diferencia entre la fracción ácido y neutro detergente (FOSS, 2018, pp. 9,10). La capacidad que tiene el rumiante para digerir el alimento se ve influenciada por el contenido de fibra ácida. Es decir que a mayor fracción de fibra detergente ácida, menor es la capacidad de digestión del alimento y por consecuencia su valor energético (Cruz y Sánchez, 2000, p. 42).

La lignina detergente ácida (LDA) es el resultado que surge posterior a la determinación de FDA, donde un proceso de digestión con ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), elimina el contenido de celulosa presente. La digestibilidad del alimento se ve influenciada por la concentración de LDA, debido a que este posee uniones químicas que impide el ataque de microorganismos del rumen. El contenido de esta fracción depende de la especie forrajera y del estado fenológico de la misma, es decir a mayor período de cosecha sería mayor la presencia de lignina (Colombatto, 2000, p. 4).

### **1.8.3. Digestibilidad**

Los alimentos no son totalmente asimilados, siempre existe una parte que es desechado por diferentes mecanismos. La digestibilidad es la fracción de alimento que es absorbido en el tracto gastrointestinal o por un proceso de laboratorio por medio de solubilización o por el ataque de microorganismos del rumen. Se considera una medida esencial debido a que ayuda a determinar el valor nutritivo presentes en los alimentos y por consiguiente para cálculos de requerimientos nutricionales o formulación de raciones (Giraldo et al., 2007, p. 270).

La determinación de la digestibilidad se realiza con la finalidad de valorar el tracto gastrointestinal (TGI) del animal, la ración, nutriente o nutrientes de la dieta o para medir la utilización de nutrientes digeribles (Church, 1969, p. 101). Para la estimación del coeficiente de digestibilidad se debe tener en consideración los factores que afectan a los resultados como son la naturaleza del alimento utilizada como fuente alimenticia así como también el mecanismo de obtención de los mismos, el método analítico utilizado para su estimación, medio ambiente y factores propios del individuo como la especie o edad (Osorio, Giraldo y Narváez 2012, p. 88).

La digestión de los nutrientes se ven afectados por la digestión de otros como por ejemplo, la digestión de la fibra disminuye si existe almidones y azúcares disponibles en el alimento puesto de los microorganismos ruminales prefieren a carbohidratos digeribles y luego aprovechan la fibra cruda. De la misma forma sucede al presentarse gran cantidad de proteína, causando un alto

consumo del alimento (materia seca) pero la digestión de la fibra se ve afectada (De Alba, 1971, p. 60).

Además el estado de madurez de la planta influye sobre la digestión de los nutrientes, es decir que el pasto de corta edad es mayormente digestible que el mismo pasto cosechado en un período largo. Esto sucede ya que se presenta un incremento en el contenido de paredes celulares principalmente de la lignina que es considerada como la fracción de la fibra indigestible (Morrison, 1961, p. 52).

#### 1.8.3.1. *Digestibilidad in vivo*

El método in vivo es el más eficiente y confiable para medir digestibilidad, se utiliza animales que han pasado por un proceso de adaptación, es decir, involucra directamente el alimento con el animal. Este método incluye la medición de la ingestión de una determinada ración de composición conocida y la colecta total de la excreción fecal correspondiente al alimento consumido. Las muestras del material ofrecido, al igual que las del rechazado son analizadas en el laboratorio, para controlar el balance de nutrientes ingeridos (Lachmann y Araujo, 1999, pp. 2, 3). Concellón (1978) menciona que, durante estudios de digestibilidad se suministra al animal cantidades definidas de alimento (según el ensayo) y se recoge las heces para determinar la cantidad de alimento excretado, la recolección se efectúa diariamente en al mismo tiempo. El coeficiente de digestibilidad (CD) surge mediante la siguiente relación y para expresar en porcentaje es multiplicado por cien.

**Ecuación 1-1**

$$CD = \frac{\text{Nutrientes consumidos} - \text{Nutrientes excretados}}{\text{Nutrientes consumidos}} * 100$$

Este método puede verse afectado por factores como el tipo de ración, consumo, capacidad de selección del alimento por parte del animal, la especie animal y su estado fisiológico, disposición de agua, pasaje del alimento y medio ambiente (Carro et al., 1999, p. 52). El valor nutricional de un alimento se lo puede determinar mediante el coeficiente de digestibilidad utilizando este tipo de ensayo (in vivo), considerándose la técnica más exacta; aunque, este tipo de pruebas son relativamente costosas (infraestructura y disponibilidad de alimento), poco prácticos y se necesita de mucho tiempo a comparación con otras técnicas de digestión, por este motivo se desarrollan

en determinados centros investigativos donde se pueda aplicar este método. (Carro et al., 1994 citado por Abarca, 2015, p. 6).

Al realizar la digestión in vivo se manifiestan inconvenientes, la recolección del excremento de los animales es laboriosa porque se efectúa una a dos veces al día y ésta en ocasiones se mezcla con la orina del animal por ello es preferente utilizar animales machos, además es necesario evitar cualquier trastorno digestivo durante el período de estudio, se necesita de personas capacitadas. Por estas causas se han desarrollado nuevas técnicas rápidas y poco costosas para estimar el coeficiente de digestibilidad de los alimentos, como la digestibilidad in vitro (Lachmann y Araujo, 1999, p. 3).

#### *1.8.3.2. Digestibilidad in vitro*

Durante mucho tiempo la técnica de digestibilidad in vivo ha sido un procedimiento laborioso, para dar una alternativa a esta técnica es que se han efectuado diversos estudios en laboratorios donde se ha intentado imitar por medio de proceso químico las reacciones que ocurre en el TGI del animal. Durante el período de incubación existe una fracción de las muestras de alimento que son disueltas a esto se conoce como coeficiente de digestibilidad in vitro (Guevara, 2000, p. 44).

La digestibilidad in vitro se da por medio de dos etapas, donde en la primera los productos de la fermentación producida por microorganismos del licor ruminal no son removidos (fermentación cerrada), aunque la fermentación no sucede de la misma forma real como pasa en el rumen por lo el término rumen artificial es equivocado en esta técnica. Se adiciona saliva artificial (solución amortiguadora) para mantener un pH ideal mismo que va entre 6,7 a 7, de esta forma las bacterias ruminales ejercen su labor (Duchi, 2000, p. 27).

La siguiente fase se trata de un proceso de digestión, para lo cual se utiliza pepsina en un medio ácido (HCl), el principio es hidrolizar a toda la proteína de origen bacteriano existente y dejar la parte no digerida de la materia seca. Se trata de imitar lo que sucede en el abomaso del animal. Este método de digestión es utilizado con la finalidad de estimar el valor nutricional de especies vegetales y a los componentes que alteran la digestión de estos elementos (Duchi, 2000, p. 27).

Las técnicas más utilizadas de la digestibilidad in vitro son las de Tilley y Terry y la de Goering y Van Soest, ambos son ideales para determinar la digestión en rumiantes. La primera técnica conforme a pasado el tiempo ha sido reformada y acoplada dependiendo al tipo de alimento a examinar, de igual forma ha sucedido con la solución amortiguadora. Aunque se hayan realizado

innovaciones, ésta técnica sigue siendo laboriosa, aparte de existir inconvenientes con las muestras de alimento ya que estas deben incubarse de forma separada (Giraldo et al., 2007, p. 270).

La problemática presentada en el método desarrollado por Tilley y Terry, despierta interés por la técnica de Van Soest y colaboradores debido a su eficiencia. Para la determinación de la digestibilidad por este método se necesita de una cámara incubadora denominado DaisyII de Ankom Technology, mismo que permite incubar hasta 100 muestras de alimento seco y molido distribuidas en cuatro frascos de vidrio (24 bolsitas por frasco) a una temperatura de 39 °C y una agitación constante en condiciones de anaerobiosis,. La fracción de la muestra que desaparece de las bolsas durante el tiempo de inoculado se estima que es digestible (Giraldo et al., 2007, p. 270).

El período de incubación de este método es estándar, en los laboratorios se trabaja con 48 horas de incubación, aunque existen investigaciones que aun trabajan sobre este tema. El coeficiente de digestibilidad está correlacionado con el tiempo de incubación, es decir que a mayor período de incubación mayor es la digestibilidad del alimento (INTA, 2014, p. 34).

Una de las bondades del método in vitro es que permite analizar gran cantidad de muestras de alimentos en pequeñas porciones empleando poco tiempo, son menos costosas que la digestión in vivo, es un método fácil de manejarlo y muy reproducible, los resultados de los estudios son similares a los que se obtienen en el método in vivo. La desventaja es que se necesita de animales canulados y de la misma especie (Álvarez, 2009 citado por Abarca, 2015, p. 8).

### **1.9. Composición bromatológica del Género *Pennisetum***

Barén y Centeno (2017) al evaluar el pasto Cuba OM-22, sometido a cuatro intervalos de corte, afirman que el mejor estadio de corte se reportó a los 60 días debido a sus características productivas y bromatológicas (Ver tabla 1-1) presentadas durante la investigación. El contenido de proteína cruda del forraje se reduce a medida que se incrementa la edad de corte, esto no sucede con la fibra.

En este mismo tópico, Ramírez et al., (2008) manifiesta que, el *Pennisetum* Cuba CT-169 presenta el mejor contenido de proteína a los 30 días en dos períodos climáticos: lluvioso y poco lluvioso. Como es de esperarse el contenido de proteína cruda y materia seca se ven afectada por el avance de la edad de la planta mientras que la fibra cruda por su parte incrementa (tabla 2-1).



**Tabla 1-1:** Composición química del Cuba OM-22.

Período de corte	Materia seca %	Ceniza %	Proteína %	Grasa %	Fibra %
45 días	11,32	12,97	20,31	2,98	32,19
60 días	15,15	15,04	18,99	3,08	34,77
75 días	16,38	12,75	16,93	3,17	35,99
90 días	21,18	13,70	15,98	3,51	37,92

Fuente: Barén y Centeno, 2017

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Tabla 2-1:** Composición química del *Pennisetum* Cuba CT-169

Edad en días	Período Lluvioso			Período poco Lluvioso		
	MS%	PB%	FB%	MS%	PB%	FB%
30	13,30	13,75	20,33	14,00	15,00	20,16
45	13,52	12,87	22,41	16,00	9,74	21,98
60	16,41	11,43	23,98	20,70	9,00	23,42

Fuente: Ramírez et al., 2008.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

Por otro lado, Chacón y Vargas (2009) realizaron un estudio sometiendo al King grass a tres intervalos de cosecha, donde de igual forma, la calidad nutricional resultó inversamente proporcional a la edad de corte. Los componentes de la pared celular del forraje se elevaron pero el contenido celular se reduce, en la tabla 3-1 se puede observar la variación en el contenido bromatológico a medida que envejece el forraje.

**Tabla 3-1:** Composición nutricional del King grass

Edad de corte	MS %	PC %	EE %	Cenizas %	FND %	FAD %	Celulosa %	Hemicelulosa %	Lignina %
60 d	13,03	9,56	1,41	14,47	73,78	46,53	34,38	27,25	12,15
75 d	13,79	8,70	1,37	13,86	75,48	49,77	36,47	26,23	13,30
90 d	14,43	8,42	1,29	13,61	76,91	51,83	38,28	24,71	13,59

Fuente: Chacón & Vargas, 2009.

Cabe recalcar que el género *Pennisetum* es considerado un pasto de corte es por ello que se hacen investigaciones del contenido bromatológico de la totalidad de la planta (tallos + hojas). López (2011), al evaluar la composición química de la planta completa del *Pennisetum purpureum* (pasto morado), encontró la mayor porción de proteína a los 45 y 60 días, el mayor contenido de grasa a los 75 días, y la menor fracción de fibra, FDA Y FDN a los 60 días. Por lo que recomienda aprovechar el pasto a los 60 días de edad ya que presenta niveles nutritivos aceptables para los animales (tabla 4-1).

**Tabla 4-1:** Evaluación bromatológica de la planta completa del King grass morado.

Variable %	45	60	75	90	105	120
MS	16,18747	30,3720	17,5047	14,9973	13,0533	13,5207
PC	10,8132	10,5890	6,5066	9,1478	7,9960	6,6387
EE	1,3449	4,5264	9,7638	1,6669	1,5318	1,8994
FC	24,7313	19,8811	27,5527	30,3377	31,5725	40,5549
FDN	33,6121	31,9656	38,1624	43,5917	44,6977	44,6351
FDA	----	17,6923	24,2949	28,2510	28,2758	29,9372

Fuente: López, 2011.

### 1.10. Digestibilidad de la materia seca y orgánica del Género *Pennisetum*

La digestibilidad se relaciona con el avance de la edad del rebrote, es decir con el aumento de los componentes de las paredes celulares (Madera et al., 2013, p. 50), es decir que su coeficiente disminuye por la madures del forraje. Esto se fundamenta por medio de investigaciones realizadas, donde confirman lo expuesto.

Ruiz (2016), encontró la mayor digestibilidad in vitro de la materia seca a los 30 días de cosecha en dos pastos del género *Pennisetum*: maralfalfa y camerún, misma que disminuyó hasta el día 60 (ver tabla 5-1), por la incremento de la fracción fibrosa al pasar las diferentes edades de corte (tabla 5-1).

**Tabla 5-1:** Digestibilidad in vitro de la materia seca (%) del maralfalfa y camerún.

Cultivar	Frecuencia de corte (días)		
	30	45	60
Maralfalfa	61,11	55,01	50,55
Camerún	64,68	56,84	51,80

Fuente: Ruiz, 2016.

Barrera et al., (2015), al investigar la degradación in situ de la materia seca y orgánica de cuatro especies de *Pennisetum sp.*, afirma que al incrementar la madurez de los forrajes se aumenta la síntesis de carbohidratos estructurales y se ve afectada la calidad nutritiva (tabla 6-1).

**Tabla 6-1:** Digestibilidad in situ de la MS y MO del King grass, elefante, maralfalfa y CT-115.

Variedad	30 días		45 días		60 días	
	DMS	DMO	DMS	DMO	DMS	DMO
Elefante	69,27	68,95	67,53	67,57	65,39	65,69
King grass	70,00	69,96	77,55	77,44	68,09	68,36
Maralfalfa	85,81	86,30	74,05	74,05	69,24	68,46
CT-115	83,66	84,27	73,07	73,50	65,71	65,01

Fuente: Barrera et al., 2015.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

Valenciaga et al., (2001), quienes al caracterizar el clon *Pennisetum* CUBA CT-115, la composición química y degradabilidad ruminal de las hojas, tallos y planta íntegra obtuvo en la digestibilidad de materia seca lo siguiente (tabla 7-1):

**Tabla 7-1:** Digestibilidad del clon CUBA CT-115

Digestibilidad	Hojas	Tallos	Planta completa
	MS	54,16%	48,52%

Fuente: Valenciaga et al., 2001.

En el estudio de Chacón y Vargas (2009) realizado en el King grass, de igual forma se presentó variabilidad en la digestibilidad in vitro de la materia seca tendiendo a incrementar la misma conforme avanza la madurez de la planta. El coeficiente de digestibilidad fue del 58,65%, 55,91% y 51,99% a los 60, 75 y 90 días respectivamente.

Delgado et al., (2005), en su estudio sobre la degradabilidad ruminal in situ de *Pennisetum purpureum* Cuba CT-115, encontraron el 59,32% y 55,25% de digestión de la materia seca en ganado cebú comerciales y búfalos de río en su orden. De igual manera Fundora et al., (2005) al evaluar este mismo clon (a una edad inferior a cuatro meses) como banco de biomasa para búfalos de río y su efecto en el control de malezas reportaron el 60,2% de digestibilidad in situ de la materia seca.

La disminución de la digestibilidad en las diferentes técnicas descritas en las investigaciones según el pasto envejece puede estar en relación con el incremento de los constituyentes fibrosos es decir de la pared celular, además del aumento en la concentración la modificación de los monómeros fenólicos de la pared celular de los forrajes al transcurrir el tiempo (Valenciaga, 2007, p.101).

Tobar (2018) en su tesis, “Cinetica de degradación ruminal y producción de gas in vitro del pasto king grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) asociado a varios niveles de mata ratón (*Gliricidia sepium jacq.*)”, obtuvo las siguientes degradaciones in vitro de Materia orgánica (tabla 8-1) a diferentes tiempos de incubación de la mezcla forrajera:

**Tabla 8-1:** Digestibilidad in vitro de la MO de una mezcal forrajera de King grass y Mata ratón.

Hora Incubación	Contenido de Mata ratón					
	0%	10%	20%	30%	40%	100%
24	30,92	31,99	36,74	31,84	32,94	41,40
48	42,50	44,24	57,27	43,05	48,78	45,79
72	48,28	66,54	60,71	54,08	62,72	56,62

Fuente: Tobar, 2018.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización y duración del experimento

En la investigación, la fase de campo se desarrolló en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en la Estación Experimental Central de la Amazonía Ecuatoriana (EECA), ubicado en la Vía Sacha - San Carlos a 3 km de la entrada a la Parker, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, a una altitud de 282 m s. n. m., latitud 0° 21' 31.2" S y longitud de 76° 52' 40.1" W (GPS Garmin eTrex10, 2019). Los análisis nutricionales se efectuaron en el laboratorio de calidad de alimentos del INIAP- EECA y en el laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicado en la Panamericana Sur km 1 ½, Provincia de Chimborazo, a una altitud de 2850 m s.n.m., latitud 01° 38' 51" S, longitud 78° 40' 59" W (Negrete y Cuadrado, 2018).

El período de evaluación fue de tres meses, donde se efectuaron actividades como la limpieza del área de trabajo, análisis de laboratorios, toma de medidas experimentales y tabulación de datos. Las condiciones edafoclimáticas del lugar experimental se presentan a continuación:

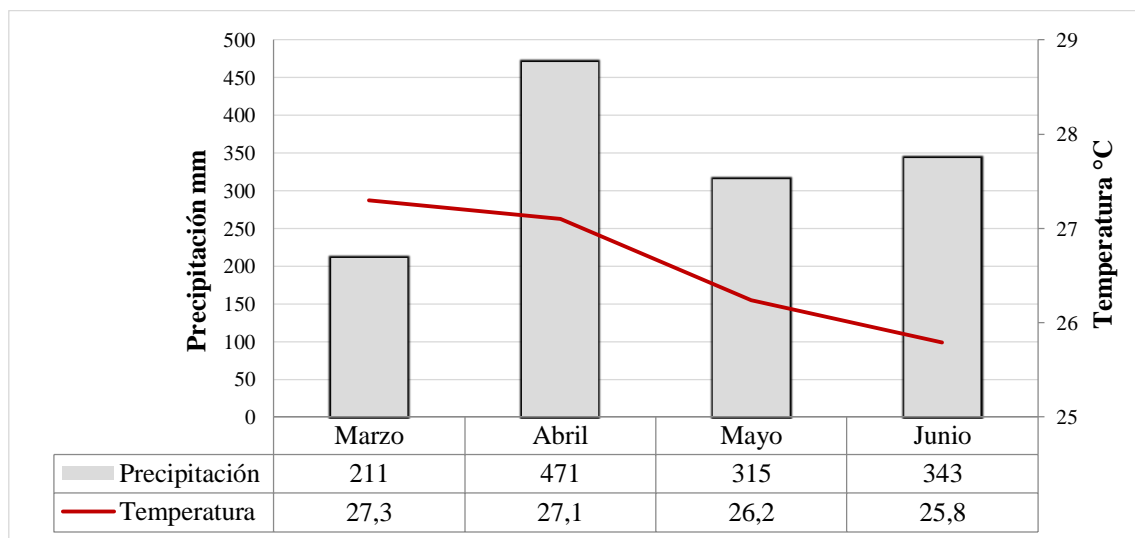
**Tabla 9-2:** Condiciones Edafoclimáticas del INIAP-EECA

Parámetros	Descripción
Zona Climática	Bosque húmedo tropical (bh-T)
Temperatura promedio	26,60 °C
Precipitación media anual	3000-4000 mm
Humedad relativa	85%
Topografía	Débil, plano o casi plano 0-5%
Tipo de suelo	Franco arcilloso
Materia orgánica	2-4%
Nivel de fertilidad	Media

Fuente: SIN, 2019; IGM, 2019.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

En el siguiente gráfico se presenta de forma más detallada las condiciones climáticas presentadas durante los meses de investigación en el INIAP- EECA, ubicado en el Cantón Joya de los Sacha, Orellana, Ecuador.



**Gráfico 1-2:** Condiciones climáticas presentadas en el INIAP-EECA durante la evaluación.

Fuente: INAMHI, 2019.

## 2.2. Unidades experimentales

Como fuente de estudio se utilizó al pasto Cuba OM-22. Las unidades experimentales estuvieron conformadas por 48 parcelas de 2 x 3 m (6 m<sup>2</sup>), de aproximadamente 6 meses de establecimiento, dando un total de área de 288 m<sup>2</sup> para las parcela. Se trabajó con tres tratamiento, 16 repeticiones para las variables agrobotánicas y 4 repeticiones para las variables nutricionales.

## 2.3. Materiales, Equipos, Reactivos e instalaciones

### 2.3.1. Materiales y Herramientas

Bovino canulado, estacas y piolas, letreros, machete, flexómetro, bomba de mochila, fundas, guantes, papel periódico, crisoles, platos de aluminio, vasos, dedales de celulosa, soporte para dedales, gradilla porta vasos, pinzas metálicas, perlas de vidrio sólido, algodón, pipetas volumétricas, espátula, erlenmeyer, tubos Gerhardt, crisoles porosos, hilo nylon, cadena de acero (un metro), hielos, cooler, bolsitas de poliamida, mandil, botas, entre otros.

### 2.3.2. *Equipos*

Balanza de 0,10 g de precisión, molino de cuchillas Thomas, balanza digital Citizen Scale modelo CX 220 de 0,001 g precisión, balanza digital Citizen Scale modelo CG 4102 0,01 g de precisión, estufas Mermmert/ Thermo Scientific, mufla Thermo Scientific, desecador, equipo DET-GRAS N, unidad de digestión Kjeldatherm, unidad de destilación Vapodest 45s/ Gerhardt, titulador automático, equipo Dosi-Fiber, equipo de filtración, sobornas, sellador de fundas, incubador Daisy<sup>II</sup> ANKOM, Cámara fotográfica, computadora.

### 2.3.3. *Reactivos*

Agua destilada, hexano, ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, ácido bórico, verde de bromocresol, naranja de metileno, tableta catalizadora, alcohol isoamílico, bromuro de amonio hexadecyltrimethyl, sulfato de docecyl sodio, etilen glicol, ácido etilen di amino tetra acético, sal sódica, tatra borato de sodio, fosfato di básico de sodio anhidro, silfito de sodio anhidro, pepsina.

### 2.3.4. *Instalaciones*

- Bancos forrajeros del INIAP (EECA).
- Laboratorio de calidad de alimentos del INIAP (EECA).
- Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal (Facultad de Ciencias Pecuarias-ESPOCH).

## 2.4. **Tratamiento y diseño experimental**

Se evaluó el efecto de tres edades de corte 30, 45 y 60 días en el pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumach* x *Pennisetum glaucum L.*). Para ello se utilizó un diseño de Bloques Completamente aleatorizado (DBCA), el tamaño de la unidad experimental fue de 6 m<sup>2</sup> que se ajusta al siguiente modelo lineal aditivo:

Ecuación 1-2

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Media.

$T_i$  = Efecto de los tratamientos.

$\beta_j$  = Efecto de los bloques.

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error.

**2.4.1. Esquema del experimento**

En la tabla 10-2, se describe el diseño del esquema del experimento:

**Tabla 10-2:** Esquema Experimental

TRATAMIENTO	CÓDIGO	REPETICIONES	T.U.E m <sup>2</sup>	TOTAL m <sup>2</sup> /TRAT
30 días de corte	T1	16	6	96
45 días de corte	T2	16	6	96
60 días de corte	T3	16	6	96
<b>TOTAL</b>	3	48	36	288

\*T.U.E= Tamaño de la Unidad Experimental, parcelas de 6 m<sup>2</sup>

**Realizado por:** Morocho Guanquiza Gina, 2020.

**2.5. Mediciones experimentales**

- Altura de la planta, m
- Número de tallos por planta, #



- Cobertura basal, %
- Cobertura Área, %
- Producción de forraje verde, t/ha/corte
- Producción de materia seca, t/ha/corte
- Análisis proximal (MS, Proteína, Ceniza, Fibra, Extracto etéreo), %
- Análisis de Paredes celulares (Fibra detergente ácida, fibra detergente neutra, lignina),%
- Coeficiente de digestibilidad in vitro (De la materia seca y orgánica), %

## 2.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Los resultados de las variables agrobotánicas (tabla 11-2) y nutricionales (tabla 12-2) fueron sometidos a un análisis de varianza (ADEVA) a través del paquete estadístico InfoStat 2018, las medias se evaluaron usando la prueba de Tukey al  $\geq 0.05\%$  utilizando un DBCA.

### 2.6.1. Esquema del ADEVA

**Tabla 11-2:** Esquema del ADEVA para las variables agrobotánicas.

Fuente de Variación	Fórmula	Grados de Libertad
<b>Total</b>	$(t*r)-1$	47
<b>Tratamiento</b>	$t-1$	2
<b>Bloques</b>	$r-1$	15
<b>Error</b>	$(r-1)(t-1)$	30

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Tabla 12-2:** Esquema del ADEVA para las variables nutricionales.

Fuente de Variación	Fórmula	Grados de Libertad
<b>Total</b>	$(t*r)-1$	11
<b>Tratamiento</b>	$t-1$	2
<b>Bloques</b>	$r-1$	3
<b>Error</b>	$(r-1)(t-1)$	6

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

## 2.7. Procedimiento Experimental

Previo al ensayo se realizó la limpieza de los bancos forrajeros de forma manual y química (en áreas que separaban las parcelas) posterior a esto se efectuó un sorteo, división e identificación de las 48 parcelas de 6 m<sup>2</sup>, mismas que fueron distribuidas en 16 bloques y cada bloque constituido por 3 parcelas; al tercer día se ejecutó el corte de igualación utilizando machetes, a una altura de 5 cm para que el rebrote sea lo más homogéneo.

Las malezas existentes en los bloques fueron eliminadas de forma manual a los 15 días del corte de igualación y luego de cada corte efectuado para así evitar que exista competencia con el pasto y esto provoque alteraciones en el desarrollo del mismo.

Transcurrido los 30, 45 y 60 días luego del corte de igualación, las 16 repeticiones de cada tratamiento fueron evaluadas y se tomaron medidas que ayudaron a determinar la altura de la planta (cm), cobertura basal (%), cobertura aérea (%), número de tallos/ planta (#) y producción de forraje verde y materia seca (t/ha/corte).

Para el análisis nutricional se trabajó con 4 bloques por tratamiento, se tomaron muestras homogéneas en cada corte de toda la planta completa de aproximadamente 1 kg. Las muestras del forraje se transportaron hacia el laboratorio de calidad de alimentos del INIAP-EECA, donde fueron previamente picadas, envueltas en bolsas de papel y secadas en una estufa a 65°C por 48 horas y posteriormente molidas a 1 mm para el análisis proximal (humedad %, ceniza %, proteína %, grasa %, fibra %) y paredes celulares (fibra detergente ácida %, fibra detergente neutra %, Lignina ácido detergente %).

Para el desarrollo del análisis de digestibilidad in vitro se transportaron las muestras secas y molidas a una dimensión de 2 mm al laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la FCP-ESPOCH, donde se determinó la digestibilidad de la materia seca (DIVMS) y orgánica (DIVMO).

## **2.8. Metodología de la Evaluación**

### **2.8.1. *Altura de la planta, m***

La altura se tomó con un flexómetro graduado desde la superficie del suelo hasta la parte media terminal de las hojas más altas, sin estirar y sin contar la inflorescencia (Toledo, 1982, p. 105), a los 30, 45 y 60 días de corte del pasto, para ello se tomará 5 lecturas al azar para sacar la media de cada repetición y determinar su promedio general por tratamiento.

### **2.8.2. *Número de tallos por planta, #***

En el área útil de cada replica se tomó al azar cinco plantas y por observación directa se contabilizaron el número de tallos existentes al momento de cada corte (Toledo, 1982, pp. 104, 105).

### **2.8.3. *Cobertura basal, %***

La evaluación se la ejecutó mediante el método de la línea de Canfield (1941), donde se trazó un transeptos en cada repetición y período de corte; se procedió a medir el espacio ocupado por el pasto en el suelo y a totalizar el número de plantas presentes en el transecto, por una relación se calcula la cobertura basal.

**Ecuación 2-2**

$$\% \text{ CB} = \frac{\text{Suma de la Cobertura basal total interceptada}}{\text{Longitud total de línea}} * 100$$

#### 2.8.4. Cobertura Área, %

De la misma forma se utilizó el método de la línea de Canfield (1941), con la diferencia es de que ésta se midió a la altura de la parte media del pasto.

Ecuación 3-2

$$\% \text{ CA} = \frac{\text{Suma de la Cobertura aérea total interceptada}}{\text{Longitud total de línea}} * 100$$

#### 2.8.5. Producción de forraje verde, t/ha/corte

Se evaluó mediante el método del cuadrante descrita por Toledo (1982), para lo cual se tomó la muestra del forraje disponible dentro del área del cuadro de cada repetición y se efectuó el corte a una altura de 5 cm del suelo. El forraje fue pesado en una balanza de precisión y se efectuó la estimación de la producción de forraje verde mediante una relación entre el área cosechada y la unidad de estudio t/ha/corte.

#### 2.8.6. Producción de materia seca, t/ha/corte

La valoración de la producción forrajera en base seca se realizó utilizando la metodología de Toledo (1982), tomando en cuenta la producción de forraje verde y el porcentaje de humedad del pasto, de acuerdo a la siguiente fórmula:

Ecuación 4-2

$$\text{PMS} = \frac{\text{PFV (Producción de forraje verde)} * \text{ps (peso seco de la muestra)}}{\text{pf (peso fresco de la muestra)}}$$

#### 2.8.7. Análisis proximal, %

El análisis bromatológico fue realizado basándose en la metodología descrita en los volúmenes I y II de la AOAC (2012) 19<sup>th</sup> edición. La materia seca se determinó con la ayuda de una estufa Mermert SN 55 de aire forzado a 65°C hasta obtener un peso constante (934.01), proteína cruda mediante el método Kjeldahl (979.09), por el método de gravimetría se determinó la ceniza (942.05), fibra cruda (962.09) y extracto etéreo (2003.06).

### 2.8.8. *Análisis de Paredes celulares, %*

La determinación de Paredes celulares se ejecutó por medio de gravimetría. Para ello se utilizó el esquema de Van Soest, descrita en el volumen I de la Official Methods of Analysis (2012) 19<sup>th</sup> Edición. La fibra detergente ácida y lignina mediante el método número 973.18, mientras que en la fibra detergente neutra con el método 2002,04.

### 2.8.9. *Coefficiente de digestibilidad, %*

La determinación de la digestibilidad in vitro de la materia seca y orgánica se efectuó según la técnica de fluido ruminal de Van Soest (1994), utilizando el incubador Daisy<sup>II</sup>®-Ankom Technology, aplicando las formulas siguientes:

Ecuación 5-2

Digestibilidad in vitro de la materia seca (**DIVMS**)

$$\text{DIVMS} = \frac{\text{Materia seca inicial} - \text{Materia seca residual}}{\text{Materia seca inicial}} \times 100$$

Ecuación 6-2

Digestibilidad in vitro de la materia orgánica (**DIVMO**)

$$\text{DIVMO} = \frac{\text{Materia orgánica inicial} - \text{Materia orgánica residual}}{\text{Materia orgánica inicial}} \times 100$$

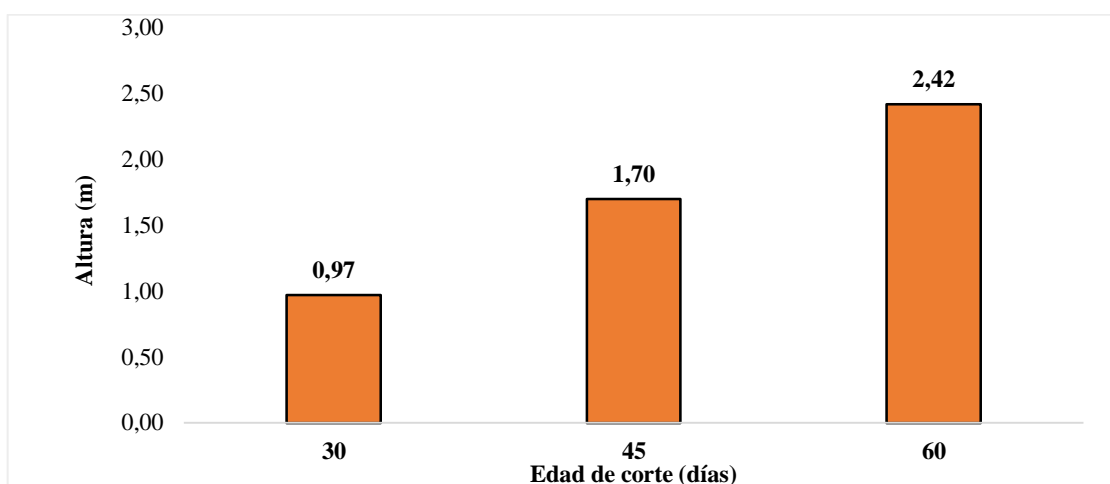
## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 3.1. Comportamiento Agrobotánico del pasto híbrido Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.*) a diferentes edades de corte.

##### 3.1.1. Altura, m

En la altura de las plantas del Cuba OM-22, se registraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,0001$ ) entre los intervalos de defoliación, alcanzando la mayor altura en las parcelas cortadas a los 60 días con un promedio de 2,42 m, seguido de 1,70 a los 45 y 0,97 m a los 30 días de corte (tabla 13-3; gráfico 2-3).



**Gráfico 2-3.** Altura del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

Se presenta un rápido crecimiento en todos los períodos de evaluación, lo que significa que las macollas ganan altura conforme avanza la edad del forraje lo que nos permite pensar que existirá mayor producción forrajera a los 60 días de defoliación. Barrón et al., (2009), manifiestan que los pastos del género *Pennisetum* alcanza alturas de hasta más de 2 metros a la octava semana. A partir de los 45 días de rebrote estos híbridos superan la altura que poseen al momento del corte de establecimiento, que por lo general son de 4 meses (Fortes, 2012, p.46).

**Tabla 13-3:** Comportamiento Agrobotánico del pasto híbrido Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.*) a diferentes edades de corte.

VARIABLES	DÍAS DE CORTE						E.E.	Prob.	Sig.
	T1		T2		T3				
Altura de la planta (m)	0,97	c	1,70	b	2,42	a	0,03	< 0,0001	**
Número de Tallos/planta (#)	34,69	c	57,91	b	68,56	a	0,51	< 0,0001	**
Cobertura basal (%)	36,46	c	43,65	b	49,35	a	0,56	< 0,0001	**
Cobertura aérea (%)	98,60	a	83,33	b	76,67	c	0,57	< 0,0001	**
Pdn. FV (t/ha/corte)	21,72	c	66,88	b	102,46	a	0,87	< 0,0001	**
Pdn. MS (t/ha/corte)	2,78	c	8,61	b	12,43	a	0,28	< 0,0001	**

T1 (30 días de corte); T2 (45 días de corte); T3 (60 días de corte).

Prob. > 0,05, no existen diferencias estadísticas; Prob. ≤0,05, existen diferencias significativas; Prob. ≤0,01, existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras diferentes difieren significativamente de acuerdo a Tukey (P<0,05);

E.E. Error Estándar

Prob. Probabilidad de Fisher

Sig. Significancia.

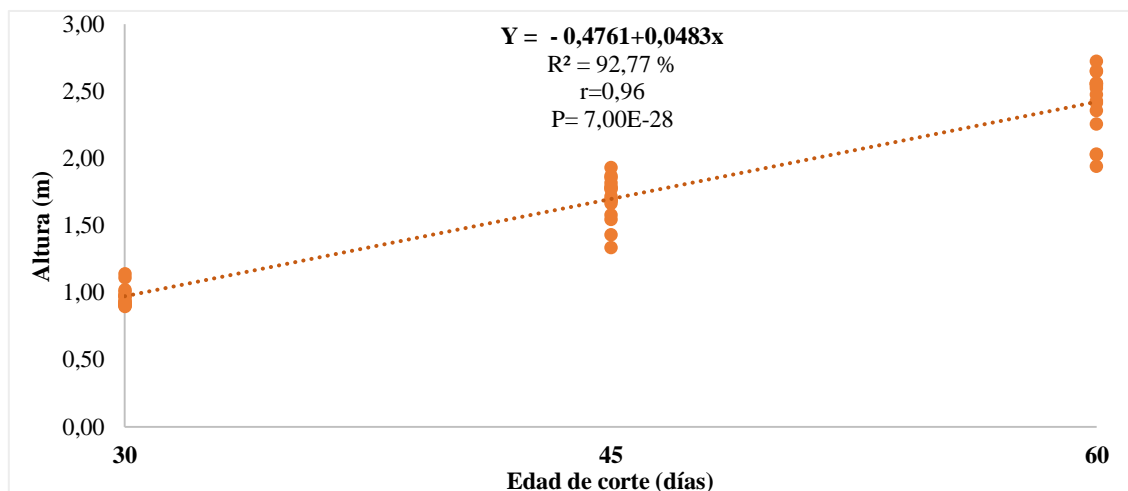
Pdn. FV (Producción de forraje verde); Pdn. MS (Producción de materia seca)

**Realizado por:** Morocho Guanquiza Gina, 2020.

La edad de la defoliación depende de la capacidad de recuperación de la especie forrajera, debido a que el crecimiento de las raíces del pasto se ve interrumpido y se atrofia el desarrollo del material vegetativo, la duración del tiempo de corte puede llevar varias semanas o meses. Si la planta es pastoreada o cortada antes de que esta pueda recuperar su capacidad de almacenamiento de carbohidratos solubles, la planta muere (Sánchez, 2007, p. 15).

Al respecto, Murillo et al., (2015) afirman que las forrajeras tropicales maralfalfa y King grass presentan a los 60 días de cosecha una altura promedio de 1.85 m y 1.65 m respectivamente. Fortes (2012), indica que el *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 a los 60 días puede llegar a medir 162.10 cm. Mientras que Febles et al., (2007) al evaluar caracteres botánicos a los 70 días en diversos clones de *Pennisetum purpureum* obtuvieron alturas de 198, 196, 212, 177 cm para el king grass, Cuba CT-16, CT-74 y CT- 169 respectivamente. Los resultados obtenidos en esta investigación son superiores a los mencionados por los autores, esta diferencia existente se atribuye al tipo de pasto en estudio, recordemos que el Cuba OM-22 es un híbrido procedente del CT- 169 y del Millo perla y según Clavijo (2016), este clon tiene la particularidad de ser más alto que sus progenitores. Además las condiciones edafoclimáticas es otro factor que pudo perturbar la tasa de crecimiento de las plantas.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 3-3, presenta una tendencia lineal altamente significativa, misma que indica que partiendo de un intercepto de -0,47 m, la altura se eleva en 0,04 unidades (metros) por cada día transcurrido. El coeficiente de determinación fue del 92,77% ( $R^2$ ) y el de correlación del 0,96 ( $r$ ), esto es debido a que el crecimiento del pasto avanza a medida de la edad de rebrote asciende, se trata de un comportamiento fisiológico normal en los *Pennisetum* (Andino y Pérez, 2012, p. 7).



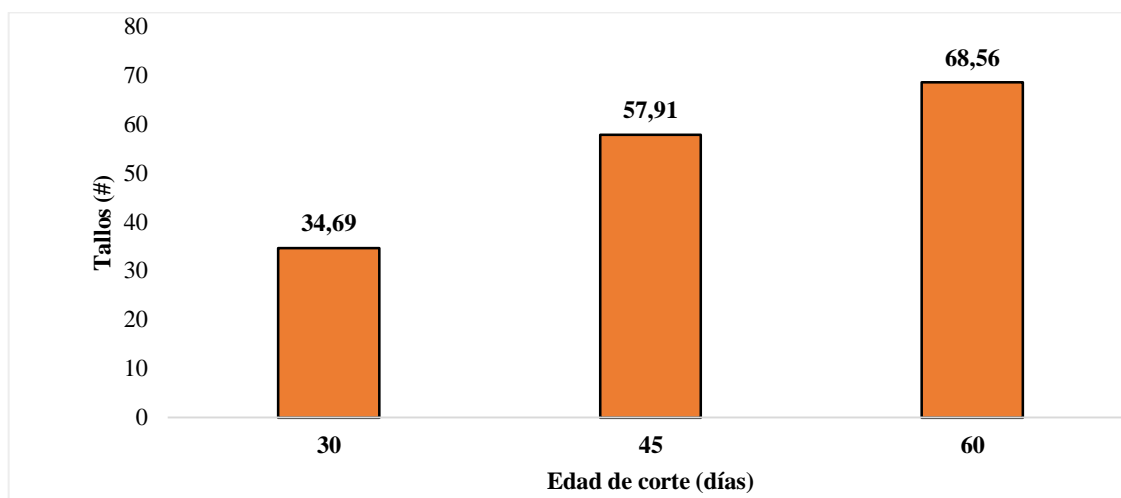
**Gráfico 3-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto a la altura en el Cuba OM- 22.

**Realizado por:** Morocho Guanquiza Gina, 2020.



### 3.1.2. *Número de tallos por planta, #*

En el ADEVA se presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, donde el mayor número de tallos por planta se reportó al cosechar el híbrido Cuba OM-22 a los 60 días con 68,56 tallos seguido de los 45 días con 57,91 tallos y el menor número se observó a los 30 días de cosecha con 34,69 tallos (gráfico 4-3). Lo ocurrido en esta investigación se respalda con lo citado por Maldonado et al., (2019), las gramíneas del trópico al empezar su desarrollo poseen mayor número de hojas que la porción de tallos y conforme avanza la edad este comportamiento es inverso



**Gráfico 4-3.** Número de tallo del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

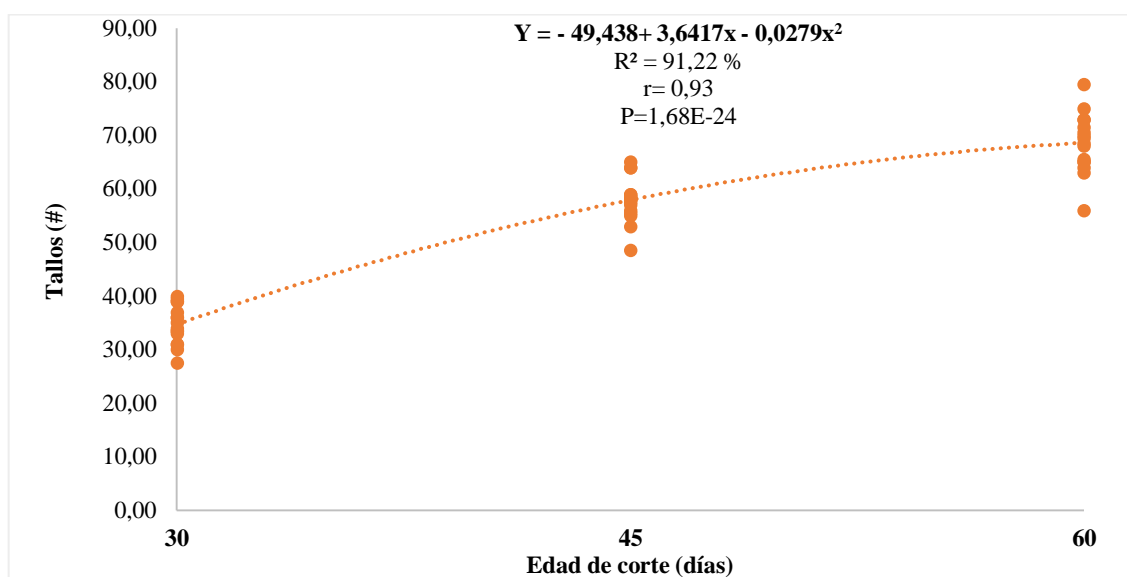
Desde el primero al segundo corte, el Cuba 22 presenta un mayor incremento de tallos que en la última defoliación; este comportamiento se debe a que en los primeros días de corte existe mayor emergencia de rebrotes, los que en algún momento solo llegarán a desarrollarse y posteriormente a disminuir a causa de la muerte del material vegetativo. A pesar de esto, se nota que al transcurrir el tiempo de cosecha, el número de macollas aumenta. Para Sánchez (2007), los pastos al momento de la defoliación ya sea por corte o pastoreo dependen de la energía proveniente de los carbohidratos solubles, estas reservas ayudan a producir nuevos rebrotes es decir nuevos hijuelos, hojas, senescentes y tallos, de esta manera recuperan su capacidad fotosintética. Por esta razón deben ser cosechados a una edad que les permitan su recuperación para no afectar al desarrollo de la planta y calidad nutritiva.

Barrón et al., (2009), al evaluar la edad y época de corte sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum Schum*) encontró a los dos meses de defoliación 64,61 tallos en la época de primavera, donde la distancia de siembra entre surcos y plantas fue de

50 cm; los valores de la presente investigación son similares a los indicados por este autor, debido a que los dos estudios se efectuaron en parcelas establecidas y con la misma distancia de siembra.

En este mismo sentido Rivera (2017), al probar dos sistemas y cuatro distancias de siembra en el King grass morado logró a los 90 días de evaluación 41,3 tallos por metro cuadrado, al sembrar dos varetas a una distancia de 0,50 m. Este resultado es inferior al alcanzado en el Cuba OM-22 en su último período de corte, a pesar de que en la investigación citada la evaluación se efectuó a mayor edad, esto se debe al tiempo de establecimiento del cultivo, en este ensayo se utilizó parcelas de aproximadamente 6 meses mientras que en el estudio citado, el cultivar fue establecido para su evaluación. Lo mencionado se sustenta con lo descrito por la FAO (2001), quien señala que, en los primeros meses de establecimiento un pasto no logra expresar todo su potencial, es por ello que necesita de un largo período de tiempo para que las plántulas emerjan y éstas puedan cubrir el suelo con su macollaje, presentando un cultivo uniforme.

La regresión para la estimación del número de tallos por planta posee una tendencia cuadrática altamente significativa (gráfico 5-3), donde se determina que a medida que los días de corte avanzan en el Cuba OM-22 se presencia un aumento de 3,64 tallos hasta el día 45, para finalmente disminuir a los 60 días de evaluación en 0,02 macollas. Además existe un coeficiente de correlación de 0,93 y una relación alta del 91,22% entre la variable en estudio y el período de corte y el 8,78% restante está determinado por factores no identificados en la investigación. Este comportamiento se aprecia debido a que la conducta agronómica de las plantas es sigmoidea y dependiendo de la especie del pasto, existe variaciones entre el tiempo y caracteres botánico (Leonard et al., 2014, p. 5).

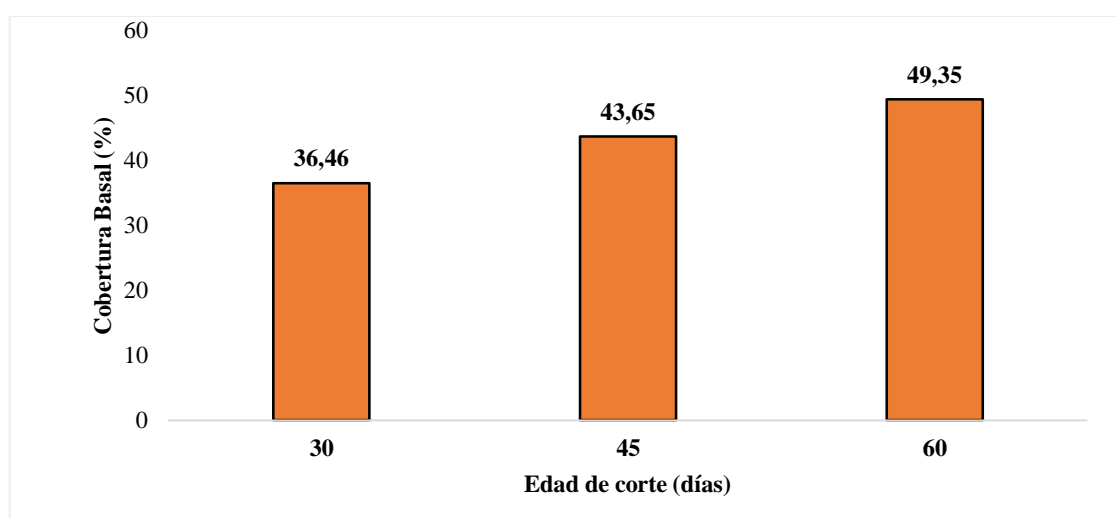


**Gráfico 5-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto al número de tallos en el Cuba OM-22.

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020.

### 3.1.3. Cobertura Basal, %

En esta variable se reportaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,0001$ ) entre los tratamientos, registrándose así la mayor cobertura basal en el tratamiento T3 (60 días de corte) con una media de 49,35%, seguido del tratamiento T2 (45 días de corte) con el 43,65% y la menor respuesta se presentó en el tratamiento T1 (30 días de corte) con el 36,46% (gráfico 6-3). El incremento de la densidad basal en el transcurso del período de evaluación se presentó debido al crecimiento de los tallos del Cuba 22. Lo descrito lo confirma Guaicha (2015), quien indica que a medida que el tiempo transcurre los pastos crecen y la vegetación cubre la superficie del suelo, característica que no sucede a edades tempranas del cultivo.



**Gráfico 6-3.** Cobertura basal del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

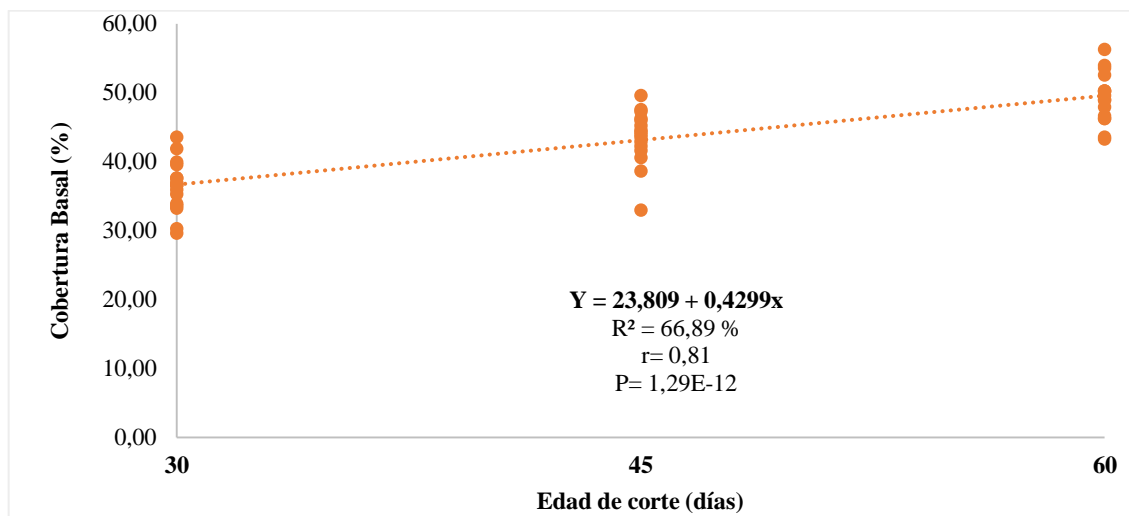
**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

La cobertura basal del T3 (49,35%) del Cuba OM-22 está por debajo de los valores reportados por Guaicha (2015), quien en su tesis denominada “Evaluación de diez pastos introducidos en la Amazonia ecuatoriana a diferentes edades de corte, en el centro de investigación CIPCA”, encontró en el *Pennisetum purpureum* cv. King grass el 59,67% de cobertura basal al cosechar el pasto a los 60 días de rebrote. De igual forma la cubierta basal de este estudio es inferior a los reportados por Abarca (2011) y Beltrán (2012), quienes evaluaron el pasto maralfalfa a los 60 días y encontraron el 56,17 % y 53,34% de cobertura basal en su orden.

Esta discrepancia, nos hace pensar una vez más que el tiempo de establecimiento del forraje tiene influencia sobre esta variable, ya que en las investigaciones mencionadas los cultivares presentaban mayor edad siembra; es decir que con el tiempo un pastizal o banco forrajero tendrá

una gran densidad basal hasta llegar en algún momento a cubrir el 100% del suelo, puesto al hábito de propagación existente en las especies forrajeras (Guaicha, 2015, p. 70).

En el análisis de la regresión de la cobertura basal en función a los días de corte (gráfico 7-3), se estableció una tendencia lineal altamente significativa con una ecuación de  $Y = 23,809 + 0,4299x$ ; es decir que partiendo de un intercepto de 23,80 %, la cobertura basal del híbrido se incrementa en 0,42% hasta los 60 días de corte. El coeficiente de correlación es de 0,81 y el de determinación 66,89%.



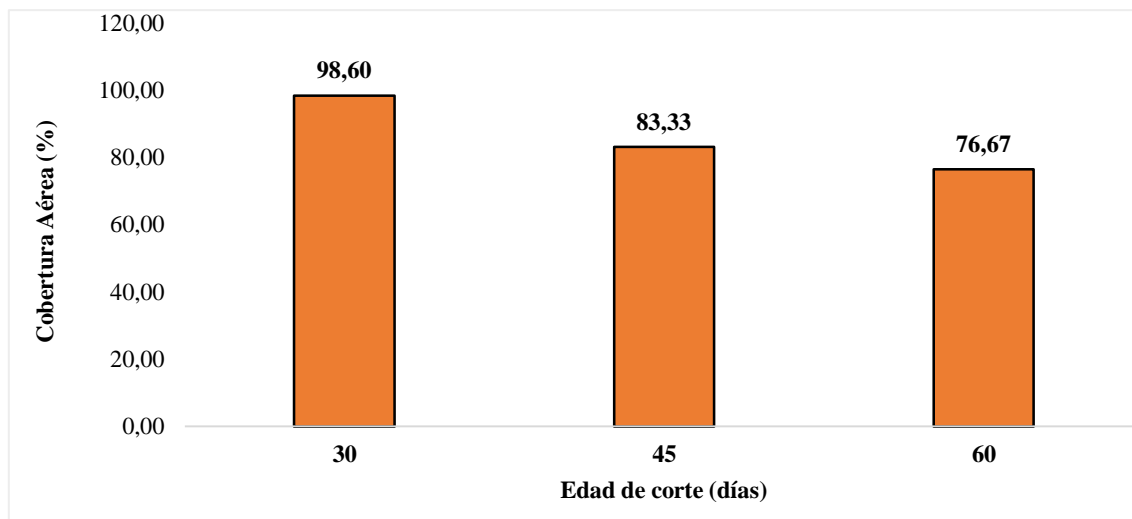
**Gráfico 7-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto a la cobertura basal en el Cuba OM-22.

**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### 3.1.4. Cobertura Aérea, %

La cobertura aérea por efecto de los diferentes períodos de cosecha, demostró diferencias altamente significativas, la mayor respuesta se mostró al cortar el híbrido Cuba OM-22 a los 30 días con el 98,60 %, disminuyendo a los 45 días con una media de 83,33% y siendo los 60 días de corte quien obtuvo el menor porcentaje con 76,77 %, lo cual demuestra que la edad de corte influye en la cobertura aérea de éste híbrido como se muestra en el gráfico 8-3.

En esta variable acontece lo contrario de la cobertura basal, es decir que al avanzar la edad de defoliación la parte aérea del pasto se reduce. La disminución constante en el porcentaje de cobertura aérea que se da en ésta investigación durante el envejecimiento del pasto se debe a lo manifestado por Clavijo (2016), el Cuba OM-22 posee gran cantidad de hojas en sus macollas por esta razón presentan una buena biomasa a pesar de su corta edad, el exuberante forraje



**Gráfico 8-3.** Cobertura aérea del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

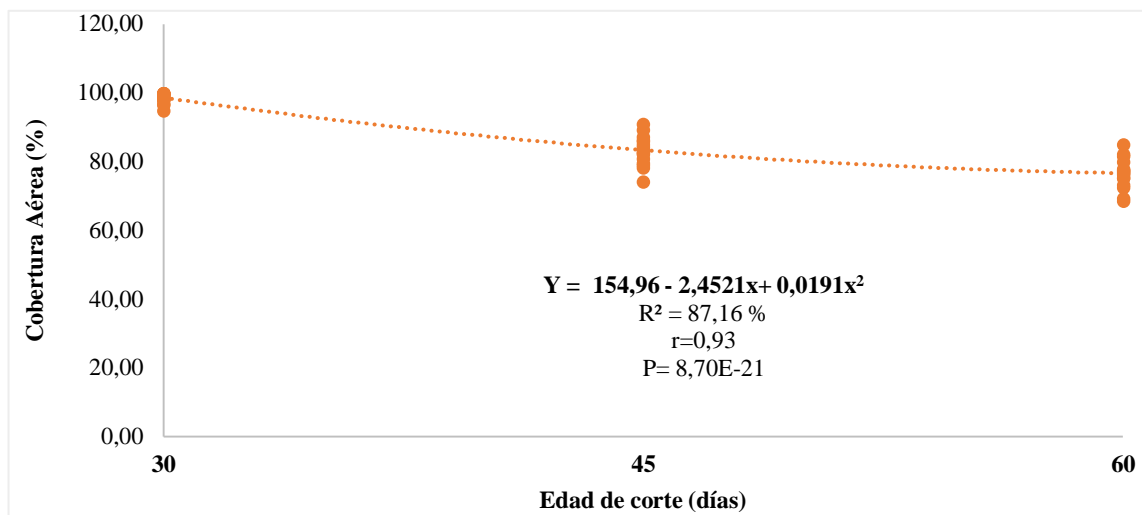
**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

ocasiona que sus tallos tiendan a abrirse, mientras que al transcurrir el período de corte el forraje se vuelve erecto, ésta característica es propia de este cultivar.

Beltrán (2012), al evaluar el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) alcanzó una cobertura aérea del 89,93% a los 60 días de rebrote. Por otro lado Abarca (2011) al determinar el comportamiento productivo del mismo forraje (maralfalfa) adquirió el 59% y 87,67% de cobertura aérea a los 30 y 60 días de corte correspondientemente.

Los datos expresados son inferiores a los obtenidos en ésta evaluación debido al comportamiento morfológico del Cuba 22 forraje, ya que la cantidad de biomasa existente en la parte foliar a los 30 días, hacen que sus tallos se separen y cubran casi la totalidad de la parte aérea, particularidad que no sucede en el maralfalfa ya que sus hojas son cortas y no muy anchas (Cunuhay y Choloquina, 2011, p.14). En el maralfalfa existe una progresión en la cubierta aérea al pasar los días de corte, mientras que en el híbrido estudiado sucede lo inverso.

La regresión de la cobertura aérea (gráfico 9-3) presentó el siguiente modelo de segundo grado  $Y = 154,96 - 2,452x + 0,019x^2$ , con una probabilidad altamente significativa, un coeficiente de determinación de 87,16% y una correlación de 0,93, misma que indica que la cobertura basal depende de los días de corte, es decir que ésta se ve afectada a medida que el tiempo de rebrote transcurre.

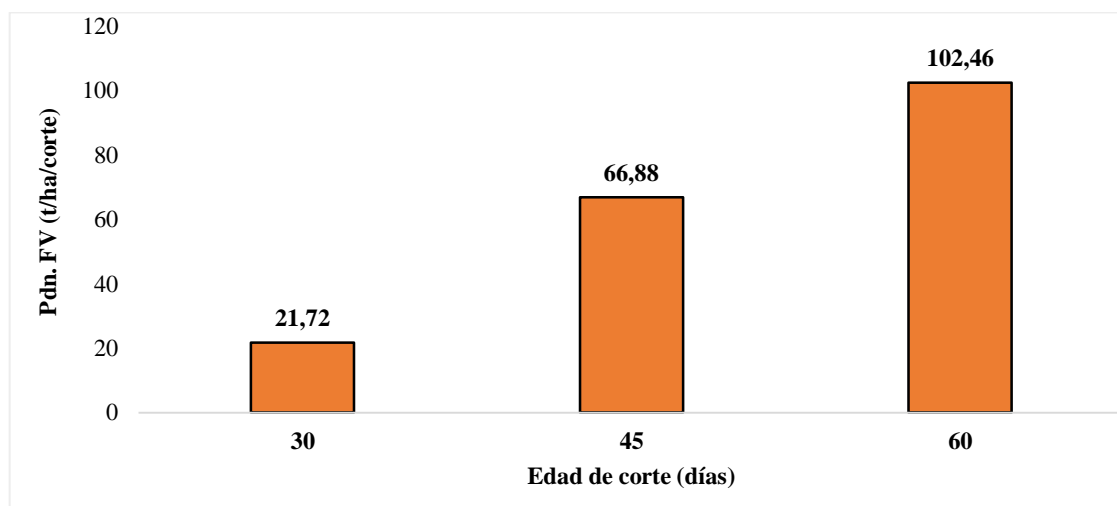


**Gráfico 9-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto a la cobertura aérea en el Cuba OM-22.

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020.

### 3.1.5. Producción de forraje verde, t/ha/corte.

En el análisis de varianza de la producción de forraje verde del *Pennisetum purpureum Schumacher* x *Pennisetum glaucum L.* (Cuba OM-22) se presenciaron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ( $P < 0,0001$ ), la mayor producción de biomasa se registró en el tratamiento T3 (60 días de corte) con una media de 102,46 t/ha/corte, seguido por el tratamiento T2 (45 días) con una producción de 66,88 t/ha/corte y el menor valor se encontró en el tratamiento T1 (30 días de corte) con una media de 21,72 t/ha/corte (gráfico 10-3).



**Gráfico 10-3.** Producción de forraje verde del Cuba OM-22 en diferentes edades de corte.

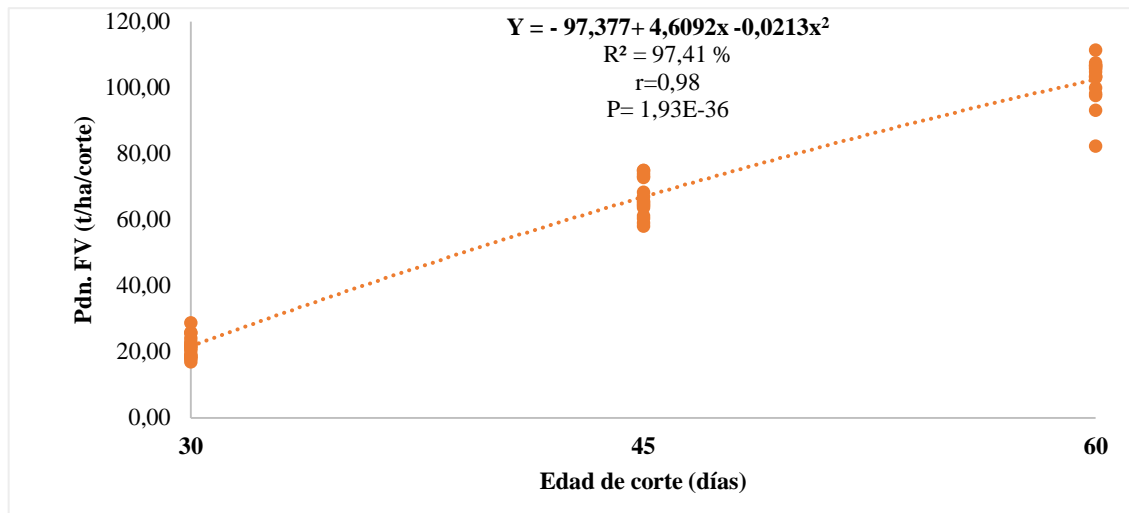
Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020.

Se puede notar que el tratamiento que presenta mayor altura al momento de la defoliación (60 días) produjo mayor cantidad de biomasa, esto sucede debido a que mayor altitud existe mayor área foliar, que ayuda al proceso fotosintético y captación de nutrientes y esto trae como consecuencia mayor producción forrajera, mientras que en menores alturas se presencia lo contrario (Aramayo, 2002, pp.17, 18). Cabe mencionar que aunque en el segundo período de corte de esta investigación se presencié altas precipitaciones, la producción de forraje verde no se vio afectada debido a la capacidad de adaptación del forraje a los cambios ambientales, así como también a la capacidad de crecimiento del híbrido, a las coberturas presentadas y la presencia de numerosos tallos con grandes diámetros.

Roncillo et al., (2012), al evaluar el rendimiento de varias gramíneas de corte y su calidad nutricional en el Caribe seco, logró conseguir en el pasto King grass morado, King grass verde, pasto elefante y maralfalfa el 62,8; 60,8; 67,8 y 70,5 t/ha de forraje verde correspondientemente, al realizar el corte a los 50 días. En contraste Araya y Boschini (2005), en su investigación denominada “Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica”, indican que a los 70 días de cosecha, los pastos Taiwán, King Grass y Elefante gigante producen 80.55, 86.94 y 61.43 t/ha respectivamente de biomasa fresca.

Al comparar los resultados de las investigaciones anteriormente citadas, con la producción forrajera del Cuba OM-22 a los 60 días de corte (102.46 t/ha/corte) se evidencia que existe en este estudio mayor cantidad de biomasa; esta superioridad se debe a las características botánica innatas del híbrido, es decir a la densidad y peso de los tallos y a la parte foliar, en sí al desarrollo de éstos y senescencia de los tejidos; además del factor ambiental como el tipo de suelo y manejo del cultivar. Esto se ratifica con lo afirmado por Sierra (2005), la productividad vegetal se encuentra en función del efecto del medioambiente actuando sobre la genética (morfología de la especie) del forraje y de su metabolismo.

En el gráfico 11-3 se presencia un modelo de regresión cuadrática altamente significativa con un coeficiente de determinación del 97,41 % y una correlación de 0,98, el mismo que indica que partiendo de un intercepto de -97,37 toneladas, la producción de forraje verde asciende conforme avanza la edad de corte en 4,60 toneladas, para finalmente disminuir en 0,02 toneladas a los 60 días de cosecha. Con esto se puede decir que, la producción de forraje verde depende de la edad de corte, este fundamento se justifica con lo reportado por Ramírez et al., (2008) quien menciona que la biomasa en pastos del género *Pennisetum* tiende a incrementar conforme la edad del pasto asciende, esto sucede porque se desarrolla la capacidad metabólica que tiene el cultivo para la movilización y síntesis de sustancias orgánicas.

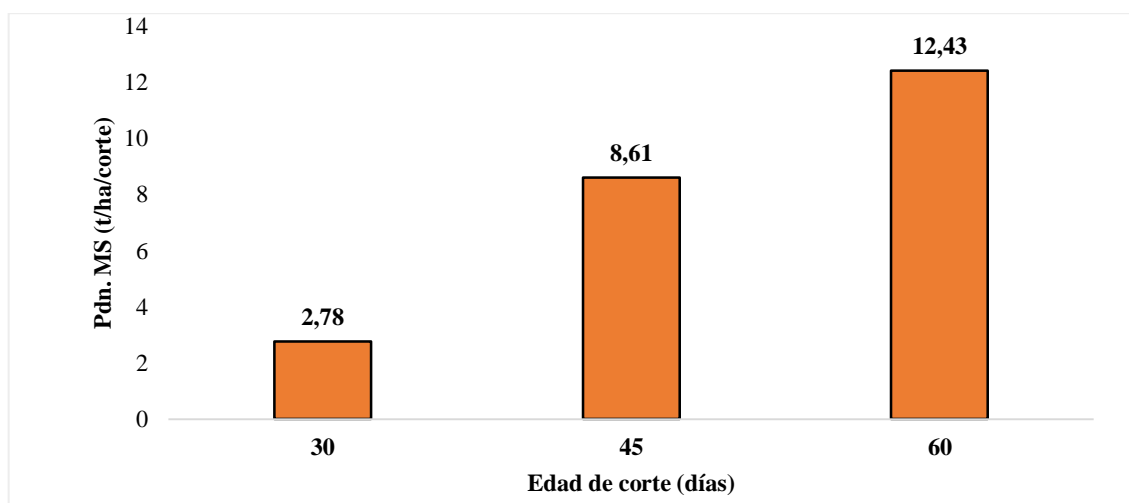


**Gráfico 11-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto a la producción de biomasa verde del Cuba 22.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### 3.1.6. Producción de materia seca, t/ha/corte.

La producción en base seca del híbrido *Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L. (Cuba OM-22) por efecto de la edad de corte presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $P < 0,0001$ ), obteniendo la mayor producción de materia seca a los 60 días de rebrote con 12,43 t/ha/corte, seguido de las parcelas cosechadas a los 45 días con 8,61 t/ha/corte, registrándose la menor producción a los 30 días corte con 2,78 t/ha/corte (gráfico 12-3). Esto demuestra que la edad de corte influye sobre los la producción de forraje seco.



**Gráfico 12-3.** Producción de materia seca del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

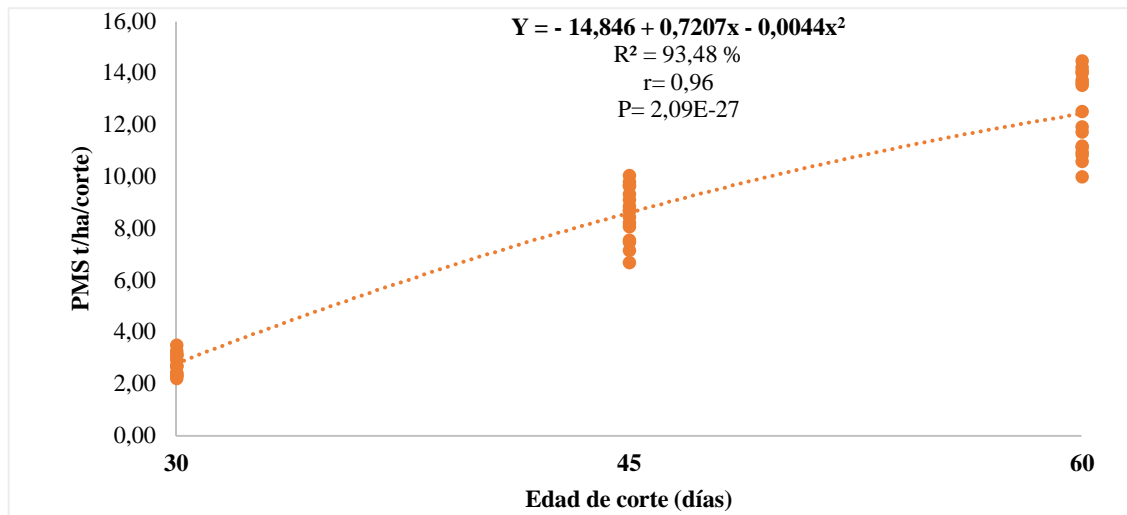


El comportamiento productivo en materia seca presenta la misma tendencia que la producción en base fresca, es decir que al pasar el tiempo de cosecha el híbrido cubano OM-22 adquiere mayor productividad de biomasa; esto se confirma con lo citado por Rodríguez (2014) quien asegura que, mientras transcurre el tiempo de cosecha el pasto presenta un aumento en peso seco por la mayor cantidad de biomasa fresca y contenido de materia seca que posee pero esto no indica que es el tiempo óptimo de cosecha, ya que la composición nutricional del forraje decrece considerablemente afectando a su calidad.

Caballero et al., (2016), al evaluar los híbridos CT-115 y CT-169 reportaron 11,18 y 13,12 t/ha de forraje seco a los 90 días de cosecha en un período poco lluvioso; mientras que en Araya y Boschini (2005), mencionan que el pasto King grass llegó a producir 11,62 t/ha de forraje seco a los 98 días de corte. La producción de forraje seco obtenido en tercer corte del Cuba OM-22 (12.43 t/ha/corte) es similar a los valores citados, a pesar de que en estas investigaciones los pastos fueron cortados a mayor edad, es decir que a los 60 días de cosecha presentaron menor producción; esto se atribuye a la diferencia del material vegetativo utilizado, siendo el Cuba 22 un clon de gran altura, tallos dobles, hojas gruesas y largas, cualidades que se ven reflejados en la productividad de biomasa fresca y seca.

Maldonado et al., (2019), al evaluar el híbrido Cuba OM-22, obtuvieron un rendimiento de 22 t/ha a los 90 días de cosecha, valor que supera a la mayor producción obtenida en esta investigación debido a la variación existente entre las edades de corte, esto se sostiene con lo descrito por Calzada et al., (2014), la biomasa de las hojas, tallo, planta completa están correlacionadas con la edad del cultivo, en los *Pennisetum* la mayor producción forrajera se presenta hasta los 90 días, a partir de este período se presencia pérdida de biomasa por senescencia y descomposición.

El análisis de regresión (gráfico 13-3) presentó un modelo de segundo grado altamente significativo  $Y = -14,846 + 0,7207x - 0,0044x^2$ , con un coeficiente de determinación del 93,48% y una correlación de 0,96, lo que demuestra que la producción de materia seca del Cuba OM-22 está determinada en función a los días de corte. Es decir que partiendo de un intercepto de -14,84 toneladas, el rendimiento en base seco se incrementa en 0,72 toneladas a medida que los días de corte avanzan, para al final disminuir en 0,0044 toneladas a los 60 días de rebrote.



**Gráfico 13-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto a la producción de materia seca del Cuba OM-22.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### 3.2. Valoración nutritiva del pasto híbrido cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumacher x Pennisetum glaucum L.*) a diferentes edades de corte.

#### 3.2.1. Materia seca, %

En el análisis de materia seca del híbrido Cuba OM-22, no existió diferencias significativas (tabla 14-3) entre las edades de corte ( $P > 0,05$ ) pero sí diferencias numéricas, presentándose el mayor contenido en las parcelas cortadas a los 45 días con el 12,91 %, seguida de 12,85% que pertenece al forraje cortado a los 30 días, finalmente las parcelas cortadas a los 60 días obtuvieron el 12,14% de materia seca (gráfico 14-3).

Ramírez et al., (2008), menciona que el híbrido Cuba CT-169 en un período lluvioso posee un contenido de materia seca del 13,30 % a los 30 días y 13,52% a los 45 días de cosecha. De igual forma, Araya y Boschini (2005), reportaron en el King grass a los 70 días de rebrote el 10,63 % de materia seca en la planta íntegra; siendo estos datos similares a los obtenidos en el presente estudio, esto permite afirmar que el contenido de materia seca de la planta íntegra del Cuba OM-22 se encuentra dentro de los rangos, aunque su contenido de humedad es constante debido a que se analizó a la planta entera y esto tal vez influyó en este parámetro así como también las condiciones climáticas presentadas en la RAE antes de cada evaluación.

**Tabla 14-3:** Valoración nutritiva del pasto híbrido Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.*) a diferentes edades de corte.

VARIABLES	DÍAS DE CORTE						E.E.	Prob	Sig.
	T1		T2		T3				
<b>Materia seca %</b>	12,85	<b>a</b>	12,91	<b>a</b>	12,14	<b>a</b>	0,07	0,6800	ns
<b>Proteína %</b>	14,20	<b>a</b>	9,07	<b>b</b>	11,38	<b>ab</b>	0,66	0,0043	**
<b>Extracto Etéreo %</b>	2,84	<b>a</b>	1,99	<b>b</b>	2,00	<b>b</b>	0,16	0,0136	*
<b>Ceniza %</b>	19,04	<b>a</b>	18,26	<b>a</b>	16,19	<b>b</b>	0,47	0,0124	*
<b>Fibra %</b>	28,42	<b>a</b>	32,05	<b>b</b>	32,20	<b>b</b>	0,67	0,0120	*
<b>FDN %</b>	56,29	<b>a</b>	59,39	<b>b</b>	61,68	<b>c</b>	0,65	0,0032	**
<b>FDA %</b>	34,67	<b>a</b>	37,09	<b>b</b>	39,15	<b>c</b>	0,24	0,0001	**
<b>LAD %</b>	5,65	<b>a</b>	4,43	<b>a</b>	6,18	<b>a</b>	0,14	0,2217	ns
<b>DIVMS</b>	71,20	<b>a</b>	67,15	<b>b</b>	62,35	<b>c</b>	0,15	0,0001	**
<b>DIVMO</b>	74,31	<b>a</b>	70,99	<b>b</b>	64,32	<b>c</b>	0,15	0,0001	**

T1 (30 días de corte); T2 (45 días de corte); T3 (60 días de corte).

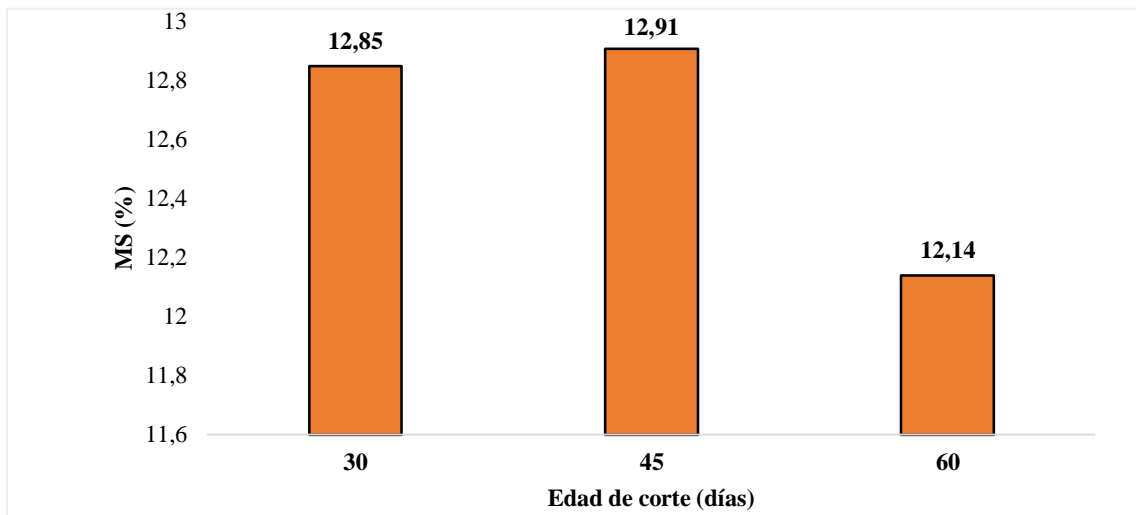
Prob. > 0,05, no existen diferencias estadísticas; Prob. ≤ 0,05, existen diferencias significativas; Prob. ≤ 0,01, existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras diferentes difieren significativamente de acuerdo a Tukey (P<0,05);

E.E. (Error Estándar); Prob. (Probabilidad de Fisher); Sig. (Significancia).

FDN (Fibra detergente neutra); FDA (Fibra detergente ácida); LAD (Lignina ácido detergente)

**Realizado por:** Morocho Guanquiza Gina, 2020.

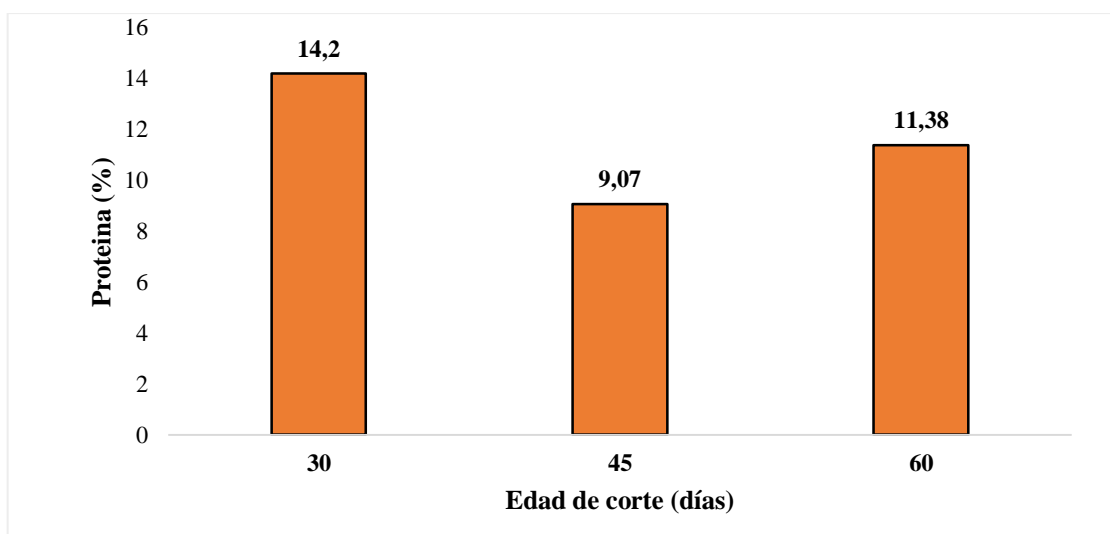


**Gráfico 14-3.** Contenido de materia seca del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### 3.2.2. *Proteína, %*

En el análisis de varianza se presentó diferencias estadísticas altamente significativas, demostrando el mayor porcentaje de proteína cruda a los 30 días de corte con el 14,20%, posteriormente se mostró el 11,38% a los 60 días y el menor contenido proteico se encontró a los 45 días de rebrote con el 9,07 % (gráfico 15-3).



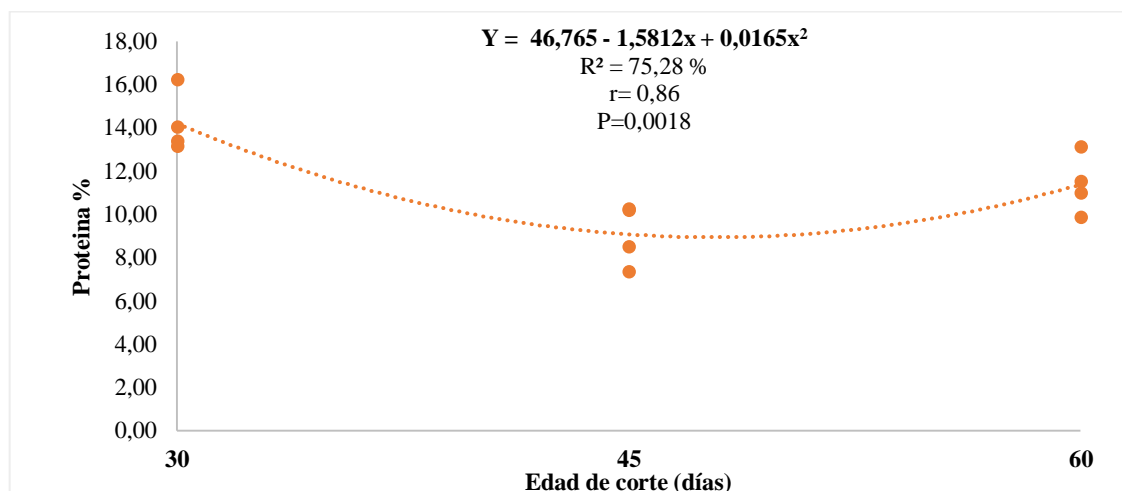
**Gráfico 15-3.** Contenido Proteico del Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

Como es de esperarse existe un descenso de la proteína desde los 30 a 45 días debido a la relación tallo hoja existente en cada corte, aunque de los 45 a 60 días de corte se aprecia un incremento proteico; esto puede atribuirse a que el diámetro en los tallos a los 45 días es mayor que a los 60 días de defoliación lo que pudo influir en el contenido proteico a esa edad; otro factor causante de este comportamiento son las precipitaciones que se presentaron a partir del primer rebrote, mismas que se fueron reduciendo en el último corte, en este tiempo existió menor horas sol y esto limitó al proceso fotosintético.

En el estudio realizado por Chacón y Vargas (2009) el pasto King grass alcanzó el 9,56% de proteína cruda a los 60 días de rebrote, mientras que Barrón et al., (2009), obtuvieron en el mismo pasto el 8,67% de proteína a la octava semana. Los porcentajes alcanzados en el último corte en el híbrido en estudio están por encima de los reportados por los autores, debido a los caracteres nutricionales del Cuba OM-22, manejo del cultivo o la influencia del factor ambiental. En este mismo tópico, Valenciaga et al., (2001) menciona que el clon Cuba CT-115 a los 65 días de rebrote alcanzó un contenido proteico de 11,38 % en la planta completa, siendo este valor igual al reportado a los 60 días de corte en el Cuba 22.

La variable contenido proteico presenta una regresión de modelo cuadrático altamente significativa (gráfico 16-3), que deduce que, partiendo de un intercepto de 46,76%, el contenido de proteína desciende según avanza la edad de rebrote en 1,58 %, para finalmente incrementar en 0,02 % de proteína en la más alto período de cosecha; además se presencia un coeficiente de determinación del 75,28% y una correlación de 0,86, lo que significa que a medida que transcurre el tiempo de cosecha el contenido de proteína se verá afectado en un 75,28% y el 24,72% restante será a causa de otro factores no estimados en este estudio.

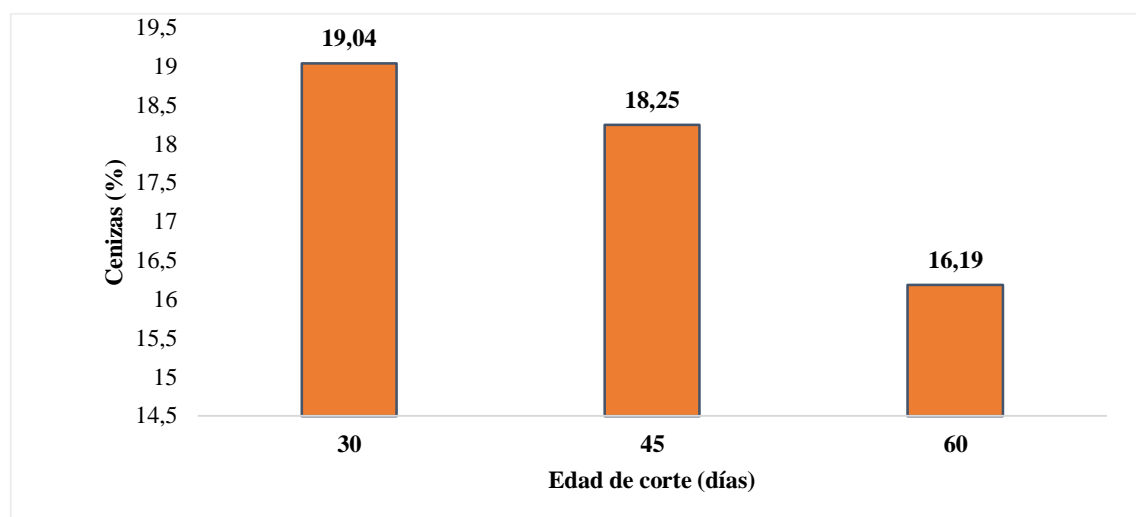


**Gráfico 16-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto al contenido proteico del Cuba OM-22.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### 3.2.3. Ceniza, %

Con respecto a la variable contenido de ceniza o fracción mineral de la planta entera del Cuba OM-22, se evidencia diferencias significativas entre tratamientos, presenciando los mayores rangos a los 30 y 45 días de rebrote con el 19,04 % y 18,25 % de cenizas respectivamente y el menor contenido de cenizas a los 60 días con el 16,19 % (gráfico 17-3).



**Gráfico 17-3.** Contenido de cenizas en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

El contenido mineral disminuye con la edad del pasto debido a que esta fracción se presenta en mayor cantidad en los cultivares jóvenes y en la etapa de crecimiento, especialmente en hojas, brotes jóvenes y extremos radicales; el decremento mineral conforme el pasto envejece está relacionada con desarrollo vegetativo del mismo, es decir, a causa de la menor presencia de hojas en los tallos (Ramírez et al., 2008, p. 8).

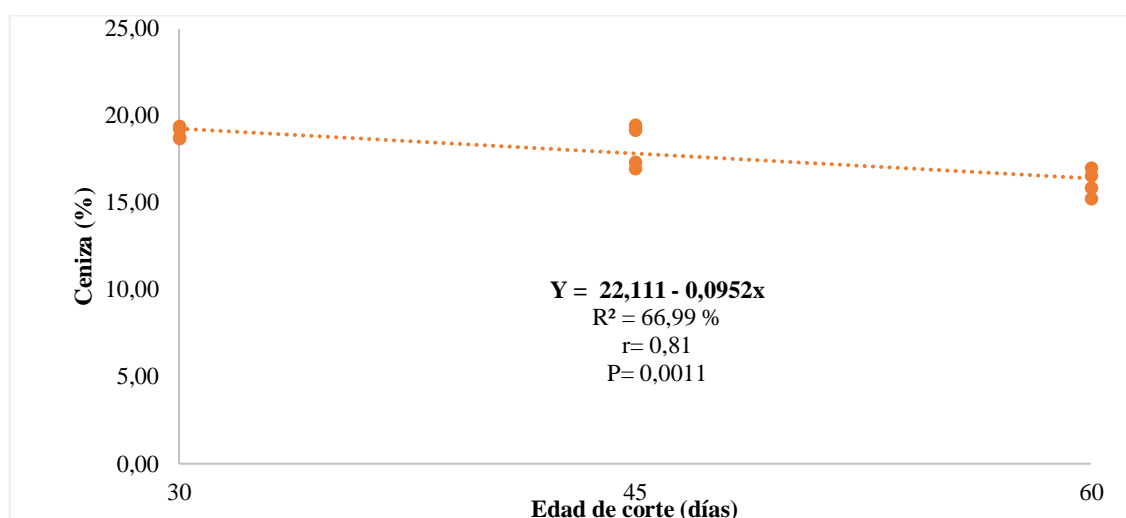
En cuanto al contenido orgánico se nota que sucede lo opuesto a la fracción de cenizas ya que este, está determinado por medio de la diferencia de 100% -Contenido de Ceniza %. Las plantas conforme avanza la edad captan mayor CO<sub>2</sub> atmosférico y lo metabolizan para obtener compuestos que necesitan para su desarrollo, es decir al CO<sub>2</sub> lo convierten en biomasa; este proceso ocasiona que la planta acumule mayor cantidad de materia orgánica (Rodríguez 2014, p. 47).

Chacón y Vargas (2009), en su investigación efectuada en el pasto King grass en diversas edades de rebrote presenciaron que el contenido de cenizas tiende a disminuir conforme la edad de cosecha se incrementa, mostrándose la mayor fracción mineral a los 60 días con el 14,47%, seguido de los 75 y 90 días de evaluación con el 13,86 y 13,61% correspondientemente; el

porcentaje de ceniza del estudio citado con los del Cuba OM-22 son similares al igual que su comportamiento, es decir que a medida que la planta madura la parte inorgánica presenta una merma.

De igual forma, el mayor valor de ceniza obtenido en ésta investigación es semejante al reportado por Barén y Centeno (2017), encontraron en el híbrido Cubano OM-22 el 15,04% de cenizas a los 60 días de rebrote, con lo que se puede decir que la fracción mineral de este estudio se encuentra dentro de los valores manifestados en el mismo y otros *Pennisetum*.

El análisis de regresión respecto al porcentaje de cenizas que se ilustra en el gráfico 18-3, posee una tendencia lineal altamente significativa, que infiere que, partiendo de un intercepto de 22,11%, la parte mineral se reduce en un 0,09 % según se incrementa el estado de madurez del forraje. Se presenta un coeficiente de correlación del 66,99%, que quiere decir que el 33,01% restante depende de otros factores; además existe un coeficiente de correlación de 0,81.

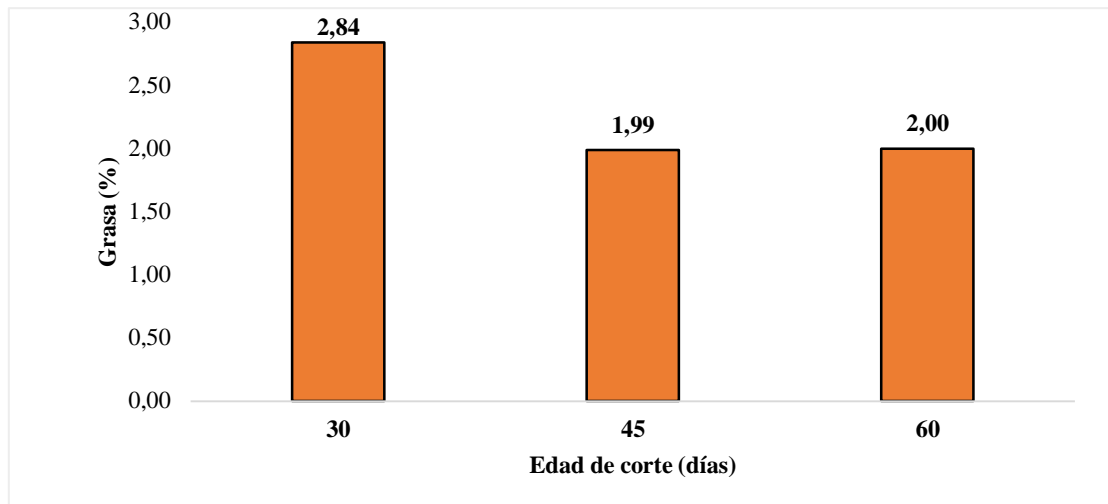


**Gráfico 18-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto a la parte inorgánica del Cuba OM-22.

**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

#### 3.2.4. *Extracto Etéreo, %*

Los porcentajes de grasa alcanzados por el efecto de diferentes estadías de corte en el *Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.* (Cuba OM-22) reportaron diferencias significativas entre los tratamientos, determinando que a los 30 días de corte existe mayor contenido de grasa con una media de 2,84%, difiriendo y superando al pasto cortado a los 60 y 45 días de rebrote con el 2,00% y 1,99% de extracto etéreo respectivamente (gráfico 19-3).



**Gráfico 19-3.** Contenido de grasa en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

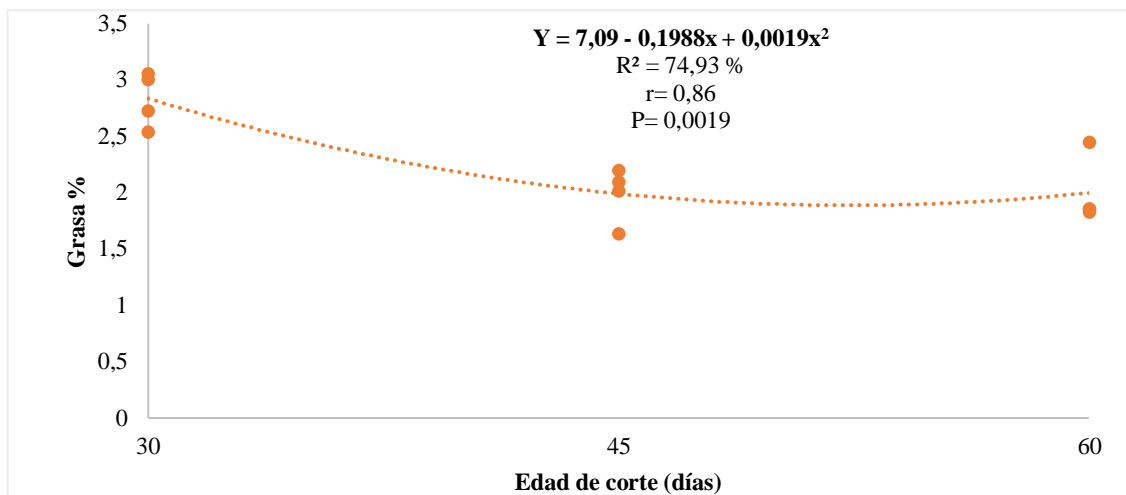
**Realizado por:** Morocho Guanquiza Gina, 2020.

Aunque no existen diferencias altas numéricamente entre los contenidos de grasa, se presencia un descenso ligero de esta fracción desde los 30 hasta los 45 días, pero los pastos cortados a los 60 días mantienen el mismo contenido que al día 45. Las gramíneas poseen bajo contenido de extracto etéreo debido a que no gozan de mucha energía para almacenarlo en forma de grasa (Guaicha, 2015, p. 59).

En su estudio, Barén y Centeno (2017) obtuvieron en el clon Cuba OM-22 a los 45 y 60 días de corte un porcentaje de grasa del 2,98% y 3,08% respectivamente. Chacón y Vargas (2009), indican que el pasto King grass muestra una reducción en la fracción de extracto etéreo al alcanzar la madurez, presentando a los 60, 75 y 90 días de rebrote el 1,41%, 1,37% y 1,29% relativamente. Los datos antes expuestos son similares a los de ésta investigación, las ligeras variaciones en el contenido de grasa se deben a la diferencia entre las edades de cosecha de los forrajes además de las condiciones del ambiente las cuales fueron sujetos dichos estudios.

Para la variable extracto etéreo en función al tiempo de rebrote, se estableció un modelo de segundo grado en el análisis de regresión, misma que fue altamente significativa. El coeficiente de determinación fue del 74,93% y el de correlación 0,86, es decir que el 25,07% depende no de la edad de corte sino de otros factores ajenos al estudio. La ecuación  $Y = 7,09 - 0,1988x + 0,0019x^2$ , deduce que, partiendo de un intercepto de 7,09 % la grasa se reduce en 0,19% hasta el día 45 para luego incrementa a 0,0019% hasta el día 60 (gráfico 20-3).



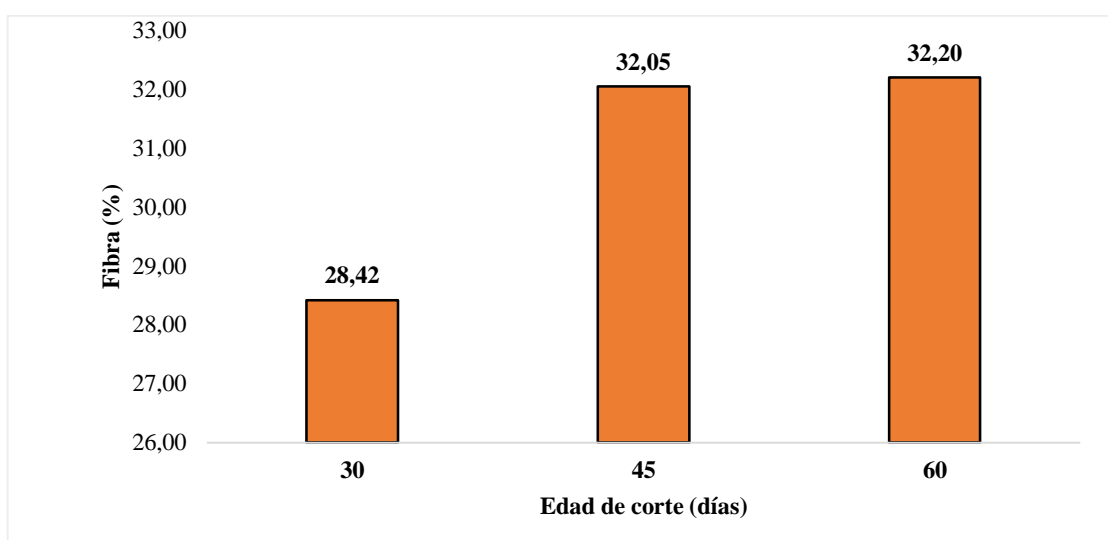


**Gráfico 20-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto al contenido de grasa del Cuba OM-22.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### 3.2.5. Fibra, %

Los valores alcanzados en la fracción fibra en función a la edad de corte, presentaron diferencias significativas, el mayor contenido de fibra se manifestó en las medias de los tratamientos T3 (60 días) y T2 (45 días) con el 32,20% y 32,05% respectivamente y el menor contenido de fibra presentó el T1 (30 días) con el 28,42%. Como se observa en el gráfico 21-3, la fibra se incrementa a medida que avanza la edad de rebrote, esto coincide con estudios realizados en diferentes especies forrajeras.



**Gráfico 21-3.** Contenido de fibra en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

La fracción fibra es considerado un indicador de la calidad nutricional, es por ello que los pastos que presentan menor contenido de ésta fracción son más digestibles y consumidos que los pastos con mayor cantidad de fibra (Sánchez, 2007, p. 17). El aumento de la fibra durante los períodos de corte está relacionado con el ascenso de la porción tallos, ya que estos son más lignificados, también con el envejecimiento de la parte foliar y del material muerto de la planta. Mientras que los pastos envejecen se incrementa la necesidad de tejidos de sostén y por ende se acrecientan los carbohidratos estructurales y descende el contenido inorgánico y componentes nitrogenados (Beltrán, 2012, p. 71).

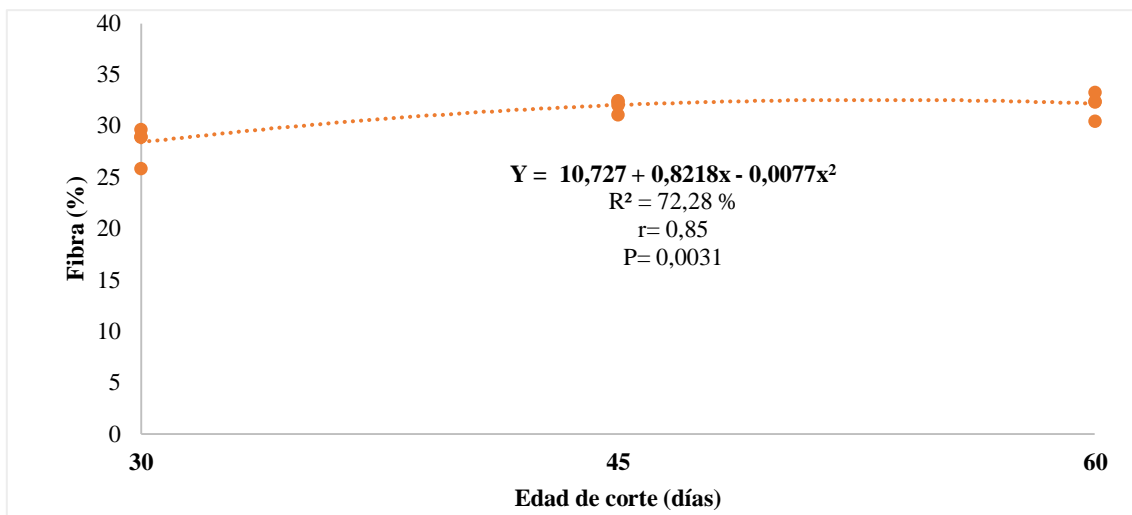
Relacionando la fracción fibra con el contenido proteico, se puede apreciar que el Cuba OM-22 a los 60 días de corte presenta el segundo mejor porcentaje de proteína pero a esta edad se presenta el mayor contenido fibroso. Para Guevara (2000), no siempre el material que posee mayor contenido de proteína, presenta la más baja porción de fibra.

Carrasco et al., (2002), al comparar dos tiempos de reposo de pastoreo en el híbrido CT-115 (*Pennisetum purpureum*) en un período poco lluvioso obtuvo el 31,74 y 34,42% de fibra bruta a los 45 y 60 días. En su estudio, Barén y Centeno (2017) indican que el Cuba OM-22 posee el 32,19% y 34,77% de fibra cruda a los 45 y 60 días de rebrote en su orden. Ramírez y Pérez (2006), mencionan que el pasto maralfalfa a los 45 y 60 días de corte contiene el 35,61 y 41,49% de fibra.

En este mismo tópico, Caballero et al., (2016), al evaluar diversos pastos del trópico mencionan que durante un período lluvioso (60 días de rebrote) el porcentaje de fibra de los pastos king grass, CT-169 y CT-115 en la parte de las hojas y sus tallos fueron de 36,88%, 40,72%; 37,95%, 39,50% y 36,67%, 39,61% respectivamente.

El contenido de fibra obtenido en las tres edades de corte en el Cuba OM-2 están por debajo de los reportados por los autores, debido a las características bromatológicas propias del cultivar, esto demuestra la cualidad nutritiva que presenta éste híbrido ya que esta fracción provoca que se acrecienta la síntesis de carbohidratos estructurales y que el coeficiente de digestión se vea afectado.

En el gráfico 22-3 correspondiente al porcentaje de fibra en función a la edad de corte, se muestra una regresión cuadrática altamente significativa, misma que posee un coeficiente de determinación del 72,28% y 0,85 de correlación. Esta regresión indica que partiendo de un intercepto de 10,72 %, el contenido fibroso incrementa el 0,82% hasta los 45 días, para finalmente descender a 0,007% de fibra a los 60 días de corte.

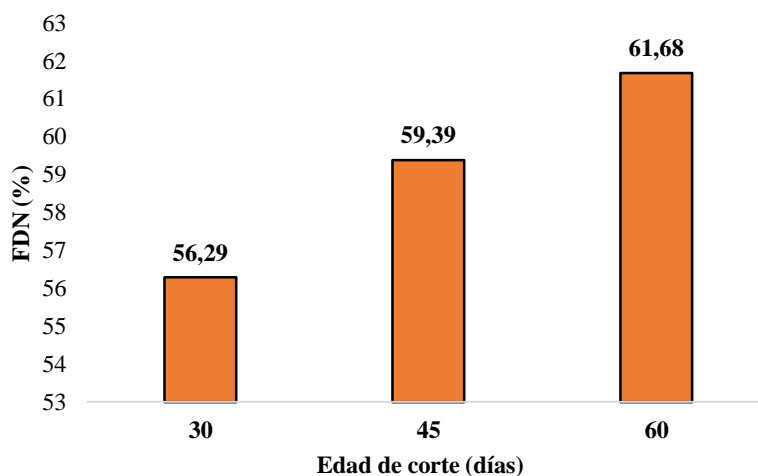


**Gráfico 22-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto al contenido de fibra del Cuba OM-22.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### 3.2.6. *Fibra Detergente Neutra (FDN), %*

Los valores promedios de la fracción fibra detergente neutra se muestran en el gráfico 23-3, el ADEVA determinó diferencias altamente significativas. A los 30 días de corte (T1) se presenció el 56,29% de FDN, mientras que a los 45 (T2) y 60 días de rebrote (T3) la FDN fue del 59,39% y 61,68% respectivamente. Siendo el mejor tratamiento el T1, ya que el coeficiente de digestibilidad se reduce cuando existe mayor contenido de esta fracción. El incremento en el contenido de fibra neutra en el transcurso de la edad de cosecha, se debe a la disminución del número de hojas en los tallos (Elizondo, 2017, p. 337).



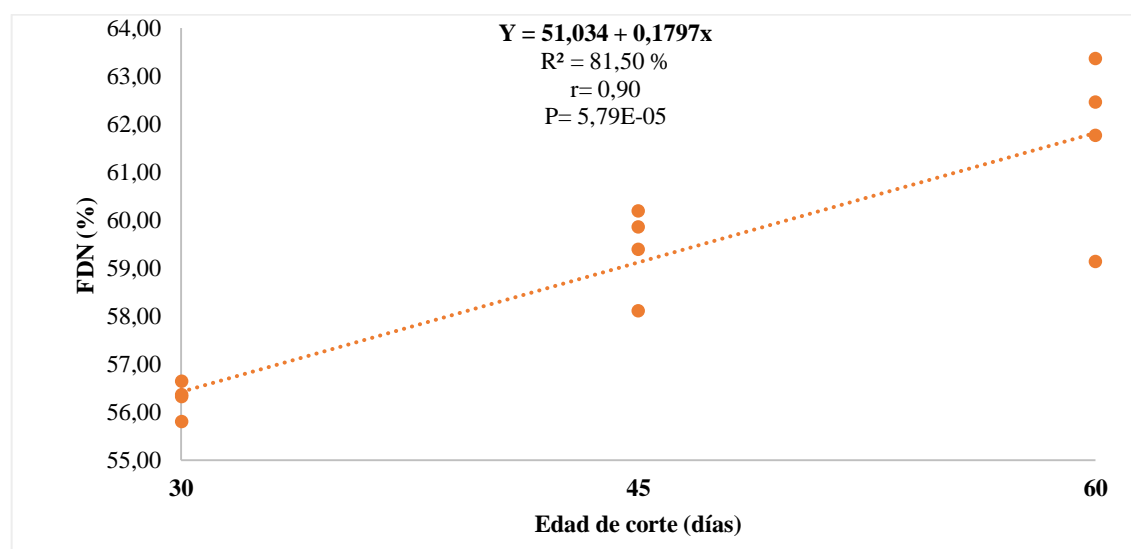
**Gráfico 23-3.** Contenido de FDN en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

Chacón y Vargas (2009), al investigar la digestibilidad y calidad del King grass (*Pennisetum purpureum* cv.) reportaron el 73,78% de FDA a los 60 días de corte. Valenciaga et al., (2001) en su investigación denominada “Caracterización del clon *Pennisetum* CUBA CT-115, composición química y degradabilidad ruminal de la materia seca” encontraron a los 65 días de defoliación el 68,23% de fibra neutra. Además Roncallo et al., (2012), obtuvieron a los 50 días de cosecha el 68,70%, 71,50% y 70,20% de FDN en el king grass morado, elefante y maralfalfa en su orden.

La inferioridad de la fracción FDN en el pasto Cuba 22 se debe principalmente la bondad nutricional del híbrido, al factor ambiental (clima, tipo de suelo) o al manejo del cultivo. La FDN está relacionado con el llenado del animal; en el caso de los estudios citados, los animales que consumen dichos pastos (king grass morado, elefante, maralfalfa y Cuba CT-115) se llenarán rápidamente y el consumo de materia seca será menor, por ende digestión de los pastos se verá reducida; mientras que en el Cuba OM-22 se puede atreverse a decir que sucederá lo contrario, es decir se presentará mayor consumo y digestibilidad.

En el análisis de regresión se establece una tendencia lineal altamente significativa, la misma que, infiere que, iniciando de un intercepto de 51,03%, la fibra detergente neutra (FDN) se eleva en 0,17% por cada unidad de cambio (días de corte), además se muestra un coeficiente de determinación alto del 81,50% y una correlación de 0,90 entre la FDN y la edad de rebrote, es decir que el 18,5% restante depende de factores ajenos esta investigación (gráfico 24-3).

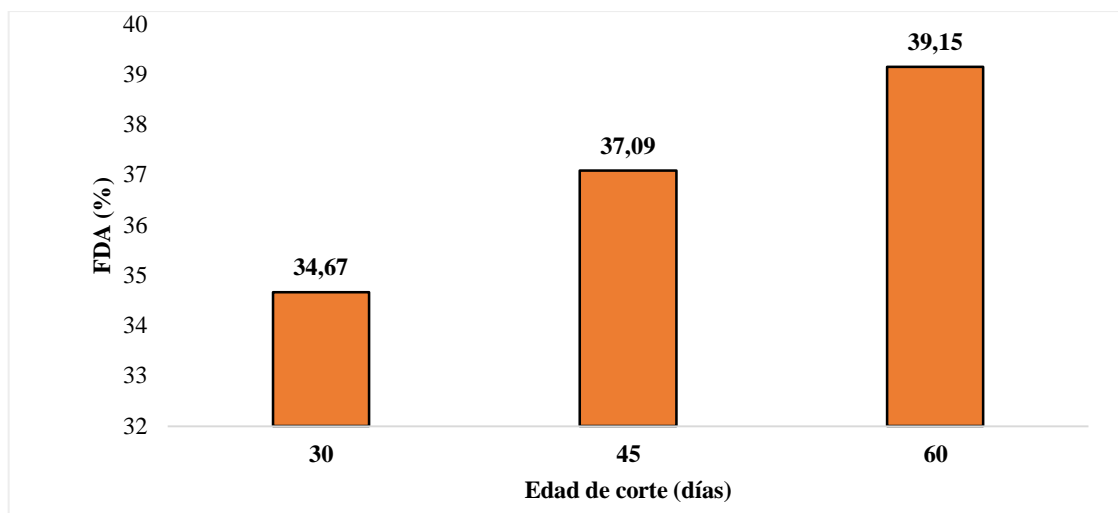


**Gráfico 24-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto al contenido de FDN del Cuba OM-22.

**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### 3.2.7. Fibra Detergente Ácida (FDA), %

En el análisis de varianza de la fibra detergente ácida del Cuba OM-22, se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre las edades de corte, donde se alcanzó los valores superiores de esta fracción a los 60 días de corte con el 39,15%, a continuación se ubica la media obtenida a los 45 días de rebrote con 37,09% y finalmente el menor contenido de FDA se encontró en las parcelas de 30 días con 34,67% (gráfico 25-3).



**Gráfico 25-3.** Contenido de FDA en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

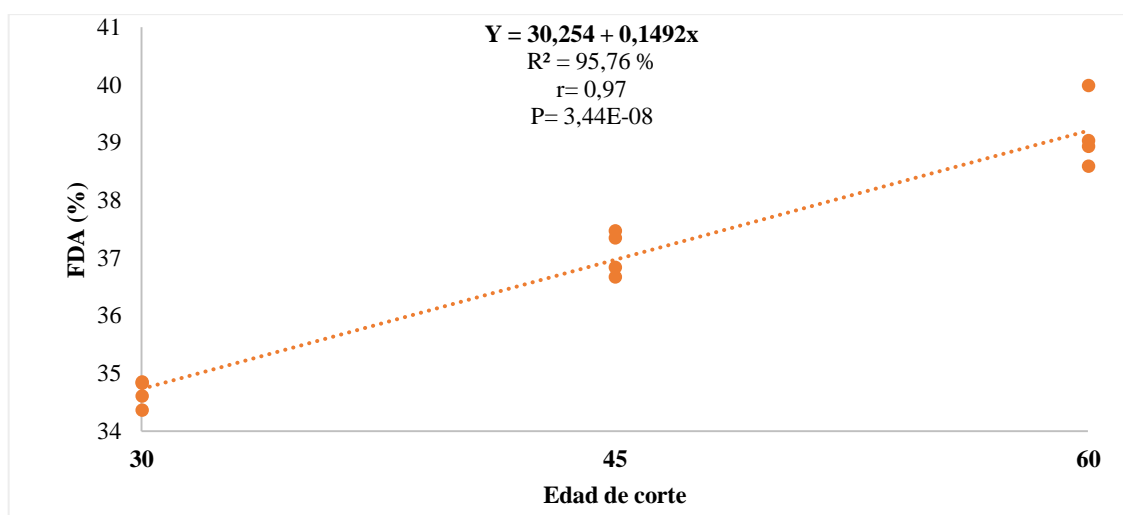
**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

Existe un incremento de fibra detergente ácida según avanza la edad de cosecha del forraje, al igual como sucede en el caso de la fibra neutra; este similar comportamiento (incremento según la edad de rebrote) se presenta debido a que, el componente FDA más hemicelulosa forman parte de la fibra detergente neutra (FOSS, 2018, p. 9,10) y por ende muestra el mismo acontecimiento. Con lo ocurrido, se puede afirmar que esto se debe a los procesos ontogénicos del pasto, que afectan a la composición bromatológica, paredes celulares y digestión (Chacón y Vargas, 2009, p. 403).

Valenciaga et al., (2001) manifiestan que el clon Cuba CT-115 a los 65 días de cosecha presenta el 39,43% de fibra detergente ácida, valor que se asemeja al obtenido a los 60 días de corte en el híbrido Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.*). En este mismo sentido Barrón et al., (2009), al evaluar el pasto king grass en diferentes estadios de corte encontraron a los 30 y 60 días el 38,18% y 42,00% de ésta fracción; en contraste, Chacón y Vargas (2009), manifiestan que el pasto king grass a los 60 días de evaluación presenta el 46,53% de fibra ácida; mientras que Roncallo et al., (2012) obtuvieron a los 50 días de corte el 45,88% y 43,97% de FDA en los pasto elefante y maralfalfa respectivamente.

Comparando los resultados de este estudio con los citados anteriormente por los autores, se puede notar que en el Cuba 22 existe un menor porcentaje de FDA, esto se debe a las características bromatológicas del pasto evaluado o al factor ambiental. Este comportamiento favorece al híbrido cubano, ya que la fibra ácida posee una correlación negativa con el coeficiente de digestibilidad de los pastos y por ende del aporte energético de los mismo (Cruz y Sánchez, 2000, p. 42).

El análisis de regresión que se presenta en el gráfico 26-3, la fracción fibra detergente ácida del pasto Cuba OM-22 y las diferentes edades de rebrote poseen una tendencia lineal altamente significativa misma que interpreta que, partiendo de un intercepto de 30,25%, la FDA se eleva en 0,14% por cada unidad de cambio hasta los 60 días de corte. Además se logró un coeficiente de determinación del 95,76% y un alto índice de correlación 0,97, es decir que el 4,24% restante depende de otros factores que no están relacionados con la edad de corte.

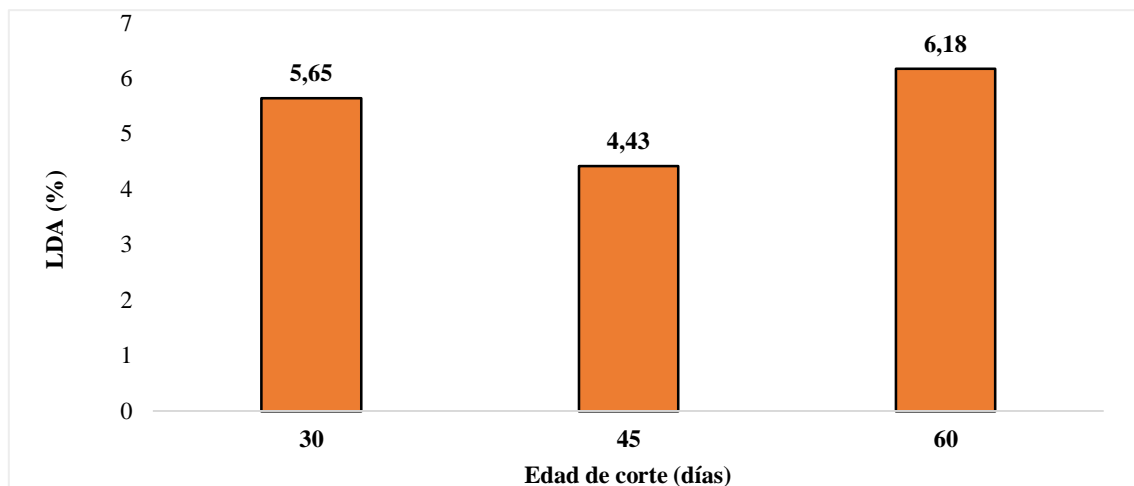


**Gráfico 26-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto al contenido de FDA del Cuba OM-22.

**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### 3.2.8. *Lignina Detergente Ácido (LDA), %*

En la variable lignina detergente ácida, el análisis de la varianza no reportó diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero si diferencias numéricas, misma que indican que el mayor contenido de LDA se obtiene a los 60 días de corte con el 6,18%, y los mínimos porcentajes se evidenciaron a los 30 y 45 días de rebrote con 5,65% y 4,43% respectivamente (gráfico 27-3).



**Gráfico 27-3.** Contenido de LDA en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

Existe un incremento en las fracciones FDA y FDN al pasar la edad de rebrote, pero esto no sucedo en la lignina detergente ácida, aunque los valores entre las edades de corte no son muy distantes debido a lo citado por Ramírez et al., (2008), el híbrido Cuba 22 hasta cierta edad (90 días) almacena poca cantidad de lignina al igual que los clones CT-115 y CT169 y a diferencia del resto de los pastos del género *Pennisetum*, lo cual lo convierte en una gran opción para ser utilizada como banco forrajero ya que el contenido de lignina es un indicador de la digestión del forraje.

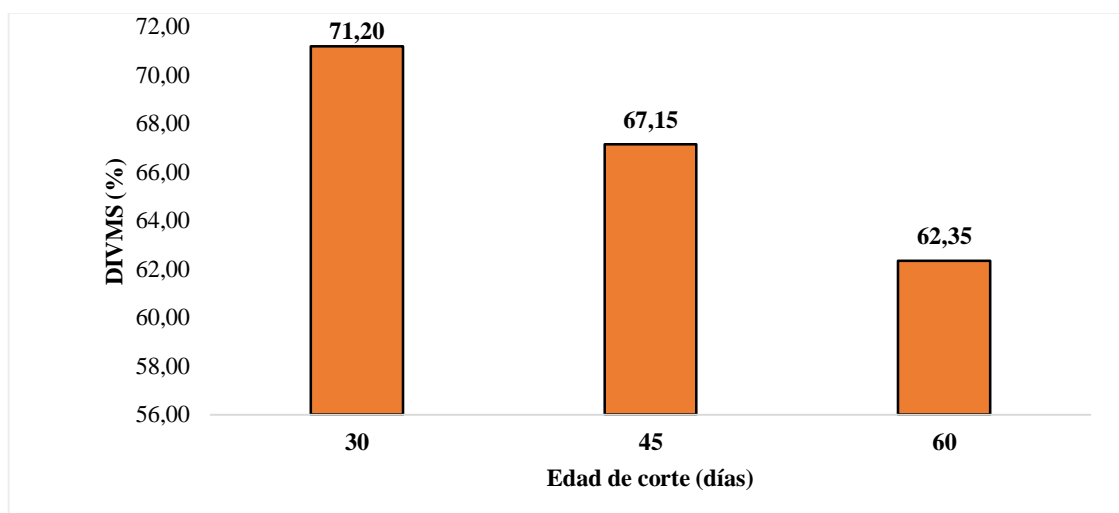
En el estudio realizado por Fortes et al., (2012), el contenido de lignina del Cuba CT-115 durante dos meses de evaluación no presentó gran diferencia, teniendo en la parte de las hojas el 4.3 % a los 30 días y el 5,7% a los 90 días, existiendo un incremento del 1,4% durante el tiempo de evaluación; la parte de los tallos mostraron el 6,1% a los 30 días de rebrote y el 6,9% a los 90 días, existiendo un aumento del 0,8% de LDA al transcurrir el período de evaluación. Valenciaga et al., (2001) manifiestan que a los 65 días de rebrote el híbrido CT-115 posee el 4,22% de LDA en los tallos y el 3,97% en la planta completa. Las investigaciones citadas alcanzan resultados similares a los reportados en este estudio.

En este mismo tópico, Chacón y Vargas (2009) consiguieron en el pasto king grass el 12,15% de LDA en la planta íntegra a los 60 días de cosecha, valores muy distantes a los obtenidos en el Cuba OM-22; esta superioridad se debe a lo anteriormente citado por Ramírez et al., (2008). La fisiología digestiva de los rumiantes determina que la degradabilidad del pasto dependa de la relación entre los microorganismos ruminales y de las partículas por degradarse. La digestión no

solo depende de la lignina sino también de la asociación entre la hemicelulosa y éste factor (Valenciaga et al., 2001, p. 351)

### 3.2.9. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), %

La digestibilidad in vitro de la materia seca del Cuba OM-22, presentó diferencias estadísticas altamente significativas, donde la mayor digestibilidad lo demostró el tratamiento T1 (30 días de corte) con el 71,20%, seguido del tratamiento T2 (45 días de corte) con un porcentaje del 67,15% y el menor coeficiente de digestibilidad infiere sobre el T3 (60 días de corte) con una media de 62,35% (gráfico 28-3). El descenso de la DIVMS se atribuye a que conforme crece el pasto en función a la edad de rebrote, la digestibilidad in vitro de la materia seca sufre un decremento, debido al aumento de la síntesis de carbohidratos estructurales (Ordaz et al., 2018, p. 136).



**Gráfico 28-3.** Coeficiente de DIVMS en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

**Realizado por:** Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

La FDA, FDN y lignina son factores que inhiben la digestibilidad de los forrajes, por esto es que a los 30 días de rebrote existe una buena digestión y por consecuencia existirá un alto consumo de alimento que permitirá un comportamiento admisible del animal, mientras que a los 45 y 60 días es menor la digestión a causa del llenado del animal. Lo indicado se corrobora con lo expuesto por Delgado et al., (2001), las paredes celulares de los pastos que se degradan con mayor rapidez promueven mayor digestibilidad ruminal, por ello el animal consume mayor cantidad de alimento.



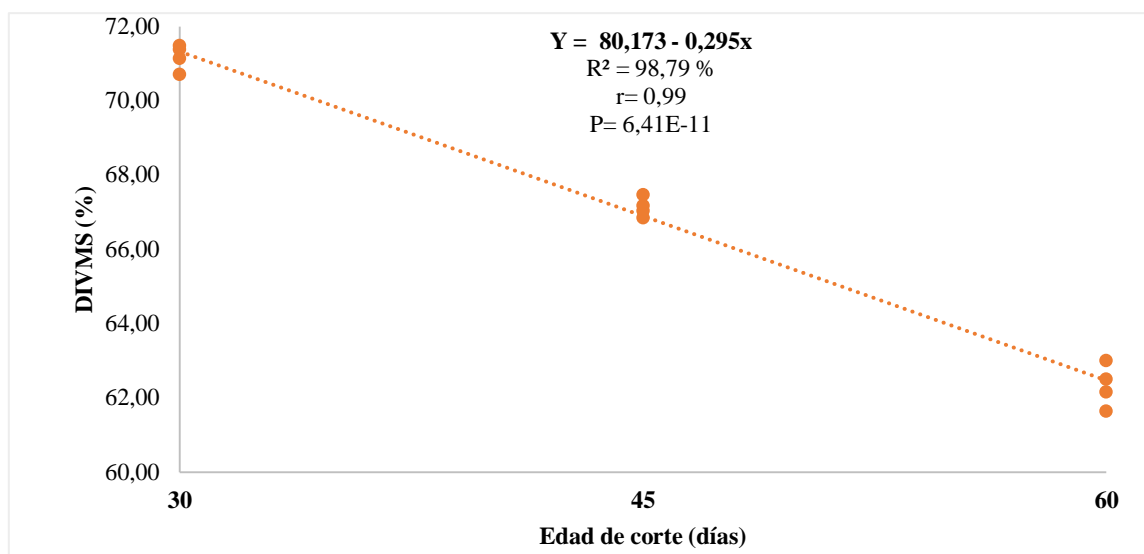
El mejor aprovechamiento de los pastos se consigue cuando el estado de madurez es el indicado, es decir cuando se presente un balance entre la calidad nutritiva de dicho pasto y la biomasa seca producida, en pocas palabras este balance se logra con la máxima productividad de materia seca digerible por unidad de superficie por año (Sánchez, 2007, p. 15).

Acogiendo el pensamiento de Sánchez (2007), la mayor producción de materia seca digerible del Cuba OM-22 se obtiene a los 60 días de cosecha, siendo su producción en base seca 12,43 t/ha es decir 75,57t/ha/año que con el 62,35% de digestión llegarían a ser 47,11 t/ha/año de materia seca digerible. Mientras que en los 45 y 30 días de corte se obtendrían 46,88 y 24,06 toneladas de materia seca digerible. Entre los 60 y 45 días existe una ligera variación en la producción de materia seca digerible pero para su aprovechamiento se debe tomar en cuenta otras consideraciones como el estrés que se provoca en la planta al efectuar el corte a edad temprana o capacidad de recuperación.

Ruiz (2016), informa que la mayor digestibilidad in vitro de la materia seca en el pasto maralfalfa se da a los 30 días de corte con el 61,11%, disminuyendo a los 45 días al 55,01%, para finalizar a los 60 días de cosecha con el 50,55%. Chacón y Vargas (2009), indican que el pasto king grass, a los 60 días de rebrote presenta el 58,65% de DIVMS. Mientras que Valenciaga et al., (2001), al investigar el híbrido Cuba CT-115 señalan que la digestibilidad in situ de la materia seca a los 65 días de corte es del 53,88%, otros autores como Delgado et al., (2005) informan que en el mismo clon (Cuba CT-115) a una edad de seis meses se presenta el 59,32 % de digestión in situ utilizando ganado cebú; de igual forma Fundora et al, (2005) consiguieron el 60,2% de digestión (in situ) a una edad inferior a cuatro meses utilizando para su estudio búfalas de río.

Los estudios citados presentan coeficientes de digestibilidad de la materia seca inferiores a los obtenidos en el clon Cuba OM-22, debido a la composición de las paredes celulares que presentan los forrajes, edad de corte o de la técnica utilizada para la determinación de la digestión de la materia seca.

Los resultados del análisis de regresión y correlación permiten concluir que la DIVMS del Cuba OM-22 se encuentra relacionada con la edad de rebrote, ya que al envejecer el pasto la calidad nutricional se ve reducida, en el gráfico 29-3 se muestra una ecuación de modelo lineal altamente significativa, misma que infiere que partiendo de un intercepto de 80,17% la digestibilidad de la materia seca disminuye en un 0,29 %, según avanza la edad del pasto; obteniendo una ecuación para la regresión  $Y = 80,17 - 0,29 (\text{días de corte})$ , una coeficiente de determinación del 98,79% y una correlación de 0,99.

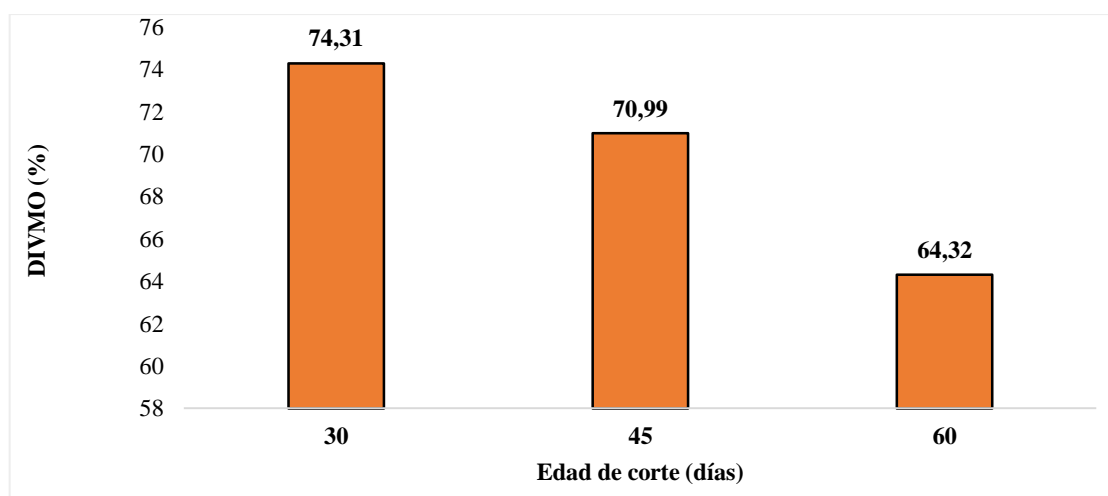


**Gráfico 29-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto a la DIVMS del Cuba OM-22.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### 3.2.10. Digestibilidad *in vitro* de la Materia Orgánica (DIVMO), %

En el ADEVA, se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. A los 30 días de rebrote (T1) se alcanzó una media de 74,31% de DIVMO, disminuyéndose a 70,99% a los 45 días (T2) y 64,32% a los 60 días de corte (T3); demostrando al igual que en la digestibilidad de la materia seca, que el mayor coeficiente se encuentra a los 30 días de evaluación abreviándose con el transcurso del envejecimiento del Cuba OM-22 (gráfico 30-3).



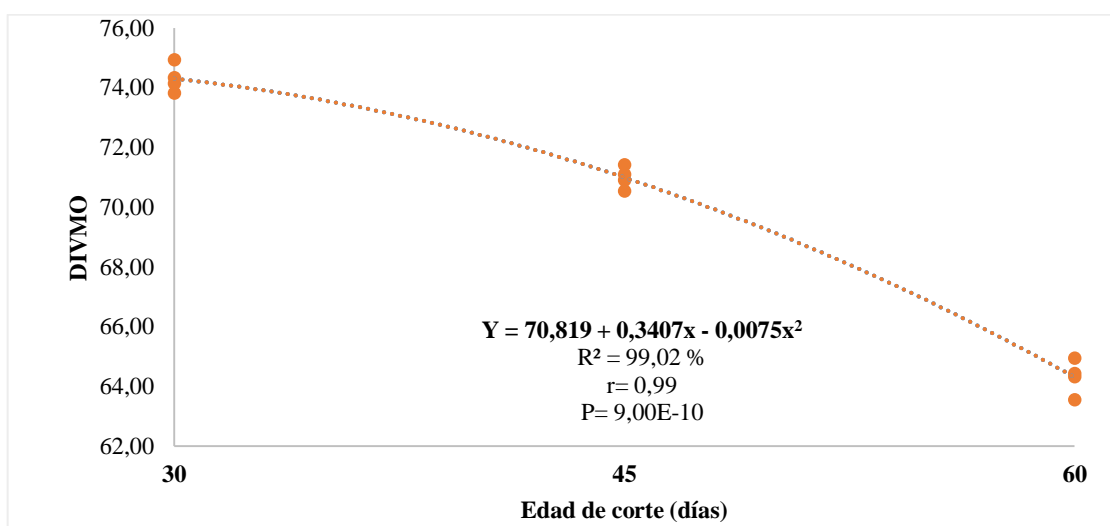
**Gráfico 30-3.** Coeficiente de DIVMO en el Cuba OM-22 en diferentes intervalos de corte.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

Tobar (2018), al evaluar la cinética de degradación ruminal y producción de gas in vitro del king grass asociado a varios niveles de mata ratón logró un porcentaje de digestibilidad de la materia orgánica del 57,27% a las 48 horas de incubación en la mezcla compuesta del 80 % de King grass y de 20% mata ratón. Estos valores son inferiores a los obtenidos en el Cuba OM-22, a pesar de que se utilizó el *Gliricidia* como parte de la dieta, esto se debe a la diferencia entre las edades de corte de los pastos, por lo general en las mezclas forrajeras utilizan a los *Pennisetum* como fuente de biomasa y no consideración la edad del forraje, más bien se concentran en las leguminosas.

En este mismo sentido, Barrera et al., (2015) encontraron en el pasto CT-115 a los 30, 45 y 60 días de rebrote un porcentaje de degradación in situ de la materia orgánica del 84,27%, 73,50% y 65,01% respectivamente, mientras que en el pasto elefante en las misma edades de evaluación reporta el 68,95% (30días), 67,57% (45 días) y 65,69% (60 días); al comparar estos valores con los de esta investigación, se evidencia que el CT-115 presenta mayor digestibilidad de materia orgánica que el Cuba OM-22, esta variación se debe al tipo de técnica utilizada para la determinación de esta variable.

La digestibilidad in vitro de la materia orgánica del Cuba OM-22 muestra una relación altamente significativa con la edad de corte, presenta un modelo de regresión de segundo grado con un coeficiente de correlación del 0,99, donde el 99,02% de la digestibilidad depende de los días de rebrote. Se determina que partiendo de un intercepto de 70,81%, éste se incrementa en 0,34% hasta los 45 días y para finalmente disminuir a 0,007% a los 60 días de corte (gráfico 31-3).



**Gráfico 31-3.** Tendencia de la edad de corte con respecto a la DIVMO del Cuba OM-22.

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

## CONCLUSIONES

- Al evaluar los parámetros agroproductivos en el Cuba OM-22 las mayores respuestas se presentaron a los 60 días de rebrote, obteniendo una altura de 2,42 metros, 68,56 tallos por planta, 49,35% de cobertura basal, 102,46 t/ha/corte de forraje verde y 12,43 t/ha/corte de forraje seco.
- En el análisis proximal y paredes celulares, el corte realizado a los 30 días registró un mayor contenido proteico, buena fracción mineral, menor porcentaje de fibra y sus componentes, además de un óptimo contenido de grasa; mientras que los cortes efectuados a los 45 y 60 días se vieron afectados por la madurez del híbrido, presentando parámetros no muy lejanos a los mostrados en los 30 días, demostrando que la edad de corte influye sobre la bondad nutritiva del pasto.
- La digestibilidad in vitro efectuada mediante la técnica de fluido ruminal permitió corroborar la calidad nutricional del Cuba OM-22, la mayor digestibilidad de la materia seca (DIVMS) y orgánica (DIVMO) se obtuvo a los 30 días de rebrote con el 71,20% y 74,31% respectivamente. Este parámetro se vio afectado por el incremento de las fracciones fibrosas al pasar la edad de cosecha.
- Considerando las medidas nutricionales y agroproductivas se determinó que el óptimo período de cosecha es a los 60 días, ya que existió un equilibrio entre la parte productiva y nutricional, aunque solamente se obtienen 6 cortes anuales pero a esta edad se garantiza la persistencia del cultivo. A los 60 días de rebrote se registró un contenido proteico del 11,38%, 32,20% de fibra, paredes celulares aceptables (61,68% FDN, 39,15% FDA y 6,18% LDA), un coeficiente de digestión de MS y MO del 62,35% y 64,32%, una producción forrajera de 12,43 t/MS/ha/corte que se convertirían en 47,12 t/MS/digeridas anualmente; todas estas características hacen del Cuba OM-22 una buena alternativa forrajera para la RAE.

## RECOMENDACIONES

- Aprovechar el híbrido Cuba OM-22 como una nueva fuente forrajera a los 60 días, ya que a esta edad se obtiene gran biomasa, con buena característica bromatológica y de digestibilidad.
- Efectuar esta investigación en mayores estadíos de rebrote, para conocer el comportamiento del Cuba OM-22.
- Probar este forraje con otras alternativas alimenticias, utilizándolo como parte de una mezcla forrajera y así poder satisfacer las necesidades nutricionales de los animales en zonas cálidas.

## BIBLIOGRAFÍA

**ABARCA BONILLA, José David.** Evaluación del comportamiento productivo forrajero del *Pennisetum* sp. (Maralfalfa) aplicando diferentes niveles de casting. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2011. pp. 40-46.

**ABARCA PINO, Gabriela del Carmen.** Comparación de tres tipos de ensayos de digestibilidad “in vitro” de alfalfa (*Medicago sativa*) con la digestibilidad “in vivo” en cuyes (*Cavia porcellus*). [en línea]. (Trabajo de titulación), (Bioquímico Farmacéutico). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba- Ecuador. 2015, p. 3, 6, 8. [Consulta: 22 de noviembre del 2019]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4506>

**ANDINO RUIZ, Norman Javier, & PÉREZ GUTIÉRREZ, Jaimie del Socorro.** Producción de biomasa y concentración de nutrientes en el pasto cubano (*Pennisetum purpureum* x *P. tiphoides*) CV CT – 115. Finca la Tigra, Cárdenas, Rivas, Nicaragua. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. 2012, p. 7. [Consulta: 05 de noviembre del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/1422/1/tnf61a552.pdf>

**ARAMAYO ADAD, Faisal Martín.** Efecto de dos alturas y dos edades de corte en pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y pasto Tanzania (*Panicum maximum*) en la producción de materia seca. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Zamorano, Francisco Morazán-Honduras. 2002, pp. 17,18 [Consulta: 09 de diciembre del 2019]. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/f714/a7fa9cdf89d74b0ac9d400580709667c284a.pdf>

**ARAYA, M.; & BOSCHINI, C.** "Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica". *Agronomía Mesoamericana*. [en línea]. Costa Rica, 2005. Vol. 16. N°. 1, pp. 37-43. [Consulta: 12 de noviembre del 2019]. ISSN 737-97-006. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/5180/4980>

**ARGENTINA; INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA).** *Nutrición animal aplicada* [en línea]. Argentina, 2014. p. 34. [Consulta: 23 de septiembre del 2019]. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_curso\\_nutricin\\_animal\\_aplicada\\_2014.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_curso_nutricin_animal_aplicada_2014.pdf)

**ARON, Bondi.** *Nutrición Animal*. Zaragoza - España: Acribia, 1988, ISBN 84-200-0662-9, p. 6.

**ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS.** *Official Methods of Analysis*. 19<sup>a</sup> ed. Gaithersburg- Estados Unidos de América. 2012. ISBN. 0-935584-83-8. Cap. 4. pp. 1, 8, 43-49. Cap. 32. p.49

**BARÉN PÁRRAGA, José Ramón, & CENTENO VERA, Luis Alberto.** Valores nutritivos del pasto cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*), sometidos a cuatro intervalos de corte en el valle del río Corrizal. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta - Ecuador. 2017. pp. 1, 2, 23-30. [Consulta: 03 de mayo del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/649>

**BARRERA, A., AVELLANEDA, J., TAPIA, E., PEÑA, M., MOLINA, C.; & CASANOVA, L.** "Composición química y degradación de cuatro especies de *Pennisetum sp*". *Ciencia y Tecnología*. [en línea]. Ecuador, 2015. Vol. 8. N°. 2, pp. 13-21. [Consulta: 18 de octubre del 2019]. ISSN 1390-4043. Disponible en: <https://doi.org/10.18779/cyt.v8i2.106>

**BARRÓN, J., VELÁSQUEZ, M., ECHEVARRIA, M.; & BASURCO, V.** "Efecto de la edad y época de corte sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum*, Schum.) en la Costa Central". *Anales Científicos*. [en línea]. Perú, 2009. Vol. 70. N°. 1, pp. 51-57. [Consulta: 27 de diciembre del 2019]. ISSN 0255-0407. Disponible en: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/72/71>

**BELTRÁN CHACÓN, Xavier Mauricio.** Evaluación de tres abonos orgánicos aplicados en dos tiempos post corte en la producción de maralfalfa (*Pennisetum sp*). [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba- Ecuador. 2012, pp. 24, 25, 43, 60, 71. [Consulta: 08 de noviembre del 2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2227>

**CABALLERO GÓMEZ, Arnaldo.** Caracterización productiva de cinco accesiones de *Pennisetum purpureum Schum*. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Maestría). Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Matanzas - Cuba. 2013. p. 18. [Consulta: 25 de junio del 2019]. Disponible en: <http://docplayer.es/87517745-Characterizacion-productiva-de-cinco-accesiones-de-pennisetum-purpureum-schum.html>

**CABALLERO, A., MARTÍNEZ, R., HERNÁNDEZ, M.; & NAVARRO, M.** "Caracterización del rendimiento y la calidad de cinco accesiones de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone", *Pastos y Forrajes*. [en línea]. Cuba, 2016. Vol. 39. N°. 2, pp. 94-101. [Consulta: 12 de Noviembre del 2019]. ISSN 0864-0394. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v39n2/pyf03216.pdf>

**CALVILLO SANCHEZ, Ana María.** Características, variedades y usos del pasto elefante (*Pennisetum purpureum Schumach*). [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila- México. 2018. p. 35. [Consulta: 29 de julio del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42954?show=full>

**CALZADA, J., ENRÍQUEZ, J, HERNÁNDEZ, A., ORTEGA, E.; & MENDOZA, S.** "Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en clima cálido subhúmedo" *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. [en línea]. México, 2014. Vol. 5. N°. 2, pp. 247-260. [Consulta: 28 de diciembre del 2019]. ISSN 2448-6698. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v5n2/v5n2a9.pdf>

**CANFIELD, R.** "Application of the Line Interception Method in Sampling Range Vegetation". *Journal of Forestry* [en línea], United State of America, 1941. Vol. 39. N°.4, pp. 388-394. [Consulta: 17 de mayo del 2019]. ISSN 0022-1201. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jof/39.4.388>

**CARRASCO, E., GARCÍA, R., ENRIQUE, A.; & FONTE, D.** "Comparación de dos tiempos de reposo en el pastoreo de CT-115 (*Pennisetum purpureum*) para la producción de leche en el período poco lluvioso". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en línea]. Cuba, 2002. Vol. 36. N°. 4, pp. 337-340. [Consulta: 09 de diciembre del 2019]. ISSN 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193018080004>

**CARRO, M., GONZALES, J., LÓPEZ, S., VALDÉS, C.; & BOCHI, O.** "Digestibilidad in vitro de forrajes y concentrados: efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal". *Dialnet*. [en línea]. España, 1999. Vol. 48. N°. 181, pp. 51-61. [Consulta: 14 de noviembre del 2019]. ISSN 0004-0592. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4119>

**CHACÓN, P.; & VARGAS, C.** "Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote". *Agronomía Mesoamericana*. [en línea]. Costa Rica, 2009. Vol.



20. N°. 2, pp. 399-408. [Consulta: 10 de noviembre del 2019]. ISSN 1021-7444. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/4956/4766>

**CHIMBO SHIGUANGO, Clever Fermín.** Evaluación de la producción forrajera del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum sp*) a diferentes edades de corte, en el centro de investigación postgrado y conservación de la biodiversidad Amazónica. [en línea] (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Estatal Amazónica, Pastaza- Ecuador. 2014. pp. 19-20. [Consulta: 2019-08-11]. Disponible en: <http://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/handle/123456789/43>

**CHURCH, D.** *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants*. Oregon-USA: Book Store, 1969. p. 101.

**CHURCH, D., POND, W; & POND, K.** *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. 2ª ed. México: LIMUSA, 2001. ISBN 9789681852993, pp. 23-24.

**CLAVIJO, Octavio.** *Manual de producción de Forraje Pennisetum sp. Cuba OM-22* [en línea]. Huila- Colombia: Surcolombiana, 2016. pp. 8, 9. [Consulta: 22 de septiembre del 2019]. Disponible en: [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/3592/1/manual\\_produccion\\_forraje.pdf](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/3592/1/manual_produccion_forraje.pdf)

**COLOMBATTO, Darío.** *Análisis de alimentos: Aplicaciones prácticas* [en línea]. Buenos Aires-Argentina. 2000. p. 4. [Consulta: 05 de septiembre del 2019]. Disponible en: <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/resumencolombatto.pdf>

**CONCELLÓN MARTÍNEZ, Antonio.** *Nutricion animal practica. Principios generales*. 2ª ed. Barcelona- España: Aedos, 1978. pp. 75-77.

**COSTA, K., OLIVEIRA, I., FAQUIN, V., NEVES, B., RODRIGUES, C.; & SAMPAIO, F.** "Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5" *Ciência e Agrotecnologia*. [en línea]. Brasil. 2007, Vol. 31. N°. 4, pp 1197-1198. [Consulta: 12 de mayo del 2019]. ISSN 1413-7054. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000400037>.

**CRUZ, M.; & SÁNCHEZ, J.** "La fibra en la alimentación del ganado lechero". *Nutrición Animal Tropical*. [en línea]. Costa Rica, 2000. Vol. 6. N°. 1, pp. 39-74. [Consulta: 16 de julio del 2019]. ISSN 10317-9708. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/10317>

**CUNUHAY PILATÁSIG, José Alfonso, & CHOLOQUINGA CHOLOQUINGA, María Teresa.** Evaluación de la adaptación del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*), en dos pisos altitudinales con tres distancias de siembra en el Campus Juan Lunardi y Naste del Cantón Paute. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca - Ecuador. 2011, p. 14. [Consulta: 18 de diciembre del 2019]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1088/15/UPS-CT002046.pdf>

**DE ALBA, J.** *Alimentación del Ganado en América Latina*. 2da ed. Madison-EEUU: Fournier S.A, 1971. p. 60.

**DELGADO, D., LA O, O., CHONGO, B., GALINDO, J., OBREGÓN, Y.; & ALDAMA, A.** "Cinética de la degradación ruminal in situ de cuatro árboles forrajeros tropicales: *Leucaena leucocephala*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Sapindus saponaria* y *Gliricidia sepium*". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en línea]. Cuba, 2001. Vol. 35. N°. 2, pp. 141-145. [Consulta: 20 de diciembre del 2019]. ISSN 0034-7485. Disponible en: <http://www.redalyc.org:9081/articulo.oa?id=193018220008>

**DELGADO, D., ROSABAL, Y.; & CAIRO, J.** "Degradabilidad ruminal in situ de *Pennisetum purpureum* Cuba CT-115 en búfalos de río y Cebú comerciales". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en línea]. Cuba, 2005. Vol. 39. N°. 2, pp. 187-192. [Consulta: 27 de diciembre del 2019]. ISSN 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017845009.pdf>

**DEL POZO, P.** "Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales". *Pastos*. [en línea]. Cuba, 2011. Vol. 32. N°. 2, pp. 127, 128. [Consulta: 15 de septiembre del 2019]. ISSN 0210-1270. Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1314>

**DUCHI DUCHI, Nelson Antonio.** Evaluación fenológica y digestibilidad in vitro de la alfalfa (*Medicago sativa*) en diferentes edades. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Maestría) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador. 2000, p. 27. [Consulta: 06 de octubre del 2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4292>

**ECUADOR; INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR (IGM).** *Catálogos de datos del Ecuador* [En línea]. Quito-Ecuador. 2019. [Consulta: 14 de mayo del 2019]. Disponible en: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>

**ECUADOR; INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI).** *Comportamiento de la temperatura y precipitación del Cantón Joya de Los Sachas*.

*Estación de Meteorología MI269*. Orellana-Ecuador. 2019. [Consultado: 18 de septiembre del 2019]

**ECUADOR; INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP).** *Manual ganadero*. [en línea]. Quito - Ecuador. 2015. pp. 21,22. [Consulta: 05 de septiembre del 2019]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1620/1/Manual%20ganadero.pdf>

**ECUADOR; SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN (SIN).** *Caracterización de suelos* [en línea]. Quito-Ecuador. 2019. [Consulta: 10 de Abril del 2019]. Disponible en: <https://sni.gob.ec/inicio>

**ELIZONDO, J.** "Producción de biomasa y calidad nutricional de tres forrajes cosechados a dos alturas". *Agronomía Mesoamericana*. [en línea]. Costa Rica, 2017, Vol. 28. N°. 2, pp. 329-340. [Consulta: 14 de noviembre del 2019]. ISSN 2215-3608. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/23418/28591>

**ESTADOS UNIDOS; FREE AND OPEN SOURCE SOFTWARE (FOSS).** *El análisis de la fibra en el pienso animal* [en línea]. California - USA. 2018, pp. 9, 10. [Consulta: 26 de septiembre del 2019]. Disponible en: <https://www.fossanalytics.com/-/media/files/documents/papers/laboratories-segment/ebook-fibre-analysis-of-animal-feed-es.pdf>

**FEBLES, G., SUÁREZ, X., HERRERA, R.; & MARTÍNEZ, R.** "Caracterización botánica de clones de King grass (*Pennisetum purpureum*). Empleo de descriptores morfológicos". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en línea]. Cuba, 2007. Vol. 41. N°.4, pp. 385-390. [Consulta: 16 de diciembre del 2019]. ISSN 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017712016>

**FORTES, D., HERRERA, R., GARCÍA, M., CRUZ, A.; & ROMERO, A.** "Composición química de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 utilizado como banco de biomasa". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en línea]. Cuba, 2012. Vol. 46. N°. 3, pp. 321-329. [Consulta: 16 de noviembre del 2019]. ISSN 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193025294016>

**FORTES GONZÁLEZ, Dayleni.** Comportamiento de algunos indicadores morfofisiológicos y de calidad de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 utilizado como banco de biomasa.

(Trabajo de titulación), (Doctoral). Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque-Cuba. 2012. p. 10, 39, 46.

**FUNDORA, O., OTERO, A., GONZÁLEZ, M.; & SIERRA, Y.** "Uso del *Pennisetum purpureum* (Clon Cuba CT-115) como banco de biomasa para búfalas de río y su efecto en el control de malezas". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en línea]. Cuba, 2005. Vol. 39. N°. 4, pp. 569-574. [Consulta: 29 de diciembre del 2019]. ISSN 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017719005.pdf>

**GARCÍA JARQUÍN, Ismael, & DÍAZ DÍAZ, Marvin Alberto.** Comportamiento agronómico del pasto Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum*) ante diferentes aplicaciones de Urea 46% en la comarca Cuisalá, Comalapa, Chontales. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Nacional Agraria. Camoapa - Nicaragua. 2012. pp. 16, 17. [Consulta: 07 de diciembre del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2764>

**GIRALDO, L., GUTIÉRREZ, L.; & RÚA, C.** "Comparación de dos técnicas in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales" *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. [en línea]. Colombia, 2007. Vol. 20. N°. 3, pp. 269-279. [Consulta: 17 de noviembre del 2019]. ISSN 0120-0690. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3238315>

**GPS Garmin eTrex10.** Ubicación Geográfica del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Central de la Amazonía. Ecuador. 2019.

**GUAICHA SOLANO, Miguel Alexander.** Evaluación de diez pastos introducidos en la amazonía ecuatoriana a diferentes edades de corte, en el centro de investigación CIPCA. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2015. p. 1, 59, 64-70.

**GUEVARA COSTALES, Hernán Patricio.** Valor nutritivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) con diferentes estados fenológicos en ovinos. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Maestría). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2000. p. 44, 68. [Consulta: 01 de noviembre del 2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4291>

**JANETA ALVARADO, Nicolás Fernando.** Caracterización físico química y determinación in vitro del valor nutritivo del rye grass y del pasto azul de diferentes pisos altitudinales para la

alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). [en línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba- Ecuador. 2015. pp. 24, 25. [Consulta: 15 de noviembre del 2019]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4520>

**LACHMANN, M; & ARAUJO, O.** *La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes* [en línea]. Maracaibo-Venezuela. 1999, pp. 2,3. [Consulta: 23 de diciembre del 2019]. Disponible en:[https://www.researchgate.net/profile/Omar\\_Araujo-Febres/publication/230823665\\_La\\_estimacion\\_de\\_la\\_digestibilidad\\_en\\_ensayos\\_con\\_rumiantes/links/0912f505112a176237000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Omar_Araujo-Febres/publication/230823665_La_estimacion_de_la_digestibilidad_en_ensayos_con_rumiantes/links/0912f505112a176237000000.pdf)

**LEONARD, I., UVIDIA, H., TORRES, V., ANDINO, M., BENÍTEZ, D.; & RAMÍREZ, J.** "La curva de crecimiento del *Pennisetum purpureum* vc King grass en la Amazonia Ecuatoriana". *REDVET*. [en línea]. España, 2014. Vol. 15. N°. 7, pp. 1-10. [Consulta: 06 de noviembre del 2019]. ISSN 1695-7504. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63632383002>

**LÓPEZ RAMÍREZ, Rosa Beatriz.** Análisis bromatológico de pasto morado (*Pennisetum purpureum*) a diferentes intervalos de corte. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila- México. 2011. p. 19. [Consulta: 22 de octubre del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4798>

**MADERA, N., ORTIZ, B., BACAB, H.; & MAGAÑA, H.** "Influencia de la edad de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureum*) en la producción y digestibilidad in vitro de la materia seca". *Avances en Investigación Agropecuaria*. [en línea]. México, 2013. Vol. 17. N°. 2, pp. 41-52. Consulta: 01 de septiembre del 2019]. ISSN 0188-7890. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83726339005>

**MALDONADO, M., ROJAS, A., SÁNCHEZ, P., BOTTINI, M., TORRES, N., VENTURA, J., JOAQUÍN, C.; & LUNA, M.** "Análisis de crecimiento del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en el trópico seco". *AgroProductividad*. [en línea]. México, 2019. Vol. 12. N°. 8, pp. 17-22. [Consulta: 8 de diciembre del 2020]. ISSN 2594-0252. Disponible en: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1445/1175>

**MARTÍNEZ, R., TUERO, R., TORRES, V.; & HERRERA, R.** "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". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en

línea]. Cuba, 2010, Vol. 44. N° 2, pp. 189-193. [Consulta: 21 febrero 2019]. ISSN 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015662016>

**MENDOZA MONTOYA, Anabel;** & **BAUTISTA RESENDIZ, Luis.** *Análisis de alimentos: Determinación de fibra cruda* [blog]. 2008. [Consulta: 25 de septiembre del 2019]. Disponible en: <http://qfbalimentoslaboratory.blogspot.com/2008/11/determinacion-de-fibra-cruda.html>

**MÉRIDA NAVICHOC, José Carlos Mauricio.** Evaluación de cuatro edades de corte en el rendimiento de materia seca y contenido de proteína cruda del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp. Poales; Poaceae*) en Patulul, Suchitepéquez. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Rafael Landíva. Quetzaltenango- Guatemala. 2013. p. 4. [Consulta: 22 de agosto del 2019]. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/14/Merida-Jose.pdf>

**MERLO, F., RAMÍREZ, L., AYALA, A.; & KU, J.** "Efecto de la edad de corte y la época del año sobre el rendimiento y calidad de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Staff en Yucatán, México". *Journal of the Selva Andina Animal Science. Sci.* [en línea]. México, 2017. Vol. 4, N° 2, p. 117. [Consulta: 29 de Mayo del 2019]. ISSN 2311-2581. Disponible en: [http://scielo.org.bo/pdf/jsaas/v4n2/v4n2\\_a04.pdf](http://scielo.org.bo/pdf/jsaas/v4n2/v4n2_a04.pdf)

**MIRANDA ZELEDON, Héctor Ariel.** Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales, Nicaragua, 2007. [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. 2009. p.1. [Consulta: 23 de julio del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2084>

**MORRISON, F.** *Feeds and Feeding. Abridged, adapted and Condensed from feeds and feeding.* 9ª ed. Estados Unidos: Morrison Publishing Company, 1961, p. 52.

**MURILLO, R., CHACÓN, E., RAMÍREZ, J., ÁLVAREZ, G., ÁLVAREZ, P., PLÚA, K.; & ÁLAVA, A.** "Rendimiento y calidad de dos especies del género *Pennisetum* en Ecuador". *REDVET.* [en línea]. Ecuador, 2015. Vol. 16. N° 8, pp. 1-10. [Consulta: 06 de noviembre del 2019]. ISSN 1695-7504. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63641401005>

**NEGRETE, H.; & CUADRADO, F.** *Boletín Mensual de los fenómenos climáticos del mes de Enero del 2018 de Chimborazo.* [en línea]. Riobamba-Ecuador. 2018. [Consulta: 3 de marzo del 2019]. Disponible en: <https://www.esepoch.edu.ec/index.php/estaci%C3%B3n-meteorol%C3%B3gica.html>

**NICARAGUA; CATHOLIC RELIEF SERVICES (CRS).** *Pastos y Forrajes - Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente.* [en línea]. Managua - Nicaragua, 2015. [Consulta: 25 de agosto del 2019]. Disponible en: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/biblioteca/Manual\\_pastos\\_y\\_forrajes\\_CRS\\_USDA\\_CIAT\\_2015.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Manual_pastos_y_forrajes_CRS_USDA_CIAT_2015.pdf)

**NIETO, C y CAICEDO, C. 2012.** *Análisis reflexivo sobre el desarrollo agropecuario sostenible en la Amazonía Ecuatoriana.* Joya de los Sachas - Ecuador: INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonia: Publicación Miscelánea, 2012. [Consulta: 18 marzo 2019]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3791>

**ORDAZ, R., SOSA, E., MENDOZA, S., AMÉNDOLA, R., REYES, S., ORTEGA, E., JOAQUÍN, S.; & HERNÁNDEZ, A.** "Composición química del pasto king grass (*Pennisetum purpureum Schumach*) a diferente intervalo de corte". *Agroproductividad.* México, 2018. Vol. 11. N°. 5. pp. 134-140.

**OSORIO, E., GIRALDO, J.; & NARVÁEZ, W.** "Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina". *Vet. Zootec.* [en línea]. Colombia, 2012. Vol. 6. N°. 1, pp. 87-97. [Consulta: 04 de noviembre del 2019]. Disponible en: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v6n1a09.pdf>

**PALMA ARCE, Dianer Antonio, & RAUDEZ NAVARRO, Melvin Alberto.** Caracterización de dos cultivares de *Pennisetum sp.* Cuba CT-169 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum tiphoides*) y Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) Managua, 2016. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Nacional Agraria, Managua - Nicaragua. 2018. p. 1. [Consulta: 21 de febrero del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3741>

**PEROZO BRAVO, Ali.** *Manejo de Pastos y Forrajes Tropicales.* Maracaibo -Venezuela: Fundación GIRARZ, 2013. ISBN 978-980-6863-14-9, pp. 11, 15, 16.

**PETER, G., FUNK, F., LOYDI, A., CASALINI, A.; & LEDER, C.** "Variación de la composición y cobertura específicas del pastizal bajo diferentes presiones de pastoreo en el Monte Rionegrino". *Phyton.* [en línea]. Argentina, 2012. Vol. 81. N°. 1, pp. 233-237. [Consulta: 30 de diciembre del 2019]. ISSN 0031 - 9457. Disponible en: [http://produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20naturales/189-monte\\_rionegrino.pdf](http://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/189-monte_rionegrino.pdf)

**PINEDA MELGAR, Osmin.** *El clon forrajero cubano OM-22* [blog]. Guatemala. 2017. [Consulta: 18 de septiembre del 2019]. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/clon-forrajero-cubano-22-t40140.htm>

**PIRELA, Manuel.** *Valor nutritivo de los pastos tropicales: Manual de Ganadería Doble Propósito*. [en línea]. Venezuela: Inia, 2005. [Consulta: 18 de septiembre del 2019]. Disponible en: <https://docplayer.es/13269504-Valor-nutritivo-de-los-pastos-tropicales.html>

**RAMÍREZ, Y.; & PÉREZ, J.** "Efecto de la edad de corte sobre el rendimiento y composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*)" *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*. [en línea] Venezuela, 2006, Vol. 24, pp. 57-62. [Consulta: 15 de noviembre del 2019]. ISSN 150-187-216-91. Disponible en: <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/ruct/article/view/95/90>

**RAMÍREZ, Jorge., VERDECIA, Danis.; & LEONARD, Ismael.** "Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum* Cuba CT 169 en un suelo pluvisol" *Revista Electrónica de Veterinaria*. [en línea]. España, 2008. Vol. 9. N°. 5, pp. 1-10. [Consulta: 25 de julio del 2019]. ISSN 1695-7504. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63611397007>

**RINCÓN VELASCO, Euro.** Estudio sobre el crecimiento del pasto elefante (*Pennisetum purpureum Schumach*). [en línea]. (Trabajo de titulación), (Maestría). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba- Costa Rica. 1966. p. 7. [Consulta: 30 de agosto del 2019]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11554/1856>

**RIVERA REYES, Roberto Ricardo.** Evaluación de dos sistemas y cuatro distancias de siembra del pasto King grass morado (*Pennisetum purpureum*), en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Técnica De Babahoyo. Babahoyo- Ecuador. 2017. pp.16-18. [Consulta: 08 de noviembre del 2019]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3371>

**RODRÍGUEZ RÍOS, Víctor Raúl.** Edad de corte y su influencia en la eficiencia fotosintética, captura de carbono y otras características agronómicas del pasto *Brachiaria brizantha* cv Toledo en Zungarococha - Iquitos. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos - Perú. 2014. pp. 47, 54. [Consulta: 15 de noviembre del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/3404>

**ROMA; FAO.** *Trigo regado. Manejo del cultivo* [en línea]. Roma. 2001. [Consulta: 29 de diciembre del 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/x8234s/x8234s09.htm#bm9>



**RONCALLO, B., SIERRA, M.; & CASTRO, E.** "Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco". *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. [en línea]. Colombia, 2012. Vol. 13. N°.1, pp. 71-78. [Consulta: 03 de diciembre del 2019]. ISSN 0122-8706. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945032009>

**RUIZ CÁRDENAS, Roy Roger.** Establecimiento y respuesta a la frecuencia de corte de Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) VS Camerun (*Pennisetum purpureum Schum* var. cv. Camerrom) en el Distrito de Contamana, Provincia de Ucayali, Loreto. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú, 2016, p. 75. [Consulta: 11 de octubre del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2612>

**SÁNCHEZ, Jorge.** *Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero*. [en línea]. Venezuela. 2007, XI Seminario de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal, pp. 14-18 [Consulta: 17 de diciembre del 2019]. Disponible en: [http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi\\_seminario/Conferencias/Articulo-2.pdf](http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-2.pdf)

**SÁNCHEZ, J.; & SOTO, H.** "Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos II. Componentes de la pared celular". *Nutrición animal tropical*. [en línea]. Costa Rica, 1998. Vol. 4. N°. 1, pp. 3-23. [Consulta: 30 de septiembre del 2019]. ISSN 2215-3527. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5166286>

**SAVÓN, L., GUTIÉRREZ, O., OJEDA, F., & SCULL, I.** "Harinas de follajes tropicales: una alternativa potencial para la alimentación de especies monogástricas". *Pastos y Forrajes*. [en línea]. Cuba, 2005. Vol. 28. N°. 1. pp. 69-79. [Consulta: 11 de mayo del 2019]. ISSN 0864-0394. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121628006>

**SIERRA POSADA, José.** *Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros*. 2ª ed. Medellín-Colombia: Editorial Universidad de Antioquia, 2005 p. 57, 60 75.

**SUÁREZ RAMOS, Claudia Andrea.** Evaluación agronómica y nutricional del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) a partir de diferentes biofertilizantes en la finca los Robles de la Fundación Universitaria de Popayán. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Maestría) Universidad De Manizales. Cauca- Colombia. 2016. p. 10. [Consulta: 17 de julio del 2019]. Disponible en: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/handle/6789/2577>

**TOBAR GALVEZ, Juan Pablo.** Cinética de degradación ruminal y producción de gas in vitro del pasto king grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) asociado a varios niveles de mata raton (*Gliricidia sepium jacq.*). [en línea]. (Trabajo de titulación), (Maestría). Universidad de las Fuerzas Armadas. Sangolquí- Ecuador. 2018, pp. 28,29 [Consulta: 27 de diciembre del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14893>

**TOLEDO, José.** *Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.* Cali- Colombia: CIAT. 1982. ISBN 978-84-89206-12-0. pp. 97, 104-107.

**TRUJILLO, A.; & URIARTE, G.** *Valor nutritivo de las pasturas* [en línea]. Colombia: Prodanimal, 2009, p. 1. [Consulta: 16 de mayo del 2019]. Disponible en: [http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo Uriarte.VALOR\\_NUTRITIVO\\_PASTURAS.pdf](http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.pdf)

**VALENCIAGA GUTIÉRREZ, Daiky.** Caracterización química y estructural de las paredes celulares de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT – 115 y su degradabilidad ruminal en búfalos de río (*Bubalis bubalus*). (Trabajo de titulación), (Doctorado). Instituto de Ciencia Animal. Habana- Cuba. 2007. pp. 101, 103.

**VALENCIAGA, D., CHONGO, B.; & LA O, O.** "Caracterización del clon *Pennisetum* CUBA CT-115. Composición química y degradabilidad ruminal de la materia seca". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* [en línea]. Cuba, 2001. Vol. 35. N°. 4, pp. 349-354. [Consulta: 07 de diciembre del 2019]. ISSN 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=193018246006>

**VAN SOEST, Peter.** *Nutritional ecology of the ruminant.* 2<sup>a</sup> ed. United States: Cornell University Press, 1994, pp. 354-384.

**VIVAS, N., CRIOLLO, M.; & GÓMEZ, M.** "Frecuencia de corte de pasto elefante morado *Pennisetum purpureum Schumach*". *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.* [en línea]. Colombia, 2019. Vol. 17. N°. 1, pp. 45-55. [Consulta: 06 de septiembre del 2019]. ISSN 1909-9959. Disponible en: [10.18684/bsaa.v17n1.1203](https://doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1203).

## ANEXOS

### Anexo A. Análisis estadístico de la altura de la planta del Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.

BLOQUES	EIDADES DE CORTE		
	30 DÍAS	45 DÍAS	60 DÍAS
I	1,14	1,87	2,65
II	0,98	1,67	2,42
III	1,11	1,82	2,57
IV	1,02	1,70	2,43
V	1,01	1,94	2,73
VI	0,98	1,86	2,66
VII	0,92	1,79	2,56
VIII	0,91	1,78	2,55
IX	0,93	1,55	2,03
X	0,91	1,44	2,03
XI	0,90	1,34	1,95
XII	0,94	1,69	2,36
XIII	0,94	1,69	2,48
XIV	0,98	1,77	2,56
XV	0,92	1,58	2,26
XVI	0,97	1,72	2,53
SUMATORIA	15,55	27,19	38,74
MEDIA	0,97	1,70	2,42
PROMEDIO GENERAL			1,697608
DESVIACIÓN ESTANDAR			0,620731
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			6,29

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Cuadro de Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Tratamiento	16,83	2	8,42	737,47	<0,001	**
Bloques	0,97	15	0,06	5,65	<0,001	
Error	0,34	30	0,01			
Total	18,14	47				

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

EIDADES DE CORTE	N° obs.	Media	
60 DÍAS	16	2,42	a
45 DÍAS	16	1,70	b
30 DÍAS	16	0,97	c

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Cuadro del análisis de la varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
<b>Regresión</b>	16,800	1	16,800	590,155	0,000	**
<b>Residuos</b>	1,309	46	0,028			
<b>Total</b>	18,109	47				

	Coefficientes	Error típico	Estad.	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
<b>Intercepción</b>	-0,4760	0,0927	-5,1340	5,5984E-06	-0,6627	-0,2894	-0,6627	-0,2894
<b>Variable X1</b>	0,0483	0,0019	24,2930	7,003E-28	0,0443	0,0523	0,0443	0,0523

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Anexo B. Análisis estadístico del número de tallos por planta del Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.**

BLOQUES	EIDADES DE CORTE		
	30 DÍAS	45 DÍAS	60 DÍAS
I	40,00	65,00	79,50
II	39,00	59,00	70,50
III	39,00	64,00	73,00
IV	39,50	64,00	75,00
V	37,00	59,00	73,00
VI	34,00	58,50	70,00
VII	33,50	58,50	71,50
VIII	33,00	58,00	68,00
IX	31,00	53,00	56,00
X	30,00	48,50	63,00
XI	27,50	55,00	64,00
XII	31,00	55,50	65,00
XIII	33,50	57,00	65,50
XIV	36,00	58,00	69,50
XV	35,00	56,00	65,00
XVI	36,00	57,50	68,50
SUMATORIA	555,00	926,50	1097,00
MEDIA	34,69	57,91	68,56
PROMEDIO GENERAL			53,71875
DESVIACIÓN ESTANDAR			14,96446
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			3,81

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Cuadro de Análisis de Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor
Tratamiento	9600,97	2	4800,48	1145,72	<0,001 **
Bloques	798,29	15	53,22	12,70	<0,001
Error	125,70	30	4,19		
Total	10524,95	47			

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey (P≤0,05)**

EIDADES DE CORTE	N° obs.	Media
60 DÍAS	16	68,56 a
45 DÍAS	16	57,91 b
30 DÍAS	16	34,69 c

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
<b>Regresión</b>	9600,97	2	4800,48	233,79	0,000	**
<b>Residuos</b>	923,98	45	20,53			
<b>Total</b>	10524,95	47				

	Coefficientes	Error típico	Estad.	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
<b>Intercepción</b>	-49,4375	11,8271	-4,1800	0,00013	73,2586	-25,6164	73,2586	-25,6164
<b>Variable X 1</b>	3,6417	0,5575	6,5317	0,00000	2,5187	4,7646	2,5187	4,7646
<b>Variable X 2</b>	-0,0279	0,0062	-4,5272	0,00004	-0,0403	-0,0155	-0,0403	-0,0155

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Anexo C. Análisis estadístico de la Cobertura basal del Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.**

BLOQUES	EIDADES DE CORTE		
	30 DÍAS	45 DÍAS	60 DÍAS
I	43,67	49,67	56,33
II	33,67	44,67	49,67
III	37,67	47,33	54,00
IV	36,67	46,33	50,33
V	40,00	47,67	53,67
VI	35,33	45,33	50,33
VII	33,33	44,33	49,00
VIII	29,67	43,67	46,67
IX	37,00	38,67	43,33
X	34,00	33,00	43,67
XI	36,67	40,67	46,33
XII	39,67	43,00	48,00
XIII	36,00	44,00	49,00
XIV	42,00	46,00	52,67
XV	30,33	41,67	46,33
XVI	37,67	42,33	50,33
SUMATORIA	583,33	698,33	789,67
MEDIA	36,46	43,65	49,35
PROMEDIO GENERAL			43,15278
DESVIACIÓN ESTANDAR			6,505484
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			5,20

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Cuadro de Análisis de Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor
Tratamiento	1335,96	2	667,98	132,53	<0,001 **
Bloques	501,71	15	33,45	6,64	<0,001
Error	151,20	30	5,04		
Total	1988,87	47			

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey (P≤0,05)**

EIDADES DE CORTE	Nº obs.	Media	
60 DÍAS	16	49,35	a
45 DÍAS	16	43,65	b
30 DÍAS	16	36,46	c

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
<b>Regresión</b>	1330,42	1	1330,42	92,91	0,0	**
<b>Residuos</b>	658,68	46	14,32			
<b>Total</b>	1989,10	47				

	Coefficientes	Error típico	Estadístico	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
<b>Intercepción</b>	23,8090	2,0798	11,4477	4,6516E-15	19,6226	27,9955	19,6226	27,9955
<b>Variable X 1</b>	0,4299	0,0446	9,6391	1,293E-12	0,3401	0,5196	0,3401	0,5196

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.



**Anexo D. Análisis estadístico de la Cobertura Aérea del Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.**

BLOQUES	EIDADES DE CORTE		
	30 DÍAS	45 DÍAS	60 DÍAS
I	100,00	91,00	85,00
II	98,33	83,00	77,00
III	100,00	87,33	80,00
IV	99,00	85,00	72,67
V	100,00	89,33	82,33
VI	98,33	84,33	77,67
VII	100,00	81,00	76,67
VIII	99,33	78,33	75,33
IX	97,00	79,00	73,33
X	95,00	74,33	69,33
XI	96,67	82,33	75,33
XII	99,00	86,00	76,33
XIII	98,67	82,67	77,33
XIV	98,33	86,33	81,67
XV	98,00	79,67	68,67
XVI	100,00	83,67	78,00
SUMATORIA	1577,67	1333,33	1226,67
MEDIA	98,60	83,33	76,67
PROMEDIO GENERAL			86,20139
DESVIACIÓN ESTANDAR			9,939709
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			2,65

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Cuadro de Análisis de Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor
Tratamiento	4047,49	2	2023,74	386,95	<0,001 **
Bloques	439,13	15	29,28	5,60	<0,001
Error	156,90	30	5,23		
Total	4643,51	47			

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey (P≤0,05)**

EIDADES DE CORTE	N° obs.	Media	
30 DÍAS	16	98,60	a
45 DÍAS	16	83,33	b
60 DÍAS	16	76,67	c

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
<b>Regresión</b>	4047,45	2	2023,72	152,79	8,706E-21	**
<b>Residuos</b>	596,05	45	13,25			
<b>Total</b>	4643,50	47				

	Coefficientes	Error típico	Estad.	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
<b>Intercepción</b>	154,9583	9,4992	16,3127	1,63E-20	135,8259	174,0907	135,8259	174,0907
<b>Variable X 1</b>	-2,4521	0,4478	-5,4759	1,85E-06	-3,3540	-1,5502	-3,3540	-1,5502
<b>Variable X 2</b>	0,0191	0,0050	3,8606	0,0003	0,0091	0,0291	0,0091	0,0291

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Anexo E. Análisis estadístico de la producción de forraje verde del Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.**

BLOQUES	EIDADES DE CORTE		
	30 DÍAS	45 DÍAS	60 DÍAS
I	29,00	75,13	111,50
II	19,50	61,32	106,12
III	25,83	68,52	107,62
IV	22,50	65,50	106,87
V	26,00	74,18	106,88
VI	21,83	73,08	106,00
VII	18,83	65,73	103,58
VIII	18,17	63,87	97,83
IX	20,67	59,17	98,28
X	17,17	58,17	93,43
XI	22,00	64,50	100,03
XII	23,17	67,08	104,95
XIII	19,00	64,83	103,70
XIV	24,42	75,08	103,28
XV	18,25	60,67	82,47
XVI	21,17	73,28	106,75
SUMATORIA	347,50	1070,12	1639,30
MEDIA	21,72	66,88	102,46
PROMEDIO GENERAL			63,69
DESVIACIÓN ESTANDAR			33,83
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			5,48

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020.

**Cuadro de Análisis de Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Tratamiento	52391,92	2	26195,96	2150,82	<0,001	**
Bloques	1025,29	15	68,35	5,61	<0,001	
Error	365,39	30	12,18			
Total	53782,60	47				

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020.

**Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey (P≤0,05)**

EIDADES DE CORTE	N° obs.	Media	
60 DÍAS	16	102,46	a
45 DÍAS	16	66,88	b
30 DÍAS	16	21,72	c

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020.

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
<b>Regresión</b>	52393,5782	2	26196,7891	847,431527	1,93E-36	**
<b>Residuos</b>	1391,09234	45	30,9131632			
<b>Total</b>	53784,6705	47				

	Coeficientes	Error típico	Estad.	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
<b>Intercepción</b>	-97,3771	14,5119	-6,7101	2,7452E-08	126,6056	-68,1486	126,6056	-68,1486
<b>Variable X 1</b>	4,6092	0,6841	6,7376	2,4991E-08	3,2313	5,9870	3,2313	5,9870
<b>Variable X 2</b>	-0,0213	0,0076	-2,8165	0,0071832	-0,0365	-0,0061	-0,0365	-0,0061

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Anexo F. Análisis estadístico de la producción de forraje seco del Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.**

BLOQUES	EIDADES DE CORTE		
	30 DÍAS	45 DÍAS	60 DÍAS
I	3,51	8,23	14,25
II	2,36	6,71	13,56
III	3,13	7,50	13,75
IV	2,73	7,17	13,66
V	3,20	9,81	10,96
VI	2,69	9,67	10,87
VII	2,32	8,70	10,62
VIII	2,24	8,45	10,03
IX	2,94	8,88	11,74
X	2,44	8,73	11,17
XI	3,13	9,68	11,95
XII	3,30	10,06	12,54
XIII	2,42	8,08	14,09
XIV	3,11	9,36	14,04
XV	2,32	7,56	11,21
XVI	2,69	9,13	14,51
SUMATORIA	44,55	137,71	198,94
MEDIA	2,78	8,61	12,43
PROMEDIO GENERAL			7,94
DESVIACIÓN ESTANDAR			4,15
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			13,78

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Cuadro de Análisis de Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Tratamiento	755,81	2	377,91	315,77	<0,001	**
Bloques	16,76	15	1,12	0,93	0,540	
Error	35,90	30	1,20			
Total	808,48	47				

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey (P≤0,05)**

EIDADES DE CORTE	N° obs.	Media	
60 DÍAS	16	12,43	a
45 DÍAS	16	8,61	b
30 DÍAS	16	2,78	c

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
<b>Regresión</b>	755,46	2	377,73	322,59	2,09E-27	**
<b>Residuos</b>	52,69	45	1,17			
<b>Total</b>	808,15	47				

	Coefficientes	Error típico	Estad.	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
<b>Intercepción</b>	-14,8458	2,8244	-5,2563	3,90E-06	-20,5344	-9,1573	-20,5344	-9,1573
<b>Variable X 1</b>	0,7207	0,1331	5,4130	2,29E-06	0,4525	0,9889	0,4525	0,9889
<b>Variable X 2</b>	-0,0044	0,0015	-3,0111	0,0042	-0,0074	-0,0015	-0,0074	-0,0015

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Anexo G. Análisis estadístico del contenido de materia seca del Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.**

EIDADES DE CORTE	BLOQUES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
<b>30 DÍAS</b>	12,12	12,32	14,24	12,73	51,41	12,85
<b>45 DÍAS</b>	10,95	13,23	15,00	12,46	51,64	12,91
<b>60 DÍAS</b>	12,78	10,25	11,95	13,59	48,57	12,14
PROMEDIO GENERAL						12,64
DESVIACIÓN ESTANDAR						1,31
COEFICIENTE DE VARIACIÓN						10,55

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Cuadro de Análisis de Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor
Tratamiento	1,46	2	0,73	0,41	0,680 ns
Bloques	6,74	3	2,25	1,26	0,368
Error	10,66	6	1,78		
Total	18,86	11			

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )**

EIDADES DE CORTE	N° obs.	Media
45 DÍAS	4	12,91 a
30 DÍAS	4	12,85 a
60 DÍAS	4	12,14 a

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

**Anexo H. Análisis estadístico del contenido de proteína del Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.**

EIDADES DE CORTE	BLOQUES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
<b>30 DÍAS</b>	14,05	13,39	13,14	16,22	56,80	14,20
<b>45 DÍAS</b>	10,24	8,51	7,34	10,19	36,28	9,07
<b>60 DÍAS</b>	9,86	13,13	11,00	11,51	45,50	11,38
PROMEDIO GENERAL						11,55
DESVIACIÓN ESTANDAR						2,53
COEFICIENTE DE VARIACIÓN						11,35

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Cuadro de Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Tratamiento	52,81	2	26,41	15,38	0,004	*
Bloques	7,05	3	2,35	1,37	0,339	
Error	10,30	6	1,72			
Total	70,16	11				

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey (P≤0,05)

EDADES DE CORTE	N° obs.	Media	
30 DÍAS	4	14,2	a
60 DÍAS	4	11,38	ab
45 DÍAS	4	9,07	b

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Regresión	52,81	2	377,73	13,70	0,002	**
Residuos	17,35	9	1,17			
Total	70,16	11				

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	46,7650	7,2472	6,4529	0,0001	30,3708	63,1592	30,3708	63,1592
Variable X 1	-1,5812	0,3416	-4,6282	0,0012	-2,3540	-0,8083	-2,3540	-0,8083
Variable X 2	0,0165	0,0038	4,3727	0,0018	0,0080	0,0251	0,0080	0,0251

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Anexo I. Análisis estadístico del contenido de grasa en el Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.

EDADES DE CORTE	BLOQUES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
30 DÍAS	3,01	2,73	3,06	2,54	11,34	2,84
45 DÍAS	2,1	2,2	1,64	2,02	7,96	1,99
60 DÍAS	1,83	1,86	1,86	2,45	8,00	2,00
PROMEDIO GENERAL						2,28
DESVIACIÓN ESTANDAR						0,48
COEFICIENTE DE VARIACIÓN						13,78

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.



### Cuadro de Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor
Tratamiento	1,88	2	0,94	9,57	0,014 *
Bloques	0,04	3	0,01	0,13	0,936
Error	0,59	6	0,10		
Total	2,51	11			

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020.

### Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey (P≤0,05)

EDADES DE CORTE	N° obs.	Media
30 DÍAS	4	2,84 a
60 DÍAS	4	2,00 b
45 DÍAS	4	1,99 b

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020.

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	Gl	CM	F cal	P-valor
Regresión	1,8818	2	0,9409	13,45210485	0,002 **
Residuos	0,6295	9	0,069944		
Total	2,5113	11			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	7,0900	1,3806	5,1355	0,00061	3,96692	10,21308	3,96692	10,21308
Variable X 1	-0,1988	0,0651	-3,0552	0,01368	0,34606	-0,05161	-0,34606	-0,05161
Variable X 2	0,0019	0,0007	2,6396	0,02693	0,00027	0,00353	0,00027	0,00353

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020.

### Anexo J. Análisis estadístico del contenido de Ceniza del Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.

EDADES DE CORTE	BLOQUES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
30 DÍAS	18,71	19,25	18,79	19,42	76,17	19,04
45 DÍAS	19,47	17,35	17,00	19,20	73,02	18,26
60 DÍAS	16,58	17,03	15,88	15,26	64,75	16,19
PROMEDIO GENERAL						17,83
DESVIACIÓN ESTANDAR						1,49
COEFICIENTE DE VARIACIÓN						5,24

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020.

### Cuadro de Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Tratamiento	17,39	2	8,70	9,95	0,012	*
Bloques	1,70	3	0,57	0,65	0,612	
Error	5,24	6	0,87			
Total	24,34	11				

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

EDADES DE CORTE	N° obs.	Media	
30 DÍAS	4	19,04	a
45 DÍAS	4	18,25	a
60 DÍAS	4	16,19	b

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020.

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Regresión	16,30	1	16,30	20,29	0,0011	**
Residuos	8,03	10	0,80			
Total	24,34	11				

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	22,1108	0,9853	22,4410	6,9427E-10	19,9155	24,3062	19,9155	24,3062
Variable X 1	-0,0952	0,0211	-4,5046	0,00113509	-0,1422	-0,0481	-0,1422	-0,0481

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Anexo K. Análisis estadístico del contenido de fibra en el Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.

EDADES DE CORTE	BLOQUES				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
30 DÍAS	25,92	28,95	29,75	29,07	113,69	28,42
45 DÍAS	32,11	32,55	32,39	31,15	128,20	32,05
60 DÍAS	32,46	30,56	32,42	33,35	128,79	32,20
PROMEDIO GENERAL						30,89
DESVIACIÓN ESTANDAR						2,14
COEFICIENTE DE VARIACIÓN						4,36

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Cuadro de Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Tratamiento	36,58	2	18,29	10,10	0,012	*
Bloques	3,17	3	1,06	0,58	0,647	
Error	10,86	6	1,81			
Total	50,60	11				

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey (P≤0,05)

EDADES DE CORTE	N° obs.	Media	
60 DÍAS	4	32,20	a
45 DÍAS	4	32,05	a
30 DÍAS	4	28,42	b

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Regresión	36,57	2	18,29	11,73	0,003	**
Residuos	14,03	9	1,56			
Total	50,60	11				

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	10,7275	6,5175	1,6459	0,1342	-4,0162	25,4712	-4,0162	25,4712
Variable X 1	0,8218	0,3072	2,6749	0,0254	0,1268	1,5169	0,1268	1,5169
Variable X 2	-0,0077	0,0034	-2,2758	0,0489	-0,0154	0,0000	-0,0154	0,0000

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Anexo L. Análisis estadístico del contenido de FDN en el Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.

EDADES DE CORTE	BLOQUES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
30 DÍAS	55,81	56,37	56,33	56,65	225,16	56,29
45 DÍAS	58,11	59,86	59,39	60,19	237,55	59,39
60 DÍAS	63,36	59,14	61,76	62,46	246,72	61,68
PROMEDIO GENERAL						59,12
DESVIACIÓN ESTANDAR						2,55
COEFICIENTE DE VARIACIÓN						2,20

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Cuadro de Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Tratamiento	58,54	2	29,27	17,26	0,003	**
Bloques	2,58	3	0,86	0,51	0,691	
Error	10,18	6	1,70			
Total	71,29	11				

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

EDADES DE CORTE	N° obs.	Media	
60 DÍAS	4	61,68	b
45 DÍAS	4	59,39	b
30 DÍAS	4	56,29	a

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Regresión	58,1042	1	58,1042	44,05808017	0,000	**
Residuos	13,18809167	10	1,318809			
Total	71,29229167	11				

	Coefficientes	Error típico	Estad. t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	51,0342	1,2624	40,4275	2,0521E-12	48,2214	53,8469	48,2214	53,8469
Variable X 1	0,1797	0,0271	6,6376	5,7983E-05	0,1194	0,2400	0,1194	0,2400

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Anexo M. Análisis estadístico del contenido de FDA en el Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.

EDADES DE CORTE	BLOQUES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
30 DÍAS	34,86	34,61	34,37	34,84	138,68	34,67
45 DÍAS	37,48	36,68	37,36	36,85	148,37	37,09
60 DÍAS	38,60	38,95	39,04	40,00	156,59	39,15
PROMEDIO GENERAL						36,97
DESVIACIÓN ESTANDAR						1,95
COEFICIENTE DE VARIACIÓN						1,27

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Cuadro de Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor
Tratamiento	40,19	2	20,09	90,84	0,0001 **
Bloques	0,36	3	0,12	0,54	0,6714
Error	1,33	6	0,22		
Total	41,87	11			

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey (P≤0,05)

EDADES DE CORTE	N° obs.	Media
60 DÍAS	4	39,15 a
45 DÍAS	4	37,09 b
30 DÍAS	4	34,67 c

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor
Regresión	40,10	1	40,10	225,72	0,000 **
Residuos	1,78	10	0,18		
Total	41,87	11			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probab.	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	30,2538	0,4633	65,3006	1,72E-14	29,2215	31,2860	29,2215	31,2860
Variable X 1	0,1493	0,0099	15,0239	3,44E-08	0,1271	0,1714	0,1271	0,1714

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Anexo N. Análisis estadístico del contenido de LDA en el Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.

EDADES DE CORTE	BLOQUES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
30 DÍAS	5,77	5,63	6,77	4,43	22,60	5,65
45 DÍAS	5,31	4,55	4,34	3,50	17,70	4,43
60 DÍAS	5,70	5,57	5,02	8,43	24,72	6,18
PROMEDIO GENERAL						5,42
DESVIACIÓN ESTANDAR						1,28
COEFICIENTE DE VARIACIÓN AJUSTADO						12,05

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Cuadro de Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Tratamiento	6,48	2	3,24	1,73	0,2552	ns
Bloques	0,19	3	0,06	0,03	0,9911	
Error	11,24	6	1,87			
Total	17,91	11				

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Cuadro de Análisis de Varianza ajustado

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Tratamiento	0,30	2	0,15	1,96	0,2217	ns
Bloques	0,01	3	0,00	0,05	0,9844	
Error	0,47	6	0,08			
Total	0,78	11				

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

EDADES DE CORTE	N° obs.	Media
60 DÍAS	4	6,18 a
30 DÍAS	4	5,65 a
45 DÍAS	4	4,43 a

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Anexo Ñ. Análisis estadístico de la DIVMS en el Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.

EDADES DE CORTE	BLOQUES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
30 DÍAS	71,50	71,15	71,40	70,74	284,80	71,20
45 DÍAS	67,48	67,06	67,20	66,86	268,60	67,15
60 DÍAS	62,52	63,03	62,19	61,66	249,40	62,35
PROMEDIO GENERAL						66,90
DESVIACIÓN ESTANDAR						3,80
COEFICIENTE DE VARIACIÓN						0,45

Realizado por: Morocho Guanuquiza Gina, 2020

### Cuadro de Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor
Tratamiento	156,93	2	78,47	877,95	<0,0001 **
Bloques	1,00	3	0,34	3,75	0,0792
Error	0,54	6	0,09		
Total	158,48	11			

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020

### Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey (P≤0,05)

EDADES DE CORTE	N° obs.	Media	
30 DÍAS	4	71,20	a
45 DÍAS	4	67,15	b
60 DÍAS	4	62,35	c

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor
Regresión	156,61	1	156,61	816,43	0,000 **
Residuos	1,92	10	0,19		
Total	158,53	11			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probab.	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	80,1735	0,4814	166,5263	1,4982E-18	79,1007	81,2462	79,1007	81,2462
Variable X 1	-0,2950	0,0103	-28,5733	6,4161E-11	-0,3180	-0,2720	-0,3180	-0,2720

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020

### Anexo O. Análisis estadístico de la DIVMO del Cuba OM-22, sometido a tres intervalos de corte.

EDADES DE CORTE	BLOQUES				SUMATORIA	MEDIA
	I	II	III	IV		
30 DÍAS	74,93	74,33	74,14	73,82	297,21	74,30
45 DÍAS	71,43	70,90	71,10	70,54	283,97	70,99
60 DÍAS	64,44	64,94	64,32	63,56	257,26	64,31
PROMEDIO GENERAL						69,87
DESVIACIÓN ESTANDAR						4,36
COEFICIENTE DE VARIACIÓN						0,42

Realizado por: Morocho Guanquiza Gina, 2020

### Cuadro del Análisis de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Tratamiento	207,15	2	103,58	1202,37	<0,0001	**
Bloques	1,53	3	0,51	5,92	0,0317	
Error	0,52	6	0,09			
Total	209,20	11				

Realizado por: Morocho Guanuiza Gina, 2020

### Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

EDADES DE CORTE	N° obs.	Media	
30 DÍAS	4	74,31	a
45 DÍAS	4	70,99	b
60 DÍAS	4	64,32	c

Realizado por: Morocho Guanuiza Gina, 2020

### Cuadro de análisis de varianza de la regresión

	SC	gl	CM	F cal	P-valor	
Regresión	207,1418467	2	103,5709	456,1336085	0,000	**
Residuos	2,043564195	9	0,227063			
Total	209,1854109	11				

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probab.	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	70,8191	2,4875	28,4704	3,960E-10	65,1920	76,4461	65,1920	76,4461
Variable X 1	0,3407	0,1173	2,9056	0,0174353	0,0755	0,6060	0,0755	0,6060
Variable X 2	-0,0075	0,0013	-5,7718	0,0002688	-0,0104	-0,0046	-0,0104	-0,0046

Realizado por: Morocho Guanuiza Gina, 2020



**Anexo P. Evaluación agronómica del Cuba OM-22 en diferentes edades de corte**

**Corte de igualación**



**Distribución de parcelas: Tratamientos y repeticiones**



**Primer corte: 30 días**



**Segundo corte: 45 Días**



Tercer corte: 60 días



**Anexo Q. Evaluación nutricional del Cuba OM-22 en diferentes edades de corte**



**Recepción de muestras**



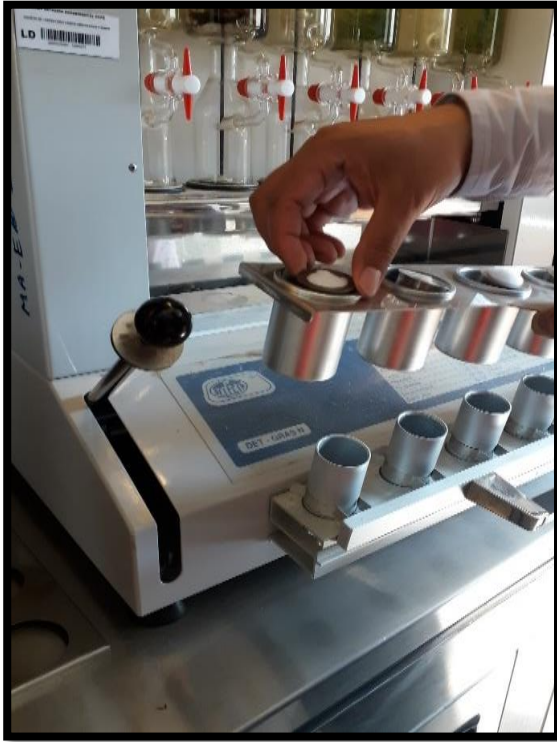
**Determinación de humedad TCO**



**Determinación de cenizas**



**Determinación de proteína**



**Grasa**



**Fibra**



**Determinación de Paredes celulares**

## Digestibilidad in vitro





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**



**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS  
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS**  
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

**Fecha de entrega:** 07 / 02 / 2020

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Gina Alexandra Morocho Guanquiza
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Zootécnica
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Zootecnista.
<b>Analista de Biblioteca responsable:</b>