



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA
AÉREA Y CAPACIDAD DE CARGA GANADERA EN
PASTIZALES DE LA COMUNA “DOS MANGAS”, PROVINCIA
DE SANTA ELENA.**

TRABAJO DE TITULACIÓN.

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO.

Autor: Luis Eduardo Álava Rodríguez.

La Libertad, 2021



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA
AÉREA Y CAPACIDAD DE CARGA GANADERA EN
PASTIZALES DE LA COMUNA “DOS MANGAS”, PROVINCIA
DE SANTA ELENA.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.

Previo a la obtención del Título de:


INGENIERO AGROPECUARIO.

Autor: Luis Eduardo Álava Rodríguez.

Tutora: MVZ Debbie Chávez García MSc.

La Libertad, 2021

TRIBUNAL DE GRADO



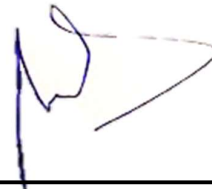
Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D
DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Verónica Andrade Yucailla; Ph.D.
PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



MVZ. Debbie Chávez García MSc.
PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Andrés Drouet Candell
PROFESOR GUÍA DE LA UIC
SECRETARIO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por brindarme la salud, fortaleza y motivación necesaria para poder culminar la carrera universitaria; a mis padres, que a pesar de todo siempre estuvieron apoyándome en cada paso de mi vida y ayudaron a superar cualquier obstáculo para lograr cumplir esta meta en mi vida.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi toda mi familia, especialmente a mis padres Jimmy Álava y Marjorie Rodríguez por su incondicional apoyo a lo largo de mi carrera; a mi hija Alejandra Álava, simplemente es el motor de mi vida y la inspiración que necesitaba para poder seguir adelante y superarme; y a mis amigos, por ser incondicionales, siempre estaré agradecido con todos.

RESUMEN

La producción primaria neta aérea (PPNA), se representa como la tasa de producción de nueva biomasa vegetal aérea por unidad de área y tiempo, en los pastizales a través de esta variable se puede determinar la generación de forraje disponible para el ganado y así tener un control de la carga ganadera. La presente investigación planteo como objetivo estimar la productividad primaria neta aérea y capacidad de carga ganadera del pasto marandú (*Brachiaria brizantha cv.*) que se obtiene en época seca y época lluviosa en la hacienda Salinas, comuna “Dos Mangas”. Se realizó mediante cortes sucesivos de biomasa vegetal aérea en intervalos de 45 días, utilizándose 150 unidades muestrales por época. De los datos obtenidos de PPNA se realizaron cálculos de pastoreo, estimación de carga animal y evaluación de valor energético utilizando fórmulas matemáticas. Como resultado se evidencia que existe una mayor producción de biomasa en la época lluviosa; en la que se registró un valor máximo de producción 19 862 kg MS/ha, en comparación a la época seca que alcanzo 11 286 kg MS/ha. La carga animal optima calculada fue de 3 UB/ha en época seca y 5 UB/ha en época lluviosa; las fórmulas de estimaciones energéticas indican que se necesitan del pasto la cantidad de 6.19 kg en base seca y 26.93 kg en forraje fresco para poder obtener 1 kg de carne; y 7.76 kg en base seca y 33.74 kg en forraje fresco para producir 6 kg de leche.


Palabras clave: Biomasa, carga animal, productividad primaria neta aérea, requerimientos nutricionales.

ABSTRACT

Net aerial primary production (PPNA) is represented as the rate of production of new aerial plant biomass per unit area and time, in pastures through this variable it is possible to determine the generation of forage available for livestock and thus have a control of the stocking rate. The objective of this research was to estimate the net aerial primary productivity and stocking capacity of marandu grass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) obtained in the dry and rainy seasons at the Salinas farm, Dos Mangas. This was done by successive cuts of aerial plant biomass at 45-day intervals, using 150 sample units per season. From the data obtained from PPNA, grazing calculations, estimation of animal load and evaluation of energy value were made using mathematical formulas. As a result, it is evident that there is a higher biomass production in the rainy season, with a maximum production value of 19 862 kg MS/ha, compared to the dry season, which reached 11 286 kg MS/ha. The optimum calculated stocking rate was 3 UB/ha in the dry season and 5 UB/ha in the rainy season; the energy estimation formulas indicate that 6.19 kg of grass on a dry basis and 26.93 kg of fresh forage are needed to obtain 1 kg of meat; and 7.76 kg on a dry basis and 33.74 kg of fresh forage are needed to produce 6 kg of milk.

Keywords: Biomass, stocking rate, primary productivity net aerial, nutritional requirements.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Álava Rodríguez Luis

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema científico	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos	4
Hipótesis	4
CAPITULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1. Pastizal	5
1.1.1. Crecimiento de pastizales	5
1.1.2. Rebrote de pastizales	6
1.1.3. Componentes del pasto	6
1.2. Pasto marandú	8
1.2.1. Características botánicas.....	9
1.2.2. Adaptación.....	9
1.2.3. Producción y calidad forrajera.....	9
1.2.4. Valor nutricional	11
1.3. Productividad primaria neta aérea (PPNA).....	13
1.4. Pastoreo.....	14
1.4.1. Pastoreo continuo.....	14
1.4.2. Pastoreo alterno.....	15
1.4.3. Pastoreo rotacional.....	15
1.5. Manejo del pastoreo y planificación diaria	16
1.5.1. Cálculo de producción de biomasa	16
1.5.2. Área de pastoreo diaria	16
1.5.3. Eficiencia del pastizal	17
1.5.4. Número de animales que se pueden alimentar.....	17
1.5.5. Número de días de pastoreo.....	17
1.5.6. Número de potreros	17
1.5.7. Periodo de descanso.....	17
1.5.8. Periodo de ocupación.....	17
1.5.9. Tiempo de rotación	17
1.5.10. Tiempo de pastoreo	17
1.5.11. Pérdida por pisoteo	18
1.6. Carga animal	18
1.7. Capacidad de carga	18

1.8.	Unidad animal	19
1.9.	Requerimientos nutricionales del ganado bovino	19
1.9.1.	Vacas en lactancia.....	19
1.9.2.	Ganado de engorde	19
1.10.	Transformación de la energía de los alimentos	19
1.10.1.	Energía de mantención.....	20
1.11.1.	Energía de producción	20
1.11.	Energía.....	20
1.11.1.	Energía digestible ED	21
1.11.2.	Energía metabolizable EM.....	21
1.11.3.	Energía neta de lactancia.....	21
1.12.	Análisis proximal.....	21
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS		22
2.1.	Localización del ensayo	22
2.2.	Características climáticas	22
2.3.	Materiales y equipos	23
2.3.1.	Materiales de campo.....	23
2.3.2.	Equipos de laboratorio y oficina.....	24
2.4.	Análisis estadístico.....	24
2.5.	Estructura ganadera y sistema de pastoreo.....	24
2.6.	Manejo del experimento.....	25
2.6.1.	Evaluación forrajera del pastizal EFP.....	25
2.6.2.	Muestreo	26
2.6.3.	Cálculo de la PPNA	26
2.6.4.	Cálculo de parámetros de pastoreo y planificación diaria	27
2.6.5.	Carga animal.....	28
2.6.6.	Capacidad de carga o capacidad receptiva	29
2.6.7.	Valor energético del pasto Marandú para ganado de carne y leche.....	29
2.6.8.	Estimación de la cantidad necesaria de forraje para bovinos de carne y leche en MS y FF.....	30
CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		31
3.1.	Cálculo de la productividad primaria neta (PPNA).....	31
3.2.	Cálculo de parámetros de pastoreo y planificación diaria	34
3.3.	Valor energético del pasto Marandú para ganado de carne y leche.....	37
3.4.	Estimación de la cantidad necesaria de forraje para bovinos de carne y leche en MS y FF	39

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
Conclusiones.....	42
Recomendaciones	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Características generales del pasto Marandú
- Tabla 2.** Calidad forrajera *Brachiaria brizantha cv.*
- Tabla 3.** Rendimiento de materia seca (Kg MS ha⁻¹ año⁻¹) del pasto *Brachiaria brizantha cv.* Marandú en 4 localidades de la Amazonía Ecuatoriana.
- Tabla 4.** Producción de biomasa (t h⁻¹) y contenido de materia seca (%) de *Brachiaria brizantha cv.* Marandú.
- Tabla 5.** Composición química del follaje *Brachiaria brizantha cv.* Marandú.
- Tabla 6.** Composición mineral de *Brachiaria brizantha cv.* Marandú.
- Tabla 7.** Temperatura y precipitación promedio de Manglaralto.
- Tabla 8.** Productividad primaria neta (PPNA) del pasto *Brachiaria brizantha cv.* Marandú en la hacienda Salinas, Dos Mangas.
- Tabla 9.** PPNA del pasto *Brachiaria brizantha cv.* Marandú (Kg MS ha⁻¹) época seca frente a la época lluviosa, resultado de la prueba de Tukey, para alfa = 0.05.
- Tabla 10.** Planificación de pastoreo: época seca vs época lluviosa.
- Tabla 11.** Valores energéticos del pasto Marandú para ganado de carne y leche.
- Tabla 12.** Estimación de la cantidad de forraje (MS, FF) que necesita el bovino de 400 kg para ganar 1 kg de carne
- Tabla 13.** Estimación de la cantidad de forraje (MS, FF) que necesita el bovino de 500 kg para producir 6 kg de leche

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre tiempo y MS acumulada.	6
Figura 2. Componentes del pasto.....	7
Figura 3. Ubicación comuna Dos Mangas, Manglaralto, Santa Elena	25
Figura 4. Climatología de Manglaralto – Santa Elena.....	26
Figura 5. PPNA del pasto <i>Brachiaria brizantha</i>	36

ÍNDICE DE ANEXOS

- Figura A 1.** Pasto Marandú (Área de muestreo).
- Figura A 2.** Cuadrante de corte.
- Figura A 3.** Corte de muestras de pasto.
- Figura A 4.** Análisis bromatológico de pasto Marandú a los 90 días sin aplicación de nitrógeno previo al corte de igualación, Río Verde 2019. Diana Valle
- Figura A 5.** PPNA del pasto Marandú (kg MS/ha) en época seca y época lluviosa, resultado de la prueba Tukey, Infostat.
- Tabla A 1.** Caracterización del sitio de estudio.
- Tabla A 2.** Planilla de campo para la evaluación forrajera.
- Tabla A 3.** Datos pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.
- Tabla A 4.** Datos del ganado.
- Tabla A 5.** PPNA pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú en época seca.
- Tabla A 6.** PPNA pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú en época lluviosa.
- Tabla A 7.** Bromatología del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.
- Tabla A 8.** Valores estándares de peso y consumo bovino.
- Tabla A 9.** Consumo total de materia seca y forraje fresco del animal y energía diaria total del bovino de carne y leche.
- Tabla A 10.** Muestreo N° 1.
- Tabla A 11.** Muestreo N° 2.
- Tabla A 12.** Muestreo N° 3.
- Tabla A 13.** Muestreo N° 4.
- Tabla A 14.** Muestreo N° 5.
- Tabla A 15.** Muestreo N° 6.

INTRODUCCIÓN

Históricamente en Ecuador la producción ganadera bovina se ha desarrollado bajo sistemas de carácter extensivo, los productores en busca de obtener un alto rendimiento en la producción, optan por incrementar el número de cabezas de ganado, más no en la búsqueda y aplicación de técnicas adecuadas que les permita incrementar el rendimiento por unidad animal; falencia que se refleja en los bajos rendimientos en producción cárnica y de leche en gran parte del país (Haro, 2003).

La producción ganadera depende principalmente de la nutrición y la alimentación de los animales; compuesta principalmente de pasto, es por eso que si la cantidad y calidad de los pastos son bajas la producción ganadera será igualmente deficiente (Camacho, 2018). Márquez et al. (2020) indican que en comparación al año 2018; el año 2019 registra a nivel nacional un incremento de 6.2% en la tasa de variación anual de ganadería bovina con un total de 4.31 millones de cabezas de ganado bovino, la región Sierra representa el mayor aporte de unidades animales al total nacional con el 51.7 %; la región Costa aporta el 39.7% y la región Amazónica el 8.6%.

En lo que concierne a la superficie ocupada por pastizales; en el año 2019 el área utilizada para pastos cultivados a nivel nacional fue de 1 985 494 hectáreas; donde la región Costa posee el 53.5%, la Sierra el 27.3% y la región Amazónica el 17.2% de la superficie total. Sin embargo, en comparación al año 2018, existe un decremento del 16.5%, esto se atribuye principalmente a que aquellos pastos cultivados que dejan de recibir labores culturales (riego, fertilización y fitosanitarios) por un largo periodo de tiempo, pasan a ser considerados como pastos naturales (Márquez *et al.*, 2020).

Baque et al. (2017) afirman que en la provincia de Santa Elena la producción ganadera se sitúa mayormente en el noroeste del cantón, predominando la producción de tipo extensiva en áreas de pastizales cultivados y vegetación natural, entre los pastos cultivados, la especie más común es *Panicum maximun* y en menor escala la especie *Cynodon nlemfluensis*.

Baque et al. (2017) indican que en 2017, la provincia cuenta con 1 727 productores y 17 114 unidades bovinas; encontrando en las parroquias Colonche y Manglaralto el mayor número de animales con 6 430 y 3 250 animales respectivamente como es evidente, a

nivel nacional predomina la producción ganadera extensiva, sin embargo, es poca la información existente sobre la variación que sufren los recursos forrajeros (cultivados o naturales) dentro de un periodo de tiempo o estación del año en las unidades de manejo de los animales (potreros).

Gallego et al. (2017) afirman que la productividad primaria neta aérea (PPNA), se representa como la tasa de producción de nueva biomasa vegetal aérea por unidad de área y tiempo, en los pastizales es de gran importancia su conocimiento ya que a través de esta variable se puede determinar la generación de forraje disponible para el ganado y así tener un control de la carga ganadera sobre un pastizal. Allen et al. (2011) indican que la variabilidad espacial y temporal de forma estacional o anual, junto a los escasos datos sobre la PPNA incide directamente sobre la eficiencia de los establecimientos ganaderos; ya que una alta variabilidad de estos factores puede provocar muchas veces una subutilización o sobreexplotación de los pastizales, teniendo como consecuencia el deterioro del recurso forrajero y edáfico.

Luisoni (2010) define a la carga animal como el número de animales por unidad de superficie, representada comúnmente como cabezas de ganado por hectárea, convirtiéndose en el aspecto de manejo de mayor importancia, ya que define en gran parte la estabilidad ecológica y productiva de los pastizales.

Siffredi et al. (2015) indican que es importante conocer la producción estacional de forraje en aquellos sistemas de producción ganadera de base pastoril, esto permitirá al productor decidir racionalmente la carga animal y prevenir posibles períodos de escasez de alimentos; dicha información puede ser obtenida aplicando parámetros metodológicos que permita la evaluación de un pastizal, ayudando a establecer normas de manejo del pastoreo que favorezca la recuperación, mantenimiento y aumento de la productividad de los pastos.

Pezzani et al. (2017) afirman que en pastizales resulta dificultoso estimar la PPNA debido a la elevada variación de los pastos en el espacio como en el tiempo, sin embargo, son varios los métodos que pudieran utilizarse para la estimación de la PPNA, los mismos que varían en función de la frecuencia y momento del año en el que se realizan los cortes.

Es así que en el propósito del presente trabajo es estimar la PPNA y carga animal del pasto marandú (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú) en la comuna “Dos Mangas” de la parroquia Manglaralto, siendo dicha comunidad una de las principales zonas ganaderas de la provincia de Santa Elena, además de poseer condiciones edafoclimáticas adecuadas para un rápido desarrollo de pastizales, facilitando así la caracterización y estudios sobre los mismos.

Problema científico

¿La productividad primaria neta del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú establecido en la hacienda Salinas, comuna “Dos Mangas” compensará la carga animal y satisfará los requerimientos nutricionales del ganado?

Objetivo general

Estimar la productividad primaria neta aérea (PPNA) y capacidad de carga ganadera del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú que se obtiene en época seca y época lluviosa en la hacienda Salinas, comuna “Dos Mangas”.

Objetivos específicos

- Calcular y comparar la productividad primaria neta aérea (PPNA) del pasto marandú que se obtiene en la estación seca y la estación lluviosa.
- Estimar la carga animal óptima para el adecuado uso y pastoreo del pasto marandú en la alimentación del ganado.
- Evaluar la cantidad necesaria de pasto marandú para la productividad cárnica y lechera del ganado según requerimientos nutricionales indicados en el NRC 2001.

Hipótesis

La estimación de la productividad primaria neta área del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú nos permite determinar la carga ganadera óptima consiguiendo así un adecuado manejo y máximo aprovechamiento del pasto en la alimentación del ganado en las diferentes épocas del año.

CAPITULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Pastizal

Es una superficie que presenta el suelo cubierto de pasto (gramíneas o leguminosas) en abundancia que crecen de manera silvestre, el pastizal es una clase de ecosistema que puede haber surgido por acción de la naturaleza o como resultado de una acción del ser humano para obtener un terreno propicio para la cría de animales o para el esparcimiento (Pérez and Gardey, 2015).

1.1.1. Crecimiento de pastizales.

Castro (2013) indica que el crecimiento sigue una curva sigmoidea, desde su establecimiento hasta su “estado estable” que se alcanza cuando la canopia intercepta la radiación, y el crecimiento de nuevas hojas, tallos y raíces es aproximadamente equivalente a la muerte de órganos viejos.

En la Figura 1 se muestra la tasa de crecimiento de las pasturas siendo la cantidad de fitomasa producida en un día por unidad de superficie y se expresa como: $\text{kg MS ha}^{-1} \text{día}^{-1}$, la tasa de crecimiento de los pastizales es afectada por factores de suelo, clima y plantas, esto significa que el crecimiento del pastizal depende de una adecuada proporción de nutrientes en el suelo, humedad, temperatura y luz entre otros factores que afectan la tasa de crecimiento están el riego, fertilización, control de enfermedades y malezas y labores culturales (Bordaberry *et al.*, 2017).

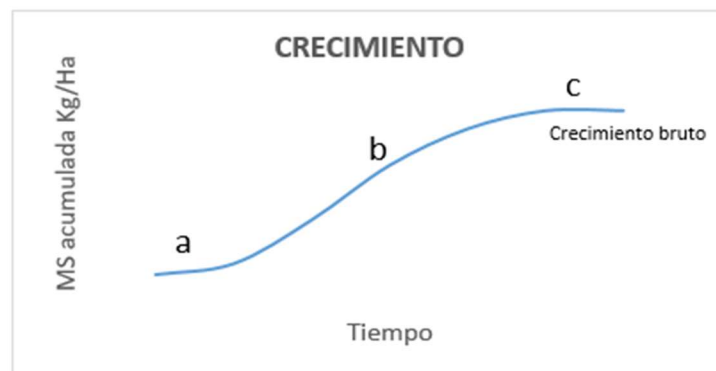


Figura 1. Relación entre tiempo y MS acumulada.

Cerdas and Vallejos (2012) explican que no solo de las condiciones de clima o suministro de nutrientes depende la dinámica de crecimiento de un pastizal, si el pasto está sometido a pastoreo se debe considerar además el efecto o acción de los animales, el hábito de crecimiento de la planta y las metodologías de propagación y manejo de la explotación.

1.1.2. Rebrote de pastizales

Castro (2013) manifiesta que rebrote es el proceso por el cual las plantas crecen luego de una defoliación, la capacidad de rebrotar a lo largo del tiempo que tienen las plantas forrajeras las diferencias de los cultivos y es la característica que asegura la disponibilidad de alimento para los animales a lo largo del tiempo. Bordaberry et al. (2017) indican que cuando las plantas son pastoreadas o cortadas su velocidad de rebrote depende de: Si el meristema apical ha sido o no removido, el nivel de carbohidratos en los órganos de reserva, el potencial de fotosíntesis de hojas y de tallos, la actividad de la masa radicular, el medio ambiente, la humedad y la temperatura.

La edad de defoliación es una determinante de la productividad del pastizal, si los intervalos de cortes son cortos el pasto presentaría una disminución de su rendimiento y de su potencial de rebrote debido al consumo progresivo de sus reversas sin tener tiempo de recuperación; en cambio si los intervalos de cortes son más largos, el pasto se vuelve poco palatable para los animales gracias a que existe una mayor acumulación de material fibroso y menor valor nutritivo, es por esto que se debe encontrar un punto de equilibrio que permita suministrar pasto de calidad al ganado, según Costa et al., (2007).

1.1.3. Componentes del pasto

Un pasto está compuesto en su gran mayoría por agua, además de carbohidratos (estructurales y no estructurales), proteína cruda, extracto etéreo y cenizas como se muestra en la Figura 2 (Reyes and Mendieta, 2000).

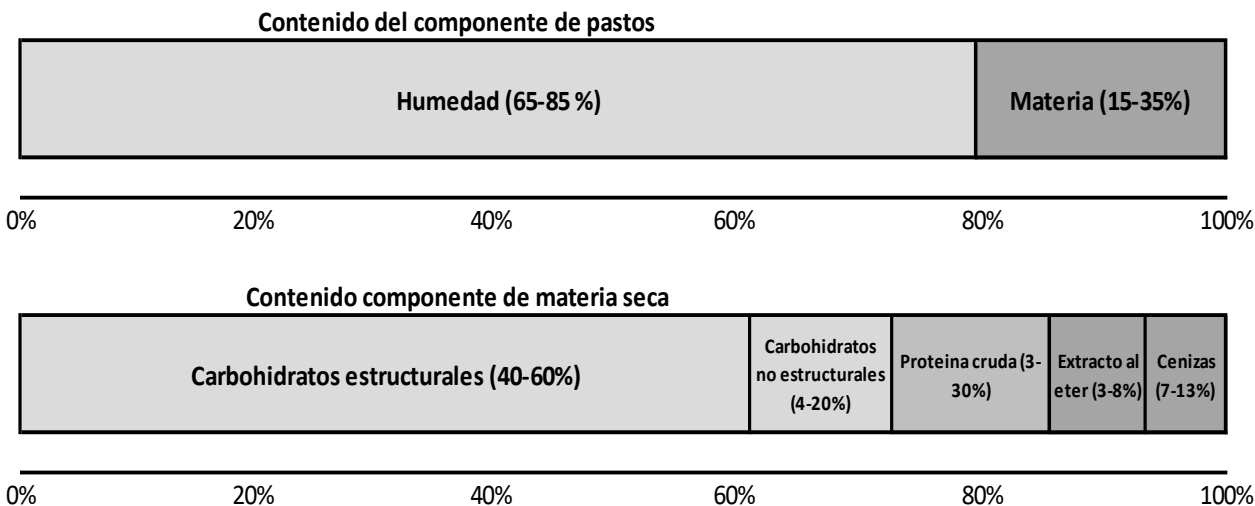


Figura 2. Componentes del pasto.

Humedad (H): A mayor porcentaje de agua es menor el porcentaje de MS, el agua es el principal componente de todos los alimentos, el contenido de MS refleja el contenido total de los nutrientes que aporta el pasto en la alimentación animal (Reyes and Mendieta, 2000).

Cenizas (C): La fracción de cenizas representa la cantidad de componentes inorgánicos del alimento, sirve para estimar el contenido de materia orgánica (MO), minerales y el extracto libre de nitrógeno Cozzolino (2002).

Proteína bruta (PB): La proteína bruta está constituida por todas las sustancias nitrogenadas, se conoce que la proteína contiene un 16% de nitrógeno por lo que fácilmente podríamos conocer la cantidad de proteína que contiene el forraje multiplicando este valor por 6.25 Cozzolino (2002).

Extracto etéreo o grasa bruta (EE o GB): Se conoce que los lípidos son sustancias insolubles en agua. El E.E produce aproximadamente nueve calorías por gramos Cozzolino (2002).

Fibra bruta (FB): La fibra cruda comprende las sustancias orgánicas no nitrogenadas (celulosa, hemicelulosa, lignina), los rumiantes logran digerir estos componentes gracias a la presencia de microorganismos y la acción de enzimas en el rumen (Reyes and Mendieta, 2000).

Extracto libre de nitrógeno (ELN): comprende las mezclas de sustancias orgánicas no nitrogenadas con aminoácidos, hemicelulosa, lignina, azúcares y vitaminas hidrosolubles (Reyes and Mendieta, 2000).

Fibra detergente neutra (FDN): la FDN constituye los fragmentos digeribles de proteínas, lípidos, carbohidratos y algunas cenizas. Producto final que se obtiene culminado el proceso de hervir a reflujo con detergente neutro una porción de forraje seco (conteniendo celulosa, hemicelulosa y lignina) (Segura *et al.*, 2007).

Fibra detergente ácido (FDA.): es la fibra estructural parcialmente digerible y se obtiene luego de que la muestra de pasto seco se hierve a reflujo con una solución detergente en un medio ácido para obtener el residuo insoluble, formado por paredes celulares sin hemicelulosa (Segura *et al.*, 2007).

Lignina: la lignina es el fragmento de FDN indigerible, es el resultado de la FDA que se somete a digestión en frío con ácido sulfúrico para lograr oxidar los compuestos orgánicos excepto la lignina, al final no solo se obtiene lignina sino también algunos minerales (Segura *et al.*, 2007).

1.2. Pasto Marandú

Su adaptación al clima y suelo es de amplio rango, crece muy bien en suelos de mediana fertilidad, con un extenso rango de pH y textura, puede tolerar sequías prolongadas pero no soporta encharcamientos mayores a 30 días, su persistencia para el pastoreo es buena y compite con las malezas (Quezada, 2015).

En la Tabla 1 se muestra las características generales del pasto Marandú.

Tabla 1. Características generales del pasto Marandú

Características	Valoración
Nombre científico	<i>Brachiaria Brizantha</i> cv. Marandú
Fertilidad del suelo	Media alta
Forma de crecimiento	Tipo macolla
Altura	1.0 a 1.5 m
Utilización	Pastoreo directo, heno
Digestibilidad	Excelente
Palatabilidad	Excelente
Precipitación pluviométrica	Encima de 800 mm
Tolerancia a la seca	Media

Tolerancia al frío	Media
Tenor de proteína en la materia seca	11%
Profundidad de siembra	2 a 4 cm
Ciclo vegetativo	Perenne
Producción de forraje	10 a 18 t MS ha ⁻¹ año ⁻¹
Resistencia al salivazo	Buena

Fuente: Suárez and Neira (2014)

1.2.1. Características botánicas

Es una especie perenne, de crecimiento erecto y semirrecto y con alturas de 0.8 a 1.5 m (Nufarm, 2001). Presenta raíces profundas, lo que le permite sobrevivir durante periodos prolongados de sequía (González *et al.*, 1997). Las hojas son glabras y lanceoladas de 15 a 40 cm de longitud y de 6 a 15 mm de ancho, las espiguillas se presentan en una sola hilera (Olivera *et al.*, 2006). La inflorescencia es en forma de panícula racimosa, de 34 a 87 cm de longitud y está formada de 3 a 4 racimos de 5 a 10 cm de largo (Silva, 2009).

1.2.2. Adaptación

El pasto Marandú se desarrolla fácilmente en regiones tropicales, ecosistemas con temperaturas de 18 a 25°C y precipitaciones de 800 a 4 000 mm al año, logra adaptarse a diferentes tipos de suelos inclusive suelos ácidos y de baja fertilidad, según Suárez and Neira (2014), los suelos deben ser fértiles con buen drenaje y altos contenidos de materia orgánica. No tolera sequías prolongadas sin embargo en condiciones de humedad ideal logra ser una excelente opción como gramínea de pastoreo (González *et al.*, 1997).

1.2.3. Producción y calidad forrajera

Esta gramínea responde bien a niveles de fertilización moderados, se puede manejar bajo pastoreo continuo o rotacional, posee una buena tasa de crecimiento durante la época seca además de tener una buena calidad forrajera la cual se muestra en la Tabla 2 (Quezada, 2015).

Tabla 2. Calidad forrajera *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.

	Hoja	Planta entera
Proteína bruta	13%	8.30%
Digestibilidad	75%	56%

Fuente: Suarez and Neira (2014)

Según Quezada (2015), la producción anual de materia seca varía entre 8 t MS ha⁻¹ año⁻¹ y 20 t MS ha⁻¹ año⁻¹ y soporta cargas altas, los contenidos de proteínas en praderas bien manejadas están entre 7% y 14% y la digestibilidad entre 55% y 70%; Silva (2009) manifiesta que la producción del pasto marandú fluctúa entre los 8 000 y 10 000 Kg MS ha⁻¹, el contenido de proteína bruta promedio oscilando entre 8% y 13%. De acuerdo a la edad del rebrote y la fertilidad del suelo, si existe un mayor contenido proteico es mejor el desempeño y la producción animal (Suárez and Neira, 2014).

El rendimiento de materia seca está determinado, entre otros factores por la edad de rebrote. Así a las tres semanas se registran promedios de producción de 19 710 Kg MS ha⁻¹ año⁻¹, con medias de 20 250 y 19 170 Kg MS ha⁻¹ año⁻¹ para los períodos de máxima y mínima precipitación respectivamente; en cambio a las 12 semanas se han registrado 28 941 Kg MS ha⁻¹ año⁻¹ con medias de 30 912 y 26 970 Kg MS ha⁻¹ año⁻¹ en máxima y mínima precipitación; se debe señalar que en Palora en la provincia de Morona Santiago la producción de Kg MS ha⁻¹ año⁻¹ aumenta en el período de mínima precipitación por cuanto esta especie no tolera mucha humedad (González *et al.*, 1997).

La Tabla 3 señala rendimiento en Kg MS ha⁻¹ año⁻¹ del pasto Marandú en 4 localidades de la Amazonía ecuatoriana.

Tabla 3. Rendimiento en Kg MS ha⁻¹ año⁻¹ del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú en 4 localidades de la Amazonía Ecuatoriana.

Localidades	Período de lluvia	Frecuencia de corte semanal			
		3	6	9	12
Payamino	máxima	28 223	24 447	29 649	34 026
	mínima	23 560	20 967	29 093	32 207
Archidona	máxima	15 991	22 263	29 597	38 386
	mínima	6 194	10 570	21 530	17 944
Misahuallí	máxima	20 080	29 242	33 813	37 182
	mínima	29 806	19 384	26 175	30 668
Palora	máxima	16 704	13 024	13 305	14 052
	mínima	17 119	35 375	29 354	27 062
Promedio por período	máxima	20 250	22 244	26 591	30 912
	mínima	19 170	21 574	26 538	26 970

Fuente: Programa de ganadería bovina y pastos. EE. Napo-Payamino, INIAP 1989-1991.

Merlo-Maydana et al. (2017) mencionan que el rendimiento de esta especie forrajera varía de 0.3 a 13.5 t MS ha⁻¹, conforme a la edad de crecimiento, con relación a la composición química, se reporta para dicha especie valores de proteína cruda (PC) que oscilan de 8.9 a 18.6%, de fibra detergente neutro de 57.9 a 72.7%, los cuales también están en referencia a la edad de la planta.

Jumbo and Rodríguez (2020) mostraron el efecto de la edad de corte sobre el comportamiento morfológico, nutricional y productivo de este pasto en el Carmen provincia de Manabí infiriendo sobre las variables: materia verde y materia seca como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Producción de biomasa (t h⁻¹) y contenido de materia seca (%) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.

Edad	MV t ha ⁻¹ Medias	MS % Medias	MS t ha ⁻¹ Medias
20	10.85	16.83	1.83
25	11.37	17.84	3.09
30	17.76	19.25	3.41

Materia verde: MV; materia seca: MS.

Fuente: Jumbo and Rodríguez (2020)

1.2.4. Valor nutricional

La determinación de los valores nutritivos del forraje se obtiene considerando su fuerza calórica o energética, los requerimientos energéticos de animal, especie, edad, peso, tipo de producción, esto nos permite elaborar y establecer dietas adecuadas para cada animal, cubriendo así todas sus necesidades nutricionales (León *et al.*, 2018).

El valor nutricional de los pastos es el resultado de factores propios de la planta: digestibilidad, composición química, factores ambientales y su interacción con el medio ambiente y los animales, gracias a esto se logra proporcionar a los animales los nutrientes necesarios para el cumplimiento de las funciones de mantenimiento, reproducción y crecimiento (Rosales and Pinzón, 2005).

Para comparar el valor nutricional del pasto y determinar si se cumple con los requerimientos nutricionales de los rumiantes, es necesario evaluar su digestibilidad

debido a que no todo lo que se ingiere es asimilado por el organismo, una parte se pierde en heces u orina (Rodríguez *et al.*, 2007).

Al utilizar gramíneas tropicales en la alimentación del ganado se debe tomar en cuenta las limitantes presentes como es el bajo contenido nutricional, la baja digestibilidad y el bajo contenido de proteínas, lo que repercute directamente en la producción y el bajo consumo por parte de los animales (Avella, 2018).

Para determinar el valor nutritivo del pasto implica conocer el porcentaje de agua y el de la materia seca, el apartado de materia seca contiene hidratos de carbono, proteínas, grasas y cenizas como principios nutritivos (Araujo, 2002). El estado nutricional de un pasto se denota gracias a la relación estructura tallo - hoja y el manejo agrícola presente (Bonifaz *et al.*, 2018).

Agua: las plantas forrajeras tienen 75-80% de agua, un bovino necesita aproximadamente 50-80 litros de agua por día es decir el 10% de su peso; 5 litros para producir un litro de leche (León *et al.*, 2018).

Materia verde: es el forraje fresco con su contenido normal de agua, de forma general se conoce que un bovino consume entre el 10 y 12% de su peso vivo en materia verde, sin embargo para cálculos de consumo de nutrientes se emplean los valores de materia seca, este estado del pasto no contempla la variabilidad de agua contenida en planta además los compuestos tanto orgánicos e inorgánicos están incluidos en la materia seca (León *et al.*, 2018).

Materia seca: la fracción del pasto donde se acumulan los compuestos orgánicos e inorgánicos, valores que en nutrición animal sirven para conocer el consumo de nutrientes (León *et al.*, 2018).

El ensayo desarrollado en la una locación de la provincia de Manabí realizado por Jumbo and Rodríguez (2020), arrojó que a los 20 días el pasto Marandú muestra valores superiores en sus componentes bromatológicos químicos y minerales, como se detalla en la Tabla 5 y Tabla 6.

Tabla 5. Composición química del follaje *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.

EDAD	PB	EE	MI	FB	ELNN
20	14.56	1.76	13.66	25.21	44.81
25	11.89	1.45	13.34	27.41	45.91
30	11.20	1.58	13.30	29.07	44.86

PB: proteína bruta; EE: extracto etéreo; MI: materia orgánica; FB: fibra bruta; ELNN: elemento libre de nitrógeno.

Fuente: Jumbo and Rodríguez (2020)

Tabla 6. Composición mineral de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.

EDAD	P Medias	K Medias	Ca Medias	Mg Medias	Cu Medias
20	0.28	3.10	0.29	0.14	9.50
25	0.30	2.92	0.23	0.15	11.25
30	0.30	2.88	0.21	0.16	9.06

Fuente: Jumbo and Rodríguez (2020)

1.3. Productividad primaria neta aérea (PPNA)

Castro (2013) indica que agrónomicamente una hectárea es la unidad utilizada para expresar parámetros de producción, principalmente porque esta corresponde a una expresión de la escala decimal (10 000 veces un metro cuadrado). La unidad de tiempo en la cual se mide el rendimiento de un pastizal, es variable y depende del objetivo de la medida, las expresiones a base de la producción en un día, se emplean para indicar la velocidad de crecimiento, en tanto que se usa una estación del año o el año, para expresar la cantidad de forraje disponible durante un tiempo determinado, estas expresiones son de dos formas:

- Tasa de crecimiento: $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$
- Producción: kg MS ha^{-1} invierno o verano, $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

La productividad primaria neta se divide en dos componentes, uno aéreo (PPNA) que por lo general es al que los organismos herbívoros tienen acceso, mientras que el componente es subterráneo (PPNS) sirve de fuente de energía para diversos herbívoros silvestres subterráneos y microorganismos involucrados en la descomposición (Golluscio, 2009).

Bendersky et al. (2017) afirman que la productividad primaria neta aérea (PPNA) representa la tasa de generación de alimento para el ganado, vinculada directamente con la capacidad de carga o receptividad de los sistemas pastoriles, la PPNA presenta alta variabilidad en este tipo de ecosistemas, variación que se manifiesta en el tiempo (intra e interanual) y en el espacio (sitios, potreros) a diferentes escalas.

La productividad primaria neta varía de acuerdo al tipo de ecosistema, puesto que la presencia de organismos foto sintetizadores y la eficiencia con las que estos realicen sus funciones dependen de varios factores como temperatura, energía solar recibida, humedad, disponibilidad de nutrientes, niveles de dióxido de carbono e interacciones en la comunidad como el consumo de pasto por los herbívoros (Rodríguez, 2009).

1.4. Pastoreo

El pastoreo es el sistema más simple y barato, los animales consumen el pasto directamente del campo, el ganado aprovecha todo el material vegetal que posteriormente se convertirá en productos con valor económico (carne, leche, cueros, lana, trabajo, etc.) (Morón, 2009).

Se debe considerar que un pastizal recién establecido no debe soportar una alta carga animal debido a que esto no favorece a la estimulación de macollamiento ni permite la pronta recuperación del pasto para su próximo periodo de uso, tampoco se aconseja no realizar pastoreos muy tempranos porque se corre el riesgo de perder la pastura. En periodos de máxima precipitación se aconseja pastorearlo cada 40 días, cuando se obtiene forraje de buena calidad y adecuada producción; en cambio, en la época de menor lluvia, la recuperación del *B. brizantha* es más lento, necesitando de un período de descanso más amplio, pudiendo ser pastoreado cada 50 a 56 días (Estrada, 2013).

1.4.1. Pastoreo continuo

El pastoreo continuo o libre, consiste en dejar pastar al ganado en áreas más o menos grandes sin intentar controlar o racionar su alimentación, los animales pueden elegir, seleccionar su dieta y, en consecuencia, consumen las plantas que les resultan más palatables. Con respecto al manejo de los potreros existe gran tendencia de utilizarlos de forma intensiva, es decir con una elevada carga animal y sin considerar la disponibilidad

real de forraje lo que se conoce como sobrepastoreo, por lo contrario cuando se utiliza un número reducido de animales existe subpastoreo (Rodríguez, 2016).

1.4.2. Pastoreo alterno

Este tipo de pastoreo permite ajustar de mejor manera la carga animal, y si se divide el potrero en dos partes, una de las secciones puede ser pastoreada mientras la otra permanece en descanso. Una ventaja de este sistema: con tan solo hacer una cerca que parta la finca en dos resultarán dos potreros, además que solo se utilizará un bebedero y un comedero. Una desventaja: es que tanto días de ocupación como los de descanso serán iguales (14 de ocupación y 14 de descanso). Esto hace que el animal consuma solo el rebrote, afectando así la persistencia de la pastura (Úbeda and Ruiz, 2010).

Se podría decir que es el sistema más sencillo, ya que el potrero se divide en dos partes iguales en las cuales el mismo grupo de animales pastorea. Este sistema no es flexible en cuanto al periodo de descanso, debido a que el periodo de descanso de un potrero dependerá en gran medida del tiempo que el otro potrero sea capaz de alimentar el grupo de animales y viceversa, además facilita no solo ajustar mucho mejor la carga sino también dar un manejo más eficiente de los animales, permite a la pastura una mayor acumulación de reservas, los animales gastaran menos energía caminando, disminuyendo la selectividad, generando un consumo más uniforme de las pasturas presentes en los potreros (González, 2020).

1.4.3. Pastoreo rotacional

Practica donde los animales se van rotando de un potrero a otro con el fin de aprovechar al máximo las pasturas, esto se refiere a un sistema intensivo de manejo donde los potreros se subdividen en cierto número de potreros y se hace que el ganado utilice los mismos en forma rotacional, aprovechándolos por periodos cortos de tiempo y permitiéndoles el adecuado descanso para su recuperación (Morón, 2009).

El periodo de pastoreo se maneja dependiendo de la cantidad de forraje que tengo para ofertar a mis animales, del tamaño del potrero, y del número de animales q tengo en el lote, el periodo de recuperación está influenciado por el grado de crecimiento, la producción de la especie y la época del año bien sean invierno o verano, básicamente el

sistema lo que busca es la máxima utilización de las pasturas en el momento adecuado que es cuando tienen el mayor porcentaje de nutrientes, y permitiéndole un adecuado periodo de recuperación (Soto, 2014).

1.5. Manejo del pastoreo y planificación diaria

La planificación diaria consiste en planificar actividades claves como la rotación diaria de los potreros, en base al conocimiento del forraje consumido y la superficie de pastoreo, número de animales, y otros, información que nos permitirá decidir el manejo que recibirá el potrero (Borrelli, 2001).

La planificación de pastoreo es una herramienta importante en los diferentes sistemas de pastoreo ya que permite una máxima utilización y aprovechamiento de las pasturas en el momento propicio, es decir cuando existe una mayor acumulación de nutrientes. El periodo de pastoreo se establece al considerar tres datos: cantidad de forraje disponible, tamaño del potrero y número de animales; el tiempo de recuperación considera: el grado de crecimiento del pasto, rendimiento y época del año (Soto, 2014).

En el caso de pastoreo libre se debe considerar que no puede ser utilizado en su totalidad el valor del volumen total de producción del pasto porque el ganado se alimenta de una forma no ordenada y selectiva en todas las áreas del potrero, al pastar gran parte del pasto es pisoteado o tumbado y ese pasto difícilmente es consumido, es decir existe un porcentaje de pérdida de hasta el 50% en este tipo de sistema (León *et al.*, 2018).

1.5.1. Cálculo de producción de biomasa

Consiste en cuantificar la cantidad total de pasto o biomasa forrajera disponible en un determinada área o potrero, producción que es destinada a la alimentación animal. El resultado de la medición arroja un valor el cual es expresado en kg de pasto verde fresco y/o pasto verde seco. Se le denomina también como producción primaria, total o bruta (León *et al.*, 2018).

1.5.2. Área de pastoreo diaria

Se encuentra dividiendo los kilogramos de MS que requiere una vaca (3% de su peso vivo, en promedio), para la producción de materia seca disponible por m² (León *et al.*, 2018).

1.5.3. Eficiencia del pastizal

Cuánto pasto se come y cuánto engordan los animales, la eficiencia de aprovechamiento del pasto se ve influenciada por la hora del día que es pastoreada la parcela y por la permanencia de los animales en el potrero (Balda, 2015).

1.5.4. Número de animales que se pueden alimentar

El número de animales que se pueden alimentar en una hectárea de potrero (carga instantánea) se obtiene en base a la materia seca producida por metro cuadrado y la materia seca producida en una hectárea (León *et al.*, 2018).

1.5.5. Número de días de pastoreo

En base a la producción disponible por hectárea y al requerimiento del hato se obtiene el número de días de pastoreo (Paternina, 2018).

1.5.6. Número de potreros

El número de potreros necesarios para mantener al ganado depende de la época del año, ya que la acumulación de materia seca se acorta o alarga de acuerdo con la presencia de lluvias (Paternina, 2018).

1.5.7. Periodo de descanso

Tiempo que el potrero permanece sin la presencia del animal para lograr la recuperación del pasto y ser sometido a un nuevo periodo de ocupación (García and López, 2008).

1.5.8. Periodo de ocupación

Tiempo en el que los animales permanecen pastoreando dentro del potrero, el cual varía en función del total de la unidad animal (U.A) a pastorear, área y disponibilidad de biomasa disponible (Paternina, 2018).

1.5.9. Tiempo de rotación

Se maneja tanto el tiempo ocupación del potrero como el tiempo de descanso, es el tiempo transcurrido desde la fecha en que se inicia el pastoreo hasta la fecha en que el ganado vuelve al sitio inicial (Paternina, 2018).

1.5.10. Tiempo de pastoreo

El tiempo de pastoreo se determina considerando la relación de biomasa de forraje disponible ($\text{Kg MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) y la biomasa animal (kg/ peso vivo), permitiendo el ajuste

de la carga animal (vacas/ha) y tiempo de ocupación del potrero de acuerdo a la época de año: mayor o menor producción de biomasa en periodo de lluvias o sequía (Balda, 2015).

1.5.11. Pérdida por pisoteo

Borrelli and Oliva (2001) señalan que existe pérdida de la pastura por la acción del pisoteo, ya que se retrasa el normal crecimiento y persistencia del pasto, el pisoteo ocasiona daños físicos en los puntos de crecimiento como lo son hojas y tallos.

1.6. Carga animal

Según García and López (2008) citado por Álvarez and Cruz, (2017) señalan que la carga animal es definida como el número de animales (UA) que pueden ser mantenidos o pastorean en una unidad de superficie en forma productiva por un determinado período de pastoreo.

Se define como presión de pastoreo al número de animales que se alimentan en un determinado potrero considerando la disponibilidad de forraje, se establece como carga animal alta a la presencia de 4 UB/ha, una carga media si existen 2.5-3 UB/ha y una carga baja si es menor a 2 UB/ha (León *et al.*, 2018).

Ajuste de la carga animal: consiste en controlar la presión de pastoreo regulando el número de animales por hectárea (carga animal) considerando que la producción de forrajes varía según la época, la cantidad forraje disponible puede no ser suficiente para suplir las necesidades alimenticias del ganado en épocas desfavorables (Álvarez and Cruz, 2017).

1.7. Capacidad de carga

Es necesario resaltar la diferencia de los términos carga animal y capacidad de carga, el primer término se refiere al número de animales que pastorean en un potrero por un tiempo establecido y el segundo término se enfoca en la capacidad productiva del forraje en función del clima, suelo y el manejo (García and López, 2008).

Rivera (2007) menciona que la capacidad de carga está en función de la cantidad y el valor nutritivo del forraje permitiendo así mantener satisfactoriamente a un grupo de animales sin verse perjudicado ni el forraje ni el ganado.

1.8.Unidad animal

Una unidad animal (UA) se puede definir como una vaca de 400 a 450 kg, ya sea seca, o con una cría de hasta 6 meses de edad, o su equivalente, basándose en una cantidad requerida de 12 kg de materia seca de forraje es decir el 3% de su peso vivo en forraje de materia seca al día, el concepto de unidad animal puede ampliarse para abarcar la cantidad de forraje que requiere una unidad animal en un mes (UAM) o durante un año (para pastoreo continuo), multiplicando lo que requiere una UA en un día por el tiempo que dura un mes o un año (Vergara and Ortiz, 2010).

1.9.Requerimientos nutricionales del ganado bovino

Los requerimientos nutricionales para el ganado están influenciados por dos factores principales: el animal y el medio ambiente en donde se desenvuelve (Ramírez, 2013).

1.9.1. Vacas en lactancia

Ramírez (2013) señala que el rendimiento productivo se ve influenciado por la raza, los períodos de lactancia, la calidad del forraje y el medio en el que se desarrolla. La NRC (National Reserch Council) del 2001 expone una tabla con los requerimientos energéticos de una vaca de 500 kg en período de lactancia, la cual para producir 6 kg de leche diarios necesita de 14.20 Mcal/día de energía metabolizable y un consumo de 10.3 kg de materia seca (Ortega *et al.*, 2010).

1.9.2. Ganado de engorde

De acuerdo a las tablas de la NRC del año 2001 un bovino de 400 kg logar mantenerse vivo y cumplir sus funciones vitales utilizando 6.23 Mcal/día de energía neta de mantenimiento (Ortega *et al.*, 2010). En ganancia de peso el bovino generalmente necesita de 4.57 Mcal/día de energía (ENg) para lograr ganar 1 kg/día, entonces para producir y mantenerse vivo emplearía una energía total de 11.46 Mcal/día (Ramírez, 2013).

1.10. Transformación de la energía de los alimentos

La energía de los alimentos varía después de haber pasado por los procesos de digestión, existe perdida antes que esta logre ser utilizada en procesos biológicos o productivos, la energía neta es menor a la energía digerida debido a este principio. En el rumen los alimentos consumidos son degradados, proceso que empieza con degradación de la

energía bruta (Eb) obteniendo al final de este la energía metabolizable (Em) (Slanac *et al.*, 2013).

Existen dos tipos de requerimientos nutricionales que son: el requerimiento de mantención y el requerimiento de producción.

1.10.1. Energía de mantención

Se refiere a la energía y los requerimientos nutricionales que necesita el animal para poder mantener sus funciones vitales, esta energía es la que primero consume el animal, la energía resultante si llegara a existir se emplea en los procesos productivos como producción de carne o leche (González and Tapia, 2017).

Ramírez (2013) relata que se deben considerar la pérdida de energía por desgaste durante el pastoreo, se pierde hasta un 15% energía en el proceso de rumia durante 7 horas y un 5% cuando el animal camina. (García, 2008), comenta que si se excede el 10% de movilidad se requeriría mayor energía y para el cálculo de la ENm se utiliza la fórmula que considera la energía metabolizable del alimento.

$$ENm \text{ Mcal/kg MS: } 1.7 EM - 0.138 EM^2 + 0.0105 EM^3 - 1.12$$

1.11.1. Energía de producción

Es la energía y nutrientes sobrantes luego de haber sido satisfecha la energía de mantención del animal en primer lugar, esta energía es empleada en cubrir las necesidades de producción (García, 2008).

1.11. Energía

González and Tapia (2017), comentan que, desde el punto de vista energético, el requerimiento de mantención de los animales debe cubrir los procesos digestivos y los desgastes por actividad y producción, pérdidas fecales y urinarias, como también la energía que pierden en la utilización de los alimentos, la unidad de energía de los alimentos se conoce como calorías (cal). En producción animal se habla frecuentemente de megacalorías (Mcal), que corresponde a un millón de calorías.

1.11.1. Energía digestible ED

Es la energía empleada en la digestión de los alimentos que el ganado consume, lo que no se logra ser digerido es expulsado por medio de las heces y la orina (González and Tapia, 2017). Para conocer la energía digestible del forraje se debe primero calcular la energía bruta considerando el porcentaje de participación de los cada uno de los nutrientes con su respectiva pérdida por heces (García, 2008).

$$ED \text{ Kcal/kg} : \%NDT \times 44.09$$

1.11.2. Energía metabolizable EM

Esta energía es el resultado de la resta entre la energía digestible (ED) y las pérdidas de energía por gases y orina y se calcula a partir de la ED (García, 2008).

$$Em \text{ Mcal/kg} : ED \times 0.82$$

1.11.3. Energía neta de lactancia

Salazar (2009) señala que la energía neta de lactancia es la energía contenida en la leche (grasa, proteína y lactosa). Para determinar este valor se debe tener en cuenta según National Research Council el porcentaje de grasa que presenten, se conoce que una vaca en lactancia es capaz de consumir y transformar su alimento a reservas corporales hasta un 75% logrando aprovecharlas hasta un 85% (García, 2008).

$$ENL \text{ Mcal/kgMS} : 0.0245\%BS \text{ NDT} - 0.12$$

1.12. Análisis proximal

En 1883 Weende definió al análisis proximal como la metodología analítica que permite calcular los porcentajes de humedad, fibra, cenizas, grasa, carbohidratos y proteína de un alimento (Medina *et al.*, 2018).

$$\%ELN = 100 - (\%humedad + \%cenizas + \%grasa + \%proteina + \%fibra \text{ cruda})$$

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Localización del ensayo.

El experimento se realizó en la finca “Salinas”, geográficamente está ubicada en la comuna Dos Mangas Figura 3, a 7 kilómetros de la cabecera parroquial de Manglaralto, cantón y provincia de Santa Elena, cuyas coordenadas geográficas son 1°49'27.8"S 80°41'05.8"W, posee un área de 6 ha de las cuales 1.9 ha son consignadas al establecimiento de pasto natural (marandú) para fines de pastoreo extensivo en la alimentación del ganado, los suelos presentes son de tipo aluviales de color café oscuro de textura franco arcilloso y un bajo contenido de materia orgánica (Ramírez, 2020).

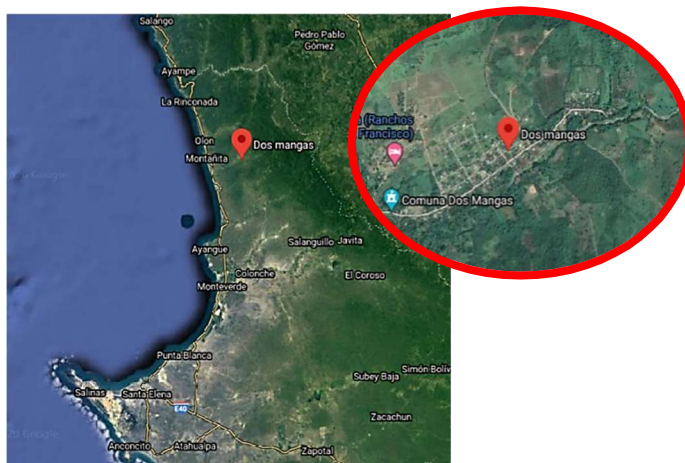


Figura 3. Comuna Dos Mangas, Manglaralto, Santa Elena.

2.2. Características climáticas

Dos Mangas se encuentra a 8 metros sobre el nivel del mar, Manglaralto se considera que tiene un clima desértico, el clima es desértico, clasificado como BWh mediante el sistema Köppen-Geiger, la temperatura promedio anual se encuentra entre los 24.6 °C y la precipitación anual es de 343 mm aproximadamente, los meses con la humedad relativa más alta son agosto y septiembre con 85% y el mes con la humedad relativa más baja es marzo con 82%, la variación en la precipitación entre los meses más secos y más húmedos es 79 mm, a lo largo del año las temperaturas varían en 3.4 °C (Saavedra, 2020).

En la Tabla 7 y Figura 4 se muestra la temperatura y precipitación promedio de Manglaralto.

Tabla 7. Temperatura y precipitación promedio de Manglaralto.

	Temperatura media (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Precipitación (mm)
Enero	25.7	22.3	29.2	49
Febrero	26.3	22.9	29.6	83
Marzo	26.5	22.8	30.2	85
Abril	26.1	22.3	29.9	36
Mayo	25.1	21.6	28.7	8
Junio	24.1	20.8	27.4	18
Julio	23.1	19.7	26.6	14
Agosto	23.1	19.5	26.7	13
Septiembre	23.3	19.6	27.1	7
Octubre	23.6	20	27.2	17
Noviembre	23.9	20.5	27.4	6
Diciembre	24.8	21.2	28.5	7

Fuente: Saavedra (2020).

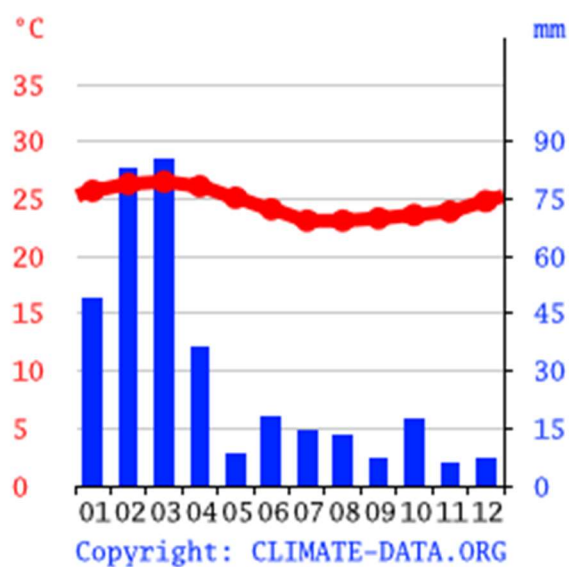


Figura 4. Climatología de Manglaralto – Santa Elena.

2.3. Materiales y equipos

2.3.1. Materiales de campo

- Libreta de apuntes.
- Esferográficos.
- Cámara fotográfica (celular).

- Pesa.
- Cinta métrica.
- Piola.
- Tijeras.
- Sacos.
- Machete.
- Bolsas de papel.

2.3.2. Equipos de laboratorio y oficina

- Computadora.
- Calculadora.
- Impresora.
- Estufa marca GX-125BE.
- Espátula.
- Papel aluminio

2.4. Análisis estadístico

La investigación es de tipo exploratoria, descriptiva y de campo, con muestreo aleatorio cuyos resultados de productividad primaria neta aérea (PPNA) fueron comparados y evaluados mediante la prueba de Tukey a un 95% de confiabilidad. Para el desarrollo de la actividad planificación de pastoreo, requerimientos nutricionales del ganado y valor nutritivo del pasto se emplearon ecuaciones matemáticas resueltas en una hoja de cálculo de Excel.

2.5. Estructura ganadera y sistema de pastoreo.

El lugar donde se realizó la investigación responde a un sistema muy común de campo y ganadería familiar, los animales de la finca son alimentados con pasto Marandú (*Brachiaria brizantha cv*). Se llega a considerar a este pastizal como natural ya no se realizan labores culturales o de mantenimiento al pasto (riego, fertilización, control de plagas). El tipo de pastoreo es extensivo por lo cual no se consideran fechas exactas o tiempos de ocupación y descanso, el tiempo y época de pastoreo lo determina el ganadero

de forma visual. El área de pasto marandú abarca un área de 1.9 hectáreas establecido hace 7 años para alimentar a 25 bovinos.

2.6. Manejo del experimento.

2.6.1. Evaluación forrajera del pastizal EFP

Se seleccionó un lugar representativo del paisaje para realizar una evaluación forrajera siguiendo la metodología expuesta por Siffredi et al. (2015) que se describe a continuación:

2.6.2. Reconocimiento del establecimiento

Con ayuda del mapa base (MB) del establecimiento se reconoció el área de estudio, se registró el recorrido con un GPS observando las características del paisaje y los tipos fisonómicos florísticos (TFF), esto permitió seleccionar un lugar representativo del paisaje para realizar una adecuada evaluación forrajera del pastizal.

2.6.2.1. Selección del sitio de EFP

Siffredi et al. (2015) comentan que para seleccionar el lugar donde se realizará la evaluación forrajera del pastizal (EFP) este debe cumplir con ciertas condiciones; principalmente que la mayor superficie del mismo debe estar cubierta por el tipo fisonómico florístico (TFF) predominante identificado en el establecimiento, además se deben evitar lugares como pedreros, senderos, cuevas, matorrales, líneas de drenaje, cercanía a los alambrados, entre otros.

2.6.2.2. Caracterización de sitios experimentales

Se consideró tomar en cuenta el área en la que exista mayor predominancia del pasto Marandú. Su utilización, ubicación y el tipo de ganadería presente son datos importantes y complementarios que se detallan en la tabla A1 de anexos.

2.6.2.3. Realización de la evaluación forrajera del pastizal

Una vez ubicado el sitio, se lo recorrió un radio de 100 m, del mismo se escogió un punto en un radio de 10 a 15 m de radio para la evaluación por observación del lugar y se llenó la planilla de EFP (Tabla A2 de anexos).

2.6.3. Muestreo

Para el muestreo se consideró la metodología propuesta por Singh et al. (1975) y Sala et al. (1988) y posteriormente utilizada por Massa et al., (2016). Se realizaron cortes sucesivos de biomasa vegetal aérea por encima de 12 cm del suelo. En cada cuadrante se realizó un corte inicial (t_0) al ras del suelo y sin recolección del forraje, los cortes posteriores se los realizó en intervalo de 45 días, frecuencia de tiempo estimada para que el pasto alcance su altura ideal para el pastoreo y corte.

Se fijaron 50 unidades muestrales o cuadrados de corte de 0.5 x 0.5 m (0.25 m^2), los cuales fueron distribuidos de forma aleatoria y con ubicación fija a no menos de 10 m de distancia entre puntos de acuerdo a lo sugerido por (Klingman *et al.*, 1943).

Al año se consideraron 3 cortes por época, cuyas fechas correspondientes son: 9 de agosto (C1), 25 de septiembre (C2) y 7 de noviembre del 2019 (C3) en época seca; 22 de diciembre del 2019 (C1), 2 de febrero (C2) y 15 de marzo del año 2020 (C3) en época lluviosa, el período de datos registrados corresponde a un año.

Todo el material cosechado (50 muestras en cada corte) fue guardado en bolsas de papel, etiquetado, para su posterior procesamiento en el laboratorio donde todo el material fresco se seca en la estufa a 70°C durante 72 horas.

2.6.4. Cálculo de la PPNA

El cálculo de la PPNA estacional expresada en $\text{gr MS}/\text{m}^2/\text{día}$ se realizó sobre la base del promedio de la MS obtenido de los tres muestreos o cortes con 50 puntos de corte cada época (seca y lluviosa) luego de que el material fuera secado en la estufa y pesado. El estimado anual de la PPNA total como la sumatoria de los promedios de cada época y expresada como $\text{Kg MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ o $\text{t MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

Se realizó un ANOVA entre las épocas del año (variable de clasificación y la PPNA (variable respuesta). Los valores medios de la PPNA, resultantes del ANOVA, fueron sometidos y ordenados de acuerdo a una prueba de comparaciones múltiples (test de Tukey; para alfa = 0.05) empleando el programa estadístico Infostat.

2.6.5. Cálculo de parámetros de pastoreo y planificación diaria

Con el fin de establecer un pastoreo acorde a la producción del pasto y la época del año se estimaron variables claves de planificación diaria en base al conocimiento del forraje y el consumo del ganado (León *et al.*, 2018).

2.6.5.1. Producción de biomasa por m²

$$\text{Rendimiento MS: } \frac{\text{peso total en seco del pasto cortado en los cuadros}}{\text{N}^\circ \text{ cuadros}}$$

$$\text{Rendimiento FF: } \frac{\text{peso total del pasto verde cortado en los cuadros}}{\text{N}^\circ \text{ cuadros}}$$

2.6.5.2. Producción total del potrero

$$PT = \text{área del potrero} \times \text{producción por m}^2$$

2.6.5.3. Tasa de acumulación de materia seca por hectárea

$$TA \text{ de MS} = \frac{\text{producción o rendimiento de materia seca en el período seco}}{\text{N}^\circ \text{ de días}}$$

$$TA \text{ de MS} = \frac{\text{producción o rendimiento de materia seca en el período lluvioso}}{\text{N}^\circ \text{ de días}}$$

2.6.5.4. Consumo diario por UB

$$\begin{aligned} \text{Consumo diario de un UB} &= \text{kg PV} * 3\% \\ \text{Consumo diario de un UB (kg MV)} &= \text{kg PV} * 12\% \end{aligned}$$

2.6.5.5. Consumo diario por grupo

$$\text{Consumo diario por lote} = \text{consumo por animal} * \text{total de UB del lote}$$

2.6.5.6. Pasto aprovechable

$$\text{Pasto aprovechable} = \text{PT del potrero} - \text{pasto perdido por pisoteo}$$

2.6.5.7. Pasto perdido por pisoteo

$$\text{Pasto perdido} = \text{PT del potrero} * \% \text{ de pérdida por pisoteo}$$

2.6.5.8. Eficiencia de utilización del pastizal

$$\text{Eficiencia de utilización: } \frac{\text{pasto aprovechable}}{\text{producción primaria}} \times 100$$

2.6.5.9. Área de pastoreo diaria

$$\text{AR diaria} = \frac{\text{kg de MS que requiere un UB (3\% de su PV en promedio)}}{\text{producción de materia seca disponible por m}^2}$$

2.6.5.10. Área de pastoreo diaria para un grupo de animales

$$\text{AR por grupo} = \text{área de pastoreo diario de un UB} * \text{N}^\circ \text{ animales}$$

2.6.5.11. Número de días de pastoreo

$$\text{N}^\circ \text{ días de pastoreo} = \frac{\text{producción disponible por lote}}{\text{requerimiento del hato}}$$

2.6.5.12. Número de potreros

$$\text{N}^\circ \text{ de potreros} = \text{tiempo de descanso} + \text{tiempo de ocupación}$$

2.6.5.13. Tiempo de rotación

$$\text{Tiempo de rotación} = \text{tiempo de descanso} + \text{tiempo de ocupación}$$

2.6.6. Carga animal

$$\text{CA} = \frac{\text{N}^\circ \text{ animales}}{\text{N}^\circ \text{ de hectáreas de pastoreo}}$$

2.6.7. Capacidad de carga o capacidad receptiva

$$C. \text{ carga: } \frac{\text{Pasto aprovechable}}{\text{Consumo UB día } \times \text{ periodo de descanso del potrero}} = \text{UB/ha}$$

2.6.8. Valor energético del pasto Marandú para ganado de carne y leche

Para determinar las estimaciones energéticas de mantenimiento y producción del bovino (ganar peso o producir leche) se empleó en una hoja de cálculo de excel con ecuaciones matemáticas y fórmulas específicas para la estimación para cada tipo de producción: ganado de carne y leche.

Se tomaron los datos resultantes del análisis bromatológico de una muestra de 1 kilo de pasto Marandú de un proyecto investigativo realizado en Rio Verde – Santa Elena por Valle (2019). Con estos análisis de laboratorio se procedió a utilizar las fórmulas de estimaciones energéticas ya descritas para calcular la cantidad de energía que produce y requiere el animal además permite estimar la energía contenida en el pasto.

Para conocer el valor energético de un pasto se requieren los valores de proteína, fibra, ceniza, extracto etéreo y humedad, a partir de ellos se puede determinar los valores de: como: ELN (extracto libre de nitrógeno), NDT (nutrientes digestibles totales), ED (energía digestible), Em (energía metabolizable), ENm (energía neta de mantenimiento) ENg (energía neta de ganancia) y la ENL (energía neta de lactancia).

En primer lugar, se calculó el valor de nutrientes digestibles totales a partir de la siguiente fórmula Mc Dowell, J. Conrad, J. Thomas y L. Harris, (1974):

$$\begin{aligned} \mathbf{NDT}(\%MS) = & 92.464 - 3.338\%FC - 6.945\%EE - 0.762\%ELN + 1.115\%Pt \\ & + 0.031\%FC^2 - 0.133\%EE + 0.036\%FC\%ELN + 0.207\%EE\%ELN \\ & + 0.1\%EE\%PT - 0.022\%EE^2\%PT \end{aligned}$$

Es a partir de este valor que podemos calcular la energía digestible ED (Mcal/Kg MS) = 0.04409 * NDT (% MS) y la energía metabolizable Em = ED * 0.82 para materia seca y en forraje fresco se usa el 23% del mismo (García, 2008)

2.6.9. Estimación de la cantidad necesaria de forraje para bovinos de carne y leche en MS y FF.

Las variables ganancia de peso, consumo de alimento y el requerimiento diario de energía están en función de la edad, estos valores se calculan por medio de fórmulas matemáticas, teniendo en cuenta el consumo se estima que cantidad de forraje se necesitan para cubrir las necesidades energéticas diarias.

Se emplean los datos de la Em o ENg para ganado de carne y Em o ENl para ganado de leche, valores en Mcal/kg del pasto, datos que se obtienen a partir de los NDT, si se calcula la Em se conoce la energía total que provee el pasto. Un kg de pasto se multiplica por el valor de la Energía total (Em + ENg) requerida del bovino, este valor obtenido es dividido para la energía total que provee el pasto, obteniendo la cantidad en kg de forraje que debe consumir el bovino para alcanzar la energía requerida, mantenerse vivo y para producir en este caso 1 kg de carne al día o 6 kg de leche según los datos establecidos de las tablas modificadas de la NRC (National Reserch Council) del año 2001.

CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Cálculo de la productividad primaria neta (PPNA).

En la Tabla 8 se muestran los resultados de la producción de biomasa (PPNA) del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, evidenciando una diferencia significativa en la producción máxima de materia seca entre la época lluviosa con 19 862 Kg MS ha⁻¹ y la época seca con 11 286 Kg MS ha⁻¹; lo que representaría al año una producción primaria neta aérea promedio de 13 832 Kg MS ha⁻¹ año⁻¹, es decir 13,83 t MS ha⁻¹ año⁻¹.

Analizando de una manera más profunda los resultados detallados en la tabla 8; en las condiciones propias de la localidad de estudio se refleja un rendimiento del pasto marandú de 1383 t MS ha⁻¹ año⁻¹ en promedio; resultados que son respaldados por Quezada (2015), quien argumenta que existen valores registrados entre 8 y 20 t MS ha⁻¹ año⁻¹ en diversos estudios e investigaciones acerca del rendimiento del pasto marandú; datos que concuerdan con lo manifestado por Silva (2009), quien afirma que los valores de producción del pasto marandú oscilan entre las 8 y 10 t MS ha⁻¹ año⁻¹. Merlo-Maydana et al. (2017) señalan que el rendimiento de esta especie forrajera varía de 0.3 a 13.5 t MS ha⁻¹ año⁻¹ conforme a la edad de crecimiento; por lo tanto, se puede aseverar que los valores resultantes de esta investigación son aceptables, ya que se encuentran dentro de los rangos mencionados por los diferentes autores.

Tabla 8. Productividad primaria neta (PPNA) del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú en la hacienda Salinas, Dos Mangas.

Época	Cortes	PPNA kg MS/ha	PPNA tn MS/ha	PPNA tn MS/ha/año
Época seca	C1	11 203	11.20	13.83
	C2	11 286	11.29	
	C3	11 236	11.24	
Época lluviosa	C1	13 725	13.72	
	C2	15 677	15.68	
	C3	19 862	19.86	

La Figura 5 muestra los valores de PPNA obtenidos en cada uno de los cortes realizados con intervalos de 45 días; observándose una tendencia creciente durante la transición de la época seca a la lluviosa. Los valores resultantes de tres cortes realizados en época seca

son similares y alcanzan los 11 Kg MS ha⁻¹ en promedio, siendo estos menores a los obtenidos en la época lluviosa, evidenciándose en esta una variación en la producción de biomasa del pasto; obteniendo el máximo valor en el del tercer corte (C3) con 19 862 Kg MS ha⁻¹; Bendersky et al. (2017) atribuye estas variaciones al tipo de ecosistema, de igual forma lo hace Rodríguez (2009) quien comenta que la productividad primaria neta varía de acuerdo al tipo de ecosistema y a la eficiencia fotosintética a través de factores como la temperatura, humedad, energía solar, y disponibilidad de nutrientes; los autores Hernández and Bolaños (2007) argumentan que la cantidad y calidad de forraje de este pasto al igual que de otras gramíneas forrajeras tropicales depende de factores como el ambiente o la especie.

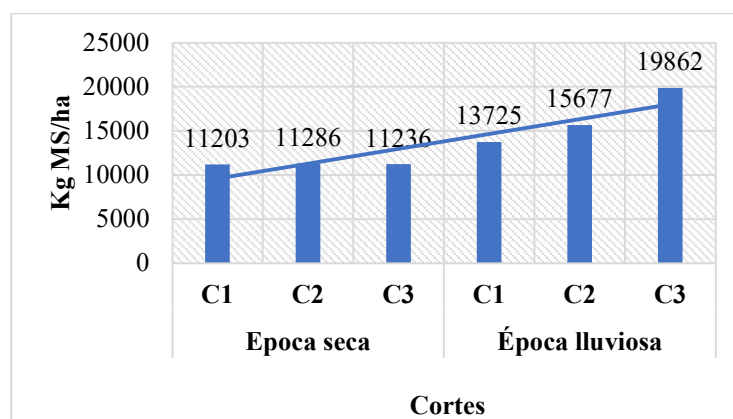


Figura 5. PPNA del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú (kg MS/ha).

Costa et al. (2007) consideran a la edad de defoliación (corte o pastoreo) como factor importante dentro de la productividad de las gramíneas forrajeras, se debe tomar en cuenta que si se alarga el intervalo entre tiempos de defoliación existe el riesgo de que exista mayor acumulación de material fibroso, menor valor nutritivo en el pasto y consecuentemente disminuya el consumo por parte del ganado; si los intervalos son más cortos en cambio se puede presentar una disminución del rendimiento y del potencial de rebrote por la disminución de sus reservas. Es por esto que Soest (1994) aclara que el momento idóneo de aprovechamiento es cuando la edad del pasto en el momento de defoliación presenta un equilibrio entre valor nutritivo y el rendimiento de materia seca

considerando que el aumento de la edad del pasto es proporcional a su rendimiento sin embargo disminuye su valor nutritivo.

En la Tabla 9, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey, al que fueron sometidos los resultados de la producción primaria neta aérea de las dos épocas del año, obteniendo como resultado la existencia de una diferencia significativa entre las medias de ambos casos; suceso que se le atribuye al efecto de la lluvia en el suelo (solubilizando nutrientes), de forma conjunta la presencia de la energía lumínica y la humedad potencializan la actividad fotosintética y el crecimiento de biomasa a diferencia de la época de sequía donde el pasto resiste a la falta de agua y nutrientes utilizando sus elementos de reserva. Grijalva (1995) señala que la fertilidad del suelo, el clima (humedad, temperatura) y la luz determinan la tasa de crecimiento del pastizal sumado a estos factores alternos como las labores culturales de riego, fertilización y control de plagas y enfermedades.

Tabla 9. PPNA del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú (kg MS/ha) de la época seca frente a la época lluviosa

Época	Medias	n	
Época seca	11 225	150	A
Época lluviosa	16 421	150	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Quezada (2015) indica que el pasto marandú se adapta a una gran variedad de ecosistemas y suelos, presenta una alta producción de forraje, logra soportar periodos de sequía sin embargo no soporta el encharcamiento por más de 30 días; Suárez and Neira (2014) explican que es una de las mejores gramíneas para pastoreo en condiciones de buena humedad y se adapta bien a temperaturas de 18 a 25°C y precipitaciones de 800 a 4 000mm al año. Si consideramos estos puntos la zona de Dos Mangas, localidad del estudio presenta una temperatura promedio de 24.6°C y una precipitación anual es de 343mm con una variación de 79 mm entre los meses más secos y húmedos, los meses de enero, febrero y marzo (época lluviosa) presentan la mayor precipitación con 49, 83 y 85mm respectivamente, con respecto al resto de meses, lo que representan ligeras lloviznas que por lo general no provocan encharcamientos prolongados que afecten la productividad del

pasto sino más bien estos milímetros de agua que caen favorecen continuamente a aumentar la productividad primaria neta del pasto en estos meses; Merlo et al. (2017) señalan que en época lluviosa este pasto logra concentrar la mayor parte de su producción en materia seca, no está clara su respuesta en otras épocas pero se puede inferir que en época seca resulte deficiente la calidad y su rendimiento.

3.2. Cálculo de parámetros de pastoreo y planificación diaria

A partir de resultado de producción primaria neta del pasto marandú en época seca y lluviosa con un 100% de cobertura en un potrero de 1.9 hectáreas, al tratarse de sistema extensivo se considera un 50% de pérdidas en el pastoreo. Se establecieron datos de planificación de pastoreo para los 25 animales con un peso promedio de 400 kg.

En la Tabla 10, se describe la planificación de pastoreo, la misma que fue diseñada en base al rendimiento del pasto, donde se obtiene que en época seca, el potrero produce un total de 7 097 kg MS y 18 288 kg FF, del cual es aprovechable el 50% es decir 3 549 kg MS; 1UB consume aproximadamente 12 kg MS/día, por lo tanto los 25 animales presentes en la finca, tendrían un consumo total de 300 kg MS/día, ocupando un área de 1301m², por lo que se necesitarían 46 potreros, los cuales se rotarían cada 46 días, con un tiempo de pastoreo de 12 días.

Gracias al aumento de la producción de biomasa en época lluviosa los valores cambian y se ajustan a la disponibilidad de alimento, entonces si la producción es de 10 400 kg MS y 22 103 kg FF, el 50% de pasto aprovechable es 5 200 kg MS, el consumo de los animales es el mismo pero ocuparían menos área de pastoreo, un UB necesitaría 22m²/día totalizando 548m² por grupo, se realiza una modificación en el tiempo de descanso o recuperación del pasto a 35 días en época de lluvia, se utilizarían 36 potreros rotados cada 36 días en los cuales los animales pueden pastorear 17 días.

Tabla 10. Planificación de pastoreo: época seca vs época lluviosa.

Parámetros de pastoreo	Época seca	Época lluviosa
Producción de biomasa por m ²	0.37 kg MS/m ² 0.96 kg FF/m ²	0.55 kg MS/m ² 1.16 kg FF/m ²
Producción total del potrero	7 097 kg MS 18 288 kg FF	10 400 kg MS 22 103 kg FF
Producción por hectárea	3 735 kg MS/ha 9 625 kg FF/ha	5 474 kg MS/ha 11 633 kg FF/ha

Tasa de acumulación de biomasa por ha	83 kg MS/día	122 kg MS/día
Consumo diario por UB	12 kg MS/día	12 kg MS/día
Consumo diario por grupo	300 kg MS/día	300 kg MS/día
Pasto aprovechable	3 549 kg MS	5 200 kg MS
Pasto perdido por pisoteo	3 549 kg MS	5 200 kg MS
Eficiencia de utilización del pastizal	50%	50%
Área de pastoreo diaria	32 m ² /vaca/día	22 m ² /vaca/día
Área de pastoreo diaria para un grupo de animales	803 m ²	548 m ²
Nº de días de pastoreo	12 días	17 días
Nº de potreros	46	36
Tiempo de rotación	46 días	36 días
Carga animal	7 UB/ha	7 UB/ha
Capacidad de carga	3 UB/ha	5 UB/ha

Autor: Luis Álava.

Soto (2014) menciona que gracias a la planificación del pastoreo se logra una máxima utilización del pasto en el momento adecuado que es cuando existe una mayor acumulación de nutrientes, en la metodología de planificación se considera tres puntos para determinar el periodo de pastoreo: cantidad de forraje disponible, el número de animales y el tamaño del potrero, en el caso del periodo de recuperación en cambio se consideran los datos de la época del año, el grado de crecimiento y el rendimiento.

Cerdas and Vallejos (2012) explican que no solo los factores de clima o nutrición son los determinantes de la variación o dinámica de crecimiento del pasto sino también depende de la acción de los animales en el pastoreo, la persistencia o tolerancia del pasto, y el manejo empleado, el pastoreo propio del lugar de estudio es de tipo extensivo, los animales se alimentan a voluntad, por lo general el método que utiliza el ganadero para determinar tiempos de ocupación y descanso del potrero es mediante la observación del crecimiento del pastizal.

Paladines (2010) alude que por lo general en los diferentes ecosistemas del país los pastizales alcanzan una tasa de crecimiento de entre 5-20 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ en verano y de entre 60-80 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ en invierno, existiendo casos excepcionales en los cuales se observan rendimientos de hasta 100 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ por estaciones cortas; los valores de tasa de crecimiento obtenidos sobrepasan ligeramente este enunciado, en época seca se observa una tasa de 83 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ y 122 Kg MS ha⁻¹ día⁻¹ en época lluviosa por lo que

se asumiría que es resultado de las condiciones climáticas de la zona, el efecto de la intensidad lumínica y el efecto de las ligeras lloviznas como anteriormente se había mencionado.

León et al. (2018) menciona que el pasto marandú en nuestro medio produce entre 45 y 50 t FF ha⁻¹ año⁻¹ y en materia seca de 12 a 15 t MS ha⁻¹ año⁻¹, además soporta el pisoteo y una fuerte carga animal, es decir de 2.5 a 5 UB/ha, existen casos en los que se maneja 1.5 y 2.5 UB en épocas seca y en época lluviosa de 3 y 4 UB/ha. Según el resultado obtenido de carga animal el pastizal soporta 7 UB por hectárea actualmente, sin embargo, considerando la producción de biomasa y el porcentaje de pérdida en el pastoreo la capacidad de carga adecuada y calculada es de 3 UB/ha en época seca y 5 UB/ha en época lluviosa, aceptable de acuerdo a la literatura expuesta.

Estrada (2013) y Avilez (2016), ambos autores indican que el pasto marandú tiene mejor respuesta en cuanto a calidad y cantidad de producción de biomasa en el periodo lluvioso por lo que sugiere pastorearlo cada 40 días, en periodos secos la recuperación es más lenta por lo que se recomienda pastorearlo cada 50 o 55 días, bajo un sistema rotacional con una carga animal aceptable de 2 o 3 UB/ha/año, animales con un ganancia de entre 400 o 600 gramos/animal/día; sin embargo Quezada (2015) argumenta que este pasto puede ser utilizado en sistemas de pastoreo rotacional o continuo gracias a su buena tasa de crecimiento en época seca.

Existe una mayoría de ganaderos que emplean el sistema rotación de potreros y en sistemas intensivos es muy común la resiembra de pastos; sin embargo Cantor and Eduardo, (2019) aluden que en las pequeñas producciones de doble propósito de Colombia (88%) se direccionan al uso del pastoreo continuo; en nuestro país, específicamente en Napo Guamán and Aguirre (2010) quienes caracterizaron varios sistemas ganaderos mencionan que por lo general se manejan frecuencia de pastoreo de 45 días en hatos de doble propósito en sistemas no tecnificados; Chilpe and Chuma (2015) señalan que las ganaderías pequeñas de Cuenca se emplean intervalos de pastoreo de 60 días pero con días de ocupación muy altos y variables.

Villa et al. (2008) mencionan que por lo habitual los hatos ganaderos cuentan con un promedio de 80 cabezas de ganado, sistemas con fines de producción de carne, pie de cría

y leche obteniendo hasta un promedio 9.2 litros/vaca/día con una de duración de lactancia de 120 días; en Yantzaza “Ecuador” Ochoa and Valarezo (2014) se utilizan más los sistemas tradiciones y silvopastoriles; en México el panorama de ganadería de doble propósito es diferente, se establecen con sistemas semi estabulado y hatos pequeños según Chalate et al., (2010)

Gerrish (2004) citado por Chacón and Marchena (2019) argumentan que los bovinos pastorean alrededor de 8 horas diarias, el consumo de forraje depende de la densidad de la pradera, disponibilidad y calidad del pasto, la ingesta se reduce conforme disminuyen la cantidad de plantas sin pastorear y por la disminución de proteína cruda del forraje a partir del segundo día después de haber iniciado el pastoreo, por lo que se supone que a medida que el animal se mantenga más tiempo en el potrero disminuirá la ingesta y la ganancia de peso vivo.

3.3. Valor energético del pasto marandú para ganado de carne y leche

Los valores energéticos que se exponen en la Tabla 11, son similares en ambos casos; el valor de los nutrientes digeribles totales (NDT) es de 51.30; el valor obtenido de la energía digestible (ED) es 2.26 y energía metabolizable (Em) es de 1.85 en base a materia seca, este último dato representa la energía total que ofrece el pasto Marandú para el cálculo posterior de las variables de producción (carne y leche).

Tabla 11. Valores energéticos del pasto marandú para ganado de carne y leche.

Tipo	NDT	ED (Mcal/kg)	Em (Mcal/kg) MS	Em (Mcal/kg) FF	ENm (Mcal/kg)	ENg (Mcal/kg)	ENL (Mcal/kg)
Bovino de carne	51.30	2.26	1.85	0.43	1.01	0.46	1.14
Bovino de leche	51.30	2.26	1.83	0.43	1.00	0.46	1.14

Autor: Luis Álava.

Troncoso (2018) comenta que la calidad de los forrajes está directamente relacionado con su contenido de nutrientes: proteína, fibra, energía y minerales, se considera un pasto como nutritivo contiene como mínimo 9% de proteína cruda y 2 mega calorías de energía,

si la calidad del pasto es buena y su digestibilidad va de 40 a 80% aumentará el consumo además de lograr cubrir rápidamente las necesidades traicionales del ganado. Si el forraje empleado en la alimentación es de baja calidad y digestibilidad se necesitará un mayor consumo para lograr cubrir las necesidades, la limitante de forraje ya sea por disponibilidad o calidad ocasiona que los animales pierdan peso por lo que sería necesario la aplicar un programa de suplementación que permita suplir estas deficiencias.

De forma similar León et al. (2018) argumentan que un pasto es considerado de alta calidad cuando este posee 18-24% de materia seca, 2.3-2.8 Mcal/kg/MS, 18-25% de proteína y 60% de digestibilidad. Considerando estos aspectos el pasto marandú expuesto en esta investigación no podría ser considerado de excelente calidad ya que su valor energético es de 1.84 Mcal/kg MS, su porcentaje de proteína es de 14%, aunque si comparte el 60% de digestibilidad por lo que se podría considerar un pasto de buena calidad.

Se da la denominación de valor nutricional de una especie forrajera a la capacidad de proporcionar los requerimientos nutricionales para mantener necesidades de crecimiento, mantenimiento y producción, el valor nutricional es el resultado de factores intrínsecos de la planta y las interacciones con el medio ambiente y los animales (Rosales and Pinzón, 2005; Renahart, 2008) Cuando se alimenta al ganado con especies forrajeras tropicales se debe tener en cuenta la limitante del bajo contenido de proteínas y la baja digestibilidad lo que afectaría al consumo y la producción, el estado de crecimiento de las planta al momento de pastoreo es clave ya que ninguna especie logra mantener sus nutrientes durante todo el año (Avella, 2018).

Como se ha mencionado la ingesta de energía permite mantener no solo las funciones vitales o corporales sino además las de reproducción y lactancia, sin embargo no toda la energía que ingresa al animal gracias a los alimentos es totalmente aprovechada, en el proceso de digestión se pierde energía mediante las heces, orina y metano como lo mencionan Renahart (2008); Elizondo (2009) y López et al. (2011).

Parte de la energía metabólica (Em) que no se pierde en este proceso es la que se emplea para el mantenimiento (ENm) y de esta se deriva la energía que se necesitara en ganancia de peso (ENg) o lactancia (ENL) (Chacón and Marchena, 2019).

Elizondo (2009) expone que la energía de mantenimiento es aquella porción de energía que permite mantener el equilibrio energético, en el sistema no se gana ni se pierde energía; la energía restante estará dirigida a los procesos de crecimiento y producción.

3.4. Estimación de la cantidad necesaria de forraje para bovinos de carne y leche en MS y FF

Basándonos en los valores establecidos en NRC (National Reserch Council) 2001 de ganancia o producción diaria, consumo y energía total para bovinos con pesos de 400 kg en producción de carne y 500 kg en producción láctea, se asumen valores de 11.46 y 14.20 de energía total respectivamente para el cálculo de cantidad de forraje de consumo en producción.

En la Tabla 12 y 13 se detalla que se necesitan 6.19 kg de pasto Marandú en base seca y 26.93 kg en forraje fresco para poder obtener 1 kg; 7.76 kg en base seca y 33.74 kg en forraje fresco para producir 6 kg de leche.

Tabla 12. Estimación de la cantidad de forraje (MS, FF) que necesita el bovino de 400 kg para ganar 1 kg de carne

Especie pasto	Estado del pasto	Em/pasto (Mcal)	Energía total de animal	Necesidad en kg
Marandú	MS	1.85	11.46	6.19
	FF	1.85	11.46	26.93

Tabla 13. Estimación de la cantidad de forraje (MS, FF) que necesita el bovino de 500 kg para producir 6 kg de leche

Especie pasto	Estado del pasto	Em/pasto (Mcal)	Energía total del animal	Necesidad en kg
Marandú	MS	1.83	14.20	7.76
	FF	1.83	14.20	33.74

Ramírez (2013) expone que en la alimentación del ganado de doble propósito se trata de cubrir las necesidades nutricionales al menor costo posible, las praderas bien manejadas y de calidad logran ser un alimento completo favoreciendo así a la buena producción de carne y leche, se considera que la oferta de pasto es dinámica siendo conveniente reconocer el momento idóneo de utilización, de acuerdo a la frecuencia de corte y la disponibilidad de especies que se pueden incluir o ajustar a la dieta.

En el trópico la producción ganadera indiferente del fin: doble propósito, cría, levante, ceba se mantienen mayormente del uso de pastos, pero no logran garantizar niveles sostenibles de producción (carne y leche) debido a la fluctuación de nutrientes y biomasa en todo el año, en época de sequía el rendimiento del pasto disminuye hasta un 50% en comparación a lo que se obtiene en época lluviosa, adicionalmente se considera la falta de buenas prácticas sobre manejo y utilización de los recursos alimentarios por lo consecuente la respuesta productiva también disminuye hasta un 50% (López *et al.*, 2011). Minson (1990) citado por Chacón and Marchena (2019) comenta que en las regiones tropicales la alimentación del ganado depende casi exclusivamente de la disponibilidad de pastos, en época lluviosa se obtienen resultados satisfactorios de producción gracias a la buena calidad y visible disponibilidad de forraje, en producción de carne se logra obtener entre 500 a 750 gramos día y en producción láctea hasta 10 litros diarios, la oferta decae en época seca y tanto calidad como cantidad disminuyen debido a que el pasto se torna pobre en nitrógeno y altamente fibroso provocando pérdida de peso en el ganado de carne y reducción de la producción de leche a valores inferiores a 5 litros diarios.

En la producción de leche el ganado ocupa todos los nutrientes que ha consumido casi en su totalidad, es diferente en el ganado de carne, los nutrientes consumidos pueden ser almacenados en su cuerpo en forma de carne y grasa (Renahart, 2008). Las ganancias de peso en los bovinos son muy variables de acuerdo al tipo de alimentación que se suministra, el ganado puede obtener 1.8 kilogramos por día con suplementación según lo expuesto Cardona (2017), por lo que se asumiría que en condiciones de pastoreo extensivo y de forma artesanal el ganado podría obtener 1 kg al día, ese kilogramo de peso (carne) según lo calculado en la presente investigación sería producto del consumo de 6.19 kg en materia seca de pasto Marandú.

Según los datos de la NCR una vaca de 21 días en lactancia puede consumir diariamente hasta 18.5 kg de materia seca, este consumo por lo general no logra cubrir la demanda nutricional para la producción de leche por lo que el animal utiliza sus reservas corporales (pérdida de peso) para cubrir el déficit (López *et al.*, 2011). Según los cálculos realizados necesitaríamos 7.76 kg MS de pasto Marandú para producir 6 litros o kg de leche, en nuestra región bajo condiciones favorables los valores de producción ahondan los 10 litros diarios; es decir que el animal necesitaría consumir el doble en materia seca para lograr ese objetivo: 12.93 kg MS, este valor es menor al valor expuesto por la NCR del consumo 18.5 kg aun existiendo déficit en la demanda de nutrientes, pero se debe recalcar que los kilogramos de pasto calculados reflejan específicamente cuanto se logra producir con esa cantidad de forraje, no considera las necesidades adicionales por mantenimiento, es aquí que el animal utilizaría sus reservas corporales para lograr suplir esas necesidades.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Existe una mayor producción de biomasa (PPNA) del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú en la época lluviosa; en la que se registró un valor máximo de producción 19 862 Kg MS ha⁻¹, en comparación a la época seca que alcanzó 11 286 Kg MS ha⁻¹.
- La carga animal optima calculada fue de 3 UB/ha en época seca y 5 UB/ha en época lluviosa, valores que están dentro del rango según las fuentes literarias consultadas.
- Mediante fórmulas de estimaciones energéticas se calculó que del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, se necesitan 6.19 kg en base seca y 26.93 kg en forraje fresco para poder obtener 1 kg de carne; y 7.76 kg en base seca y 33.74 kg en forraje fresco para producir 6 kg de leche.

Recomendaciones

- Extender el tiempo de muestreo y determinar una tendencia durante una mayor cantidad de tiempo, para de esta forma poder reafirmar el comportamiento y el potencial productivo de esta u otra especie con la que se trabaje.
- Utilizar diferentes especies de pastos y otro tipo de especies animales presentes la provincia de Santa Elena en la realización de nuevas estimaciones energéticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, V.G., Batello, C., Berretta, E.J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., McIvor, J., Milne, J., Morris, C., Peeters, A., Sanderson, M., The Forage and Grazing Terminology Committee, (2011). *An international terminology for grazing lands and grazing animals. Grass and Forage Science*. Vol 66, pp: 2–28. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x>
- Álvarez, C., Cruz, W., (2017). *Manejo de pastizales en sistemas de producción ganaderos de Nueva Guinea, Costa Caribe Sur de Nicaragua*. Vol 20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5377/rci.v20i1.4858>
- Araújo, O. (2002). *Recientes avances en nutrición de rumiantes*. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Zulia Maracaibo Venezuela. pp. 39
- Avella, L., (2018). *Participación en proyecto de investigación implementación de un modelo de partos estacionales en un sistema cría/ doble propósito bovino en el Piedemonte Llanero*’. Universidad de La Salle, Bogotá.
- Aviléz, H., (2016). *Evaluación agronómica de la asociación de pasto marandú (Brachiaria Brizantha) y maní forrajero (Archis pintoi) en el Centro de Investigación de Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica*.
- Balda, S., (2015). *Planificación forrajera - ganadera sobre lotes de pasturas y verdeos*.
- Baque, E., Naranjo, R., Jiménez, J., (2017). *Diagnósticos rurales participativos de los sistemas de producción ganaderos en la zonas de implementación del proyecto ganadería climáticamente inteligente (GCI) en la provincia de Santa Elena*. Ganadería climáticamente inteligente. Ministerio del ambiente (MAE), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF).

- Bendersky, D., Pizzio, R., Maidana, C., Zapata, P., Durante, M., (2017). *Producción y curva de crecimiento de pastizales del este de Corrientes*. Noticias y Comentarios, pp: 542.
- Bordaberry, A., Regules, E., Rodríguez, D., (2017). *Efecto de la historia de frecuencia de pastoreo sobre la producción de un campo natural*. Universidad de la República, Uruguay.
- Borrelli, P., (2001). *Planificación de pastoreo*, pp: 183–196.
- Borrelli, P. Oliva, G. (2001). *Efectos de los animales sobre los pastizales*. Capítulo 4, pp: 99-128. Ganadería Sustentable en la Patagonia Austral. INTA. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-capitulotme_4.pdf
- Camacho, A.E.C., (2018). *Evaluación agronómica del Marandú (Brachiaria Brizantha) y maní forrajero (Arachis Pintoi) a diferentes edades de corte en la Amazonia Ecuatoriana*. Universidad Estatal Amazónica, Pastaza.
- Cantor, G., Eduardo, O., (2019). *Análisis del modelo de asistencia técnica para pequeños productores de bovinos doble propósito Caso: Municipio de Los Palmitos, Sucre*.
- Cardona, Á., (2017). *Ganado puede obtener 1,8 kilogramos por día con suplementación*. Disponible en: <https://www.agronegocios.co/ganaderia/ganado-puede-obtener-18-kilogramos-por-dia-con-suplementacion-2623027>
- Castro, M., (2013). *Producción y consumo de las pasturas del refo lactante del cadet. Tumbaco-Pichincha*. (tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma). Universidad Central Del Ecuador, Quito.
- Cerdas, R., Vallejos, E., (2012). *Comportamiento productivo de varios pastos tropicales a diferentes edades de cosecha en Guanacaste, Costa Rica*, pp: 13.
- Chacón, E., Marchena, H., (2019). *Tecnologías alimentarias apropiadas para la producción con bovinos a pastoreo*.
- Chalate-Molina, H., Gallardo-López, F., Pérez-Hernández, P., Paul Lang-Ovalle, F., Ortega- Jiménez, E., Vilaboa Arroniz, J., (2010). *Características del sistema*

de producción bovinos de doble propósito en el estado de Morelos, México. Zootecnia Tropical. Vol 28, pp: 329–339.

- Chilpe, M., Chuma, J., (2015). *Parámetros productivos, reproductivos, manejo y sanidad en ganado lechero de las parroquias Tarqui, Cumbe y Victoria de Portete.*
- Costa, K.A. de P., Oliveira, I.P. de, Faquin, V., Neves, B.P. das, Rodríguez, C., Sampaio, F. de M.T., (2007). *Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da Brachiaria brizantha cv.MG-5.* Ciência e Agrotecnologia. Vol 31, pp: 1197–1202. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000400037>
- Elizondo, J., (2009). *Requerimientos nutricionales del ganado de leche según el modelo del NRC 2001.* Energía Neta de Lactancia. Actualidad Zootécnica.
- Estrada, C., (2013). *Comportamiento agronómico del pasto Marandú bajo cinco densidades de siembra en la zona de Febres Cordero.* Santa Elena.
- Gallego, F., Lezama, F., Pezzani, F., López-Mársico, L., Leoni, E., Mello, A.L., Costa, B., Gallego, F., Lezama, F., Pezzani, F., López-Mársico, L., Leoni, E., Mello, A.L., Costa, B., (2017). *Estimating Aboveground Net Primary Production and Carrying Capacity: a Case Study in Sierras del Este, Uruguay.* Agrociencia Uruguay. Vol 21, pp: 120–130.
- García, T. y López, I. (2008). *Cómo estimar carga animal para pastoreo continuo.* Campo experimental la posta, paso del toro, CIRGOC-INIFAP, México
- Giménez. (2008). *Producción y manejo de carne bovina en Chile.* Manual de producción bovina. Santiago de Chile. INIA N°16.
- Golluscio, R., (2009). *Receptividad ganadera: marco teórico y aplicaciones prácticas.* Ecología Austral. Vol 18.
- González, K., (2020). *Pastoreo Alterno características, ventajas y desventajas.* Pastoreo Alterno. Disponible en: <https://infopastosyforrajes.com/sistemas-de-pastoreo/pastoreo-alterno/>

- González, K., (2016). *Sistemas de pastoreo utilizados en la Ganadería*. Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión. Disponible en: <https://zoovetespasion.com/pastos-y-forrajes/sistemas-de-pastoreo/>
- González, R., Anzúlez, A., Vera, A., Riera, L., (1997). *Manual de Pastos Tropicales para la Amazonia Ecuatoriana*. Manual N° 33. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- González, V., Tapia, M., (2017). Manual bovino de carne. Boletín INIA N° 04. Santiago, Chile.
- Guamán, S., Aguirre, L., (2010). *Caracterización de los sistemas ganaderos en el Valle del Quijos, provincia del Napo*.
- Haro, R., 2003. *Informe sobre recursos zoogenéticos Ecuador*. No. 1. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Quito.
- Hernández, J., Bolaños, E., (2007). *Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales*. Universidad y ciencia. Vol 23, pp: 81–90.
- Instituto Pro Mejoramiento de la Ganadería. (2007). “*Medición de la Producción de Forraje*”. Disponible en: <http://www.promega.org.pa/revista/Revista%20Promega4.pdf>
- Jumbo, M., Rodríguez, A., (2020). *Comportamiento agronómico del pasto marandú (Brachiaria brizantha cv marandú) en el Carmen Provincia de Manabí, Ecuador*. Tlatemoani.
- León, R., Bonifaz, N., Gutiérrez, F., (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador*. Siembra y producción de pasturas. Primera edición. Editorial Universitaria Abya-Yala.
- López, R., Gómez Pérez, D., García Muñiz, J.G., Mendoza Domínguez, G.D., Lara Bueno, A., López Ordaz, R., (2011). *Nivel óptimo de energía neta en el consumo de alimento y producción de leche en el inicio de la lactancia de vacas Holstein-Friesian en confinamiento*. Revista mexicana de ciencias pecuarias. Vol 2, pp: 101–115.

- Luisoni, L.H., (2010). *Ajuste de carga animal: aspectos teóricos y recomendaciones prácticas*. Centro Regional Santa Fe, pp: 4.
- Márquez, J., Salazar, D., Carvajal, S., (2020). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019*. Boletín Técnico N° 01-2019-ESPAC. Instituto Nacional de Estadística y Censos, Quito.
- Massa, E., González, G.L., Rossi, C.A., (2016). *Evaluación del pastizal natural en un sistema silvopastoril con sauce (Salix humboldtiana)*. Pastos y Forrajes. Vol 39, pp: 100–105.
- Medina, T., Arroyo, G., Herrera, C., Gantes, M., (2018). *Análisis químico proximal en residuos sólidos de cerveza artesanal y su aceptación en cerdas*, pp: 86–93.
- Meneses, E., (2020). *Producción de carne y leche en bovinos a partir de estimaciones del aporte energético de especies forrajeras*. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias, pp: 32p. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5396>
- Merlo-Maydana, F.E., Ramírez-Avilés, L., Ayala-Burgos, A.J., Ku-Vera, J.C., (2017). *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, Vol 4, pp: 116–127.
- Morón, L.M.M., (2009). *Ventajas y desventajas de los sistemas de pastoreo y confinamiento en la producción de carne en raza Cebú en el Departamento del Cesar 97*.
- NUFARM (2001). *Brachiaria brizantha: Importancia: Principales Características y Aplicaciones*. Disponible en www.nufarm.com.br.
- Ochoa, D., Valarezo, J.M., (2014). *Caracterización y análisis de rentabilidad de los sistemas de producción ganaderos presentes en el cantón Yantzaza, Ecuador*. CEDAMAZ 4.

- Ortega, G., Hernández, O., Vargas, L., Mendoza, G., Martínez, P., Avendaño, L., (2010). *Análisis de sensibilidad del modelo NRC 1996 para bovinos de carne en pastoreo con suplemento*. Vol 44, pp: 1–7.
- Paladines, O., e Izquierdo, F. (2007). *Fertilización de pasturas en el centro norte de la sierra ecuatoriana*. Quito: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central del Ecuador.
- Pérez, J., Gardey, A., (2015). *Definición de pastizal*. Disponible en: <https://definicion.de/pastizal/>
- Pezzani, F., Lezama, F., Gallego, F., López-Mársico, L., Leoni, E., Costa, B., Parodi, G., Mello, A., (2017). *El método de corte de biomasa genera mayores diferencias en la estimación de la productividad de pastizales que el tipo de pastizal*. Revista Argentina de Producción Animal. Vol 37, pp: 21-32–32.
- Paternina, C. (2018). *Montaje de un sistema de rotación de potreros en la Finca la Fe Vereda Cayo la Cruz Municipio de San Marcos*. Universidad Santo Tomas. Facultad de Ciencias y Tecnología. San Marcos-Sucre.
- Pirela, M.F. 2005. *Valor nutritivo de los pastos tropicales*. In: González-Stagnaro, C. and E. Soto-Belloso (eds.). Manual de ganadería doble propósito. Ediciones Astro Data, S.A. Maracaibo-Venezuela. pp. 283-290.
- Quezada, M., (2015). *Dinámica productiva y nutrimental en variedades de Brachiaria en su segundo año de establecimiento*. Universidad tecnológica equinoccial, Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador.
- Ramírez, R., (2013). *Formulación de raciones para carne y leche*. Guanacaste, Costa Rica. InterSedes XIV, pp: 128–153.
- Ramírez, S., (2020). *Evaluación de la presencia y distribución de carbonatos edáficos y su relación con los cambios de usos de la tierra en el centro de apoyo Manglaralto* UPSE. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5398>
- Renahart, L., (2008). *Nutrición para Rumiantes en Pastoreo*.

- Reyes, N. y Mendieta, B. (2000). *Determinación del Valor Nutritivo de los Alimentos. Facultad de Ciencia Animal. Departamento de sistemas Integrales de Producción Animal Universidad Nacional Agraria.* pp. 17-36
- Rivera, H., (2007). *Evaluación de la capacidad y carga animal en unidades familiares de producción de la comunidad de avichaca, en dos épocas del año. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia.*
- Rodríguez, D., (2016). *Caracterización de los ecosistemas ganaderos de doble propósito y su relación con el componente arbóreo, Río Blanco, Matagalpa, Paiwas, RAAS, Nicaragua 2011.* Universidad Nacional Agraria, Managua - Nicaragua.
- Rodríguez, E.G., (2009). *Influencia de la temperatura y de la humedad en la dinámica de la materia orgánica de los suelos de Galicia y su relación con el cambio climático.* Univ Santiago de Compostela.
- Rodríguez, N.M., Saliba, E.O.S., Guimarães-Júnior, R., (2007). *Uso de Indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto.* LIPE, lignina purificada y enriquecida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, Vol 20, pp: 12.
- Romero, M., Rodríguez A. (2020). *Comportamiento agronómico del pasto marandú (Brachiaria brizantha cv marandú) en el Carmen provincia de Manabí, Ecuador. Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí.* ATLATEMOANI revista Académica de Investigación. España ISSN: 19899300. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/tlatemoani/33/pasto-marandu.pdf>
- Rosales, R.B., Pinzón, S.S., (2005). *Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla.* *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, Vol 6, pp: 69–82.
- Saavedra, S., (2020). *Reacción de 44 líneas F5 de arroz Oryza sp, a la calidad de agua de riego en la zona de Manglaralto.* Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5399>
- Segura, F. Echeverri, R. Patiño, A. Mejía, G. (2007). *Descripción y discusión acerca de los métodos de análisis de fibra y del valor nutricional de forrajes y*

alimentos para animales. Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Volumen 14, pp: 71-81. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

- Siffredi, G.L., Boggio, F., Giorgetti, H., Ayesa, J.A., Kröpfl, A., Álvarez, J.M., (2015). *Guía para la evaluación de pastizales*. Para las áreas ecológicas de Sierras y Mesetas Occidentales y de Monte de Patagonia Norte, 2da Edición. INTA, Bariloche.
- Silva, V., (2009). “evaluación de pastos promisorios *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum* en la finca “Buena Fe” parroquia 10 de Agosto. Universidad Estatal Amazónica, Puyo-Ecuador.
- Singh, J.S., Lauenroth, W., Steinhorst, R., (1975). *Review and Assessment of Various Techniques for Estimating Net Aerial Primary Production in Grasslands from Harvest Data Author(s) Terms and Conditions*. The Botanical Review 4103, pp: 181–23226. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/BF02860829>
- Sala, O. E.; Parton, W. J.; Joyce, L. A. & Laurotroth, W. K. (1988). *Primary production of the central grassland region of the United States*. Ecology. 69 (1). pp: 40-45.
- Salazar, J. A. (2009). *Requerimientos nutricionales del ganado de leche según el modelo del NRC 2001*
- Slanac, A., Kucseva, C., Balbuena, O., Rochinotti, D., (2013). *Degradación ruminal en bovinos de la proteína bruta de Paspalum notatum a diferentes edades de rebrote y estaciones del año*, pp: 119–123.
- Soest, P.J.V., (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press.
- Soto, C., (2014). *Establecimiento de un sistema de pastoreo Voisin y evaluación de la productividad forrajera en una finca de ceba en Puerto Berrio Antioquia*. Corporación Universitaria Lasallista, Caldas- Antioquia.
- Suárez, M., Neira, P., (2014). *Comportamiento agronómico de tres especies forrajeras en Manglaralto, Santa Elena*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena - Ecuador. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2216/1/UPSE-TIA-2015-008.pdf>

- Troncoso, H., 2018. Alimentación de bovinos en pastoreo.
- Úbeda, A., Ruiz, A., (2010). *Cultura agropecuaria y su incidencia en el recurso forestal, comunidad Come Negro, municipio Siuna*. Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN).
- Valle, D., (2020). *Rendimiento y valor nutritivo del pasto Brachiaria brizantha cv.Marandú, en Río Verde, provincia de Santa Elena*. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias, pp: 72p. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5537>
- Vergara, J., Ortiz, I., (2010). *¿Cómo medir la carga animal y el índice de agostadero?*
- Villa, C.I., Tena, M.J., Tzintzun, R., Val, D., (2008). *Caracterización de los sistemas ganaderos en dos comunidades del municipio de Tuzantla de la región de Tierra Caliente, Michoacán*. Avances en investigación agropecuaria, Vol 12, pp: 45–58.

ANEXOS



Figura A 1. Pasto Marandú (Área de muestreo).



Figura A 2. Cuadrante de corte.



Figura A 3. Corte de muestras de pasto.

Tabla A 1. Caracterización del sitio de estudio.

VARIABLES	SITIO DE ESTUDIO
Nombre de pasto presente	Marandú
Área (m ²)	19000
Uso actual	Potrero
Ubicación (coordenadas)	1°49'27.8"S 80°41'05.8"W
Posición en paisaje	Ladera
Pendiente (%)	5
Suelo desnudo (%)	1
Suelo cubierto por pastizal (%)	99
Rocosidad (%)	0
Pedregosidad (%)	0
Bosta (%)	0

Tabla A 2. Planilla de campo para la evaluación forrajera.

Planilla de campo para la evaluación forrajera			
A) Datos generales			
1. Establecimiento (Comuna)	Dos Mangas		
2. Fecha	10/11/2019		
3. Nombre del productor	Sr. Santiago Salinas		
4. N° Potrero	1		
5. Coordenadas GPS	1°49'27.8"S 80°41'05.8"W		
6. Foto			
B) Descripción del paisaje			
7. Paisaje	Planicie		
8. Elemento del paisaje	Plano suavemente ondulado		
9. Tipo fisonómico florístico	Vegetación cerrada		
10. Altura (msnm)	80 mt		
11. Cobertura vegetal total y viva (%)	80-100%		
12. Cobertura de pastos forrajeros e intermedios (%)	80-100%		
13. Cobertura forrajera de arbustos (%)	1-5%		
C) Especies forrajeras (EF) (completar con cobertura aérea > 2.5 %)			
14. Nombre vulgar	Pasto Marandú	Nombre científico	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú
15. Nombre vulgar	-	Nombre científico	-
16. Nombre vulgar	-	Nombre científico	-

17. Cobertura total (%)	Alta (> 20)	Media (10-20)	Baja (5-10)	Muy Baja (1-5)	Presente (< 1)
18. Diámetro corona basal (cm)	Muy Grande (> 20)	Grande (15-20)	Mediana (10-15)	Chica (5-10)	Muy chica (< 5)
19. Estado de la corona (% vivo)	Muy Buena >70	Buena 50-70	Regular 20-50	Pobre 10-30	Muy Pobre <10
20. Altura de las hojas (cm)	> 25	15-25	10-15	5-10	< 5
21. Anclaje de las plantas (esfuerzo al arrancado)	Muy Difícil	Difícil	Moderado	Fácil	Muy Fácil
22. Grado de utilización	Sin Uso	Escaso	Moderado	Intenso	Severo
23. Vigor de la EF	Muy Bueno	Bueno	Regular	Débil	Muy Débil

D) Especies intermedias (EI) (describir la de mayor cobertura aérea)


24. Nombre vulgar	-		Nombre científico	-	
25. Nombre vulgar	-		Nombre científico	-	
26. Nombre vulgar	-		Nombre científico	-	
27. Cobertura total (%)	Alta (> 20)	Media (10-20)	Baja (5-10)	Muy Baja (1-5)	Presente (< 1)
28. Grado de utilización	Sin Uso	Escaso	Moderado	Intenso	Severo
29. Anclaje de las plantas (esfuerzo al arrancado)	Muy difícil	Difícil	Moderado	Fácil	Muy fácil
30. Vigor de la EI	Muy Bueno	Bueno	Regular	Débil	Muy Débil

E) Arbustos forrajeros (AF) (completar con cobertura aérea > 2.5 %)

31. Nombre vulgar	Algarrobo		Nombre científico	<i>Prosopis juliflora</i>	
32. Nombre vulgar	-		Nombre científico	-	
33. Nombre vulgar	-		Nombre científico	-	
34. Vigor de los arbustos	Muy Vigoroso	Vigoroso	Moderado	Débil	
35. Clase de condición	Buena	Regular	Pobre	Muy Pobre	

F) Tendencia del pastizal

	Referencia	Puntaje +	Puntaje -	Puntaje Total
36. Musgos y líquenes	entre +10 y 0	0	0	0
37. Erosión eólica e hídrica	entre 0 y -20	0	-5	-5
38. Especies forrajeras	entre +20 y -20	15	0	15
39. Especies intermedias	entre +10 y -10	0	0	0
40. Especies forrajeras arbustivas	entre +10 y -10	5	0	5
41. Puntaje de la tendencia		20	-5	15
42. Tendencia determinada	Regresiva < -15	Progresiva > +15	Estable -15 a +15	



RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	ING. ARACELI SOLIS	Número Muestra:	422
		Fecha Ingreso:	12/11/2019
Tipo muestra:	PASTO MARANDÚ	Impreso:	24/11/2019
Identificación:		Fecha entrega:	26/11/2019

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	79,56	2,87	0,71	2,24	7,46	7,16
Seca		14,02	3,46	10,97	36,50	35,05

N°Laboratori	IDENTIFICACIÓN	FDN %	HEMICELULOSA	FDA %	CELULOSA	LDA %
419	Leucaena	58,54	28,52	30,01	22,97	7,04
420	Cascoi	44,44	21,49	22,95	17,14	5,80
421	Moringa	35,04	17,87	17,17	13,09	4,08
422	Pasto Marandú	82,9	40,84	42,06	32,47	9,59

Figura A 4 Análisis bromatológico de pasto Marandú a los 90 días sin aplicación de nitrógeno previo al corte de igualación, Río Verde 2019. Diana Valle

Tabla A 3. Datos pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.

Marandú	
Rendimiento	10 - 18 tn/ha/año
Digestibilidad	60%
Cobertura	100%
Área de pastoreo	1.9 ha
Pérdida por pisoteo	50%
Días de reposo	45
Días de ocupación	1

Ganado

Peso UA estándar	400 kg
N° de animales	25
Consumo 12% PV	48 kg
Consumo 3% MS	12 kg

Tabla A 4. Datos del ganado.

Tabla A 5. PPNA pasto *Brachiaria brizantha* cv. *Marandú* en época seca.

Cortes	Gr/0.25mt ²	MS		
		Kg/0.25mt ²	Kg/ha	Ton/Ha
C1	280	0.280	11 203	11.20
C2	282	0.282	11 286	11.29
C3	281	0.281	11 236	11.24

Tabla A 6. PPNA pasto *Brachiaria brizantha* cv. *Marandú* en época lluviosa.

Cortes	MS			
	Gr/0.25mt ²	Kg/0.25mt ²	Kg/ha	Ton/Ha
C1	343	0.343	13 725	13.72
C2	392	0.392	15 677	15.68
C3	497	0.497	19 862	19.86

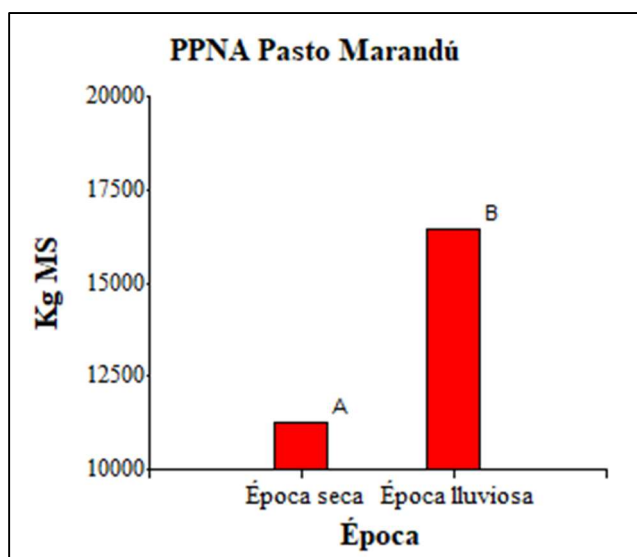


Figura A 5. PPNA del pasto Marandú (kg MS/ha) en época seca y época lluviosa, resultado de la prueba Tukey, Infostat.

Tabla A 7. Bromatología del pasto *Brachiaria brizantha* cv. *Marandú*.

Pasto	Bromatología					
	FDN %	Hemicelulosa	FDA%	Celulosa	LDA%	
Marandú	82.9	40.84	42.6	32.47	9.59	
	Humedad %	Proteína %	EE %	Cenizas %	Fibra cruda %	ELLN %
Base húmeda	79.56	2.87	0.71	2.24	7.46	7.16
Base seca		14.02	3.46	10.97	36.5	35.05

Fuente: Valle (2020).

Tabla A 8. Valores estándares de peso y consumo bovino.

Datos	
UA estándar	vaca de 400 kg
UA estándar de leche	vaca de 500 kg
Pasto	Marandú
Porcentaje de consumo	12 %
periodo anual	365 días
periodo de corte anual	45 días
Nº de cortes por año	6 cortes
Consumo de MS/día (400 kg) carne	16 kg MS
Consumo de FF/día (400 kg) carne	40 kg MV
Consumo de MS/día (500 kg) leche	10,3 kg MS
Consumo de FF/día (500 kg) leche	25,75 kg MV

Autor: Luis Álava

Tabla A 9. Consumo total de materia seca y forraje fresco del animal y energía diaria total del bovino de carne y leche.

Datos	Ganancia diaria	Consumo MS kg	Consumo FF kg	Energía total requerida
Ganado de carne de 400 kg	1 kg	12	40	11,46
Datos	kg de leche diaria	Consumo MS kg	Consumo FF kg	Energía total requerida
Vacas de 500 kg para producción de leche	6 kg	10,3	25,75	14,20

Fuente: NRC (Nathional Reserch Council) (2001); Meneses (2020).

Tabla A 10. Muestreo N° 1.

Fecha	09/8/2019	
N° muestra	Peso fresco (gr)	Materia seca (gr)
1	587	288
2	573	280
3	566	276
4	582	285
5	590	289
6	590	289
7	574	281
8	565	276
9	553	270
10	586	337
11	552	269
12	573	280
13	588	288
14	564	275
15	565	276
16	553	270
17	552	269
18	588	288
19	563	275
20	558	272
21	571	279
22	569	278
23	584	286
24	568	278
25	574	281
26	551	269
27	566	276
28	568	328
29	561	274
30	559	273
31	565	276
32	575	281
33	588	288
34	588	288
35	551	269
36	551	269
37	561	274
38	574	281
39	554	270
40	552	269
41	550	268
42	570	279
43	583	285
44	549	267
45	584	286
46	549	267
47	588	288
48	591	290
49	586	287
50	549	267
Promedio	569	280

Tabla A 11. Muestreo N° 2.

Fecha	25/9/2019	
N° muestra	Peso fresco (gr)	Materia seca (gr)
1	580	277
2	590	282
3	581	277
4	583	278
5	575	274
6	605	290
7	609	292
8	593	284
9	582	278
10	574	274
11	602	289
12	566	269
13	598	286
14	569	271
15	593	284
16	604	290
17	575	274
18	578	276
19	612	294
20	594	284
21	589	282
22	602	289
23	599	287
24	577	275
25	597	286
26	603	289
27	587	281
28	602	289
29	602	289
30	589	282
31	567	270
32	608	292
33	567	270
34	601	288
35	611	293
36	609	292
37	597	286
38	583	278
39	580	277
40	581	277
41	574	274
42	591	283
43	592	283
44	594	284
45	595	285
46	593	284
47	580	277
48	579	276
49	580	277
50	608	292
Promedio	590	282

Tabla A 12. Muestra N° 3.

Fecha	7/11/2019	
N° muestra	Peso fresco (Gr)	Materia seca (Gr)
1	556	281
2	548	276
3	571	289
4	550	277
5	573	290
6	542	273
7	568	287
8	575	291
9	552	278
10	569	287
11	549	277
12	546	275
13	539	272
14	576	291
15	542	273
16	557	281
17	539	272
18	564	285
19	539	272
20	550	277
21	540	272
22	539	272
23	561	283
24	562	284
25	569	287
26	578	292
27	564	285
28	569	287
29	573	290
30	552	278
31	571	289
32	566	286
33	548	276
34	545	275
35	540	272
36	572	289
37	547	276
38	574	290
39	577	292
40	578	292
41	542	273
42	548	276
43	556	281
44	538	271
45	544	274
46	577	292
47	562	284
48	539	272
49	555	280
50	540	272
PROMEDIO	557	281

Tabla A 13. Muestreo N° 4.

Fecha	22/12/2019	
N° muestra	Peso fresco (gr)	Materia seca (gr)
1	718	345
2	707	339
3	703	344
4	702	323
5	709	333
6	742	349
7	716	337
8	742	349
9	727	334
10	739	340
11	744	357
12	715	350
13	747	359
14	702	337
15	737	346
16	708	326
17	703	344
18	752	368
19	745	358
20	705	331
21	705	324
22	709	347
23	707	339
24	743	342
25	718	337
26	729	350
27	731	351
28	745	350
29	750	360
30	730	358
31	705	338
32	712	342
33	701	336
34	711	348
35	711	341
36	707	339
37	738	354
38	714	343
39	744	342
40	709	340
41	729	335
42	725	348
43	748	352
44	706	339
45	736	339
46	702	344
47	727	349
48	730	336
49	712	328
50	724	333
PROMEDIO	722	343

Tabla A 14. Muestreo N° 5.

Fecha	2/2/2020	
N° muestra	Peso fresco (gr)	Materia seca (gr)
1	831	374
2	834	384
3	832	391
4	843	405
5	833	383
6	840	403
7	831	391
8	846	406
9	841	378
10	844	397
11	838	402
12	847	381
13	846	398
14	834	409
15	849	416
16	852	383
17	842	413
18	843	388
19	849	382
20	843	379
21	837	410
22	830	374
23	851	383
24	832	374
25	839	411
26	839	394
27	830	382
28	852	417
29	839	378
30	850	408
31	833	375
32	833	400
33	830	382
34	845	406
35	848	382
36	836	410
37	853	384
38	830	407
39	836	393
40	838	411
41	834	375
42	853	392
43	837	410
44	831	374
45	846	381
46	844	405
47	850	383
48	845	380
49	848	382
50	830	374
PROMEDIO	840	392

Tabla A 15. Muestreo N° 6.

Fecha	15/3/2020	
N° muestra	Peso fresco (Gr)	Materia seca (Gr)
1	1 072	493
2	1 068	491
3	1 050	473
4	1 068	523
5	1 062	489
6	1 049	493
7	1 055	506
8	1 037	508
9	1 075	484
10	1 063	510
11	1 065	511
12	1 037	487
13	1 047	503
14	1 045	491
15	1 057	518
16	1 046	513
17	1 066	480
18	1 069	513
19	1 031	505
20	1 048	503
21	1 043	490
22	1 053	484
23	1 066	501
24	1 042	469
25	1 067	480
26	1 047	471
27	1 049	504
28	1 041	479
29	1 032	485
30	1 035	486
31	1 050	504
32	1 069	502
33	1 069	502
34	1 036	497
35	1 074	494
36	1 064	521
37	1 067	491
38	1 065	522
39	1 060	498
40	1 033	475
41	1 037	508
42	1 042	500
43	1 067	480
44	1 059	519
45	1 032	464
46	1 067	501
47	1 066	501
48	1 065	511
49	1 057	476
50	1 074	516
PROMEDIO	1 055	497

