

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA ANIMAL**



**“ESTABLECIMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LEGUMINOSAS
FORRAJERAS TROPICALES (*Stylosanthes guianensis*, *Arachis
pintoii* Y *Centrosema macrocarpum*) EN LA ALIMENTACIÓN
DE VAQUILLAS (*Gyrholando*)”**

**Presentada por:
GELVER ROMERO DELGADO**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN CIENCIA ANIMAL**

Lima - Perú

2024

Tesis Posgrado

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

1%

★ Gelper Romero Delgado, Mariano Echevarría Rojas, Fritz Trillo Zárate, Víctor Hidalgo Lozano et al. "Efecto del faique (*Acacia macracantha*) sobre el valor nutricional del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en un sistema silvopastoril", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2020

Publicación

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN NUTRICIÓN**

**“ESTABLECIMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LEGUMINOSAS
FORRAJERAS TROPICALES (*Stylosanthes guianensis*, *Arachis
pintoi* Y *Centrosema macrocarpum*) EN LA ALIMENTACIÓN DE
VAQUILLAS (*Gyrholando*)”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE**

**Presentada por:
GELVER ROMERO DELGADO**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ph.D. Carlos Gómez Bravo
PRESIDENTE

Ph.D. Enrique Flores Mariazza
ASESOR

Ph.D. Lucrecia Aguirre Terrazas
CO-ASESOR

Ph.D. Javier Ñaupari Vásquez
MIEMBRO

Ph.D. Maria Helena Souza de Abreu
MIEMBRO

Ph.D. Miguel Sebastian Castillo García
MIEMBRO EXTERNO

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN BOVINA.....	4
2.1.1	Componente suelo	4
2.1.2	Componente pasto	5
2.1.3	Componente ganado.....	6
2.2.	ECOLOGÍA Y ADAPTACIÓN DE LEGUMINOSAS TROPICALES	8
2.2.1	Autoecología.....	8
2.2.2	Fijación de nitrógeno en el suelo.....	12
2.2.3.	Establecimiento, utilización y manejo leguminosas	13
2.3	PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE LEGUMINOSAS	17
2.3.1.	<i>Stylosanthes guianensis</i>	17
2.3.2.	<i>Centrosema macrocarpum</i>	18
2.3.3.	<i>Arachis pintoi</i>	19
2.4	PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE LAS GRAMÍNEAS	19
2.4.1	<i>Panicum maximum</i>	20
2.4.2	<i>Brachiaria brizantha</i>	21
2.5	COMPORTAMIENTO.....	22
2.5.2.	Preferencia.....	23
2.5.3	Ingesta de forraje.....	24
2.5.4	Comportamiento animal.....	26
2.6	MANEJO DEL FORRAJE, ALTERNATIVAS DE PASTOREO Y RESPUESTA ANIMAL.....	27
2.6.1	Carga animal	28
2.6.2	Perfil alimentario.....	29
2.6.3	Plan de pastoreo	29
2.6.4	Alternativas de pastoreo en el trópico	31
2.6.5	Requerimiento de energía y proteína en vaquillas	32
2.6.6	Respuesta animal.....	34
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1.	ÁREA DE ESTUDIO	37
3.2.	CLIMÁTICAS Y SUELO DEL ÁREA EXPERIMENTAL	38
3.3.	ENSAYOS EXPERIMENTALES	39

A. Experimento 1. Establecimiento y rendimiento de tres leguminosas (<i>Stylosanthes guianensis</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> , <i>Arachis pintoi</i>) con suplementación de fósforo.	40
B. Experimento 2. Aceptación y preferencia en el consumo de leguminosas forrajeras en terneros	44
C. Experimento 3. Tasa de crecimiento de vaquillas como respuesta a la suplementación del banco de proteína	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1. EXPERIMENTO 1. ESTABLECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE TRES LEGUMINOSAS (<i>Stylosanthes guianensis</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> , <i>Arachis pintoi</i>) CON SUPLEMENTACIÓN DE FÓSFORO.....	52
4.1.1. Establecimiento	52
4.2.2. Altura de planta y porcentaje de cobertura	53
4.2.3. Producción de forraje.....	55
4.2.4. Enfermedades y plagas	56
4.2. EXPERIMENTO 2: ACEPTACIÓN Y PREFERENCIA EN EL CONSUMO DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN TERNEROS.....	59
Composición química del forraje	59
Prueba de aceptación de leguminosas	60
Prueba de preferencia de leguminosas	63
4.3. EXPERIMENTO 3. TASA DE CRECIMIENTO DE VAQUILLAS COMO RESPUESTA A LA SUPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE PROTEÍNA.....	66
Disponibilidad del forraje.....	66
Valor nutritivo de la dieta.....	67
Respuesta animal a la suplementación del banco de proteína.....	71
V. CONCLUSIONES	83
VI. RECOMENDACIONES	84
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
VIII. ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Caracterización del suelo del área de estudio.....	39
Tabla 2: Resumen de las variables evaluadas.....	47
Tabla 3: Respuesta del establecimiento y rendimiento de las leguminosas forrajeras	53
Tabla 4: Composición química del forraje	60
Tabla 5: Preferencia del consumo de tres leguminosas forrajeras por terneros Girolando en el trópico peruano.	64
Tabla 6: Forraje disponible en los potreros y valores nutricionales de la dieta de las vaquillas en los meses evaluados.....	68
Tabla 7: Presupuesto de actividades de los animales en pastoreo.	72
Tabla 8: Porcentaje en el consumo promedio de materia seca en base de su peso vivo	73
Tabla 9: Consumo y aporte de energía metabolizable por parte de la leguminosa en la dieta	76
Tabla 10: Consumo y aporte de proteína por parte de la leguminosa en la dieta	78
Tabla 11: Desarrollo de vaquillas en pastoreo en banco de proteína (<i>Stylosanthes guianensis</i>) y pasto de <i>Panicum maximum</i>	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del fundo “Pucayacu” - Instituto Regional de Desarrollo de Selva (IRD-Selva) de la Universidad Nacional Agraria La Molina.....	38
Figura 2: Variación de la precipitación (mm) local en el año 2019 y 2020.	39
Figura 3: Promedio de altura de las plantas en el establecimiento <i>Stylosanthes guianensis</i> : Sg, <i>Centrosema macrocarpum</i> : Cm, <i>Arachis pintoi</i> : Ap, sin fertilización de fósforo: P 0kg/ha, con fertilización de fósforo: P 40kg/ha, s: semana.	54
Figura 4: Cobertura del suelo (%). <i>Stylosanthes guianensis</i> : Sg, <i>Centrosema macrocarpum</i> : Cm, <i>Arachis pintoi</i> : Ap, sin fertilización de fósforo: P 0kg/ha y con fertilización de fósforo: P 40kg/ha	54
Figura 5: Efecto del fósforo en la producción de biomasa (kgMS/ha) de las leguminosas.	56
Figura 6: Hojas de <i>Arachis pintoi</i> cortadas por la hormiga <i>Atta sp</i>	57
Figura 7: Plántula de <i>Centrosema macrocarpum</i> cortada por la hormiga <i>Atta sp</i>	58
Figura 8: Plantula de <i>Stylosanthes guianensis</i> de 2 semanas	58
Figura 9: (a) Tasa de ingesta Promedio de gMS/min (b) Tasa de ingesta de Nitrógeno gN/min de tres leguminosas	61
Figura 10: Evolución de la tasa de ingesta de tres especies durante 3 días (a) gMS/min (b) gN/min.....	63
Figura 11: Variación de la disponibilidad del forraje en el <i>Panicum maximum</i> y <i>Stylosanthes guianensis</i>	67
Figura 12: Características químicas del forraje en el <i>Panicum máximo</i> y <i>Stylosanthes guianensis</i>	70
Figura 13: Evolución del balance nutricional de PC de las vaquillas durante los meses evaluados. (a) Sin acceso al banco de proteína. (b) Con acceso al banco de proteína.	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Promedio de precipitación mensual en los años 2019 y 2020	114
Anexo 2: Promedios de emergencia (%) de las leguminosas	115
Anexo 3: Análisis de varianza para la emergencia (%).....	116
Anexo 4: Base de datos de los promedios de producción (kgMS/ha).....	116
Anexo 5: Promedios de la producción primer corte	117
Anexo 6: Promedios de la producción segundo corte	118
Anexo 7: Promedio de la altura semanal y mensual de las plantas	118
Anexo 8: Promedio de la cobertura del suelo de las leguminosas.....	119
Anexo 9: Base de datos del promedio de los valores nutricionales.....	119
Anexo 10: Análisis de varianza para la materia seca de las leguminosas.	120
Anexo 11: Análisis de varianza para la proteína cruda (%) de las leguminosas.	120
Anexo 12: Análisis de varianza para el FDN (%) de las leguminosas.	121
Anexo 13: Análisis de varianza para la DIVMO (%) de las leguminosas.	121
Anexo 14: Datos del consumo de forraje verde en la prueba de aceptación	122
Anexo 15: Análisis de varianza del consumo (gr/min) de las leguminosas.	122
Anexo 16 : Promedios del consumo de forraje verde en 10 minutos (gr) en la prueba de preferencia	123
Anexo 17: Análisis de varianza del consumo (grFV) de las leguminosas.	123
Anexo 18: Datos de la disponibilidad del forraje (t MS/ha) en los potreros.	124
Anexo 19: Análisis de varianza de la disponibilidad del pasto (t MS/ha) en los potreros	125
Anexo 20: Análisis de varianza de la disponibilidad de la leguminosa (t MS/ha) en el banco de proteína.....	125
Anexo 21: Datos de los valores nutritivos de la dieta en los potreros.....	126
Anexo 22: Análisis de varianza de la PC en el pasto <i>Panicum maximum</i> de la dieta de las vaquillas.....	127
Anexo 23: Análisis de varianza de la DIVMO en el pasto <i>Panicum maximum</i> de la dieta de las vaquillas.	127
Anexo 24: Análisis de varianza del FDN en el pasto <i>Panicum maximum</i> de la dieta de las vaquillas.....	128
Anexo 25: Análisis de varianza de la PC en el <i>Stylosanthes guianensis</i> de la dieta de las vaquillas.....	129

Anexo 26: Análisis de varianza de la DIVMO en el <i>Stylosanthes guianensis</i> de la dieta de las vaquillas	129
Anexo 27: Análisis de varianza de la FDN en el <i>Stylosanthes guianensis</i> de la dieta de las vaquillas.....	130
Anexo 28: Datos de comportamiento (horas) de las vaquillas	131
Anexo 29: Análisis de varianza de las horas de pastoreo de las vaquillas.	131
Anexo 30: Análisis de varianza de las horas de Rumia de las vaquillas.	132
Anexo 31: Análisis de varianza de las horas parada de las vaquillas.....	132
Anexo 32: Análisis de varianza de las horas de caminata en las vaquillas	133
Anexo 33: Análisis de varianza del las horas de sentada de las vaquillas.....	133
Anexo 34: Análisis de varianza del las horas de otras actividades de las vaquillas.....	134
Anexo 35: Datos de peso inicial y final de las vaquillas.	134
Anexo 36: Análisis de covarianza de los pesos de las vasquillas.....	135

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el potencial productivo, aceptación y preferencia de tres leguminosas forrajeras tropicales y su efectividad para mejorar el status nutricional de vaquillas en crecimiento a partir de suplementación proteica utilizando banco de proteína. Este estudio se llevó a cabo en el Instituto Regional de Desarrollo de Selva (IRD-Selva), perteneciente a la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), ubicada en el distrito de la Banda de Shilcayo, provincia de Tarapoto, región San Martín. Para lograr el objetivo general se llevaron a cabo 3 experimentos. 1) Establecimiento y productividad de tres leguminosas (*Stylosanthes guianensis*, *Centrosema macrocarpum* y *Arachis pintoi*) con suplementación de fósforo. 2) Aceptación y preferencia en el consumo de leguminosas forrajeras en terneros. 3) Tasa de crecimiento de vaquillas como respuesta a la suplementación del banco de proteína. En el establecimiento de leguminosas se evaluó la emergencia (%), altura de la planta (cm), cobertura del suelo (%), relación Hoja/Tallo, disponibilidad del forraje (KgMS/ha), y presencia de plagas o enfermedades. En la aceptación y preferencia se evaluaron la tasa de ingesta (g/min). En el tercer experimento se evaluó, la disponibilidad del forraje en los potreros y banco de proteína, presupuesto de actividades, valores nutritivos de la dieta y tasa de crecimiento (g PV/día). Los resultados fueron: 1) *Stylosanthes guianensis* cv y *Centrosema macrocarpum* cv fueron más fáciles de establecer y alcanzaron una mayor productividad que *Arachis pintoi*, así mismo las especies presentaron una respuesta positiva significativa al abonamiento fosforado. 2) *A. pintoi* y *S. guianensis* presentaron mayor aceptación y preferencia. 3) Las vaquillas con acceso al *S. guianensis* como banco de proteína presento una ganancia de 481g / día y 421 g/día para el grupo sin acceso al banco de proteína. Se concluye que, el uso de *Stylosanthes guianensis* como banco de proteína mejoro notablemente la ingesta de energía y proteína cruda, repercutiendo en un mayor incremento en la tasa de crecimiento.

Palabras claves: Sostenibilidad, Banco de proteínas, leguminosas

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the productive potential, acceptance and preference of three tropical forage legumes and their effectiveness to improve the nutritional status of growing heifers from protein supplementation using a protein bank. This study was carried out at the Selva Regional Development Institute (IRD-Selva), belonging to the La Molina National Agrarian University (UNALM), located in the Banda de Shilcayo district, Tarapoto province, San Martín region. To achieve the general objective, 3 experiments were carried out. 1) Establishment and productivity of three legumes (*Stylosanthes guianensis*, *Centrosema macrocarpum* and *Arachis pintoi*) with phosphorus supplementation. 2) Acceptance and preference in the consumption of forage legumes in calves. 3) Heifer growth rate in response to protein bank supplementation. In the legume establishment, emergence (%), plant height (cm), soil cover (%), Leaf/Stem ratio, forage availability (KgMS/ha), and presence of pests or diseases were evaluated. In acceptance and preference, the intake rate (g/min) was evaluated. In the third experiment, the availability of forage in the pastures and protein bank, activity budget, nutritional values of the diet and growth rate (g LW/day) were evaluated. The results were: 1) *Stylosanthes guianensis* cv and *Centrosema macrocarpum* cv were easier to establish and achieved greater productivity than *Arachis pintoi*, likewise the species presented a significant positive response to phosphorus fertilization. 2) *A. pintoi* and *S. guianensis* presented greater acceptance and preference. 3) The heifers with access to *S. guianensis* as a protein bank presented a gain of 481g/day and 421g/day for the group without access to the protein bank. It is concluded that the use of *Stylosanthes guianensis* as a protein bank significantly improved energy and crude protein intake, resulting in a greater increase in the growth rate.

Keywords: Sustainability, Protein bank, legumes

I. INTRODUCCIÓN

Las regiones tropicales tiene un gran potencial para la producción de carne y leche; sin embargo, las pasturas cultivadas, presenta limitaciones debido al bajo contenido de proteína cruda y alto porcentaje de paredes celulares, originando una disminución de la productividad; así mismo, diversos estudios apuntan que el incremento de la temperatura ambiental a causa del cambio climático puede hacer que los pastos se vuelvan más fibrosos y menos proteicos debido al aumento de las concentraciones de CO₂ en la atmosfera (Rojas *et al.* 2017). De este modo, el ganado necesitará comer mayor cantidad de pasto para alcanzar su requerimiento nutricional, repercutiendo en una mayor producción metano. El aumento de la temperatura medias que se espera para las próximas décadas, es de al menos 2 °C más del promedio actual (King y Karoly 2017), presentando un impacto inesperado en la economía de los ganaderos. Por ello se están estudiando diversas alternativas para disminuir estas deficiencias nutritivas, dentro de las que destacan el uso de leguminosas forrajeras como banco de proteína, que desempeñan un papel muy importante en la alimentación de ruminantes en todo el mundo, debido a que poseen alto contenido de proteína cruda (PC), energía, producción de materia seca y digestibilidad de la materia seca.

Considerando la utilización de leguminosas forrajeras, en las zonas tropicales, nos asegura tener recursos alimenticios, aunque el clima cambie drásticamente, proveerá a los animales forraje de alta calidad nutricional que garantiza cumplir con los requerimientos nutricionales de los animales en pastoreo (Clemens *et al.* 2006), así mismo, contribuyen a la conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente con un énfasis particular en adaptación y mitigación del cambio climático. La introducción de leguminosas forrajeras que presente facilidad de establecimiento, adaptación, buena producción y persistencia, representa un importante avance en el sentido de diversificar la agricultura de la zona, ofreciendo posibilidades de desarrollo a la ganadería regional y mejorando la sostenibilidad de los sistemas de producción.

Las leguminosas tienen la capacidad de fijar N₂ atmosférico (Jensen y Hauggaard-Nielsen 2003) y como consecuencia ahorro en fertilizantes nitrogenados es uno de los atributos que hacen más atractiva la incorporación de leguminosas en sistemas silvopastoriles (Pezo 1995). Existen diferentes especies como el *Arachis pintoi*, *Centrosema macrocarpum*, *Stylosanthes guianensis*, etc, que pueden adaptarse a diferentes tipos de suelos, pero necesitan un suelo con buen drenaje y ausencia de anegamiento prolongados (González 1992). Así mismo, muchas de estas especies son capaces de establecer una relación simbiótica con los rizobios nativos.

Los sistemas de producción de pequeños propietarios en las regiones tropicales del Perú se basan principalmente en métodos tradicionales, donde el principal recurso de alimentación para el ganado vacuno son las gramíneas, que, debido a un mal manejo de sus potreros, disminuye su productividad. Así mismo, no existe una estrategia para la introducción de leguminosas forrajeras y su utilización como banco de proteína, sumado a esto la escasa información sobre su aceptación, preferencia por el animal y su respuesta al abonamiento fosforado en la producción de biomasa forrajera. El presente estudio tiene como propósito evaluar el potencial productivo, aceptación y preferencia de tres leguminosas forrajeras tropicales y su efectividad para mejorar el status nutricional de vaquillas en crecimiento a partir de suplementación proteica utilizando banco de proteína.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La cantidad y calidad de las pasturas para la alimentación del ganado vacuno se verán afectadas principalmente debido a un aumento en los niveles atmosféricos de CO₂ y la temperatura (Chapman *et al.* 2012). Bajo este escenario es necesario la introducción de leguminosas forrajeras como banco de proteínas para su aprovechamiento, ya que las leguminosas fijan nitrógeno al suelo y posteriormente a la planta, proporcionando un alimento de alto valor nutricional para los animales que lo consumen. Las leguminosas forrajeras desempeñan un papel muy importante en la alimentación de rumiantes en todo el mundo. Las leguminosas *Stylosanthes guianensis*, *Arachis pintoi* y *Centrosema macrocarpum* crece de forma natural en las regiones tropicales, subtropicales y templadas de África, Australia, el sudeste de Asia y América del Sur (Schultze-Kraft *et al.* 2018).

Los rumiantes, tales como ganado vacuno, ovejas y cabras, tiene un estómago dividido en cuatro cámaras y emiten metano durante la digestión que implica microbiana (entérica) fermentación de alimentos fibrosos y granos (Steinfeld *et al.* 2006). Aproximadamente 86 millones de toneladas de metano se liberan a nivel mundial cada año a partir de la fermentación entérica por sí sola (Steinfeld *et al.* 2006). La introducción de las leguminosas en los sistema ganaderos mejoraría la calidad del forraje ofrecido, permitiría aumentar la digestibilidad de la dietas, pudiendo reducir las emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica (O'Mara 2004).

Dentro de este contexto es de vital importancia el estudio de la introducción, establecimiento y producción de especies leguminosas que permitan una mayor calidad de la dieta para los animales mejorando de esta manera los rendimientos productivos, teniendo como meta el establecimiento de una actividad pecuaria rentable y auto sostenida. Con la finalidad de incrementar la productividad y la autosostenibilidad de la producción ganadera.

2.1 EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN BOVINA

El enfoque actual de sistemas de producción, visualiza en forma integrada al sistema de producción, en el que se combinan los componentes suelo, pasto y ganado (Quijandria 1990). La zona tropical ganadera que corresponde a la región San Martín, se observa un típico sistema productivo ganadero familiar, que posee una extensión promedio entre 20 y 50 hectáreas, de los cuales entre un 30 a 40% es trabajada, como área de pastoreo, que comprende el cultivo de pastos de gramíneas tropicales, pastos naturales, entre 20 y 30% es utilizada en cultivos agrícolas perennes (cacao, plátano, mango, etc), dedican 20% de cultivos forestales y no más de 20% mantienen como bosque primario o como purma (Ruiz *et al.* 2023).

El área de estudio, según la descripción ecológica de Holdridge citado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales en 1978, se encuentra dentro de la zona de vida denominada Bosque húmedo Tropical (bsh-T), la precipitación pluvial en la zona está comprendida entre 1000 a 1200 mm anuales, siendo los meses de mayor precipitación entre febrero y mayo. Con una temperatura media anual de 27.8 ° C y una humedad relativa de 78.05 % como promedio anual (Estación Experimental Agrícola El Porvenir). Se caracteriza por poseer un clima cálido seco, con una estacionalidad muy marcada, donde la escasez de lluvias es muy marcada durante gran parte de los meses del año, siendo ésta una limitante para el desarrollo de cultivos producidos a base de las lluvias (secano).

2.1.1 Componente suelo

Las características físicas de un suelo se determinan en base la relación entre aire, agua, materia orgánica, plantas y la partícula de suelo, por lo que proporcionan información relativa de la aireación y al estado hidrológico de este componente, tal como entrada de agua y capacidad de almacenamiento en la zona de raíces. Las propiedades físicas también proporcionan información relacionada con la capacidad del suelo para soportar esfuerzos físicos asociados con la salpicadura de gotas de lluvia o entradas rápidas de agua que contribuyen a la desagregación, dispersión y erosión (Ruiz *et al.* 2023).

La degradación de la fertilidad física del suelo en las pasturas hace referencia a las acciones de sobrepastoreo que causan compactación del suelo, que pueden provocar un deterioro de las propiedades físicas que afectan directamente el crecimiento de los pastos (Romero *et al.* 2021).

Agua disponible, suministro de oxígeno, temperatura y resistencia mecánica, estos factores de control directo son afectados por otras cuyas acciones es indirecta sobre el crecimiento del pasto: densidad aparente, compactación, textura, estructura, porosidad, distribución de tamaño de huecos e interconexiones entre ellos (Porta *et al.* 2003).

Los ganaderos de San Martín no cuentan con un sistema de pastoreo adecuados, como consecuencia, generalmente se realiza el sobrepastoreo, la inexistencia de sistemas de rotación que determinan la eliminación del cultivo de pastos, dando oportunidad a la presencia de malezas tanto herbáceas, arbustivas y arbóreas nativas, perdiendo su valor forrajero. Así mismo, en la mayoría de los suelos de los ganaderos se presenta la exposición de la capa superficial del suelo, generando serios problemas de erosión, por efecto de la compactación y la escorrentía superficiales, principalmente en la temporada de lluvias, generando la desertización de los suelos por la pérdida de la capa arable (Ruiz *et al.* 2023).

2.1.2 Componente pasto

La Región San Martín, existen aproximadamente 1 182 361 Has de Pastos, donde el 72 % son pastos manejados y 28% son pastos no manejados (MIDAGRI 2020). Los pastos que predominan en los campos de pastoreo están compuesto por especies de *Brachiaria brizantha* y *Panicum maximun* como gramíneas cultivadas, así como, con especies de pastos naturales y naturalizados como la *Hyparrhenia sp*, *Esporobulus sp* y *Swinglea sp*, siendo esta ultimas de baja aceptabilidad, estos pastos crecen en campos donde se cuenta con árboles como *Guaba caite* (Guaba), *Guazuma ulmifolia* (Bolaina negra), *Calcophyllum spruceanum* (Capirona), *Manilkara bidentada* (Quinilla), *Prosopis pallida* (Huarango o algarrobo) distribuidos en los potreros (Zarate 2020).

El cultivo de pastos, sigue procedimientos tradicionales como la tala, picacheado y quema del bosque secundario, que luego se siembra al voleo o utilizando el tacarpo, herramienta rudimentaria que sirve para realizar agujero en el suelo donde se deposita la semilla. El cultivo se realiza al inicio de lluvias que corresponde a los meses de noviembre y enero. No cuentan con sistemas de riego, toda el agua lo provee la temporada de lluvias. En la siembra de pastos, consideran básicamente gramíneas adaptadas, no utilizan leguminosas, lo que como consecuencia la dieta presenta una deficiencia nutricional tanto en energía, proteína calcio y fósforo (Nuñez 2017; Romero 2018).

Cuando los pastos se establecen en áreas de montes vírgenes o purmas viejas en el trópico, no se fertiliza al establecimiento, debido a que existe una fertilidad natural del suelo, por la ceniza adicionada por la quema, sin embargo, después del tercer o cuarto año, es necesario realizar una fertilización de mantenimiento, especialmente al momento de realizar el manejo de corte o cosecha (Guizado 2005). El fósforo (P) es esencial para el crecimiento de los pastos. Actúa en la fotosíntesis, la respiración, almacenamiento y transferencia de la energía, interviene en la división celular y en muchos otros procesos de la planta ayudan a: un rápido desarrollo de las raicillas laterales y fibrosas, aumentar la eficiencia del uso del agua, acelerar la madurez, contribuir a aumentar la resistencia a algunas enfermedades, incrementar la producción de las cosechas, promueve la presencia de leguminosas, incrementar la producción de los forrajes, aumentar la actividad biológica del suelo (Parian 2002).

2.1.3 Componente ganado

La Región San Martín cuenta con una población de 228,826 cabezas, de las cuales 85,000 son mejorados mediante el cruce con otras razas (Ibazeta *et al.* 2018). La ganadería está orientada hacia la cría del ganado doble propósito en su mayor parte, como también a la producción de leche. El típico hato lechero en la Región está conformado por un promedio de 57 cabezas de vacunos cruzados Gyrolando en distintos niveles de cruzamiento, con predominio de cebú, la alimentación es exclusiva al pastoreo, el tiempo que permanecen los animales en los potreros es de aproximadamente 12 horas al día, asignando en promedio 6 horas al descanso y la rumia de manera intermitente durante el día de pastoreo (Ruiz *et al.* 2023).

El manejo del hato generalmente es pastoreo rotativo, permaneciendo en potreros 1 a 5 hectáreas de extensión, así mismo el recorrido entre la sala de ordeño o estancia del ganado durante la noche hacia los potreros de pastoreo es de aproximadamente 5 kilómetros al día, los ordeños se realiza por las mañanas entre las 5 y 7 de la mañanas, la producción de leche promedio es 5.6 litros de leche por vaca/día, la duración de la campaña láctea en promedio es de 6 a 9 meses, pudiendo reducirse a menos, cuando se separa el ternero de la madre (Ruiz *et al.* 2023).

El sistema de manejo que predomina es el extensivo, sin embargo, presenta resultados deficientes que se traducen en poca producción y productividad tanto por animal como por unidad de área. La principal limitante para aumentar la productividad en este sistema son los limitados valores nutricionales de las pasturas, generando una baja productividad animal, una de las alternativas para incrementar la productividad, es desarrollar estrategias de producción que permitan superar las deficiencias nutricionales como el uso de leguminosas para la suplementación dentro de las que se encuentra el uso de banco de proteínas o leguminosas para ramoneo como cercos vivos por mencionar algunas de estas alternativas, además, de una estrategia que tenga en cuenta las opciones genotipo animal, uso de la tierra y la capacidad de los ganaderos para implementar nuevas tecnologías.

Existen dos estrategias de cruces para obtención de animales de la raza Gyrolando. En la primera, se debe cruzar un toro Gyr puro con una vaca Holstein pura, el producto de este cruce es un F1, es decir, $\frac{1}{2}$ Holstein y $\frac{1}{2}$ Gyr, este F1 se cruzará con un toro Gyr puro, obteniendo un cruce: $\frac{1}{4}$ Holstein x $\frac{3}{4}$ Gyr, el cual se cruzará con un toro Holstein puro, que dará como resultado, un producto $\frac{5}{8}$ Holstein y $\frac{3}{8}$ Gyr (Silva & Martins 2013). En la segunda estrategia, puede ser utilizando toros que no sean puros, es decir, toros $\frac{3}{4}$ Holstein + $\frac{1}{4}$ Gyr, donde el cruce es más directo, se cruza un toro Holstein puro, con una vaca Gyr pura, el producto de este cruce es un medio sangre Holstein-Gyr el cual se cruzará con un toro $\frac{3}{4}$ Holstein y $\frac{1}{4}$ Gyr, el producto final será un Gyrolando $\frac{5}{8}$ Holstein + $\frac{3}{8}$ Gyr (Silveira 2008) citado por Arboleda (2020).

Los índices de fertilidad, precocidad y longevidad de 10 años, el peso de los becerros al nacer oscila entre 23 y 26 kg, son muy evidentes en esta raza, normalmente la edad al primer parto puede alcanzar los 30 meses de edad. El intervalo entre partos del grupo genético $\frac{1}{2}$ Holstein x $\frac{1}{2}$ Gyr fue en promedio de 442 días, mucho menor que en el grupo de Holstein puro que es de 458 días. La heterosis es uno de los mayores atributos de los cruces F1, ya que le brinda alta rusticidad dada por el Gyr, combinado con la alta producción de la raza Holstein (Delgado *et al.* 2012). El promedio de producción de leche para la raza Gyrolando es de 4223 kilogramos, con una concentración de grasa del 4%, y con una duración de lactancia de 305 días, alcanzando el pico de producción aproximadamente entre los 30 y los 100 días (Arboleda 2020).

2.2. ECOLOGÍA Y ADAPTACIÓN DE LEGUMINOSAS TROPICALES

2.2.1 Autoecología

Stylosanthes guianensis

Stylosanthes es una leguminosa perenne, nativa de América del Sur (Colombia, Venezuela, Bolivia, Argentina, Brasil, Perú, Paraguay, Surinam; América Central (Guatemala, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Panamá); América del Norte (México).

Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Fabales
Familia: Fabaceae
Género: *Stylosanthes*
Especie: *S. guianensis*

El *Stylosanthes* también llamada Stylo, es una leguminosa semi-erecta que puede alcanzar una altura de 1-1.5 metros, tiene una fuerte raíz que es nodulada. Los tallos son muy ramificados y pueden ser leñosos en la base. Es una especie frondosa que permanece verde bajo condiciones secas. Las hojas son trifoliadas con folíolos elípticos a lanceolados, 0,5-45 mm. largo x 20 mm de ancho. La inflorescencia es una espiga de flores densas, con hasta 40 flores por cabeza. Las flores son de color amarillo a naranja con rayas negras o rojas. El fruto es una vaina de una semilla, de 2-3 mm de largo x 1.5-2.5 mm de ancho. Las semillas son muy pequeñas, de color marrón pálido o de color púrpura (Mannetje 1992; Cook *et al.* 2005). Hay 7 variedades de *Stylosanthes*, var. *guianensis* (Stylo común) y var. *intermedia* (tallo fino Stylo) (Mannetje 1984). Stylo de tallo fino tiene tallos más finos y más cortos que el Stylo común (1-2 mm de diámetro y solo 30 cm de altura). Su inflorescencia es un racimo más denso y las semillas son marrón amarillento (Mannetje 1984; Cook *et al.* 2005).

Stylo se adapta bien a diferentes suelos, ácidos, bien drenados, aunque prefiere suelos de fertilidad baja con pH de 3.5 – 6.5. alturas de hasta 1200 metros sobre el nivel del mar (msnm) con precipitaciones anuales de 1000 – 2500 milímetros. Esta especie se caracteriza por permanecer verde durante la época seca por largo tiempo, tolera sequía, pero no humedad excesiva (Mannetje 1992)

Stylo puede crecer en lugares donde la precipitación anual varía de 700 a 5000 mm, pero mejora entre 1000 y 2500 mm en general entre 600 y 1800 mm para tallo fino. Es una leguminosa de temporada cálida que crece en lugares donde las temperaturas anuales son entre 23 y 27 ° C. Sin embargo, puede sobrevivir a las heladas ligeras (0 ° C) y puede seguir siendo productivo hasta 15 ° C. Desarrolla bien en la mayoría de los suelos, desde arenas hasta arcillas ligeras (incluyendo aquellos que son relativamente infértiles o privados de P) siempre que estén bien drenados. El pH del suelo que varía de 4 a 8,3 es aceptable para var. *guianensis*; Así también, tiene cierta tolerancia de Al y Mn y es poco tolerante a la sal y es una especie de luz completa (Cook *et al.* 2005).

Centrosema macrocarpum

Es una leguminosa herbácea perenne originaria de América y África tropical, hay que destacar que su nombre común se desconoce aunque en diferentes artículos se puede encontrar con el nombre de *Centrosema*.

Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Tribu: Phaseoleae

Género: *Centrosema*

Especies: *C. macrocarpum*

El *Centrosema* es una especie de crecimiento rastrero y voluble, y existen accesiones en las que sus entrenudos se enraízan, sus hojas trifoliadas, con pecíolos pubescentes, su inflorescencia es en forma de racimos axilares que pueden llegar a

tener hasta 30 flores papilionáceas de un color crema y de color púrpura en el centro y se encuentran por lo general en pares. Finalmente presenta vaina dehiscente, lineal que puede llegar a medir de largo 30 centímetros y de ancho 1 centímetro, puede llegar a tener entre 20 – 25 semillas, de una forma que va desde oblongas – rectangulares de colores diversos que van desde amarillo-café, negra y moteadas y pueden medir 5 x 3 milímetros. Crece bien en climas húmedos y subhúmedos con suelos de fertilidad baja – media que sean bien drenados y varias texturas, aunque en suelos arcillosos se desempeña mejor, es muy tolerante a suelos que sean muy ácidos, con niveles altos de Aluminio (Clemenets *et al.* 1997).

El *Centrosema* durante la época lluviosa su crecimiento es muy vigoroso y resiste hasta seis meses de sequía, período durante el cual se mantiene siempre verde, lo cual está asociado al desarrollo de un sistema radical profundo. Posee gran capacidad de rebrote luego del pastoreo, pero poca cuando es sometida a fuego, una de las mayores limitaciones en las pasturas tropicales es el nitrógeno. El N es considerando un costo económico para los ganaderos en el uso de fertilizantes y sin perspectivas de disminuir, es necesario conocer un nivel óptimo de producción utilizando leguminosas como fuente principal de nitrógeno (Skerman 1990).

Las plantas leguminosas son una excelente forma de aportar este nutriente, pero es de vital importancia que se encuentren condiciones ambientales propicias para poder realizar el proceso de fijación de nitrógeno (Carámbula 2002). El *Centrosema* posee un hábito de crecimiento postrado, estolonífero y se adapta bien a la sombra (Zelada e Ibrahim 1996; Andrade y Valentín 1999), lo cual explica en parte el éxito como cultivo de cobertura. Además, persiste bajo pastoreo, debido a su hábito de crecimiento, la habilidad de sus estolones para enraizar y la alta reserva de semilla en el suelo (Jones 1993). También presenta un alto potencial para cobertura en cultivos perennes como cítricos (Rincón y Orduz 2004).

Arachis pintoi

Es una leguminosa perenne originaria de Suramérica, comúnmente llamada Maní Forrajero. Produce estolones abundantes y es capaz de producir en sus nudos plantas nuevas, lo cual facilita una rápida cobertura del terreno. Los tallos, a pesar de estar

postrados inicialmente, pueden llegar a crecer ascendentemente hasta 50 centímetros (cm) de alto. Sus hojas son tetrafoliadas, con foliolos ovados que miden de 4,5 x 3,5 cm.

clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Faboideae

Tribu: Aeschynomeneae

Género: *Arachis*

Especie: *A. pintoii*

Arachis es una especie que se adapta bien en regiones tropicales con alturas de 0 a 1 800 msnm y con una precipitación de 2 000 a 3 500 mm anuales (Argel y Pizarro 1995). Así mismo, se ha adaptado adecuadamente en zonas de trópico húmedo con precipitaciones hasta de 4 500 mm anuales (Roig 1989). forrajera posee un hábito de crecimiento postrado, estolonífero y se adapta bien a la sombra (Zelada e Ibrahim 1996; Andrade y Valentín 1999), lo cual explica en parte el éxito como cultivo de cobertura. Además, persiste bajo pastoreo, debido a su comportamiento en el crecimiento, la destreza de sus estolones para enraizar y la alta reserva de semilla en el suelo (Jones 1993).

Durante su establecimiento y producción *Arachis* disminuye la invasión de malezas en el cultivo, así como el costo para su control (Rincón y Orduz 2004). Nieto (2004) reportó que la capacidad de crecimiento del maní forrajero como también es conocido el *Arachis pintoii*, no se ve afectada bajo la sombra y facilita su asociación con forrajes de corte.

2.2.2 Fijación de nitrógeno en el suelo

Las leguminosas en general contribuyen al uso sostenible del suelo a través de la fijación de nitrógeno y la mayor actividad biológica en el suelo (Ara *et al.* 1996; Decaens *et al.* 1994), esto sugiere el establecimiento de leguminosas compatibles con gramíneas bajo condiciones tropicales para suplir las necesidades de nitrógeno, mejorando así el valor nutritivo, incremento de la concentración de proteínas, digestibilidad y la capacidad de carga animal debido a la materia seca producida, sin aplicaciones de fertilizantes nitrogenados (Roca 1998; Hammond y Chase 1997).

Además, la presencia de leguminosa en la dieta animal, ayuda a incrementar el consumo voluntario y la eficiencia de utilización de la energía en las gramíneas tropicales (Pezo *et al.* 1992), teniendo en consideración desde luego que estas anualmente pueden fijar entre 100 a 200 kg de nitrógeno por ha/año, es decir un equivalente a la aplicación de 500 kg/ha de urea por año (CIAT 1999). A pesar que las leguminosas mejoran la calidad de las pasturas, en los animales de ordeño, se requiere suministrar un concentrado que logre un buen balance de proteína-energía, así como incrementar el alimento consumido por los animales, de manera que estos puedan expresar su potencial productivo de leche y carne, dentro de los límites económicos (Urbano *et al.* 2005). Muchas especies de leguminosas se han utilizado provisionalmente como forraje para rumiantes domésticos para mejorar la productividad en América del Sur (Miles & Grof 1997).

La capacidad que poseen las leguminosas para fijar nitrógeno (N₂) atmosférico en el suelo para su posterior incorporación en el material forrajero permitiría un ahorro en fertilizantes nitrogenados en el sistema productivo, siendo este el principal atributo que hacen atractiva la incorporación de leguminosas en sistemas ganaderos (Pezo 1995). Las leguminosas establecen una relación simbiótica con los rizobios nativos, pero ha mostrado mejores resultados cuando se inocula con la cepa que mejores sus niveles productivos y valor nutritivo que además, permiten acelerar el desarrollo de las nuevas plantas y promover tempranamente la fijación de N₂. Es recomendable no aplicar posterior de nitrógeno fertilizante, porque podría inhibir el desarrollo de nódulos y en consecuencia se vería afectada la actividad fijadora de N₂ atmosférico. La determinación de la cantidad de nitrógeno fijado por las leguminosas (*S. guianensis*, *C. macrocarpum* y *A. pintoi*) son

variables, tanto por la especie inoculada, el tipo de suelo precisión de los métodos utilizados, como por la influencia de factores ambientales y de manejo (Pezo *et al.* 1992).

2.2.3. Establecimiento, utilización y manejo leguminosas

En la Región San Martín existen muchas áreas de protección intervenidas principalmente por la población migrante, lo cual ha provocado una deforestación, degradación y erosión de suelos. La mayor parte de estas zonas intervenidas inicialmente fueron sembradas con cultivos de pan llevar como el maíz, yuca, etc. para luego instalar pastos que no les genera ninguna utilidad debido a que algunas zonas son de excesiva pendiente que no permite el pastaje de los animales, como consecuencia resultan terrenos depredados y erosionados (Alegre *et al.* 2017). En estas áreas es necesario establecer especie leguminosas de rápido crecimiento que pueden significar ingresos de nitrógeno al suelo y a la vez que permita la reducción de la erosión de los suelos (Mara *et al.* 2014).

a) Establecimiento de leguminosas forrajeras tropicales

Cuando se usan semillas o tallos (estolones), existen tres formas de establecimiento de leguminosas rastraras (Nieuwenhuyse *et al.* 2008).

Manual: Por golpe se siembran entre 2 a 4 fracciones de tallo de unos 40 a 60 cm de largo. Al enterrarlos, se deja salir de la tierra uno o los 2 extremos de los tallos. La fracción de tallo tengan de 2 a 3 nudos (yemas) y por lo menos, uno de ellos quede bien tapado con tierra y haciendo buen contacto con el suelo.

Mecánico: Se distribuye material vegetativo uniformemente sobre el terreno. Los tallos tienen que tener más de 50 cm de largo, Luego, se pasa la rastra fina para enterrar este material. Es importante que la persona que maneje el tractor evite que la rastra se asiente mucho o se entierre sobre el terreno, con esto se evita que el material se enrede.

Usando ganado: Se distribuye el material (tallos o esquejes) uniformemente sobre el terreno, se guía un grupo de animales hasta lograr que su pisoteo haya enterrado buena parte de los tallos. Es importante mantener los animales en movimiento para evitar que ellos

coman el material de siembra. Siempre es mejor usar material vegetativo recién cortado y no marchitado, para alargar el período durante el cual el pasto no se seca.

La opción que prevalece actualmente para hacer frente a la mayoría de las limitaciones ambientales para la producción de forrajes tropicales es la selección de genotipos de plantas apropiados, combinados con el uso de ganado al pastoreo para optimizar las condiciones tropicales, es una alternativa sostenible es el uso de leguminosas forrajeras como fuente de proteínas. A pesar de los esfuerzos de investigación y desarrollo durante los años 1994 y 2013 (Argel 1994; Ramos *et al.* 2010), la adopción y establecimiento de *Sylosanthes guianensis*, *Centrosema macrocarpum* y *Arachis pintoi*, para uso en banco de proteína en las zonas tropicales húmedas y subtropicales sigue siendo limitada a casos exitosos específicos (Shelton *et al.* 2005). Existen varios criterios para seleccionar una especie de leguminosa a utilizar para el establecimiento de un banco de proteína, como: a) aceptabilidad por parte del animal; b) adaptación a las condiciones agro-ecológicas de la zona donde se piensa instalar el banco; c) resistencia al corte o al pastoreo; d) resistencia a plagas y enfermedades; e) producción de buena cantidad de material comestible y produzca semilla (Assis *et al.* 2013).

b) Utilización de leguminosas forrajeras tropicales

Stylosanthes guianensis

Stylosanthes guianensis es una especie utilizada muchos países tropicales por ser adaptable a regiones húmedas, así como a una amplia gama de condiciones edáficas (Ramos *et al.* 2017). Stylo puede sembrarse en monocultivo o mezclado con especies acompañantes. En Australia, a menudo se cultiva en pastizales nativos (Partridge 2003). Stylo puede sembrarse en parcelas y no debe enterrarse ya que las semillas son muy pequeñas. En zonas húmedas, se puede sembrar en cualquier momento siempre que no haya un período seco durante su establecimiento. En las partes más secas, se debe sembrar tan pronto como sea posible después del inicio de la temporada de lluvias, y al menos dos meses antes de que cese la lluvia (Husson *et al.* 2008).

Centrosema macrocarpum

La excelente adaptación de esta leguminosa a las condiciones tropicales peruanas, le confiere un potencial de uso en producción forrajera (Reyes y Ara 1999), es una especie herbácea perenne, con tallos volubles, trepadores, su importancia se debe a la capacidad para adaptarse a diferentes condiciones de suelo y clima y al valor nutritivo de sus hojas para la alimentación animal (Schultze-Kraft 2000) y responde muy bien a la fertilización nitrogenada y fosfatada (Soto *et al.* 2009)

La semilla de *Centrosema*, presentan tegumento o testa dura impermeable al agua, como la mayoría de leguminosas forrajeras, la cual es una característica benéfica para la supervivencia de la especie, sin embargo, en condiciones climáticas favorables, reducen la germinación y para aumentar este proceso es necesario la escarificación de la semilla, para lo cual existe diferentes métodos como: escarificación mecánica o química, remojo en agua o tratamiento con calor (Burbano 1990).

Por otro lado, el P es reconocido como uno de los nutrientes limitantes para el establecimiento del género *Centrosema* en zonas tropicales de Perú (Arevalo *et al.* 2003), así mismo, este problema se puede corregir con el uso de abonos químicos fosfatados de alta solubilidad como el super fosfato simple (SFS) o con la aplicación de fuentes menos solubles, pero al mismo tiempo más económicas como roca fosfórica (Alegre y Chumbimune 1992). En varias investigaciones han demostrado las propiedades benéficas de la roca fosfórica; cuya utilización en la fertilización de los suelos pobres en P. La fertilización con P incrementa significativamente la cobertura y la biomasa seca de *Centrosema macrocarpum*, individual e interactivamente. La naturaleza de la respuesta fue diferente a las 4, 12 y 20 semanas después de la siembra. La fertilización con P no afectó significativamente el número de plántulas (Reyes y Ara 1999).

Arachis pintoii

Arachis es considerado como un recurso forrajero adaptado y de alta calidad en regiones tropicales; Esta leguminosa asociada con gramíneas ha mostrado ser promisoría, debido a su capacidad de rebrote bajo pastoreo y a la producción adecuada de carne y leche en los sistemas de alimentación que emplean esta leguminosa (Lascano 1993).

Esta leguminosa forrajera posee un hábito de crecimiento postrado, estolonífero y se adapta bien a la sombra (Andrade y Valentim 1999; Zelada e Ibrahim 1996), lo cual explica en parte el éxito como cultivo de cobertera en la producción agrícola. La especie prospera en un rango de ambientes tropicales, que va desde 0 a 1,800 msnm, con una precipitación total anual de 1 600 - 3 500 mm bien distribuida a través del año.

Manejo de leguminosas tropicales

Las leguminosas manejadas en monocultivo como banco de proteína permiten mejorar la calidad de la dieta del ganado. Los bancos de proteína mejora los valores nutricionales de las dietas que consumen los animales, debido a que presentan niveles altos de proteína cruda, en la mayoría de los casos mayor digestibilidad que los pastos. En la Región San Martín se puede encontrar especies de *leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea*, *Morus alba*, *Moringa oleífera*, principalmente (Ibazeta *et al.* 2018). el uso de leguminosas proveniente de bancos forrajeros se constituye una estrategia nutricional en la suplementación de ganado en los trópicos, cuya finalidad es maximizar la producción de biomasa de alta calidad, para suplir las necesidades de requerimiento de ganado de alto nivel productivo.

En algunos países de América del sur como Colombia se realiza esfuerzos de diversas instituciones estatales para realizar acciones que permitan desarrollar programas sustentables, tal es el Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, cuyo propósito es promover la adopción de sistemas silvopastoriles intensivos (SSPI) más eco-amigables con el medioambiente que los sistemas tradicionales a base de granos (Uribe *et al.* 2011). Investigaciones recientes ha demostrado que los sistemas de pastoreo basados en el uso de leguminosas tienen la capacidad de reducir los problemas ambientales aumentando la eficiencia del uso de Nitrógeno (Gonzales 2016). Así mismo, la leguminosa forrajera contiene niveles moderado de compuestos secundarios (taninos condensados y flavonoides) que ofrecen ventajas considerables en el bienestar animal e incluido una mayor resistencia a parásitos (Diaz *et al.* 2010). Los beneficios y efecto negativos están condicionados por la concentración y estructura de estos compuestos secundarios (Hosten *et al.* 2012).

2.3 PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE LEGUMINOSAS

La producción se basa en la tasa de crecimiento del forraje, el incremento en tamaño y peso de nuevo tejido de hojas y tallos por unidad de tiempo. La tasa de crecimiento se incrementa rápidamente después del pastoreo debido a la fotosíntesis compensatoria que presentan especies de leguminosas y pastos. La biomasa vegetal aérea se refiere a las partes de las plantas que están por encima del suelo, incluyendo la pastura viva y muerta, expresada como KgMS/ha en cualquier época del año (Korte 1987).

Las leguminosas forrajeras son una opción para aumentar la disponibilidad de proteína en la producción ganadera, así mismo, las leguminosas contienen metabolitos secundarios, como compuestos fenólicos, que pueden beneficiar o afectar negativamente al animal que la consume (Jezierny *et al.* 2010). Los compuestos fenólicos están asociados con el sabor y olor del alimento y pueden modificar la fermentación ruminal y algunos casos reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Evans y Martin 2000). Entre los principales compuestos secundarios se encuentran los taninos que en altas concentraciones en las leguminosas forrajeras la hacen menos aceptada por el animal (Patra *et al.* 2006). Sin embargo, los compuestos secundarios pueden actuar contra parásitos gastrointestinales (Aerts *et al.* 1999), son antioxidantes naturales y pueden mejorar la resistencia al estrés por calor (Liu *et al.* 2011).

2.3.1. *Stylosanthes guianensis*

Es una leguminosa forrajera de alto rendimiento que puede producir 10-20 t MS/h dependiendo de la fertilidad del suelo (Cook *et al.* 2005), puede ser pastoreado, pero es sensible al pastoreo intenso. No debe pastarse hasta 6-8 semanas después de la siembra. Pastoreo rotacional es preferible con intervalos de descanso de 4-8 semanas (Skerman *et al.* 1990). Así también esta especie ha sido utilizada para mejorar el valor nutritivo de los pastizales naturales en Australia (Partridge 2003). Su utilización como banco de proteína puede ser utilizado en sistema de corte y acarreo, debido a que se puede cortar fácilmente y luego alimentar fresco al ganado (Skerman *et al.* 1990).

Stylosanthes puede producir heno, pero debe manipularse con cuidado para que no perder sus hojas durante el proceso de elaboración, ya que las hojas son las que presentan el mayor contenido nutricional. No debe cortarse por debajo de 20 cm y no más de una vez al año

(Skerman *et al.* 1990). es particularmente adecuado para forraje en áreas subhúmedas tropicales y subtropicales con una estación seca marcada. Asimismo, se utiliza para heno, sistemas de pastoreo, corte y acarreo (Cook *et al.* 2005). Stylo es bastante apetecible para el ganado cuando está maduro y puede crecer en suelos relativamente infértiles. Puede ser intercalado con arroz y exagerado en pastizales naturales. Es un cultivo de cobertura valioso en plantaciones de coco y aceite de palma (Husson *et al.* 2008).

La producción, *Stylosanthes guianensis* también se usa para alimentar cerdos en el sudeste asiático (Khoutsavang 2005) suele ser un forraje muy utilizado en América del Sur; sino también en Asia sudoriental, África y Australia, donde se habían desarrollado muchos cultivares para adaptarse a las condiciones locales de crecimiento australiano (Mannetje 1992). Sin embargo, en la década de 1970, un brote importante de la enfermedad antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, devastaron los cultivos de Stylo en todo el mundo. Desde entonces, los esfuerzos de reproducción se han centrado en el desarrollo de antracnosis resistente cultivares El CIAT 184, desarrollado en Perú, es resistente a la antracnosis en los trópicos húmedos y cultivares derivados de esta línea se han cultivado con éxito en América del Sur (Amezquita *et al.* 1991). La digestibilidad de la materia seca de *Stylosanthes guianensis* varía entre 51 y 67%, lo que es bajo en comparación con otras leguminosas tropicales. Tiene una alta proporción de proteínas moderadamente solubles, en comparación con otras leguminosas usadas en climas tropicales (Magalhaes *et al.* 2003).

2.3.2. *Centrosema macrocarpum*

Esta especie puede producir entre 10 – 15 toneladas de materia seca por hectárea año. Así mismo, Skerman *et al.* (1988) reportaron que la producción de materia seca alcanza los 3 t ha/año. Cuando se asocia con gramíneas forrajeras se obtienen ganancias de peso de 225 kg ha/año. Es una especie de pasto de crecimiento vigoroso y de alto valor nutritivo, presentando contenidos de proteína que oscila entre 20 – 30% y una digestibilidad que varía entre 45 – 70% y es una leguminosa palatable. En algunos trabajos de investigación reportan esta leguminosa incrementa la producción de leche se aumenta de 15 – 20% cuando se asocia con gramíneas. Asociación con gramíneas como *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha* Cv han demostrado mejorar la calidad de la dieta de bovinos al pastoreo (Hernandez *et al.* 2005)

2.3.3. *Arachis pintoi*

La disponibilidad de forraje depende de la fertilidad del suelo, de la precipitación y mantenimiento del *Arachis*. En condiciones tropicales y posterior a seis meses de establecido se ha obtenido 500 a 700 kg/ha de materia seca (Gonzales *et al.* 2000), así mismo, la calidad del forraje está dada por el contenido de proteína cruda en el forraje total (hojas y tallos) del Maní Forrajero diversos investigadores (Carulla *et al.* 1991 y Lascano 1993), reportan promedios de $20,1 \pm 0,8\%$, así mismo los contenidos de FDN fueron en promedio del 50,3% y de la FDA del 38,3% en el forraje de *Arachis pintoi* bajo corte a cuatro edades de rebrote, estos contenidos están relacionados con una alta digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) que se reportó en Lascano y Thomas 1988; Carulla *et al.* 1991 y Lascano 1993 como del 60 al 67% para *Arachis*.

2.4 PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE LAS GRAMÍNEAS

Entre las gramíneas utilizadas en la alimentación animal en el trópico peruano, principalmente en zonas con pH ácido, se encuentran las del género *Brachiaria*, estas crecen en diferentes pH de suelos y son recomendadas para los suelos ácidos en particular; entre ellas se destacan las especies *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria brizantha* (Olivera *et al.* 2007). Las especies del género *Brachiaria* se caracterizan, por poseer mecanismos morfológicos eficientes, como la presencia de un profundo sistema radical con raíces adventicias, que les permiten absorber los nutrientes de los estratos más profundos del suelo en comparación con otras especies cespitosas y la disposición de las hojas, que contribuye a que hagan un mayor uso de la radiación solar (Olivera *et al.* 2012).

La tasa de crecimiento del pasto es el incremento en tamaño y peso de nuevo tejido de hojas y tallos por unidad de tiempo, frecuentemente por día (Korte 1987). La biomasa vegetal aérea se refiere a las partes de las plantas que están por encima del suelo, incluyendo la pastura viva y muerta, expresada como KgMS/ha en cualquier época del año (Korte 1987). El crecimiento se reduce cuando el área foliar es insuficiente para interceptar con eficiencia la luz incidente.

El valor nutricional se refiere a una serie de conceptos, entre los cuales se pueden mencionar: la composición química, digestibilidad, eficiencia energética entre otros. La calidad

nutricional de los forrajes y alimentos fibrosos varían de acuerdo a diversos factores, mayor contenido de proteína, energía, Calcio etc. La planta conforme crece y madura disminuye su valor nutritivo, estas alteraciones son causadas por cambios en su composición química incrementando su lignificación, reduciendo su valor nutritivo como proteína cruda (García 2002). Los porcentajes de proteína cruda pueden llegar de 14 – 16 % y con una digestibilidad de 60 - 70 % a 30 días de rebrote de acuerdo a la época del año (Nuñez *et al.* 2019)

2.4.1 *Panicum maximum*

El pasto Guinea, *Panicum maximum* es de origen africano, se introdujo a América en 1967, para luego ser liberado en 1993 por el Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPQ), en Brasil. Es una especie productiva en ambientes tropicales (Ramírez *et al.* 2009). Las especies del género *Panicum*, posee un mayor potencial de rendimiento forrajero, debido a que presenta un sistema fotosintético de gran efectividad. Por otro lado, los *Panicum* toleran el pisoteo y la sequía, es un alto productor de pasto de buena calidad, palatabilidad y digestibilidad; así mismo, presenta alta capacidad de rebrote con períodos de descanso de 35 días (Lobo y Díaz 2001). Son especies perennes, con una altura (hasta 250 cm) y vigorosa. La raíz es adventicia, el tallo posee generalmente pelos largos en los nudos, las hojas son alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, la inflorescencia es una panícula grande, las flores son muy pequeñas y presenta una sola semilla fusionada a la pared del fruto (Pita 2010). El pasto Guinea se desarrolla muy bien en sistemas silvopastoriles tiene una clara ventaja sobre otras especies de pasto, porque su producción de biomasa se ve ligeramente afectada por la sombra (Ledezma 2006). La tasa de crecimiento de pasturas tropicales de *Panicum maximum* Jacq. es muy sensible a la temperatura ambiental y a la precipitación lo cual determina la producción y calidad nutritiva de los pastos, tanto estacional como anual (Romero 2018).

El pasto de *Panicum maximum*, se conocen con el nombre común de Guinea, especie macollada de alto crecimiento por lo que podrían ser utilizada en pastoreo o en corte, este presenta buenos rendimientos en condiciones de trópico húmedo, pero requieren suelos de moderada a alta fertilidad. Se necesita implementar adecuados programas de fertilización para no tener problemas de pérdida de vigorosidad, aunque se han dado casos de algunas líneas que presentan tolerancia a baja fertilidad (Villareal 1998). En climas tropicales, el crecimiento y productividad de las pasturas es influenciada por las condiciones climáticas

ambientales (Romero *et al.* 2020). En Brasil reportan que la especie *Panicum* puede llegar a producir entre 10 y 30 Tn de MS/ha año; el alto valor nutritivo de esta especie resulta en alta producción animal, donde las ganancias de peso en toretes de acabado en una pradera bien manejada oscilaron entre 700 g/animal/día durante época de lluvias y 170 g/animal/día en época seca (CIAT 2000).

Ramírez *et al.* (2009) evaluaron la acumulación de forraje, el crecimiento y las características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte, encontró, diferentes niveles de acumulación y crecimiento de forraje a medida que la edad del pasto avanzaba, repercutiendo directamente sobre las características estructurales del pasto aumentando los niveles de lignificación. Nuñez (2017) al realizar evaluaciones de tasa de crecimiento (kg MS/ha/día) en *Panicum maximum* Jacq. en ceja de selva en 3 épocas del año (inicio de lluvia, lluviosa y seca), encontró diferencias altamente significativas entre épocas

El compuesto nitrogenado más importantes de los pastos tropicales se encuentran en forma de proteína cruda. La degradación ruminal de los compuestos nitrogenados de las gramíneas suele ser elevado en forrajes tiernos, pero disminuyen a medida que los forrajes maduran. El contenido de nitrógeno no proteico varía con el estado fisiológico de las plantas, cuanto más favorables son las condiciones para el crecimiento, mayor es el contenido en nitrógeno no proteico y nitrógeno total. El contenido de proteína cruda de este pasto puede variar entre 3% en un pasto maduro y hasta más de 16% en una pastura muy tierna con suelos óptimos para el crecimiento o en suelos fertilizados (Romero *et al.* 2020). Así mismo, Verdecia (2008) demuestra que la proteína cruda y la digestibilidad en *Panicum maximum* cv. Tanzania disminuye a medida avanza su estado fenológico de 12 - 14% de proteína cruda a 30 días de edad y el más bajo a 105 días de edad con 6 -7%. La DIVMO disminuye a medida que la edad del pasto avanza; Verdecia *et al.* (2008) encontró que tenía mayor digestibilidad a los 30 días de edad con 63.5 y 68.74% y el más bajo a los 105 días de edad con 49.83 y 51.86% respectivamente

2.4.2 *Brachiaria brizantha*

El pasto de *Brachiaria brizanta*, es una planta cespitosa, de 1.5 mt. de altura, de hojas lanceoladas y largas con pocos pelos, es de coloración verde oscuro. Sus principales ventajas

son: alta productividad, especialmente de hojas de rápido rebrote y un tardío florecimiento, prolongado, alto valor nutritivo a diferencia de las naturalizadas y gran capacidad de soporte al pastoreo, resultando en una mayor productividad por animal que otras variedades. Nascimiento *et al.* (1994) utilizan dos conceptos clásicos por la Escuela Americana de Manejo de pastos, el primero es el sitio ecológico, definido para una serie que difiere del área adyacente por su producción y proporción de las especies presentes. El segundo es el concepto de "range condition" o sea, condición del pastoreo. De esta forma se utilizan, comúnmente, cuatro clases de condición del pastoreo y la del forraje producido en cada situación puede estar dado por:

2.5 COMPORTAMIENTO

El comportamiento alimenticio en animales se basa en un modelo de aprendizaje de las dietas de alimentos nuevos; siendo propuesto para explicar en forma causal la aceptación y preferencias en base al consumo del alimento ofrecido a los animales en general (Atwood 2001; Smith *et al.* 2008), y de los rumiantes (Provenza *et al.* 1987, Provenza y Balph 1988, Villalba *et al.* 2011). Existen diferentes enfoques para medir la respuesta sensorial de los animales a los alimentos, pero la aceptación y preferencia ofrecen la posibilidad de medir esta respuesta de manera sencilla y directa.

2.5.1. Aceptación.

Es la respuesta al agrado o desagrado a un alimento cuando este ofrecido por primera vez a animales sin experiencia en tanto que la preferencia es el grado expreso de agrado o desagrado relativo cuando dos o más alimentos son ofrecidos simultáneamente a animales que han experimentado su consumo previamente (Skinner 1981 Provenza y Balph 1990; Provenza 1995).

Para determinar la aceptación de una alimento se asume un modelo donde los animales aprenden a relacionar y asociar las características sensoriales (olor, sabor, aspecto) de los alimentos con las consecuencias de su ingestión en términos de utilidad homeostática (aporte nutricional para mantenimiento y producción y con niveles bajos de toxinas); en función de ello el animal calibran las preferencias/aversiones por las alternativas alimentarias disponibles, y realizan la aceptación, preferencia o selección de la *dieta* (Launchbaugh *et al.* 1997; Provenza *et al.* 2007).

El aprendizaje en el consumo de los alimentos es más eficiente y persistente cuando ocurre a edades tempranas (Provenza 1995, Provenza 1996). Los procesos neurológicos, fisiológicos y morfológicos son más fáciles de modificar en los animales jóvenes en comparación de los adultos (*Berardi et al.* 2000; *Lüscher et al.* 2000). En rumiantes el periodo crítico de aprendizaje en el consumo de alimentos comprendería la transición de monogástrico a rumiante (*Squibb et al.* 1990), cuando el animal joven comienza a experimentar alimentos sólidos.

Los rumiantes además de tener aprendizaje por experiencia propia, también existe el aprendizaje sobre alimentos indirectamente a través de experiencias *in útero* y durante la lactancia (Bandura 1977). Es decir, el animal experimenta (a través de la placenta o del consumo de la leche) los sabores de los alimentos consumidos por su madre (Provenza y Villalba 2006). El ternero al comenzar la etapa de ingestión de alimentos sólido aprende por propia experiencia, pero también aprende a aceptar y discriminar aquellos alimentos más o menos beneficiosos para su nutrición y salud mediante la observación, representando en su propia madre (Galef y Laland 2005).

2.5.2. Preferencia

Es el resultado de la interacción entre el alimento y el sistema sensorial olor, olfato y gusto del animal. La preferencia por un forraje depende por un lado del valor nutricional del mismo (composición química y nutritiva, estructura y propiedades físicas) y de la experiencia previa (consecuencias post ingestivas) experimentadas ya sea individual o socialmente. (*Launchbaugh et al.* 1997), es decir de las consecuencias anticipadas o bien cambios en la respuesta sensorial y consecuencias cuando varios alimentos son ingeridos por los animales (*Rozin y Zellner* 1985).

La preferencia juega un papel crucial en la dieta y la nutrición animal, ya que influye en la voluntad de los animales para consumir ciertos alimentos, lo que a su vez afecta su salud y rendimiento (Faure 1991; Skinner 1981; Provenza 1995). La alimentación de los rumiantes en regiones tropicales se basa principalmente en el uso de pastos y forrajes, los cuales se caracterizan por fluctuaciones estacionales en calidad y cantidad (*Romero et al.* 2020). Así mismo diversos investigadores señalan que con la utilización de pastos tropicales

diffícilmente se cumple con los requerimientos nutricionales de los animales, principalmente durante la etapa de crecimiento (Poppi y McLennan 1995; Nuñez *et al.* 2019). Una forma de mejora la calidad de la dieta de los rumiantes en base a pastura, sería la suplementación en base a alimentos balanceados (Gallego *et al.* 2017). Una alternativas sostenibles que permitan mejorar el aporte de nutrientes en la dieta de los animales sería el uso de leguminosas forrajeras, debido al aportan de mayor cantidad de nutriente, principalmente proteína cruda (Ledezma *et al.* 2002). El uso de leguminosas forrajeras en la dieta de los animales mejora parámetros productivos (Montenegro y Abarca 2000). Así mismo, el uso de leguminosas aumentando la sostenibilidad del sistema productivo, reduciendo la dependencia de alimentos nitrogenados externos disminuyendo costos de producción (Murillo *et al.* 2004)

2.5.3 Ingesta de forraje

La forma en que los animales seleccionan el alimento y controlan la ingesta de estos es sumamente complejo. Investigadores como Stobbs (1975) indican que los mecanismos activados en estos procesos fisiológicos incluyen una serie de controles a corto plazo (regulación homeostática del cuerpo) y controles a largo plazo (requerimientos nutricionales y reservas corporales). Ambos controles no son independientes y la diferencia fundamental entre ellos tal vez, sólo, en la duración de la tarea desarrollada y no en el mecanismo fisiológico del hipotálam.

A corto plazo, el animal es influenciado en el consumo de alimento principalmente por el hambre, que se considera un factor estresante y la saciedad, que generalmente es de satisfacción. Una serie de signos mecánicos de la ingestión (llenado del rumen, productos de fermentación y nutrientes) contribuyen al proceso de saciedad y determinan que al inicio del consumo la velocidad de ingesta siempre es alto y que hay un declive continuo hasta alcanzar al estado de saciedad (Baumont *et al.* 2000).

Distel *et al.* (2016) menciona otros mecanismos cerebrales, distintos a factores fisiológicos que controlan la ingesta, pueden inducir, en cierta medida, la ingestión de alimento por placer (comportamiento hedónico alimentario). El comportamiento motiva al animal a hacer ingestiones adicionales, en consecuencia, los animales logran superar los signos de saciedad percibida al final de la ingesta de la primera toma (Baumont *et al.* 2000).

Los vacunos han desarrollado la capacidad de selección de sus dietas, consumiendo partes específicas de las plantas o solo algunas especies. La selectividad se ve afectada por los requerimientos nutricional del animal, la anatomía de su boca, factores ambientales y las características del forraje (Anwandter 2006; Pinto *et al.* 2003); estas son, su calidad nutricional y palatabilidad, que según Anwandter (2006) se define como lo agradable al gusto o los factores inherentes a la planta que causan una respuesta selectiva por parte de los animales. Al respecto, se conoce que los fenoles, los alcaloides, los taninos y los compuestos aromáticos alteran la palatabilidad de los bovinos (Pinto 2003).

Pinto *et al.* (2009) definen las pruebas de cafetería como el método de evaluación para determinar la preferencia de una especie (forrajes) por parte de un animal. Para ello, se ofrecen simultáneamente diferentes especies en un determinado periodo de tiempo, generando competencia entre ellas y haciendo de este un método eficiente para evaluar la palatabilidad. Así mismo, Pearl (2000), afirma que las pruebas de cafetería han sido útiles para relacionar los componentes de la dieta ofrecida y su aceptabilidad por parte del animal. La palatabilidad de *Stylosanthes guianensis* aumenta con la madurez, el fresco y joven no es muy apetecible para el ganado, posiblemente debido a las cerdas nacidas en los tallos (Skerman *et al.* 1990; FAO 2014). Stylo tiene una baja palatabilidad durante la época de lluviosa, pero se come fácilmente en la estación seca. Si se mantiene corto, no se vuelve leñoso, sino que permanece frondoso y sabroso (Göhl 1982). El comportamiento ingestivo está dada por la aceptación y preferencia que tiene los animales en base a:

a) Experiencia Individual

Existe estudios que evidencia la mayor preferencia por alimentos con mayor valor nutritivo (proteína, energía) y el incremento consistente de la preferencia por alimentos nutritivos cuando el consumo de los mismos es continuo (Burritt y Provenza 1992; Ralphs *et al.* 1995). Así mismo se conoce que los animales pueden asociar un forraje con las consecuencias post-ingesta de otro consumido en contigüidad temporal (Yearsley *et al.* 2006). La palatabilidad se refiere a la respuesta sensorial que los animales experimentan cuando consume un alimento y se traduce en el grado de aceptación y preferencia que los animales exhiben cuando se les ofrece un alimento solo o en combinación con otros. El grado de aceptación y preferencia de una especie forrajera por un animal es el resultado de una compleja

interacción entre el animal, planta y factores ambientales (Proveza 1995). La aceptación y preferencia son afectados por la experiencia previa, edad del animal, consecuencias post ingestiva y el comportamiento social (Villalaba *et al.* 2010; Costas *et al.* 2014).

b) Experiencia Individual – Toxinas

El desarrollo de aversiones por el animal cuando estos consumen alimentos nutritivos con altos niveles de toxinas (taninos, terpenos) (Du Toit *et al.* 1999); que son compuesto tóxico que estimula el centro del vómito generando una consecuencia post-ingesta negativa y el consiguiente rechazo del alimento (Dziba *et al.* 2007), es decir la exposición a factores antinutricionales reducen la ingesta de alimento. En pruebas de pastoreo diario en raigrás – trébol, se generó una aversión moderada, ya que al inicio del pastoreo el animal tiene preferencia por el trébol debido a que esta tiene una mayor concentración de nutrientes. así como, mayor digestibilidad provocando incrementos marcados en la concentración de ácido orgánicos y amoníaco ya que el progreso del pastoreo, el animal selecciona raigrás durante el pastoreo vespertino. Debido a que el raigrás tiene una tasa de digestión más lenta que el trébol, lo cual remediaría los excesos de ácidos orgánicos y amoníaco en el animal y la mañana siguiente presenta el mismo comportamiento mostrando alta preferencia por el trébol (Catanese *et al.* 2009).

c) Aprendizaje Social

El aprendizaje social puede cambiar la selección y preferencia de la dieta de los animales. Ovinos y vacunos con aversión condicionada por plantas nutritivas, pero potencialmente tóxicas, en algunos casos no las incluyen en la dieta cuando pastorean aislados de animales control (Ralphs y Provenza 1999). En tanto, cuando los animales condicionados pastorean junto a animales control, al visualizar que estas consumen las plantas potencialmente tóxicas para ellas, comienzan a consumirlas en cantidades crecientes, causando la eliminación de la aversión condicionada. Así mismo, en corderos mamones pueden aprender la aversión por determinadas especies observando el rechazo de sus (Mirza y Provenza 1994).

2.5.4 Comportamiento animal

La conducta animal es el modo de ser, de proceder o el modo de portarse. Este comportamiento puede ser instintivo, es decir, la capacidad innata de realizar sin aprendizaje previo y la perfección, determinadas acciones específicas en respuesta a condiciones de

medio ambiente externo o a condiciones psicológicas del propio animal, caso de rumia y pastoreo, caminata, descanso siendo un tipo de comportamiento fundamentalmente hereditario y forma parte del patrimonio genético de la especie en cuestión, al igual que cualquier otro carácter morfológico o fisiológico, dentro de este comportamiento se observa:

Pastoreo, que es la ingesta, cortando con los dientes la hierba o el pasto de la pradera.

Rumia, es propia de los mamíferos artiodáctilos y comprende la regurgitación, remasticación, resalivación y reingestión del bolo alimenticio en los rumiantes.

Caminata, es la acción de trasladarse de un lugar a otro.

Descanso, es el cese de cualquier actividad en el caso de los bovinos puede ser de pie o echada.

Abrevaje es la acción de beber, saciar la sed.

Otros, como orinar y defeca car consiste en la expulsión del organismo de las sustancias resultantes del metabolismo.

Tienen además otras actividades como lactar, montar y/o dejarse montar en la época de celo, lamerse, golpearse la cabeza como establecimiento de la jerarquía social, buscar abrigo.

2.6 MANEJO DEL FORRAJE, ALTERNATIVAS DE PASTOREO Y RESPUESTA ANIMAL

La ganadería tropical se desarrolla en el aprovechamiento de pastizales, de baja calidad nutritiva, baja digestibilidad (<60%) y contenidos de proteína bruta entre 3 y 8%, estos valores están por debajo de los requerimientos nutritivos de los vacunos, la introducción de especies leguminosas podría mejorar la calidad de la oferta forrajera y aumentar la producción de carne y leche (Jacobo *et al.* 2001). Así como, conocer la capacidad de carga de los potreros permitirá mantener la sostenibilidad del sistema ganadero.

El pasto que se use en una explotación ganadera debe presentar condiciones como: muy adaptable y productivo a las condiciones del medio, así mismo, debe poseer buenas características agronómicas como alta relación de hojas a tallos, rápida recuperación después del corte o pastoreo, facilidad de propagación, alto poder competitivo con las malezas, resistente a plagas y enfermedades, persistente, gustoso, nutritivo, etc. (Bernal 1994).

Los pastos constituyen el alimento más económico para la actividad ganadera en el trópico, el principal atributo de los pastos tropicales es su gran capacidad para producir biomasa forrajera, lo que los hace adecuados para suministrar proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado. Sin embargo, este forraje no es uniforme a lo largo del año, por la marcada diferenciación en la distribución de las precipitaciones, efecto de las temperaturas y sobre todo por la baja calidad nutritiva, también el uso de especies no adaptadas y el desconocimiento de las prácticas de manejo de los pastos (Pietrosemoli *et al.* 1995).

2.6.1 Carga animal

En los sistemas ganaderos, la capacidad de carga se refiere al número de animales que puede pastorear por unidad de área año tras año sin inducir retrogresión (Flores 1991). El manejo de la carga animal es una práctica fundamental para la sostenibilidad de los pastizales, mediante la cual se estima el número de unidades animal que puede sostener una unidad de producción de acuerdo con su disponibilidad de recursos forrajeros a lo largo de un año (Pearson e Ison 1994). Una unidad animal son 450 kg o su equivalente (Mandaluniz *et al.* 2005). Una adecuada carga animal en los potreros o praderas de pastos permite:

- ✓ Alta productividad por animal/hectárea.
- ✓ Altos rendimientos y calidad nutritiva del pasto por unidad de área a través del año.
- ✓ Alta eficiencia de consumo del forraje producido.
- ✓ Buena persistencia de las especies forrajeras en los potreros.
- ✓ Mejora del balance económico del sistema productivo en la relación beneficio/costo (Muñoz 2005).

La carga animal en esta región depende directamente de la especie del pasto, como también de las condiciones ambientales determinadas por la época del año. Las especies de *Panicum maximum* pueden soportar pastoreos intensivos, siempre y cuando disponga de las condiciones adecuadas para su desarrollo como una apropiada fertilidad y humedad del suelo, en muchos casos llegando a soportar hasta 4 animales/ha en época lluviosa y 2 animales/ha en época seca (CIAT 2002). Así mismo Nuñez *et al.* (2019) reportaron una carga animal de 5 animales/ha en época lluviosa y 1 animal en época seca en *Panicum maximum* Jacq. en sistemas silvopastoriles. Así mismo, especies de *Brachiarias* presentan altos

rendimientos en épocas seca como húmeda, reportando valores superiores a 2.5 UA/ha con un período de descanso entre pastoreos de 14 a 21 días (Lascano *et al.* 2002).

2.6.2 Perfil alimentario

En los sistemas extensivos de producción ganadera el procedimiento tradicional para estimar la capacidad de carga se basa muchas veces solo en cálculos a partir de la disponibilidad de forraje en un determinado tiempo, sin tomar en cuenta el valor nutricional del pasto, ya que este factor influye en la densidad energética del pasto siendo esta densidad energética muy variable debido a la etapa fenológica del pasto y también de la época del año (Romero *et al.* 2020).

Los perfiles alimentarios se usan para estimar la carga potencial del sistema ganadero y establecer un balance estacional entre la demanda del hato y el patrón esperado de oferta de la pastura. La capacidad de carga está en función de la tasa de crecimiento y disponibilidad de forraje. La capacidad de carga se refiere al número de animales que se puede pastorear por unidad de área año tras año sin inducir retrogresión (Flores 1991). El perfil alimentario representa la situación promedio donde la producción anual total y el patrón de crecimiento del forraje son comparados con la demanda del pasto del sistema de producción ganadera.

La disponibilidad de forraje esta influenciada por la época del año. En la época lluviosa la disponibilidad del pasto es alta, esto sugiere ajustes en el manejo, mientras que en época seca la disponibilidad es baja lo que repercute en los animales para alcanzar niveles adecuados de ingestión de materia seca en este caso se suministra ensilaje y de esta manera mejorar el balance entre la oferta y demanda.

2.6.3 Plan de pastoreo

Los planes de pastoreo, también llamado sistemas de pastoreo (Flores 1993), son decisiones de corto plazo y están referidas a cuánto tiempo uno o varios grupo de animales deberían pastorear un potrero o un conjunto de potreros, para alcanzar un nivel de ingestión acorde con sus necesidades nutricionales, en consecuencia, ayudan a establecer la intensidad y longitud de las rotaciones (Flores 1991).

La planificación forrajera es una herramienta imprescindible para la optimización del uso de

los recursos en forma integrada (Cangiano 1997). Permitiendo una adecuada rotación de los potreros. La rotación de potreros son sistemas de pastoreo racional (Flores 1993) en el que el ganado se confina en una pastura para alimentarse y el pasto tiene un adecuado tiempo de descanso. Esta es una manera eficiente y ecológica de trabajar, ya que, los animales no maltratan los pastos, dado que no permanecen más de dos días en cada división (dependiendo de la edad y número de animales). Con ello, se evita la compactación del suelo, se ayuda a la oxigenación y a la buena circulación de agua en el potrero y se promueve la resiembra natural, ya que, el ganado no consume toda la planta, sino solo las hojas y un poco de los tallos (Pinheiro 2006).

Las pasturas en la Amazonía peruana se caracterizan por su alta resistencia al pastoreo, adaptación a suelos ligeramente ácidos, bajos contenidos de materia orgánica, etc. Tanto en selva alta (ceja de selva) y selva baja el principal sistema de manejo de la gran mayoría de productores en esta región, el pastoreo es manejado en secano (sin riego) con sistemas de pastoreo continuo en los potreros con 7 a 10 días de ocupación dependiendo la carga animal del momento y con periodo de descanso de 6 o 8 semanas dependiendo la época del año (Romero *et al.* 2020).

En cuanto a la instalación de cercos en las pasturas de esta región, los productores mantienen con frecuencia el uso de cercos con alambre de púa para el cercado perimétrico y para los potreros, lo que permite un mejor manejo, al compararlo con los no cercados, es decir, el predio ganadero es una sola área o en algunos casos con dos divisiones esto mayormente ocurre en selva baja. Así mismo en selva baja pocos son los productores que realizan rotación de potreros en la crianza extensiva de carne, salvo caso en sistemas productivos lecheros.

Los productores de la Amazonia, que adoptan el sistema de crianza extensiva con un aprovechamiento intensivo de las pasturas con rotación de potreros, le está permitiendo obtener mejores resultados en la productividad animal de carne y leche (Ríos *et al.* 2002) En la actualidad se vienen estudiando e implementando diferentes arreglos de especies arbóreas en sistemas silvopastoriles por los beneficios que representan los árboles a la pastura, suelo, ambiente y animales (Oliva *et al.* 2016), dentro de ellos tenemos sistemas silvopastoriles con *Pinus patula* (SSP pino), sistemas silvopastoriles con *Alnus acuminata* (SSP aliso) en selva alta y sistemas silvopastoriles con aguaje con pasto camerún, sistemas silvopastoriles

de cedro rosado (*Cedrela fissilis*) con *Brachiaria brizantha*, sistemas silvopastoriles con capirona (*Calycophyllum spruceanum*), etc, en selva baja. En estos estudios se lograron buenos resultados en cuanto se refiere al aumento de ganancia de peso en ganado de carne y producción de leche, confort en el animal y como también en mejora en la fertilidad del suelo.

2.6.4 Alternativas de pastoreo en el trópico

La nutrición de los bovinos en el trópico peruano es principalmente en base al pastoreo de gramíneas, las cuales presentan limitaciones en su valor nutricional, tales como bajo contenido de proteína cruda y altos niveles de paredes celulares, lo que repercute negativamente en la digestibilidad de los pastos, originando una disminución en la producción animal. Por ello se viene estudiado diversas alternativas para complementar esa deficiencia nutritiva (Obispo *et al.* 2008), como, introducción de nuevas variedades pastos y leguminosas, uso de diversos suplementos como la mezcla de melaza-urea, suplementación al pastoreo con bloques multinutricionales (Godoy *et al.* 2020) además de la introducción de leguminosas herbáceas y arbóreas para establecer asociaciones o como bancos de proteína, así como también uso de diferentes arreglos de sistemas silvopastoriles (Echevarria *et al.* 2019), con el único fin de mejorar la calidad de la dieta de los animales e incrementar la productividad.

Por las características de esta región tropical, la práctica ganadera es uno de sus principales aportes de la economía familiar en la Región (Fajardo 2008), Sin embargo, esta Región presenta dos estación bien marcadas (época seca y lluviosa) en tanto el alto riesgo de sequía, el deterioro de los ecosistemas y las prácticas agrícolas inadecuadas tienen como consecuencia la baja eficiencia productiva y no se expresándose, todo el potencial productivo de la ganadería que basan su alimentación en pastos y forrajes es por ello que se viene usando diversas tecnologías. Los sistemas pastoriles se establecieron para incrementar la ganancia de peso y la productividad del hato de carne y leche, respectivamente. Así mismo, la productividad e incremento del peso vivo están asociados directamente con los sistemas de producción que utilizan los pastos como alimento fundamental en la dieta (Mannetje y Haydock 1963).

En las regiones tropicales el valor principal de las leguminosas es conocida; se usan para mejorar la producción animal y tiene como fundamento las numerosas investigaciones efectuadas en diferentes países tropicales (Stobbs 1975; CIAT 1992). Así mismo, se ha observado que como consecuencia de las defoliaciones frecuentes, disminuye la población de plantas de leguminosas establecidas, hasta puede llegar a desaparecer, principalmente cuando no se conoce el manejo de estas especies. Es por eso que se viene realizando estudios en el mejor manejo y aprovechamiento de las leguminosas en monocultivo, denominado “banco de proteína”, los cuales son pastoreados por un tiempo corto en una determinada hora del día, lo que permite un mejor control y manejo (Fernández 2017; Romero *et al.* 2022) las leguminosas usadas en los bancos de proteína, destacan especies de los géneros *Centrosema*, *Desmodium*, *Leucaena*, *Macroptilium*, *Neonotonia*, *Arachis* y *Pueraria* (Pereira 1992).

Diversas investigaciones han reportado el uso de leguminosas en monocultivo como bancos de proteína para suplementar la dieta de los animales en pastoreo de gramíneas, han obtenido buenos resultados como: menciona Perez *et al.* (2001) que el acceso de toretes a un banco de proteína de kudzú por una hora, promovió una ganancia de peso 50% superior, en comparación con la obtenida en toretes que sólo consumieron pasto estrella.

2.6.5 Requerimiento de energía y proteína en vaquillas

La Academia de Ciencias de Estados Unidos (NRC) publican tablas de requerimientos nutricionales de los animales domésticos partir de ecuaciones de predicción expresados en valores promedios. Estos valores, deben ser manejados adecuadamente para evitar resultados distorsionados (NRC 2021).

Los animales en crecimiento, como las terneras y vaquillas jóvenes, requieren una dieta equilibrada que incluya una cantidad adecuada de energía, proteínas, vitaminas y minerales para favorecer su desarrollo óptimo (NRC 2021). En sistemas extensivos la energía y proteína necesaria proviene principalmente de pastos y forrajes.

El requerimiento de energía para mantenimiento típicamente utilizado para el ganado vacuno se derivan de extrapolando una regresión de la producción de calor a diario. Datos presentados por Lofgreen y Garrett (1968) Citados por la NRC (1984) $NEM = 77 \text{ kcal } W^{0.75}$, donde W es igual al peso corporal, kg). Esta ecuación ha demostrado ser bastante funcional

para predecir los requisitos de mantenimiento del ganado en corrales. Sin embargo, cuando se trabaja con ganado en pastoreo, las estimaciones asociadas con sistemas alimentados en corrales no siempre se alinean con la respuesta de producción.

El NRC (2021) refiere que las vaquillas en pastoreo se deberían agregar más del 10% de requerimientos energéticos, para compensar los gastos que conlleva la actividad de pastorear. La actividad muscular asociada por el pastoreo y la caminata incrementan los requerimientos de energía para mantenimiento en un 20 – 25 % porque se reduce la energía destinada a la producción (Stobbs, 1976).

Entre los principales factores que influyen los requerimientos de energía se encuentra el peso vivo del animal, estado fisiológico, actividad y temperatura ambiental. Peso vivo: Animales de mayor peso tienen mayores. Esta diferencia radica en el área superficial más que en el peso vivo, por lo que se usa el término “Peso Metabólico” ($W^{0.75}$). Estado fisiológico: preñez y lactación. Nivel de actividad: El costo de energía de la actividad muscular de rumiantes, ha sido estimada por calorimetría (Geenty y Rattray 1987).

Pastoreando: 2.3 KJ (9.614 Kcal) /h/kg PV

Rumiando: 1.0 KJ (4.180 Kcal) /h/kg PV

Parado: 0.5 KJ (2.090 Kcal) /h/kg PV

Caminando Horizontal: 2.5 KJ (10.450 Kcal) /h/kg PV/km

Caminando Vertical: 27.0 KJ (112.860 Kcal) /h/kg PV/km

Los requerimientos de las necesidades de proteína cruda (PC) para los animales son estimadas a partir de su peso metabólico ($PV^{0.75}$), los requerimientos que se debe de cubrir son para mantenimiento y producción (ganancia de peso, producción de leche, etc). Para mantenimiento constituye las pérdidas de proteína que no contribuyen para el crecimiento. Calcular el mantenimiento requiere estimar pérdidas por descamaciones que abarca pelo, piel y secreciones, así como, Calcular pérdidas de PC endógena urinaria y PC por metabolismo fecal (Swanson 1977).

Peso vivo: Animales grandes tienen mayores requerimientos de proteína y energía que los pequeños. Esta diferencia radica en el peso vivo, por lo que se usa el término “tamaño metabólico” ($W^{0.75}$), así mismo, Villa (1995) menciona que la condición corporal del ganado

es un indicador preciso del estado energético y proteico. Nivel de actividad también influye en los requerimientos de proteína, sobre todo de energía (Geenty y Rattray 1987). El tiempo utilizado para realizar actividades como caminata, pastoreo en estas actividades puede incrementar los requerimientos y es influenciado por las condiciones ambientales, el terreno, tamaño del potrero, disponibilidad de alimento y agua, ya que mientras más irregular y empinado es el terreno, las distancias a recorrer para conseguir el alimento y/o agua serán considerables y los animales aumentarán sus requerimientos nutricionales.

2.6.6 Respuesta animal

Pastoreo tiene como finalidad que el ganado ingiera la cantidad de pasto para su mantenimiento, producción y otros procesos fisiológicos propios. El pastoreo es un proceso en el cual el animal cosecha la hierba para adquirir los nutrientes almacenados en la planta. La respuesta animal es el aumento o pérdida de peso, en bovinos es un fenómeno biológico complejo que involucra una serie de interacciones entre factores genéticos, ambientales y de manejo. en respuesta a cambios en la dieta (Smith *et al.* 2018)

La incorporación de una leguminosa en los sistemas ganaderos puede ser una alternativa efectiva de aumentar el contenido proteico de dietas basadas en pasto naturalizados o cultivados incrementado la productividad (Lascano *et al.* 1990). La utilización de leguminosas forrajeras en los sistemas ganaderos minimiza las disminuciones a corto y largo plazo en la calidad y cantidad de la biomasa forrajera, el fundamento de esta alternativa es que las leguminosas tienen un mayor valor nutritivo (es decir, mayor nivel de proteínas y digestibilidad) que las gramíneas, debido a la fijación simbiótica de nitrógeno, puede mejorar la producción y la calidad del pasto compañero y mejorar la fertilidad del suelo (Lascano 2001). Diversas investigaciones han encontrado mejoras en la producción de ganado, Almeida *et al.* (2002) reportan ganancia anual de peso vivo de los novillos en un pastizal de *Stylosanthes macrocephala* y *Stylosanthes capitata* mezclado con *Brachiaria spp* que osciló entre 0.33 y 0.41 kg cabeza/día. Así mismo Coates *et al.* (1997) reportaron ganancias similares en el centro-norte de Australia (0.39 kg cabeza/día), con una ventaja positiva sobre los pastos de monocultivo de gramíneas alcanzando 0.15 kg cabeza/día en la estación seca. Así también, el uso de leguminosas en la dieta del ganado incrementa la producción de leche en 20% durante la estación lluviosa y en 40% durante la estación seca, que pastoreaban

continuamente *Paspalum notatum* – *Arachis glabrata*, en comparación con la gramínea sola (Williams *et al.* 1991) citados por Hammond y Chase (1997).

En Camboja, la inclusión de un 30% de *Stylosanthes guianensis* mejoró significativamente la ingesta de MS en cebúes, lo que permitió una mejor utilización de una dieta basal baja en proteínas al mejorar la eficiencia de la producción de proteínas microbianas en el rumen (Pen *et al.* 2013). En Vietnam, con el ganado cruzado (Yellow x Sindhi) en engorde, que se alimentó con una dieta basal de paja tratada con urea, melaza y concentrados, suplementación con 1 kg/d de *Stylosanthes guianensis* secada al sol o una mezcla 50:50 de *Stylosanthes* y yuca, los resultados con la suplementación con *Stylosanthes* fueron mayores que los obtenidos con heno de yuca (Thang *et al.* 2010).

La producción de *Centrosema macrocarpum* se ha encontrado desde 892 g/m² a 1708 g/m² de forraje verde que dependiendo de las condiciones ambientales y suelo. Así mismo, el contenido de materia seca desde 25 a 45% (Guevara *et al.* 2013). Es considerada como una especie de alto valor nutritivo, con niveles de proteína cruda de 21% a 30% y digestibilidad *in vitro* de 60 a 70 %, extracto etéreo de menos del 3%, contenido de fibra cruda de 40 a 50% y 70 a 75% de fibra cruda digestible, dependiendo de la época de corte, sin embargo, en el período seco mantiene el color verde en sus hojas. (Lescano *et al.* 1997)

Arachis pintoi CIAT 17434 y 18748 la producción de forraje que alcanzó, en promedio, 2.8 t/ha de MS por año, siendo, igualmente, las más vigorosas (Castelan *et al.* 2000) El maní forrajero se destacó por presentar buena producción de forraje y alta capacidad para cubrir el suelo. Las mayores producciones de forraje verde y materia seca (MS) por hectárea se obtuvieron con cortes a los 75 días con 4 730 y 1 248 kg ha, respectivamente. En cuanto a la composición química de la proteína bruta y digestibilidad *in vivo* de la MS, el forraje cortado a 30 días obtuvo los mayores valores con 24.50 y 66.42%, respectivamente (Godoy *et al.* 2012), los mejores rendimientos se reportan en suelos arenosos con un contenido de materia orgánica superior al 3% y cuando se presenta suficiente humedad disponible (Asakawa y Ramírez 1989)

En cuanto al contenido de materia seca se reconocen rangos comprendidos entre: 5 000 - 9 000 kg/h (Godoy *et al.* 2012) Sin embargo, estudios realizados en la Amazonía ecuatoriana con *A. pintoi* (CIAT), citados por Ledesma (2006), indican valores de proteína en niveles del

19.4 a 21%; Así mismo, Duchi (2003) reportó un contenido de PB de 13.4% en completo estado de maduración y pos floración.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Regional de Desarrollo de Selva (IRD-Selva), fundo “Pucayacu”, perteneciente a la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), ubicada en el distrito de la Banda de Shilcayo, provincia de Tarapoto, región San Martín, en la selva nororiental, en las coordenadas UTM este 102457 y oeste 9287456, con una altitud de 224 msnm. Considerada como bosque húmedo-premontano tropical (bh-PT). La temperatura media anual es 26.4 °C. siendo la temperatura máxima 38.6 °C y la mínima de 16.5 °C. La humedad relativa media anual del ambiente es 78.5% variando de 77 y 80% entre las épocas poco lluviosa (agosto) y lluviosa (marzo) respectivamente. La precipitación anual es 1188 mm (SENAMHI 2021).

La Unidad Agropecuaria es manejada bajo un sistema pastoreo rotativo y silvopastoril con árboles dispersos en algunos potreros. El fundo se encuentra dividido con cerco fijo (alambre de púa y postes) el cual cuenta con 199 ha distribuido en la siguiente manera:

- ✓ Bosque primario 15 ha
- ✓ Bosque secundario 132 ha
- ✓ Cultivo de maíz 19 ha.
- ✓ Cultivo de cacao 2 ha
- ✓ Viveros y jardín agrostológico 1 ha.
- ✓ Cultivo de pastura 26 ha
- ✓ Infraestructura e instalaciones, 4 ha (vivienda, corrales, laboratorios, sala de ordeño etc)

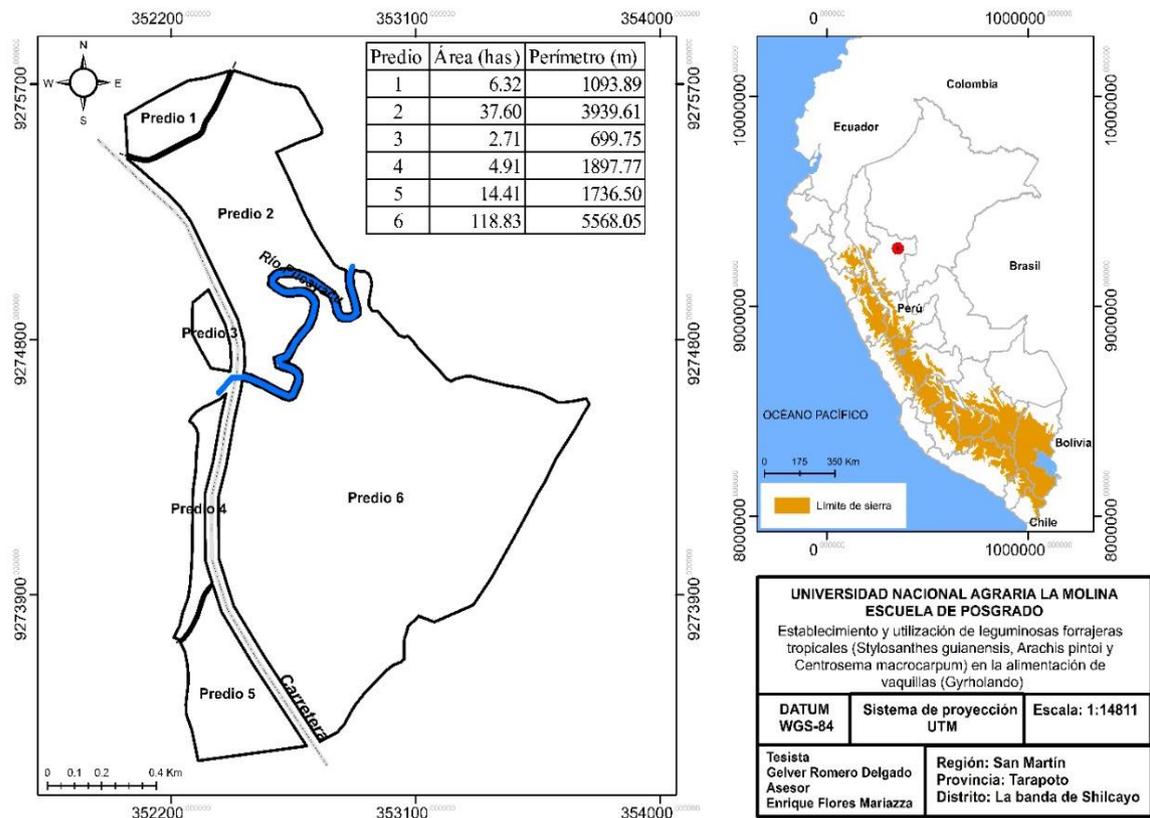


Figura 1: Ubicación del fundo “Pucayacu” - Instituto Regional de Desarrollo de Selva (IRD-Selva) de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.2. CLIMÁTICAS Y SUELO DEL ÁREA EXPERIMENTAL

La producción de pastos y forrajes en la región esta afecta directamente por la precipitación, en esta investigación, la precipitación evaluada en el año 2019, fue mayor en el mes de marzo, 142.96 mm y menor precipitación, 30.99 mm fue durante el mes de agosto; asi mismo en el 2020, las mayores precipitaciones fueron en los meses de mayo y diciembre (136.79 y 203.40 respectivamente) y la menor precipitación fue en agosto, 29.30 mm (Figura 1). El crecimiento del pasto depende principalmente de la temperatura y humedad del suelo y régimen de lluvias a lo largo del año (Nuñez *et al.* 2019; Romero *et al.* 2020).

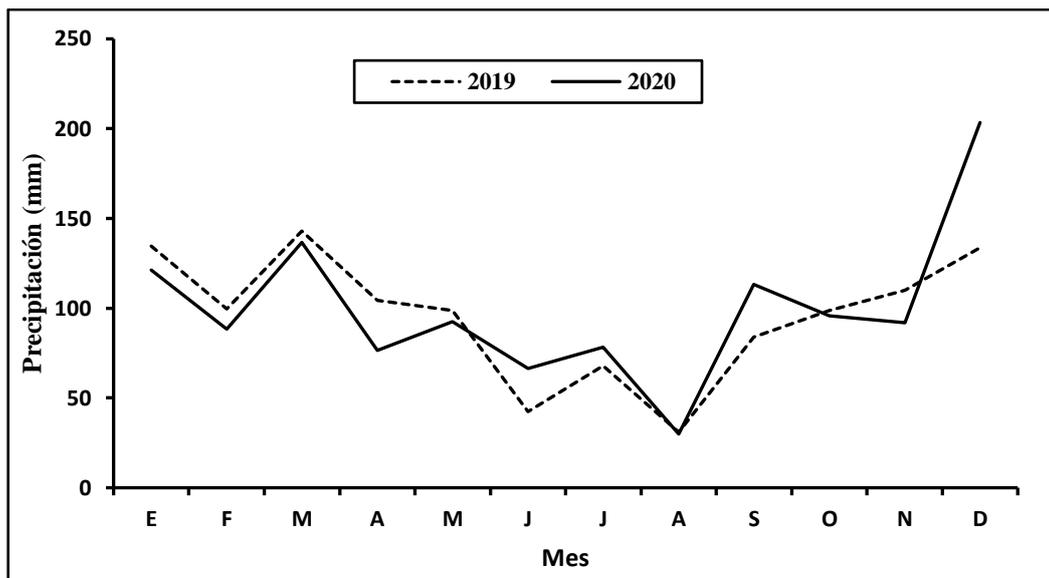


Figura 2: Variación de la precipitación (mm) local en el año 2019 y 2020.

El suelo del área experimental fue neutro, presenta textura franco - arenosa, la materia orgánica presenta nivel medio, así mismo bajos niveles de fósforo, el cual es esencial para el crecimiento de los pastos (Tabla 1).

Tabla 1: Caracterización del suelo del área de estudio.

Indicador	pH	Textura	MO%	CaCO ₃ (%)	P (ppm)	K (ppm)	Al ³⁺ H ⁺
Suelo	6.73	Fr Are	3.76	3.60	3.6	404	0.04

3.3. ENSAYOS EXPERIMENTALES

Para el desarrollo del presente estudio se realizaron tres ensayos experimentales. En el primer experimento se evaluó el establecimiento y productividad de tres leguminosas forrajeras (*Stylosanthes guianensis*, *Centrosema macrocarpum* y *Arachis pintoi*) y su respuesta al abonamiento fosforado. En el segundo experimento, se Determino la aceptación y preferencia en base al consumo de *Stylosanthes guianensis*, *Arachis pintoi* y *Centrosema macrocarpum* en terneros y el tercer experimento, se evaluó el efecto suplementario de la leguminosa (*Styloshantes guianensis*) como banco de proteína en el comportamiento animal y tasa de crecimiento diario en vaquillas gyrolando.

A. Experimento 1. Establecimiento y rendimiento de tres leguminosas (*Stylosanthes guianensis*, *Centrosema macrocarpum*, *Arachis pintoii*) con suplementación de fósforo.

Objetivos

- Evaluar el establecimiento y productividad de tres leguminosas forrajeras (*Stylosanthes guianensis*, *Arachis pintoii* y *Centrosema macrocarpum* y su respuesta al abonamiento fosforado.
- Evaluar la emergencia, altura, cobertura y la relación hoja/tallo

Metodología

Para la instalación del experimento se utilizaron 18 unidades experimentales de 5 x 6 m. Las parcelas se separaron por calles de 1 m. Las parcelas fueron tres especies forrajeras (*Stylosanthes guianensis*, *Arachis pintoii* y *Centrosema macrocarpum*) en tanto las subparcelas presento dos niveles de fósforo (P0 y P40kg/ha) y tres repeticiones por tratamiento. Previo establecimiento del experimento se realizó un control de malezas de manera manual, el diseño experimental fue en parcelas divididas. Para la aplicación de Fosforo se usó como fuente Roca Fosfórica (RF) y las dosis aplicadas fueron, 0 y 40kgP/ha. Estas se aplicaron manualmente en forma uniforme al voleo en los tratamientos correspondientes, el día de la siembra de las especies. Posteriormente se sembraron las especies de leguminosas de forma tradicional (manual) y con semilla botánica (Ara & Schaus 1980). Durante el ensayo se observó una ligera infestación de hormigas curuhuinsi (*Atta sp.*) cortadoras de hojas siendo necesario realizar unas resiembras y para controlar el ataque de estas hormigas se aplicó Chlorpyrifos (Tifon 2.5%) de forma manual. El proceso antes de la siembra fue:

Stylosanthes guianensis. el proceso de escarificación para esta especie consistió en remojar con agua por 24 horas, secar al sol y aplicar Chlorpyrifos (Tifon 2.5%). La cantidad de semilla usada fue de 3 semillas por punto de siembra, a través de la remoción del suelo con el machete, una vez colocada la semilla, tapar superficialmente, la distancia será de 0.25 m entre planta y 0.6 m entre hilera.

Arachis pintoii.- El proceso de escarificación consistió en remojar la semilla por 24 horas en agua, secar al sol y aplicar Chlorpyrifos (Tifon 2.5%) . Se sembró 2 semillas por golpe a 0. 20 m entre planta y 0.40 m entre líneas.

Centrosema macrocarpum.- El proceso de escarificación consistió en remojar la semillas por 24 horas en agua, secar al sol y aplicar Chlorpyrifos (Tifon 2.5%). Se sembraron 3 semillas por golpe a una distancia de 0.30 m entre planta y entre línea.

Variables evaluadas

El monitoreo de los eventos fenológicos se inició en el momento de la siembra hasta la etapa de producción, se evaluó:

Emergencia (%). Se obtuvo a través del conteo de plántulas emergidas a partir de la siembra, tomando como planta emergida a las que sobresalgan del suelo, hasta 14 días después de la siembra, el resultado se obtiene dividiendo el número total de plántulas emergidas entre el total de semillas sembradas y se multiplica por cien (Maguire 1962).

Altura de planta (cm). Se realizó semanalmente por un mes y luego mensualmente hasta el establecimiento (6 meses). Se evaluó 10 plantas representativas de cada unidad experimental, según la metodología propuesta por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEP) descrito por Toledo y Schultze-Kraft (1982) y Mendoza y Lascano (1986), cuyo procedimiento consiste en hacer anotaciones sobre la altura de diez plantas seleccionadas al azar cuidando que cubran adecuadamente la variabilidad, la altura se midió en centímetros de el suelo hasta el punto más alto de la planta, sin estirarla y sin contar la inflorescencia..

Cobertura del suelo (%). Por ser leguminosas rastreras, se estimó el nivel de cobertura basal, utilizando el cuadrante de 1 m² dividido en 4 partes iguales (Pérez *et al.* 1993). La primera evaluación se realizó una semana después de la siembra y las evaluaciones posteriores se realizaron con un intervalo de 7 días hasta un mes posteriormente se evaluó mensualmente hasta cuando alcanza el 100 % de la cobertura del suelo.

Relación Hoja/tallo. Se evaluó en cada corte, tomando una muestra de 200 g de material fresco, procedente de las muestras de disponibilidad y rendimiento. Posteriormente, fue separado sus componentes en forma manual (hojas y tallos). Estas muestras se secaron en

estufas de aire forzado hasta obtener un peso constante y pesarse por separado, calculándose el porcentaje de cada fracción en base a materia seca (Espinosa *et al.* 2012).

Disponibilidad del forraje. Se estimó tomando dos muestras reales (destruictivas) de cada unidad experimental por el método de corte y separación (Geenty y Rattray 1987) cada 3 meses de rebrote, después del establecimiento de las leguminosas, expresado en kilogramos de forraje seco por hectárea (kgMS/ha). Los cortes se efectuaron a 20 cm del suelo en *Stylosanthes*, 10 cm del suelo para *Centrosema* y 5 cm del suelo para *Arachis*. Para el pesaje se utilizó una balanza digital OHAUS®, con capacidad de 3000 g y precisión de 0.1g.

Composición química. Se colectó una muestras de forraje por metro cuadrado (2 por cada parcela experimental), posteriormente se tomó una submuestra 700 gr que se guardaron en bolsas de papel. Las muestras fueron secadas a 60 °C durante 48 horas, y luego fueron pasadas por el molino (Wiley®) con tamiz de 1 mm. En estas se determinó: proteína cruda (PC) por el método Kjeldahl (AOAC, 2005), fibra detergente neutro (FDN) por el método modificado de ANKOM (2005), digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) por el método ANKOM (2005).

Características químicas y físicas del suelo

Las muestras del suelo de los tratamientos fueron evaluadas antes del establecimiento de las leguminosas, a una profundidad de 30 cm debido que la mayor proporción del sistema radicular de la leguminosa se encuentra en esta profundidad. Una vez realizado este paso las muestras se empacaron, enumeraron individualmente en bolsas de plástico, previamente rotuladas y enviaron al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes, Universidad Nacional Agraria la Molina. Se determinaron:

Propiedades químicas	Método de determinación
Materia orgánica	Método de Walkley y Black
pH	Medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: relación 1:1
Fósforo disponible	Método de Olsen modificado. Extracto NaHCO ₃ 0.5 M, pH 8.5
Potasio disponible	Extracción con acetato de amonio (CH ₃ -COONH ₄) N, pH 7.9
Ca ⁺² Mg ⁺² Na ⁺ , K ⁺ Cambiables	Reemplazamiento con acetato de amonio (CH ₃ -COOCH ₄) N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica
Al ⁺³ +H ⁺	Método de Yuan. Extracción con KCl, N

Fuente: Bazán (1996)

Diseño estadístico

Los resultados experimentales se evaluaron utilizando análisis de variancia. Los valores de de las variables evaluadas se analizaron individualmente bajo un diseño de parcelas divididas: Parcela principal (especies), subparcelas (dosis de fósforo) y 3 réplicas completo al azar con arreglo factorial 3 x 2.

El modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \rho_j + d_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Valor observado para la k-ésima réplica del i-ésimo tratamiento

μ = media general

α_i = Efecto de la i-ésimo especie

ρ_j = Efecto del j-ésimo bloque

d_{ij} = efecto de la interaccion i-esima especie por j-esimo bloque (error a)

β_k = Efecto del k-ésimo nivel de fósforo

$(\alpha\beta)_{ik}$ = efecto de la interacción i-esima especie k-esimo nivel de fósforo.

ε_{ijk} = efecto aleatorio del error experimental (error b).

Para la evaluación de comparaciones individuales de los efectos se utilizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DLS en ingles) a un nivel de 0.05 a fin de detectar diferencias estadísticas entre los promedios analizados (Calzada 1982).

B. Experimento 2. Aceptación y preferencia en el consumo de leguminosas forrajeras en terneros

a) Objetivo

- Determinar la aceptación y preferencia en base al consumo de las leguminosas *Stylosanthes guianensis*, *Arachis pintoi* y *Centrosema macrocarpum* en terneros gyrolando en condiciones tropicales.

b) Metodología

Para efectos de evaluar la aceptación y preferencia de los terneros, se utilizaron tres especies de leguminosas con potencial forrajero a 90 días de rebrote, este alimento cortado de las parcelas experimentales y picado diariamente con el fin de evitar la deshidratación progresiva de la planta. Las plantas fueron cortadas con tijera de podar para procurar un mejor rebrote (FEDEGAN 2006) y picadas (tallos y hojas). Del lote de terneros se seleccionaron al azar dos grupos. Un grupo de seis terneros para la prueba de aceptación y otro grupo de 6 terneros para la prueba de preferencia, terneros de raza Gyrolando con una edad promedio de 4 a 6 meses. El uso de terneros en este experimento fue debido a la experiencia limitada en consumo de leguminosas, como factor para disminuir los efectos de experiencias anteriores sobre la respuesta animal a las diferentes leguminosas. Previo al inicio del ensayo los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación y entrenamiento de siete días para asegurar una respuesta adecuada.

c) Variables evaluadas

Prueba de aceptación. Los indicadores de aceptación fueron utilizados, tasa de ingesta (g/min) y su evolución durante tres días. La tasa de ingestión se estimó por diferencia en peso entre el alimento ofrecido y el residuo durante un periodo de 5 minutos. Las pruebas se realizaron en las mañanas durante tres días consecutivos a partir de una oferta de forraje verde picado de cada especie (0.500 kg/especie/animal) en corrales individuales. La prueba contempló tres periodos de 5 días de duración cada uno conformado por tres días de prueba y dos días de espaciamento entre periodos, siguiendo un esquema de cambio doble, seis animales y tres periodos.

Prueba de preferencia. Las tres leguminosas en prueba fueron ofrecidas a los animales en comederos individuales divididos en tres secciones para acomodar a las leguminosas. El forraje verde picado fue ofrecido por las mañanas cada especie de 0.500 kg/animal en corrales individuales, la posición de cada comedero vario todos los días con el fin de evitar el aprendizaje condicionado. La prueba se llevó a cabo durante cinco días consecutivos, permaneciendo los animales en cada corral por diez minutos. Al finalizar la prueba se recogió los residuos y se estimó el consumo (g/especie) de cada especie. La preferencia se definió como el consumo relativo en porcentaje de las leguminosas experimentales.

Composición química de las leguminosas. Se colectaron muestras de forraje diarias de cada especie. Las muestras se guardaron en bolsas de papel. Las muestras fueron secadas a 60 °C durante 48 horas, y luego fueron pasadas por el molino (Wiley®) con tamiz de 1 mm. En estas se determinó: proteína cruda (PC) por el método Kjeldahl (AOAC, 2005), fibra detergente neutro (FDN) por el método modificado de ANKOM (2005), digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) por el método ANKOM (2005).

d) Diseño experimental

Para la prueba de aceptabilidad se empleó un diseño sobre cambio doble; donde los tratamientos fueron las leguminosas de *Stylosanthes guianensis*, *Arachis pintoi* y *Centrosema macrocarpum*, las cuales constituyeron los tratamientos.

El modelo aditivo lineal:

$$Y_{i,j,k} = \mu + \alpha_i + b_j + \gamma_k + t_d + \lambda_c + \epsilon_{ijk}$$

$i= 1,2,3 \quad j = 1, 2, \dots, 6 \quad k= 1,2,3$

Donde:

Y_{ijk} = variable respuesta

μ = Media general

α_i = Efecto de la secuencia (días).

b_j = Efecto de los terneros.

γ_k = Efecto del periodo

t_d = Efecto directo del tratamiento (leguminosas)

λ_c = Efecto del acarreo

ϵ_{ijk} = Efecto de la variación residual

Para la prueba de preferencia se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, donde se midió el consumo de las leguminosas. El modelo aditivo lineal será el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + e_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots, 6 \quad j = 1, 2, 3$

Dónde:

Y_{ijk} : consumo de la leguminosa (variable respuesta)

μ : Media global

B_i : Efecto del i -ésimo bloque (días)

T_j : Efecto del j -ésimo tratamiento (leguminosas)

e_{ij} : Error aleatorio.

El modelo MIXTO del paquete estadístico SAS (9.4; SAS Inst. Inc; Cary, NC, EE. UU) fue utilizado para analizar los datos experimentales. La prueba de Tukey se utilizó para separar los promedios de las variables evaluadas (alfa 0.05).

C. Experimento 3. Tasa de crecimiento de vaquillas como respuesta a la suplementación del banco de proteína

Para la selección de la especie en este experimento se basó en la comparación de las especies evaluadas en los anteriores experimentos, donde el criterio de selección fue aquella que presento mayor disponibilidad de biomasa forrajera, que se aceptada y preferida por los animales. Siendo *Stylosanthes guianensis* la que presento mejores resultados.

a) Objetivo

- Evaluar el efecto suplementario de la leguminosa (*Stylosanthes guianensis*) como banco de proteína en el comportamiento animal y tasa de crecimiento diario en vaquillas gyrolando.

b) Metodología

Se empleo 4 potreros de pasto y una parcela de *Stylosanthes guianensis* (5000 m²) de 8 meses de establecido, previa preparación del terreno. La superficie del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza, se encuentra dividido en 4 potreros de aproximadamente 4000 m² cada uno,

los cuales se subdividieron con cerco eléctrico móvil al momento del pastoreo. Para el pastoreo se utilizó sistema rotativo racional con 1 día de ocupación y 21 días de descanso en época lluviosa (marzo, abril y mayo) y 35 días de descanso en la época de seca (junio, julio y agosto), se emplearon 20 terneras de la raza Gyrolando de 08 a 14 meses de edad. Se emplearon 2 tratamientos de 10 animales por cada uno (grupo): un grupo pastoreaba los potreros de *Panicum* y el otro pastoreaba los potreros de *Panicum* + el banco de proteína por un tiempo de permanencia de 60 minutos durante la primera hora del día, el promedio de peso vivo (PV) inicial fue de 94.90 ± 19.82 kg y un grupo testigo con sólo pastoreo de *Panicum maximum*, con un promedio de PV inicial de 97.56 ± 23.23 kg. Se evaluó la tasa de crecimiento diario a partir de pesadas mensuales con 12 horas de ayuno. El tiempo de evaluación fue 6 meses (marzo – agosto del 2020). Los animales son mantenidos en sus corrales en las horas de la noche, saliendo a pastorear en las horas de la mañana (6 am), regresando a beber agua a las 12 pm, para nuevamente salir a pastorear a las 2 pm. regresando a sus corrales a en horas de la tarde (5 pm). Para calcular la tasa de crecimiento se usó la diferencia entre los pesos inicial y final. Para el pesaje se utilizó una balanza digital Webo wt, con capacidad de 1.5 toneladas y precisión de 0.100 kg.

c) Variables evaluadas

Tabla 2: Resumen de las variables evaluadas

Variables	Unidad	Unidades experimentales	Evaluaciones (meses)
Producción y valores nutricionales de la dieta			
Producción	Kg MS/ha	Potreros	6
Proteína	%	Potreros	6
FDN	%	Potreros	6
DIVIMO	%	Potreros	6
Comportamiento animal e ingestivo			
Presupuesto de actividad	horas	Vaquillas	6
Consumo de materia seca	% del PV	Vaquillas	6
Balance nutricional de PC	g PC	Vaquillas	6
Respuesta animal			
Tasa de crecimiento	Kg PV	Vaquillas	6

La producción de forraje (kg MS/h). Se utilizaron los potreros de pastoreo protegidos con cerco eléctrico fijo para prevenir el pastoreo del forraje a ser medido, se tomó 5 muestra de 1 m² por sección de pastoreo, el forraje disponible una vez colectado se pesaran 700g que fueron llevadas al laboratorio y secados a 100°C por un tiempo de 24 horas (AOAC 2016) expresándose kilogramos de forraje seco por hectárea.

Proteína cruda (Contenido de nitrógeno x 6.25). Las muestras de las dietas fueron analizadas según la metodología de la AOAC (2016). Por el método 930,15 y el contenido de nitrógeno por el método de micro-Kjeldahl, método 920,87.

Fibra Detergente Neutro (FDN). Se analizó usando el método modificado de Van Soest (ANKOM 2005), utilizando la tecnología Ankom (Fiber analyzer 200, Ankom Technology Corporation, Fairport, N.Y.) a partir de muestras digeridas en solución de detergente en bolsas de filtro (F57 - Ankom(r)) durante 40 min en un autoclave a 110 °C y 0,5 atm.

Digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO). Se determino utilizando la tecnología Ankom (Daisy II(r)) analyzer, Ankom Technology Corporation, 21 Fairport, N.Y.), tal como es descrita por Senger *et al.* (2008), que se fundamenta en partir de muestras colocadas en bolsas de filtro (F57 - Ankom(r)) y ser digeridas en un analizador que utiliza una solución de detergentes por 60 min, una temperatura de 110 °C y presión de 0,5 atm. ANKOM (2005).

Ingesta de forraje. Se colectaron muestras representativas de la dieta de 10 vaquillas (5 animales por grupo), la ingesta de forraje diario se determinó utilizando el método de comportamiento de animales al pastoreo o de bocados que está en función a tres variables (Stobbs 1973 a,b):

$$I = Nb \times Tb \times Tp$$

Donde:

I : Ingesta de forraje (g/día)

Nb: Número de bocados (bocados/minuto)

Tb: Tamaño de bocados (g/bocado)

Tp: Tiempo de pastoreo (minutos/día)

Para determinar estas tres variables se utilizaron 5 vaquillas por tratamiento a las cuales se les observa en las mañanas, tardes y noche. Para obtener el número de bocados se observa a los animales cuando están en intensa actividad de pastoreo, durante tres minutos, periodo en el cual se controla el número de bocados que realiza las vaquillas, utilizando los sentidos de la vista y de la audición que se genera cuando al animal cosecha el forraje. Para determinar el tamaño de bocados, se procedió por simulación manual a coleccionar un número de cortes equivalente al número de bocados dados por el animal en cinco minutos. Estas muestras serán conducidas al laboratorio de Ecología y Evaluación de Pastizales de la Universidad Nacional Agraria la Molina donde se secarán a 65°C por 48 horas (AOAC 2016) para determinar el contenido de materia seca. Luego se dividió el peso de la materia seca consumida entre el número de bocados para determinar el peso de cada bocado (g/bocado).

El presupuesto de actividades. fueron calculados factorialmente a partir de las actividades de los animales obtenidos de la observación continua de animales durante 48 horas, cada mes de evaluación. El presupuesto de actividades se estimó utilizando 5 vaquillas por cada grupo, a las cuales se les marco con cinta reflectora vehicular con números del 1 al 5 para el grupo control y del 6 al 10 para el grupo de vaquillas que ingresaron al banco de proteína, los numero fueron colocados en los dos flancos del animal (derecho e izquierda) Para facilitar su observación durante la noche a distancias moderadas. Durante la noche las observaciones fueron hechas con la ayuda de linternas para facilitar la ubicación de los animales. Esta técnica se repitió cada mes de evaluación.

Consumo de energía y proteína

Para estimar el consumo de forraje (kgMS) se utilizó el consumo de MS del % PV, a partir de los pesos promedios finales de cada mes en los dos grupos evaluados. Obtenido el consumo de MS en kg/animal.

Energía Metabolizable (Mcal/animal/día. . Fue estimada a partir del consumo total en kgMS y su estimación de EM a partir de DIVMO determinada por método de Tilley y Terry modificado (ANKOM 2006) PARA cada especie (gramínea y leguminosa).

Una vez conocida la DIVMO se estimó la energía metabolizable (EM) de la dieta expresada en MJ EM/Kg MS a través de la metodología sugerida por Maff (1975 citado por Geenty y Rattray (1987) y convertida a Mcal/kg MS (factor de conversión 0.23885 por MJ).

$$EM = 0.16 \times \text{DIVMO} \dots\dots\dots (\text{Ecuación 1})$$

El requerimiento de energía total para los animales es la sumatoria de los requerimientos energéticos del metabolismo basal, actividades, y producción, mediante la fórmula:

$$\text{Req. Energ. Total (EM)} = EM_{\text{Metabolismo basal}} + EM_{\text{Actividades}} + EM_{\text{Producción}}$$

El requerimiento de Energía Metabolizable (EM) para mantenimiento para el genotipo Gyr fue obtenida en base a la siguiente formula:

$$EM \text{ (Mcal/d) para mantenimiento} = 0.131 \text{ KgPV}^{0.75} \dots\dots\dots (\text{Silvestre et al. 2022})$$

El balance energético resultó de la diferencia entre consumo de energía y el requerimiento para mantenimiento.

Proteína cruda (g PC/animal/día). Para estimar el consumo de la PC g/ animal, se obtiene a partir del consumo total kgMS y el contenido de proteína de la dieta determinada por análisis de laboratorio cada especie (gramínea y leguminosa) durante los meses evaluados.

Para estimar el requerimiento de PC para mantenimiento, se utilizaron los pesos promedios de cada mes evaluado en base a las siguientes ecuaciones:

$$\text{Scurf CP g/d} = 0.22 \times \text{BW}^{0.60} \text{ ----- Ecuación 10 -10 del NRC (2021)}$$

$$\text{EUCP, g/d} = 2.75 \times \text{BW}^{0.50} \text{ ----- Ecuación 10 – 11 del NRC (2021)}$$

$$\text{MFP, g/d} = 20.6 \times \text{SFDMI, kg/d} \text{ -----Ecuación 10 – 12 del NRC (2021)}$$

$$\text{MPmantenimiento, g/d} = \text{EUCP, g/d} + ((\text{Scurf CP, g/d} + \text{MFP, g/d})/0.68) \text{ ----Ecuación 10 – 13 del NRC (2021)}$$

Donde:

CP: Proteína Cruda – en ingles

Scurf: el requerimiento por perdida de Proteína por descamaciones (pelo, piel y secreciones)

EUCP: requerimiento por perdida de Proteína Endógena Urinaria – en ingles

MFP: proteína por metabolismo fecal – en ingles

Respuesta animal (kg/Pv). Se calculo la tasa de crecimiento de peso. Se pesaron las vaquillas cada mes durante 6 meses, mantenidas en ayuno durante 12 horas, antes de pastar. A partir de la diferencia entre los pesos inicial y final, se calculó las ganancias diarias de peso total por animal.

d) Diseño estadístico

Los resultados de la ganancia de peso en el experimento fueron analizados utilizando un diseño completamente al azar, mediante el análisis de una covarianza, utilizando el procedimiento GLM del programa R. La unidad experimental será cada uno de los diez animales en cada tratamiento, considerándose cada uno como una repetición. La comparación de medias se realizó utilizando la prueba de LSD. El peso inicial se utilizó como covariable.

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}^{\cdot\cdot}) + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} = es el peso final de terneros en kilogramos j-ésima réplica del j-ésimo tratamiento.

μ = media general de los pesos.

T_i = es el efecto del i-esimo tratamiento.

β = es el coeficiente de regresión lineal del Y, el peso final de los terneros, sobre X, el peso inicial.

X_{ij} = es el peso inicial (kilogramos) de las terneras tratadas con el j-esimo tratamiento, j-esima repetición.

$\bar{X}^{\cdot\cdot}$ = peso medio de los animales.

ε_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EXPERIMENTO 1. ESTABLECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE TRES LEGUMINOSAS (*Stylosanthes guianensis*, *Centrosema macrocarpum*, *Arachis pintoi*) CON SUPLEMENTACIÓN DE FÓSFORO.

4.1.1. Establecimiento

La tabla 3, muestra el porcentaje de emergencia, rendimiento y la relación hoja/tallo en el establecimiento de estas especies leguminosas. La emergencia presento diferencia significativa ($P < 0.01$) al compararlo entre especie, pero no presento diferencia ($P > 0.05$) entre las dosis de fósforo. *Sylosanthes guianensis*, presento valores de 82.19 y 83.44% sin y con suplementación de fósforo respectivamente, en *Centrosema macrocarpum* fue de 60.00 y 63.01%, sin y con fósforo respectivamente; Así mismo, *Arachis pintoi* presento un comportamiento similar, esto es debido a que el producto fosforado en esta investigación fue la roca fosfórica, el cual no tiene ningún efecto durante la germinación de las plántulas.

En tanto presentó diferencia ($P < 0.01$) al comparar relación hoja/tallo entre especie presentando mayor valor en el estado de maduras de las plantas, el *Arachis pintoi* con dosis de fósforo, 1.35 y menor relación en *Stylosanthes guianensis* con dosis de fósforo 0,57. Las especies *Centrosema macrocarpum* y *Arachis pintoi* mostraron cantidades similares de hoja, debido a su crecimiento rastrero. Debido a esto al compararlo con *Stylosanthes guianensis* de crecimiento semi-erecto. *Arachis pintoi* fue la especie con mayor relación hoja/tallo.

De acuerdo con diversos investigadores, la mayor relación hoja-tallo, evidencia mayor participación de las hojas en la producción de MS de las leguminosas, lo cual, posiblemente pueda tener influencia directa en una mejor composición nutritiva de la especie (Araujo *et al.* 2017). Por el contrario, *Stylosanthes guianensis* fue la especie con el valor más bajo en esta evaluación. Así mismo Lagunes *et al.* (2019) reporto similares comportamientos al comparar estas tres especies la relación hoja/tallo fue mayor en *Arachis pintoi* seguido de *Centrosema macrocarpum* y *Stylosanthes guianensis*.

Tabla 3: Respuesta del establecimiento y rendimiento de las leguminosas forrajeras

Leguminosa	Dosis P (kg/h)	Emergencia (%)	Rinde (kgMS/ha)		Relación hoja/tallo
			1ª corte	2ª corte	
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	0	78.91 ^a	5 531 ^a	6726 ^b	0.61 ^b
	40	79.43 ^a	5 615 ^a	7631 ^a	0.57 ^b
<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	0	57.69 ^b	3 628 ^b	2642 ^d	1.12 ^a
	40	61.54 ^b	3800 ^b	3183 ^c	1.08 ^a
<i>Arachis pintoi</i>	0	55.83 ^b	1 119 ^c	957 ^f	1.04 ^a
	40	52.59 ^b	1 159 ^c	1329 ^e	1.35 ^a
L		**	**	**	**
P		ns	ns	**	ns
L x P		ns	ns	ns	ns

L: especies leguminosas, P: dosis de fósforo, ns: no significativo. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras Tukey 0.05.

La relación hoja/tallo en las plantas es un indicador importante de la distribución de los recursos y que puede influir en la productividad y calidad del forraje. El fósforo es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas y desempeña un rol importante en diversos procesos, como la fotosíntesis, la transferencia de energía y la formación de compuestos nitrogenados (Fernández 2007). En las leguminosas forrajeras, la suplementación de fósforo puede tener varios efectos en la relación hoja/tallo: puede favorecer el crecimiento de hojas y tallos dependiendo su etapa fisiológica pudiendo resultar en un incremento de esta relación o un equilibrio (Montes 2014), puede contribuir a una mayor síntesis de proteínas y otros compuestos beneficiosos para la calidad nutricional del forraje como se puede apreciar en la especie *Arachis*.

4.2.2. Altura de planta y porcentaje de cobertura

En el Figura 3 se observa que, después del sembrado de las especies la altura promedio presento diferencia ($p < 0.01$) para las especies en estudio, la mayor altura a los seis meses de establecido fue para *Stylosanthes guianensis* altura promedio de 78 y 67 cm con y sin dosis de fósforo (P) respectivamente, *Centrosema macrocarpum* alcanzó una altura de 54 y 53 cm con y sin uso de fósforo respectivamente y 13 cm de altura para *Arachis pintoi*. Este comportamiento en la altura se debe principalmente a sus hábitos de crecimiento semi-erecto y semi-leñoso que presenta el *Stylosanthes guianensis* y rastreras del *Centrosema macrocarpum* y *Arachis pintoi*

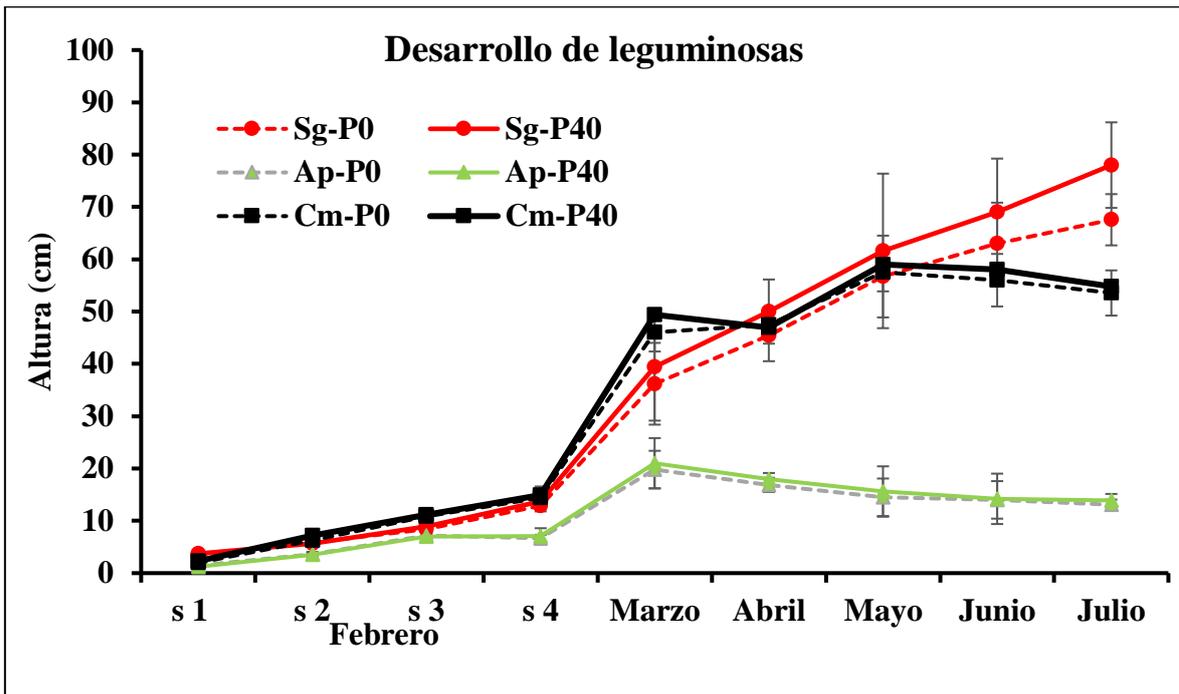


Figura 3: Promedio de altura de las plantas en el establecimiento *Stylosanthes guianensis*: Sg, *Centrosema macrocarpum*: Cm, *Arachis pintoi*: Ap, sin fertilización de fósforo: P 0kg/h, con fertilización de fósforo: P 40kg/h, s: semana.

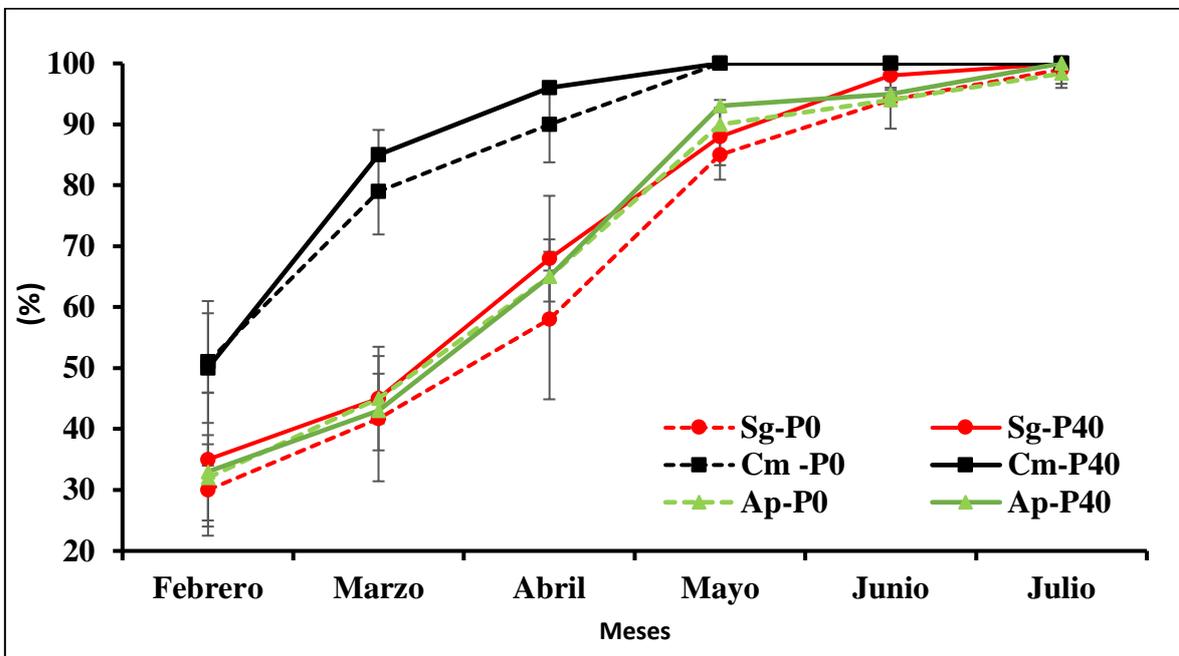


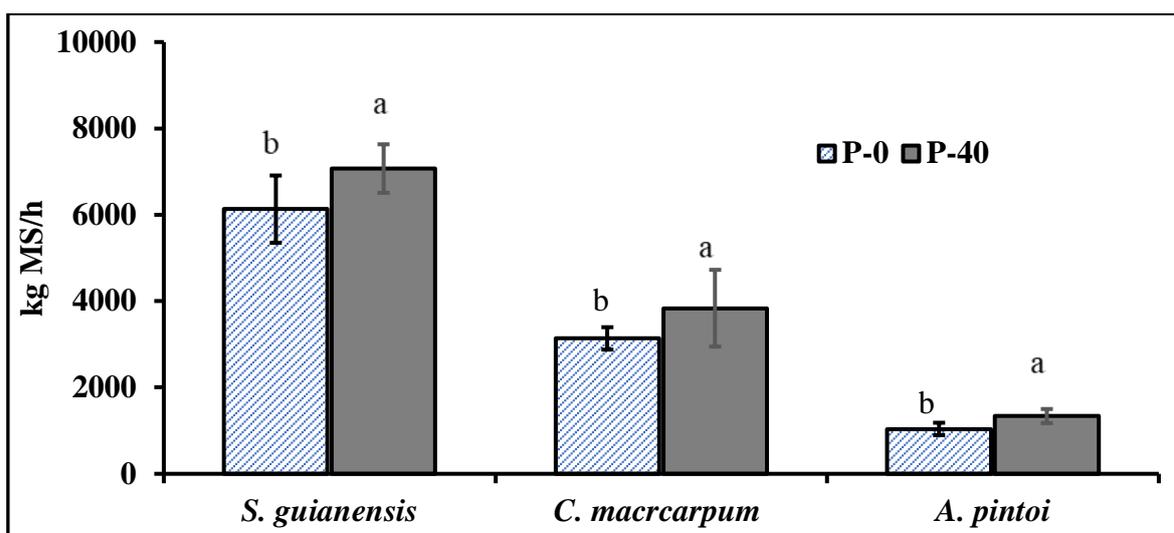
Figura 4: Cobertura del suelo (%). *Stylosanthes guianensis*: Sg, *Centrosema macrocarpum*: Cm, *Arachis pintoi*: Ap, sin fertilización de fósforo: P 0kg/h y con fertilización de fósforo: P 40kg/h

Durante el periodo de evaluación del establecimiento, el porcentaje de cobertura (Figura 4) en el suelo fue: alta para *C. macrocarpum*, alcanzando valores cercanos a 100% a los 3 meses de establecido; debido a que el porcentaje de cobertura del *centrosema* a través del tiempo parece estar ligado a la fisiología misma de esta especie, debido a la tendencia de crecimiento rastrero que sigue en esta especie los resultados fueron similar en sus dos tratamientos sin y con dosis de P. Así mismo, Alegre *et al.* (2017) reporto cobertura del 100% de la superficie del suelo a 3 meses de sembrado en la Amazonía peruana en cultivos de cobertura y sistemas agroforestales, en tanto, *S. guianensis* y *A. pintoii* alcanzaron el porcentaje de cobertura a los 6 meses de establecido.

4.2.3. Producción de forraje

La potencialidad de los sistemas forrajeros se evaluó cada tres meses después de establecido y durante todo el año del establecimiento. La producción de biomasa en KgMS/ha fue significativo ($p < 0.01$) entre especie como también con el uso de la suplementación de fósforo en el segundo corte (Tabla 3). Al comparar el primer corte el efecto de la suplementación fosforada no presento diferencias significativas ($p = 0.52$) posiblemente por la baja solubilidad de la roca fosfórica en este tipo de suelos ligeramente ácidos ($pH = 6.73$). El uso directo de la roca fosfórica como fertilizante ha sido una práctica ampliamente probada en suelos de la Amazonía peruana con muy buenos resultados en suelos ácidos incrementado la producción de pastos, cultivos agropecuarios como también en sistemas silvopastoriles (Alegre & Chumbimune 1992; Arévalo *et al.* 2013).

En tanto, el segundo corte (Tabla 3) presento diferencias significativas ($p < 0.01$) al uso de roca fosfórica como fuente de fósforo, *S. guianensis* presentó valores de 6 726 y 7631 KgMS/ha sin y con uso de fósforo respectivamente. *C. macrocarpum* 2 642 y 3 183 kgMS/ha sin y con dosis de P respectivamente y *A. pintoii*, 957 y 1 329 kgMS/ha sin y con dosis de P respectivamente. Así mismo, se puede observar diferencia significativa entre especies ($p < 0.01$) presentando mayores valores *S. guianensis*, debido a que esta especie tiene un crecimiento erecto respecto a las otras especies. El rendimiento en la producción de estas especies está directamente influenciado por la temperatura, precipitación humedad ambiental, Lagunes *et al.* (2019) reporto 3 235 y 2 910 kgMS/ha de rendimiento en *Sylosanthes guianensis* y *Centrosema macrocarpum* respectivamente en el trópico mexicano.



P-0: fertilización de fósforo 0kg/h, P4-0: fertilización de fósforo 40kg/h.

Figura 5: Efecto del fósforo en la producción de biomasa (kgMS/h) de las leguminosas.

El rendimiento promedio de materia seca (Figura 5) fue mayor en todos los tratamientos que recibieron P comparado con el testigo. Esto sugiere que el P incremento la cantidad de materia seca (hojas y tallos), en 15.35, 22.30 y 28.77% en *S. guianensis*, *C. macrocarpum* y *A. pinto* respectivamente, confirmándose el efecto que tiene el P sobre el crecimiento de las leguminosas estudiadas. Así mismo, Arevalo *et al.* (2003) reportó incrementos de 103% en *Centrosema macrocarpum* con dosis de P similares en la Amazonía Peruana.

4.2.4. Enfermedades y plagas

En el periodo de establecimiento, las leguminosas no presentaron enfermedades, sin embargo, se vieron afectadas por la hormiga cortadora (*Atta sp.*), conocidas con diversos nombres en Sudamérica, en Perú se denominan “hormigas arrieras”. Estas hormigas cortaron trozos y partes de las plantas vivas en el primer mes de establecido como se observa en la Figura 6 y 7. Así mismo, la principal dificultad para el establecimiento de esta especie fue la maleza conocida como paja (Figura 8) o coquito (*Cyperus rotundus*), debido a su alta tasa de crecimiento en esta zona, prácticamente cubriendo toda la planta en las tres primeras semanas de establecimiento a excepción de *Arachis pinto* que perdura durante todo su establecimiento. En tanto, investigadores mencionan que *S. guianensis* es una especie susceptible a agente etiológico de la antracnosis es el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Chakraborty *et al.* 2002; Weeds *et al.* 2002).

En tanto, estudios realizados por Kelemu *et al.* (1997) y Chakraborty *et al.* (1997) identificaron genes de resistencia del huésped (*S. guianensis*) y agresividad de patógenos los cuales pueden ayudar en los programas de mejoramiento de leguminosas para la resistencia a enfermedades. Así mismo, estas especies de leguminosas son adaptables a suelos ácidos y de baja fertilidad natural, son resistentes al pisoteo, presenta buena palatabilidad, aceptación y buena productividad (Fernandes 2003).



Figura 6: Hojas de *Arachis pintoi* cortadas por la hormiga *Atta* sp



Figura 7: Plántula de *Centrosema macrocarpum* cortada por la hormiga *Atta* sp



Figura 8: Plantula de *Stylosanthes guianensis* de 2 semanas

Los datos del presente estudio indicaron que los bancos de proteína ofrecen oportunidades para la diversificación e intensificación de los sistemas ganaderos en el trópico, aunque puede tardar en establecerse, tienen un efecto positivo, el establecimiento en la época de inicio de lluvias. Así mismo, la aplicación de fósforo tuvo un efecto significativo en la producción de biomasa. En la producción de biomasa de las leguminosas presentó un efecto significativo ($p < 0.01$) presentado mayor desempeño agronómico como banco de proteína en el siguiente orden: *Stylosanthes guianensis* > *Centrosema macrocarpum* > *Arachis pintoi*, (Figura 5) por lo que puede considerarse como fuentes forrajeras alternativas para complementar las dietas de rumiantes en pastoreo que presente baja calidad nutritiva en la dieta.

La fertilización tiene un efecto directo en la producción de biomasa, pero esta a su vez depende de la precipitación y las propiedades del suelo (Botiono *et al.* 2007). Generalmente, las leguminosas presentan un efecto positivo a la aplicación de fertilizantes de fósforo, en el caso del Nitrógeno estas especies las obtienen del nitrógeno atmosférico a través de la vía simbiótica (Ivanov *et al.* 2012); Así mismo, Fageria (2001) menciona que las leguminosas aumenta la absorción de fósforo si estas presentan suficiente suministro de nitrógeno en la zona de las raíces, entonces se puede afirmar que la aplicación de fósforo aumenta el rendimiento de la producción de biomasa de las leguminosas.

4.2. EXPERIMENTO 2: ACEPTACIÓN Y PREFERENCIA EN EL CONSUMO DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN TERNEROS

Composición química del forraje

El porcentaje de proteína cruda presentó diferencia significativa ($p < 0.01$) en las especies evaluadas mostrando mayor valor *Arachis pintoi* 16.98%, seguido de *Centrosema macrocarpum* 16.32% y *Stylosanthes guianensis* 14.45%. Así mismo, la FDN presentó ($p < 0.01$). *S. guianensis* 58.63% y *C. macrocarpum* 57.51% respecto a *A. pintoi* 50.79%. La DIVMO fue ($p < 0.01$), *Arachis pintoi* 73.16% mostró el mayor porcentaje respecto a las dos especies evaluadas (Tabla 4).

Tabla 4: Composición química del forraje

	<i>Stylosanthes guianensis</i>	<i>Arachis pintoii</i>	<i>Centrosema macrocarpum</i>
Materia Seca (%)	22.85 ^a	19.50 ^b	17.85 ^c
Proteína Cruda (%)	14.45 ^b	16.98 ^a	16.37 ^a
FDN (%)	58.63 ^a	50.79 ^c	57.51 ^b
DIVMO (%)	59.86 ^b	73.16 ^a	56.48 ^c

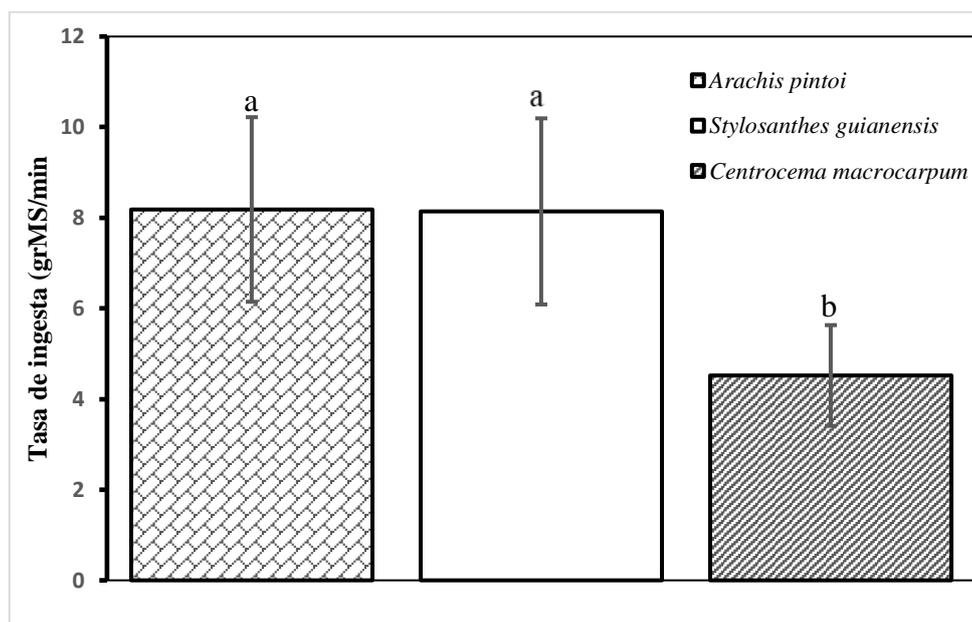
^{a,b,c}Medias con letras distintas entre filas diferentes difieren significativamente (P<0.05). MS: materia seca, FDN: fibra detergente neutro, DIVMO: digestibilidad in vitro de la materia orgánica

Godoy *et al.* (2012), reportaron que *Arachis pintoii* cortado a 30 días, presenta valores de 24.50% de proteína cruda y 66.42%, digestibilidad *in vitro* de la materia seca. En tanto, Lagunes *et al.* (2019) reportó valores de DIVMS de *Stylosanthes guianensis*, *Arachis pintoii* y *Centrosema macrocarpum* de 62, 74 y 55% respectivamente. Según Magalhaes *et al.* (2003) la digestibilidad de la materia seca de *Stylosanthes guianensis* varía entre 51 y 67% dependiendo la edad de rebrote.

Prueba de aceptación de leguminosas

Se presentó diferencia significativa ($p = 0.01$) en la aceptación de leguminosas por los terneros. La aceptación se midió en base a la tasa ingerida de la especie en un determinado tiempo. Presentando mayor consumo promedio *A. pintoii*, 8.18 ± 2.05 gMS/min y de *S. guianensis* 8.14 ± 2.35 gMS/min que *C. macrocarpum* 4.52 ± 1.85 gMS/min (Figura 9a). se puede observar que *A. pintoii* es la especie con mejor aceptación esto puede deberse a que es la especie con mejor valor nutricional. Así mismo al comparar el consumo de Nitrógeno (N) como proteína cruda presentó diferencias significativas ($p = 0.013$), *A. pintoii* también presentó los mayores valores en tasas de ingesta de N por unidad de tiempo (figura 9b), mostrando valores para *A. pintoii*, *S. guianensis* y *C. macrocarpum* de 0.22, 0.18 y 0.11 g N/min respectivamente. Bajo este concepto se podría estimar el tiempo de pastoreo, ya que un alto consumo de Nitrógeno, tendría como ventaja que se requiera de un menor tiempo de pastoreo en el banco de proteína para satisfacer las necesidades de suplementación proteica.

a)



b)

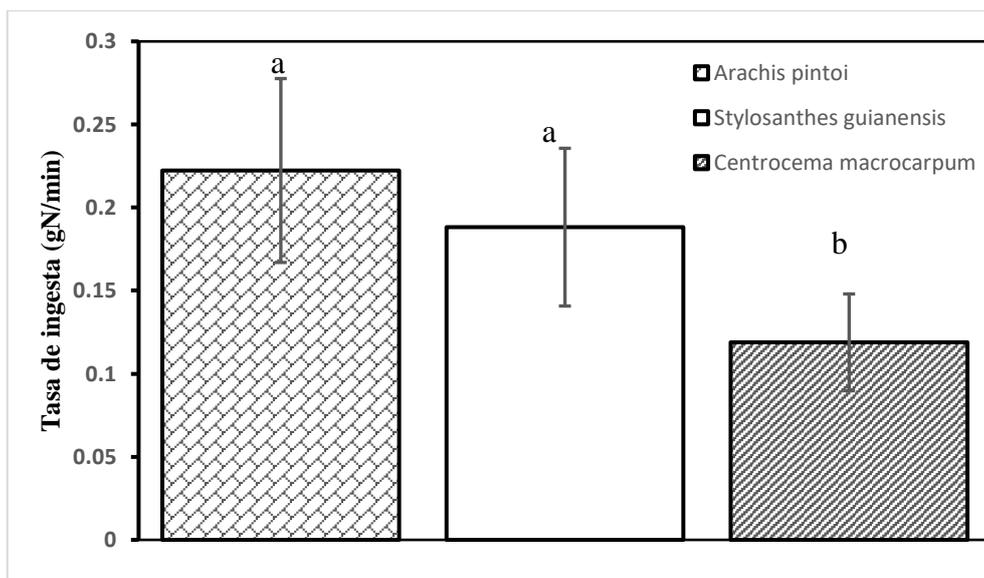


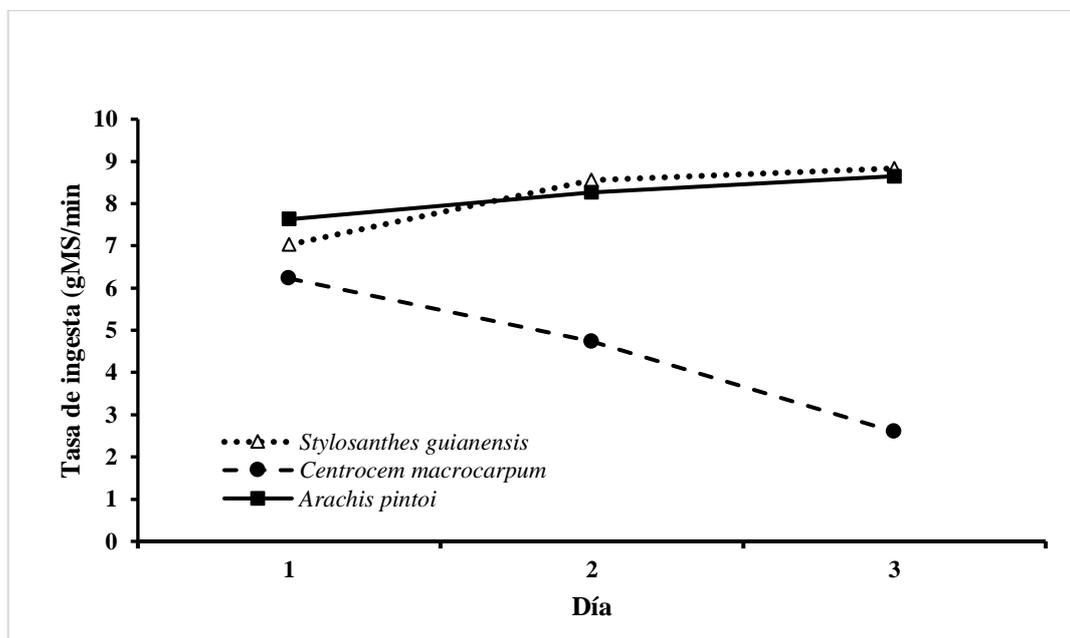
Figura 9: (a) Tasa de ingesta Promedio de gMS/min (b) Tasa de ingesta de Nitrógeno gN/min de tres leguminosas

La percepción animal de los sabores dulces o amargos puede influir en la aceptabilidad de los alimentos (Glaser *et al.* 2000). Así mismo, investigadores mencionan que los efectos del aprendizaje y la experiencia previa con la alimentación pueden influir en las respuestas (Distel 2016) es por eso que en esta investigación se realizaron con terneros que no

presentaron contacto previo con leguminosas. La aceptación de las leguminosas puede ser afectadas por la presencia de taninos (compuestos metabólicos secundarios) en altas concentraciones interfieren en el valor nutritivo de las leguminosas (Min *et al.* 2003). Así mismo debido a que la concentración de taninos total es de 78.88 g/kg⁻¹ MS en *C. macrocarpum* y 20.61 g/kg⁻¹ MS en *S. guianensis* (García *et al.* 2016). Las concentraciones altas de taninos condensados en los forrajes las vuelve menos aceptadas por el animal y su efecto depende de la cantidad ingerida y del tipo de tanino (Patran *et al.* 2006). Los compuestos fenólicos están relacionados con el sabor, olor y color del alimento y en algunos casos pueden modificar la fermentación ruminal y reducir la emisión de gas metano (Evans y Martín 2000).

En la Figura 10a, se observa el comportamiento de los animales en el consumo (g/min) de las leguminosas durante 3 días consecutivos, se observa que la especie de *Arachis pintoii* tiene un incremento significativo con los días, similar comportamiento presenta *Stylosanthes guianensis* a diferencia de la especie *Centrosema macrocarpum* que disminuye el consumo diario o una menor aceptación con el transcurrir de los días.

a)



b)

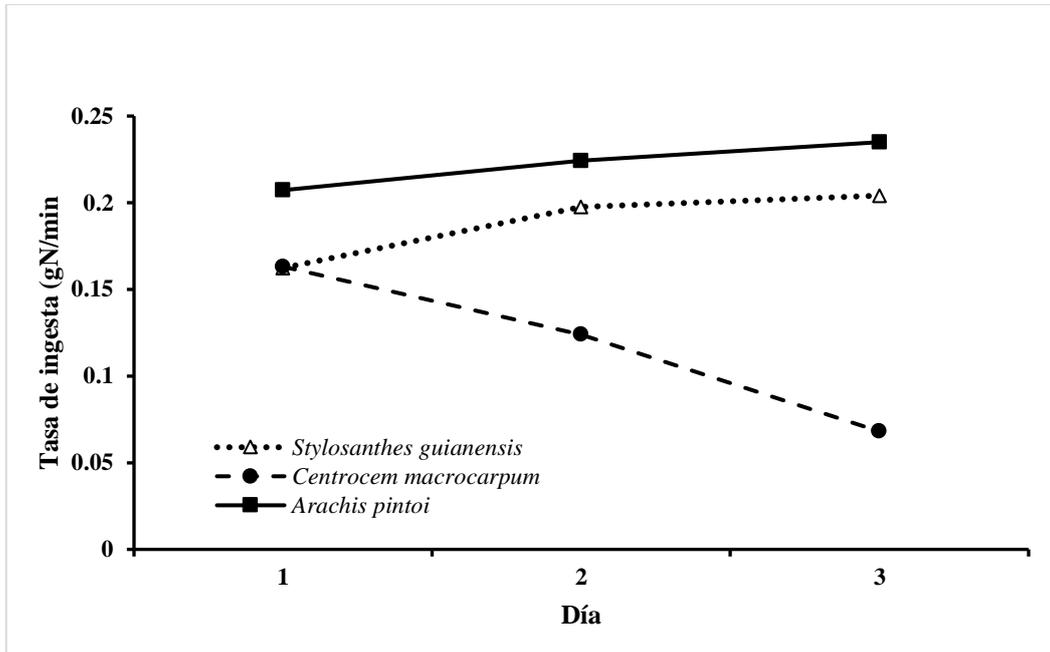


Figura 10: Evolución de la tasa de ingesta de tres especies durante 3 días (a) gMS/min (b) gN/min

El resultado de la tasa de ingesta en el primer día no presentó diferencia significativa ($p = 0.598$), en el segundo día ($p = 0.012$) y tercer día presentó diferencia significativa ($p = 0.006$). La tasa de consumo de Nitrogeno (g/min) fue significativamente mayor en la especie *de Arachis pintoi* y *Stylosanthes guianensis* en comparación con *Centrosema macrocarpum* (Figura 10b), la aceptación de las leguminosas puede ser afectadas por la presencia de taninos (compuestos metabólicos secundarios) en altas concentraciones interfieren en la calidad nutritiva del forraje.

Prueba de preferencia de leguminosas

En esta prueba 6 terneros tuvieron la oportunidad de elegir la leguminosa de su preferencia, estas fueron ofrecidas en simultaneo durante un tiempo determinado (10 minutos). El forraje ofrecido de las leguminosas fue picado del mismo tamaño en las tres especies evaluadas. Los resultados muestran diferencias significativas ($p = 0.031$) en el comportamiento del consumo voluntario para *A. pintoi*, *S. guianensis* y *C. macrocarpum* de 162.38, 117.65 y 74.11 gr de forraje verde (FV) respectivamente. Respecto al consumo total en la prueba, el

45.97% está formado por *Arachis*, seguido de *Stylosanthes* 33.31% y 20.72% de *Centrosema* (Tabla 5).

Tabla 5: Preferencia del consumo de tres leguminosas forrajeras por terneros Gyrholando en el trópico peruano.

	<i>Stylosanthes guianensis</i>	<i>Centrosema macrocarpum</i>	<i>Arachis pintoii</i>
Consumo (gMS/10 min)	29.28 ^{ab}	18.22 ^b	40.43 ^a
Preferencia (%)	33.31 ^{ab}	20.72 ^b	45.97 ^a
Ranking	2. ^a	3. ^{er}	1. ^{er}

^{a,b} Medias con letras distintas entre filas difieren significativamente ($p < 0.05$). FV: forraje verde; ESM: error estándar de la media

La preferencia se ve afectada por los requerimientos nutricional del animal, la anatomía de su boca, factores ambientales y las características del forraje (Anwandter 2006; Pinto *et al.* 2003). El comportamiento en el consumo también está ligado a su contenido de metabolitos secundarios como menciona Garcia *et al.* (2011) donde indica que los metabolitos secundarios derivados de rutas biosintéticas, la naturaleza del compuesto y la concentración pueden ocasionar efectos detrimentales o beneficios para el animal, en este sentido. La calidad nutricional y palatabilidad, que según Anwandter (2006) se define como lo agradable al gusto o los factores inherentes a la planta que causan una respuesta selectiva por parte de los animales. Al respecto, se conoce que los fenoles, los alcaloides, los taninos y los compuestos aromáticos alteran la palatabilidad de los bovinos (Pinto 2003).

Los resultados en este experimento muestran que la aceptación expresa la respuesta sensorial (olor, sabor, textura) inmediata del animal a un alimento y el grado de neofobia o rechazo a un alimento nuevo, lo que se traduce en una tasa de consumo o ingesta, la cual puede aumentar o disminuir en el tiempo dependiendo de las consecuencias post ingestiva que experimenta el animal (Glaser *et al.* 2000). Los niveles iniciales de consumo y su evolución varió notablemente; *A. pintoii* y *S. guianensis* fueron consumidas a una tasa mayor que *C. macrocarpum*, sugiriendo que las dos primeras proveen proteína a una tasa más alta permitiendo una obtención de proteína relativamente más eficiente en costo y tiempo. Los animales aceptan mejor aquellos alimentos con los cuales son familiares y les brindan una mayor satisfacción como alto valor hedónico, alta concentración de nutrientes y baja

concentración de toxinas (Distel *et al.* 2016, Launchbaugh *et al.* 1997). Los animales que se usaron en este experimento no tenían experiencia previa en el consumo de las tres leguminosas y las aceptaron.

El grado de preferencia por los tres forrajes, es decir el consumo relativo cuando son ofrecidos simultáneamente, guardan estrecha relación con la aceptación de los mismos cuando estos son ofrecidos individualmente. La preferencia al igual que la aceptación está condicionada por el gusto y olfato, la experiencia previa y las consecuencias post-ingestivas, los cuales ayudan a los animales a discriminar entre un alimento y otro y estas diferencias se expresan en consumo relativos diferentes. *A. pinto* y *S. guianensis* fueron las forrajeras más preferidas revelando que factores asociados a su más alto valor nutricional y bajos valores de metabolitos secundarios habría jugado un rol en la preferencia por las mismas.

Launchbaugh *et al.* (2001), mencionan que la preferencia podría ser afectada por factores estructurales de los forrajes (contenido de pared celular, lignina y silice) y la presencia de metabolitos secundarios (Villalba y Provenza 1997). Estudios realizados en metabolitos secundarios muestran que *A. pinto* contienen taninos a razón de 20.20 g/kgMS, (Paulino *et al.* 2012) *S. guianensis* 23.28 g/kgMS y *C. macrocarpum*, 70.80 g/kgMS a los 84 días de rebrote (García *et al.* 2016) y que la presencia de estos compuestos secundarios interfiere en el valor nutritivo de las leguminosas (Min *et al.* 2003) reduciendo su digestibilidad, consumo y grado de palatabilidad (Patra *et al.* 2006)

El nivel de aceptación estuvo correlacionadas positivamente ($r = 0.88$) con la preferencia, leguminosas con los más altos índice de aceptación también fueron los más preferidas; *A. pinto* fue la forrajera más preferible seguido de *S. guianensis* y *C. macrocarpum*, indicando que muchos de los factores que afectan la aceptación también afectan la preferencia en mayor o menor cuantía, siendo que cuando se consumen dietas mixtas, las ventajas nutricionales de un forraje pueden ser enmascaradas positiva o negativamente por las características del otro (Provenza *et al.* 2007).

Combinar información del rendimiento productivo, valor nutritivo, aceptación y preferencia es crucial en el proceso de selección de forrajeras (Villalba y Provenza 1997) *C.*

macrocarpum es una leguminosa de fácil establecimiento, rendimiento productivo y manejo tanto en monocultivos como asociada con gramíneas, pero no es consumida con avidez, Por el contrario *A. pintoii* es una leguminosa de menor rendimiento y de mayor dificultad para el establecimiento, pero es la que mostro los mejores resultados en su aceptación y preferencia; *S. guianensis* exhibió una buena respuesta alimentaria y rendimiento productivo, así como, en la aceptación y preferencia. Lo que sugiera que puede ser la mejor especie para el establecimiento de banco de proteína para pastoreo.

4.3. EXPERIMENTO 3. TASA DE CRECIMIENTO DE VAQUILLAS COMO RESPUESTA A LA SUPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE PROTEÍNA

Disponibilidad del forraje

En la Figura 11. la disponibilidad de forraje en los potreros varió 3 503 a 3 285 kgMS/ha en época lluviosa y de 1 180.08 a 1 110 kgMS/ha en época seca en el pasto *Panicum maximum* cv Mombaza; en tanto el banco de proteína (*S. guianensis*) vario de 6 060 a 8 719 kgMS/ha entre los meses de marzo a julio, en tanto agosto presento una disponibilidad de 3 099.70 kgMS/ha. El comportamiento del *Panicum maximum* en los meses evaluados están influenciados por la precipitación, debido a que los meses de junio julio y agosto son meses de época seca, donde se registró menor disponibilidad al compáralo con los meses de época lluviosa, en tanto la disponibilidad en la leguminosa (*Stylosanthe guianensis*) no presenta variación en las meses evaluado aumentando el aporte de forraje disponible en los meses de época seca, permitiendo mantener la biomasa forrajera en los meses de menos disponibilidad. Barcellos *et al.* (2001) menciona que el género *Stylosanthes* presenta excelente adaptación y resistencia a ambiente secos.

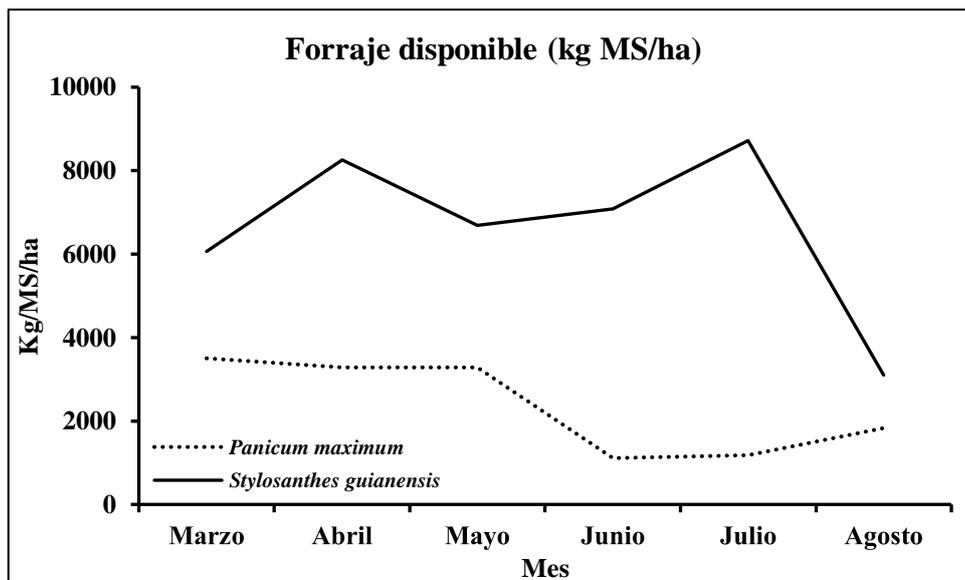


Figura 11: Variación de la disponibilidad del forraje en el *Panicum maximum* y *Stylosanthes guianensis*.

Valor nutritivo de la dieta

La Tabla 6. muestra los resultados de la disponibilidad del forraje en los potreros, proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) de la dieta de las vaquillas en los meses de evaluación. El método para obtener la dieta fue bajo el método de simulación manual. El forraje disponible del pasto *Panicum maximum* var. Mombaza no presentó diferencias ($p > 0.05$) al comparar en los meses de las mismas épocas lluviosa (marzo, abril y mayo) y la época seca (junio, julio y agosto), pero presentó diferencia ($P < 0.01$) al comparar los meses de ambas épocas. Durante los meses de época lluviosa (3 503.03 kgMS/ha) presento mayores valores respecto a los meses de la época seca (1 110.75 kgMS/ha), Las especies forrajeras tropicales tiene un sistema fotosintético C_4 (*Panicum maximum*), lo que permite tener la propiedad de no saturarse ni con la máxima radiación solar debido a su alta tasa fotosintética y ausencia de fotorrespiración, lo resultados encontrados en este estudio fueron similares a los reportados por Nuñez *et al.* (2019) con una disponibilidad de forraje de 7 764 kgMS/ha en época lluviosa y 1 200kgMS/ha en época seca, debido a las condiciones ambientales como: humedad, temperatura del suelo, radiación y nutrientes en el suelo influye en el crecimiento de la pastura (Alonso 2009).

Tabla 6: Forraje disponible en los potreros y valores nutricionales de la dieta de las vaquillas en los meses evaluados.

Ciclo de pastoreo	Forraje disponible (kg de MS ha)		Composición química de la dieta					
			<i>Panicum maximum</i>			<i>Stylosanthes guianensis</i>		
	<i>Panicum maximum</i>	<i>Stylosanthes guianensis</i>	PC (%)	FDN (%)	DIVMO (%)	PC (%)	FDN (%)	DIVMO (%)
Marzo	3503 ^a	6060 ^{ab}	9.04 ^a	68.68 ^a	65.59 ^a	18.06 ^a	41.61 ^a	78.94 ^a
Abril	3286 ^a	8250 ^a	8.95 ^a	69.15 ^a	62.02 ^{ab}	17.02 ^a	40.82 ^a	77.51 ^a
Mayo	3285 ^a	6693 ^a	-	-	-	-	-	-
Junio	1110 ^b	7088 ^a	7.96 ^b	67.91 ^a	58.00 ^b	15.64 ^a	46.44 ^b	70.03 ^b
Julio	1180 ^b	8719 ^a	7.79 ^b	68.14 ^a	62.38 ^{ab}	16.11 ^a	49.48 ^b	66.77 ^b
Agosto	1836 ^b	3099 ^b	6.69 ^c	65.16 ^b	58.10 ^b	16.24 ^a	44.71 ^{ab}	72.76 ^{ab}

^{a,b}Medias con letras distintas entre columnas diferentes difieren significativamente (P<0.05).

Comportamientos similares reportaron Romero *et al.* (2020) en el *Panicum maximum* en sistemas silvopastoriles, en la época lluviosa y seca en la región de selva alta. En el trópico la disponibilidad del pasto está sujeta a las precipitaciones pluviales. En tanto Verdecia *et al.* (2008) al evaluar *Panicum maximum* de diferentes variedades y en cuatro edades de rebrote (30, 45, 60 y 75 días) y una altura de 10 cm de corte del suelo, reporto una variación entre de 4.02 y 9.02 t MS/h a medida que aumentaba en edad.

La potencialidad del banco de proteína en los meses evaluados de marzo, abril, mayo, junio y julio no presentaron diferencia (P > 0.05), la producción de biomasa durante estos meses vario de 6 060 a 8 7192 KgMS/ha, sin embargo, en el mes de agosto el valor fue 3 099 KgMS/ha. Lagunes *et al.* (2019) reportaron 3 235 KgMS/ha en el trópico mexicano.

a) Proteína cruda

La variación de proteína cruda en la dieta (*Panicum maximum*) de las vaquillas durante los meses evaluados, presentó diferencias significativas (p<0.01), obteniéndose un mayor valor en la los meses de época lluviosa con 9.04 por ciento, y valores menores en la época seca con 6.69 % (Tabla 6). Este comportamiento se debe que en los meses de lluvias existen mayor cantidad de rebrotes de hojas y tallos suaves y palatables, mientras que la época seca se puede encontrar estructuras más gruesas y lignificadas debido a que en los meses de lluvias el pasto está relacionado al crecimiento acelerado del forraje y rotación rápida (21

días), en tanto en los meses de seca la rotación de los animales en los potreros es lenta (35 días) y el crecimiento de la pastura es más lento.

El contenido de proteína cruda en los pastos puede variar entre 3% en un pasto maduro y hasta más de 30% en una pastura muy tierna con suelos óptimos para el crecimiento o en suelos fertilizados (Lopez *et al.* 2018). Romero *et al.* (2020) encontró similar comportamiento del *Panicum maximum* en sistemas silvopastoriles en dos épocas del año evaluadas con valores de 12.42. y 10.40 por ciento en época lluviosa y seca respectivamente. Verdecia *et al.* (2008) demuestra que la proteína cruda en *Panicum maximum* disminuye a medida avanza su estado fenológico de 12 - 14% de proteína cruda a 30 días de edad y el más bajo a 105 días de edad con 6 -7%.

El comportamiento de proteína cruda en la leguminosa (*Stylosanthes guianensis*) consumida por las vaquillas durante los meses evaluados, no presentó diferencias ($p = 0.1215$), obteniéndose un mayor valor en los meses de época lluviosa con 18.06% y de 15.64 % en los meses de la época seca (Tabla 6). Similar comportamiento registro Lagunes *et al.* (2019), con valores de 16 hasta 22 % de proteína cruda a 56 días de rebrote en diferentes meses del año. Esta leguminosa forrajera herbácea, se caracterizan por mantener un alto valor nutritivo durante su ciclo biológico al compararlo con las gramíneas (Dewhurst *et al.* 2009; Phengsavanh y Frankow-Linberg 2013).

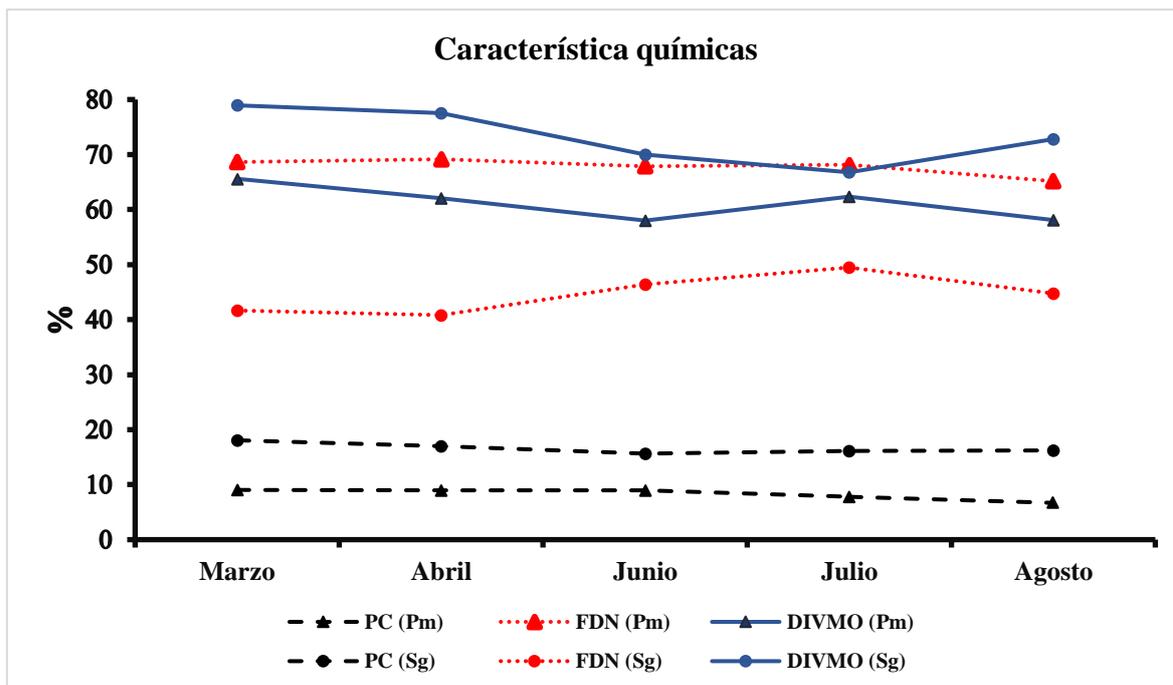


Figura 12: Características químicas del forraje en el *Panicum maximum* y *Stylosanthes guianensis*.

*PC: Proteína cruda, FDN: Fibra detergente Neutro, DIVMO: Digestibilidad in Vitro de la Materia Orgánica, Pm: *Panicum maximum*, Sg; *Stylosanthes guianensis*.

b) Fibra detergente neutra (FDN)

El contenido de FDN del *Panicum maximum* de la dieta de las vaquillas en promedio para los meses evaluados fue de 67.81 %, no habiendo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los primeros 5 meses de evaluación. (Figura 12). Los valores de la dieta encontradas, presenta similar relación con lo reportado por Juárez *et al.* (2006) 67 % de FDN a una edad promedio de 40 días de rebrote en *Panicum maximum* var. Tanzania. En tanto, el contenido de FDN del *Stylosanthes guianensis* como suplemento de la dieta de las vaquillas presento diferencia ($p < 0.01$) en los meses evaluados presentando valores de 40.82 a 49.48 %. Lagunes *et al.* (2019) reportarán similar comportamiento en esta especie encontrándose variaciones en su promedio de 61 a 66 %. Los resultados del presente estudio muestran que el alto potencial forrajero de la leguminosa.

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

La DIVMO de las dietas del *Panicum maximum* fueron de 65.59 % en el primer mes (marzo) y de 58.10 % en el último mes de evaluación, encontrándose diferencias significativas ($p < 0.05$) entre sus promedios, siendo al igual que la proteína y FDN afectados por las épocas

del año (Figura 12). La digestibilidad de la materia orgánica disminuye a medida que la edad de la gramínea avanza; Verdecia *et al.* (2008) encontraron que el pasto presentaba mayor digestibilidad a los 30 días de edad con 63.5 y 68.74% y el más bajo a los 105 días de edad con 49.83 y 51.86% respectivamente, Nuñez *et al.* (2019), reporto similar comportamiento, encontrado valores más bajos en época seca que en las otras épocas.

En tanto, la DIVMO del *Stylosanthes guianensis* de la dieta suplementaria de las vaquillas presentaron diferencias significativas ($p < 0.01$) en los meses evaluados variando sus valores de 66.67 a 78.94 %, presentado valores superiores en todos los meses al compararlo con el pasto. Similar comportamiento reporto Lagunes *et al.* 2019 en esta leguminosa en los meses evaluados con valores de 53 y 72 %. Esta especie de leguminosa presentó mayor digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica al compararlo con la gramínea, la cual se relaciona directamente con su menor contenido de FDN.

El alto contenido de la DIVMO y PC en *Stylosanthes guianensis* coincide con su menor proporción de FDN presente en todos los meses evaluados. Este resultado también fue encontrado diferentes investigaciones debido a que es una especie que mantiene una proporción de hoja estable durante todo su crecimiento y por tanto mayor contenido celular (García-Ferrer *et al.* 2015).

Respuesta animal a la suplementación del banco de proteína

Presupuesto de actividades

Pastoreo. no se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los grupos evaluados (Tabla 7) en las horas del día destinadas a esta actividad, sin embargo, presento diferencia numérica, los animales sin acceso al banco de proteína (6.48 horas) a diferencia de los animales con acceso a banco de proteína (6.37 horas) Los promedios obtenidos en las actividades registradas fue similar a los reportados por Ledea *et al.* (2016) en ganado de cruce de Charolais con cebú en pastoreo intensivo de gramíneas y leguminosas arbustivas en época poco lluviosa en el Valle del Cauto, Cuba, este comportamiento corresponden con el patrón de conducta de animales en pastoreo intensivo (Ray *et al.* 2000).

Rumia. la Tabla 7. muestra que existieron diferencias ($p < 0.05$) al tiempo dedicado a esta actividad, entre los grupos evaluados, siendo el grupo sin acceso a banco de proteína el que

presento mayor tiempo. este comportamiento puede ser debido a que el grupo sin acceso a banco, el forraje presenta mayor cantidad de fibra. El tiempo dedicado a la rumia está influenciado por la naturaleza de la dieta presentes en el pasto (Van Soest 1996). En promedio el tiempo que las vaquillas dedican a esta actividad es 5.67 y 6.10 para el grupo con acceso y sin acceso al banco respectivamente, lo cual coincide con lo reportado por Jarillo *et al.* (2007) en la que los vacunos en promedio rumian diariamente entre 5.4 a 8.6 horas. Nuñez (2017) en el trópico peruano encontró valores semejantes a los encontrados en esta investigación.

Caminata. se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los grupos evaluados, presentando mayor tiempo de caminata (1.01 horas) el grupo de animales con acceso al banco de proteína, debido a que este grupo tenía que ir y regresar del banco de proteína, para posteriormente ingresar a potrero de gramínea.

Tabla 7: Presupuesto de actividades de los animales en pastoreo.

Variable	Sin banco de Proteína			Con banco de Proteína		
	Horas	Dev std	%	Horas	Dev std	%
Pastoreo	6.49 ^a	±0.47	27.00	6.34 ^a	±0.44	26.54
Rumia	6.10 ^a	±0.62	25.42	5.67 ^b	±0.57	23.63
Caminata	0.95 ^b	±0.11	3.96	1.03 ^a	±0.04	4.21
Parada	5.36 ^a	±1.26	22.38	5.11 ^a	±1.11	21.29
Sentada	4.45 ^b	±1.04	18.54	5.21 ^a	±0.98	21.71
Otros	0.65 ^a	±0.17	2.71	0.64 ^a	±0.23	2.63
Descanso total	9.81		40.92	10.32		43.00
Total	24		100	24		100

^(a,b) Letras diferentes en cada fila revelan diferencias entre variables ($p < 0.05$)

Parada. esta variable no presento diferencias significativas ($p = 0.72$) entre los grupos evaluados; sin embargo se encontró mayor valor en el grupo sin acceso al banco de proteína (5.36 horas) respecto al grupo con acceso al banco de proteína (5.11 horas), en tanto Nuñez (2017) reporto similar comportamiento con valores de 4.38 horas en época lluviosa y 4.41 en época seca en vacas al pastoreo en el trópico, sin embargo, Ruiz (2001) reporto valores cercanos (5.43 horas) para esta actividad en vacas Brown Swiss en condiciones de sierra peruana (4350 msnm).

Sentada. se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$), entre los grupos evaluados, presentado mayor tiempo en el grupo con banco de proteínas (5.21 horas) y menor valor en el grupo sin acceso al banco de proteína (4.45 horas). así mismo Ruiz (2001) menciona que el tiempo máximo que invierten los animales para esta activa es alrededor de las 5 horas (Tabla 7).

En promedio los animales dedican 10.82 horas del día para la actividad de descanso (parada y sentada), representado por 43.00% del día para el grupo con banco de proteínas y para el grupo sin acceso al banco su valor es de 9.82 horas representado en 40.92 % del día, Nuñez *et al.* (2019) reportarán un 31 % del día el animal destina a descanso en vacas en sistemas silvopastoriles con permanencia en lo potreros por las noches.

Comportamiento ingestivo de materia seca

No se encontraron diferencias significativas ($p = 0.158$) entre sus promedios, representando un consumo promedio de su peso vivo (PV) de 1.87 % y 1.83% para el grupo de sin banco de proteína (BP) y con BP respectivamente. El grupo con BP, el consumo promedio de la leguminosa (*Stylosanthes guianensis*) como resultado de 60 minutos de pastoreo fue 0.28% de su PV (Tabla 8).

Tabla 8: Porcentaje en el consumo promedio de materia seca en base de su peso vivo

Tratamientos	% CMS de su peso vivo		
	<i>P. maximum</i>	<i>S. guianensis</i>	Promedio
Sin banco de proteína	1.87 ± 0.50	-	1.87 ^a ± 0.50
Con banco de proteína	1.55 ± 0.36	0.28 ± 0.05	1.84 ^a ± 0.37

(^{a,b}) Letras diferentes en cada fila revelan diferencias entre variables ($p < 0.05$).

Así mismo, Anaya (2023) reporta valores de consumo de materia seca de su peso vivo muy similares a los reportados en esta investigación de 1.75 % con terneros que solo consumían *Panicum* y 1.85 % en aquellos que tuvieron acceso al banco de proteína de *S. guianensis*, esto posiblemente se debe a que el tratamiento con acceso a banco de proteína presenta mejor calidad nutritiva en la dieta, así como, una menor FDN lo que se ve reflejado en un mayor consumo. Meléndez (2015) menciona que el contenido de FDN de las dietas se correlaciona

en forma negativa con la ingesta de materia seca por parte del animal debido al control físico que esta genera (llenado del rumen).

Estos niveles de consumo fueron menores a los reportados por Nuñez (2017) en condiciones ambientales similares (selva alta) reporta consumos de 2. a 3.0 % del peso vivo en vacas pastoreadas en *Panicum maximum*. y Cruz (2004) en condiciones ambientales templadas reporta 2.35% del PV. Sin embargo, son ligeramente menores a los reportados por Flores *et al.* (2006) en vacas pastoreadas en praderas cultivadas en secano utilizando la metodología de colección total de heces, donde consumo promedio fue de 1.93%.

Siendo el peso vivo promedio de los grupos en evaluación de 139.1 y 143.2 para el tratamiento sin y con acceso al BP respectivamente. Se presenta una diferencia numérica en el consumo, siendo de 1.87 kg MS/100kg de PV para el grupo que no tuvo acceso al BP y 1.84 kg MS/100 kg PV para el grupo con acceso al BP. Comportamiento diferente a los reportados por Hess y Lascano (1995) en el consumo de materia seca en gramínea sola (1.07 kg/100 kg de PV) frente a las dietas con leguminosas (1.30 a 1.39 kg/100 kg de PV) en toretes pastoreados en *B. huumidicola* y *B. humidicola* asociada a *Arachis pintoii*. así mismo, Silvestre *et al.* (2021) reportaron consumos de, 1.87, 1.87 y 1.83 % de PV en ganado Gyr, Holstein y F1 (Girolando) respectivamente.

La naturaleza selectiva de los bovinos al pastorear, variaciones en la estructura y la calidad nutritiva de las plantas determinado por las especies presentes, el estado de madurez de las mismas ante del pastoreo afectan la conducta ingestiva del ganado (Stobbs 1976). Una muestra de este ajuste en el comportamiento en la ingesta de materia seca, así mismo, este consumo se puede ver influenciada por la concentración de metabolitos secundarios en la leguminosa forrajera.

Consumo y balance nutricional de energía y proteína cruda

- Consumo de energía y proteína.

En la producción ganadera, el consumo de materia seca por parte de los bovinos desempeña un papel crucial en su rendimiento y desarrollo de animal. Este fenómeno experimenta variaciones significativas en diferentes épocas, lo que incide directamente en el consumo de materia seca, influyendo en la ingesta de nutrientes. En la Tabla 9 y 10. Se realiza un cálculo

con los valores finales de cada época evaluada con el propósito de evaluar la ingesta de EM (Mcal/animal/d) y PC (g/animal/d) se utilizaron los pesos finales de cada época: lluviosa (mayo) 128.9 y 134.0 kg para el tratamiento sin y con banco de proteína respectivamente. En tanto, para la época seca (agosto) los pesos finales fueron de 173.8 y 181.4 para el tratamiento sin y con BP respectivamente.

Tabla 9 y 10, al copara el consumo de MS en base al % de PV, se observa que, durante la época seca, el consumo de MS es notablemente mayor (2.22 y 2.17 % PV para las vaquillas sin y con BP respectivamente) en comparación con la época lluviosa (1.83 y 1.82 % PV para las vaquillas sin y con BP respectivamente). Este incremento se atribuye principalmente al aumento en el peso del bocado (g/MS), lo que resulta en un mayor consumo de MS (Roja y Torterolo 2011). Además, durante la época seca, los animales tienden a presentar un tamaño corporal más grande, lo que conlleva a una mayor demanda de alimento para satisfacer sus necesidades energéticas y nutricionales. Esta diferencia en el consumo de materia seca entre las dos estaciones del año resalta la adaptabilidad de los rumiantes a las variaciones en la disponibilidad de recursos forrajeros a lo largo del ciclo anual (Sanmartino 2021).

Para estimar el consumo de EM se calculó el valor de EM de las especies en evaluación presentando 2.37 y 2.96 Mcal/kg MS de la gramínea y leguminosa respectivamente en la época lluviosa, así mismo, en la época seca los valores fueron, 2.27 y 2.78 Mcal/kg MS en la gramínea y leguminosa respectivamente. Estos valores fueron multiplicados por el consumo de MS de las especies evaluadas, obteniendo consumos de 5.59 y 6.01 Mcal de EM en los grupos sin y con BP respetivamente en la época lluviosa. En tanto, en la época seca el consumo fue de 8.57 y 9.06 Mcal/d de EM en los grupos sin y con BP respectivamente (Tabla 9).

Tabla 9: Consumo y aporte de energía metabolizable por parte de la leguminosa en la dieta

Variables	Época lluviosa		Época seca		Promedio	
	Sin uso de BP	Con uso de BP	Sin uso de BP	Con uso de BP	Sin uso de BP	Con uso de BP
Peso final (kg)	128.93	134.04	173.8	181.4	131.32	137.31
Tiempo de pastoreo (min/día)	417	392	397	398	389	380
Consumo total MS (% de su PV)	1.83	1.82	2.22	2.17	1.87	1.84
Consumo de leguminosa (% PV)	-	0.28	-	0.31	-	0.29
Consumo de la gramínea (kgMS/animal/d)	2.36	2.06	3.86	3.38	2.46	2.13
Consumo de la leguminosa (kgMS/animal/d)	-	0.38	-	0.56	-	0.4
EM (Mcal/kg MS) de la gramínea	2.37	2.37	2.22	2.22	2.30	2.30
EM (Mcal/kg) de la leguminosa		2.96	-	2.78	-	2.87
Consumo total de EM (Mcal/animal/d)	5.59	6.01	8.57	9.06	5.65	6.04
Requerimiento de EM (Mcal/animal/d)	5.01	5.16	6.27	6.47	5.08	5.25
Balance de EM (Mcal)	+ 0.58	+ 0.85	+ 2.30	+ 2.59	+ 0.57	+ 0.79

PV: Peso Vivo, EM: Energia Metabolizable, MS: Matéria Seca, BP: Banco de Proteína

El requerimiento de EM para mantenimiento se estimó a partir de su PV, siendo de 5.01 y 5.16 Mcal/d en el grupo sin y con BP respectivamente en la época lluviosa, 6.27 y 6.47 Mcal/d en el grupo sin y con BP respectivamente en la época seca. Entonces, a partir de la diferencia entre el consumo y el requerimiento de EM se obtiene el balance, presentando un balance positivo, 0.58 y 0.85 Mcal en el grupo sin y con acceso al BP respectivamente en la época lluviosa. Así mismo, en la época seca presentó similar comportamiento, 2.30 y 2.59 Mcal en el grupo sin y con BP. Presentando un mayor valor en el balance de EM en el grupo con BP, principalmente por que la leguminosa presenta un mayor valor de EM (Mcal/kg MS).

Hasta donde sabemos, los estudios que miden los requerimientos de energía, proteína, etc, para el ganado mestizo son escasos, así mismo, las mejoras genéticas en esos animales, requieren mayor data. El ganado cebú (*B. taurus indicus*) y sus cruces con razas de ganado lechero europeo (*B. t. taurus*) proporcionan la base principal para el ganado Holstein × Gyr (Silva *et al.* 2017). En tanto, Silvestre *et al.* (2022) reportan requerimientos similares de EM en vaquillas Gyr y su cruce F1 a los reportados en la presente investigación.

Para estimar el consumo de PC se basó en los valores obtenidos en las épocas evaluadas. En la época lluviosa el consumo total en base al % de su peso vivo fue de 1.83 y 1.82 % para el grupo sin acceso y con acceso al BP respectivamente, así mismo, dentro del grupo con BP el consumo de la leguminosa fue de 0.28 %. en tanto para estimar el consumo en gramos de PC proveniente del pasto se utilizó el valor del % PC de la dieta del mes de abril para la gramínea fue 8.95% y para la leguminosa 17.03% (Tabla 6). El consumo de PC fue 211.17 g/animal/día para el grupo sin BP y 184.74 g/animal/día proveniente de la gramínea (*P. maximum*) mas 63.88 g/animal/día de PC por aporte de la leguminosa (*S. guianensis*) para el grupo con acceso al BP. Repercutiendo en un incremento del 17.74 % más de PC, respecto al que solo usaron la gramínea como alimento forrajero.

Tabla 10: Consumo y aporte de proteína por parte de la leguminosa en la dieta

Variables	Época lluviosa		Época seca		Promedio	
	Sin uso de BP	Con uso de BP	Sin uso de BP	Con uso de BP	Sin uso de BP	Con uso de BP
Peso final (kg)	128.93	134.04	173.80	181.40	131.32	137.31
Tiempo de pastoreo (min/día)	417.00	392.00	397.00	398.00	389.40	380.40
Consumo total MS (% de su PV)	1.83	1.82	2.22	2.17	1.87	1.84
Consumo de leguminosa (% PV)	-	0.28	-	0.31	-	0.29
Consumo de forraje total (kgMS/animal/d)	2.36	2.44	3.86	3.94	2.46	2.53
Consumo de la leguminosa (kgMS/animal/d)	-	0.38	-	0.56	-	0.40
Consumo de PC del pasto (g/animal/d)	211.17	184.75	258.12	225.72	198.42	171.96
Consumo de PC del BP (g/animal/d)	-	63.88	-	91.32	-	66.14
Consumo total de PC (g/animal/d)	211.17	248.63	258.12	317.05	198.42	238.10
Aporte PC efecto del BP (%)	100.00	117.74	100.00	122.83	100.00	120.00

PC: Proteína Cruda, MS: Matéria Seca, BP: Banco de Proteína

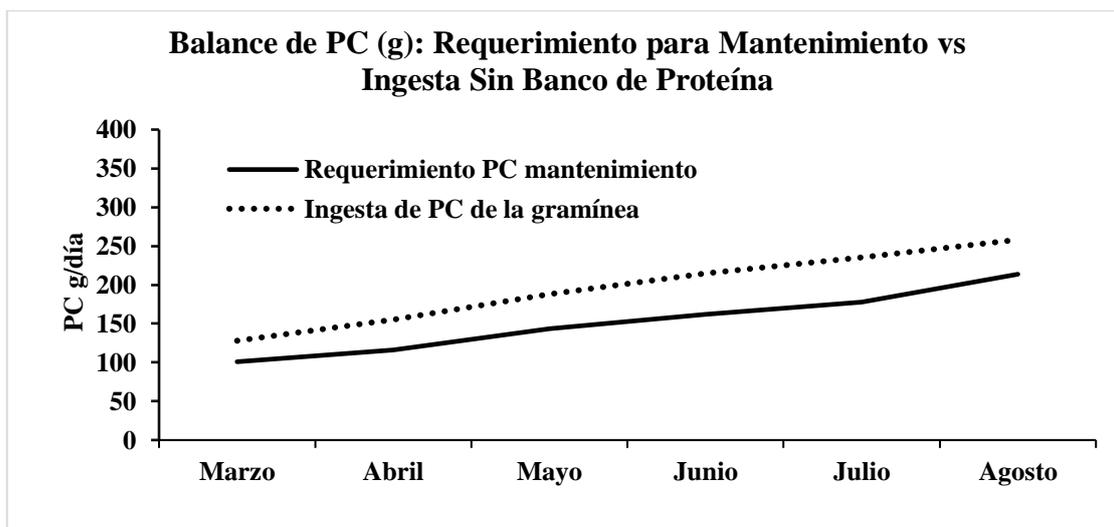
En la época seca el consumo total en base al % de su peso vivo fue de 2.22 y 2.17 % para el grupo sin acceso y con acceso al BP respectivamente, así mismo dentro del grupo con acceso al BP el consumo de la leguminosa fue de 0.31% del PV. En tanto, para estimar el consumo en gramos de PC proveniente del pasto se utilizó el valor del % PC de la dieta del mes de agosto para la gramínea 6.69% y la leguminosa 16.24% (Tabla 6). El consumo de PC fue 258.12 gr/animal/día para el grupo sin uso de BP y 225.75 g/animal/día proveniente de la gramínea (*P. maximum*) mas 91.32 g/animal/día de PC por aporte de la leguminosa (*S. guianensis*) para el grupo con BP. Repercutiendo en un incremento del 22.83 % más de PC, respecto al que solo usaron la gramínea como alimento forrajero.

El efecto del consumo de PC por la suplementación del BP es mayor en la época seca debido a que las gramíneas presentaron variaciones en el contenido de PC durante los meses evaluados, siendo menor el % en la época seca al comparar con el porcentaje de PC de la época lluviosa. En tanto los niveles de PC de la leguminosa se mantiene a lo largo de la evaluación, lo que repercute un mayor consumo de PC por efecto de la leguminosa como banco de proteína.

Balance de Proteína cruda

El balance nutricional de proteína cruda desempeña un papel crucial en el desarrollo de vaquillas, debido a que influye directamente en su crecimiento, desarrollo y salud. La correcta gestión de la proteína cruda en la dieta de las vaquillas es esencial para garantizar un equilibrio adecuado entre las necesidades de mantenimiento y crecimiento. En la Figura 13 a y b. Se observa la evolución del requerimiento de proteína cruda para mantenimiento de las vaquillas durante los meses evaluados.

a)



b)

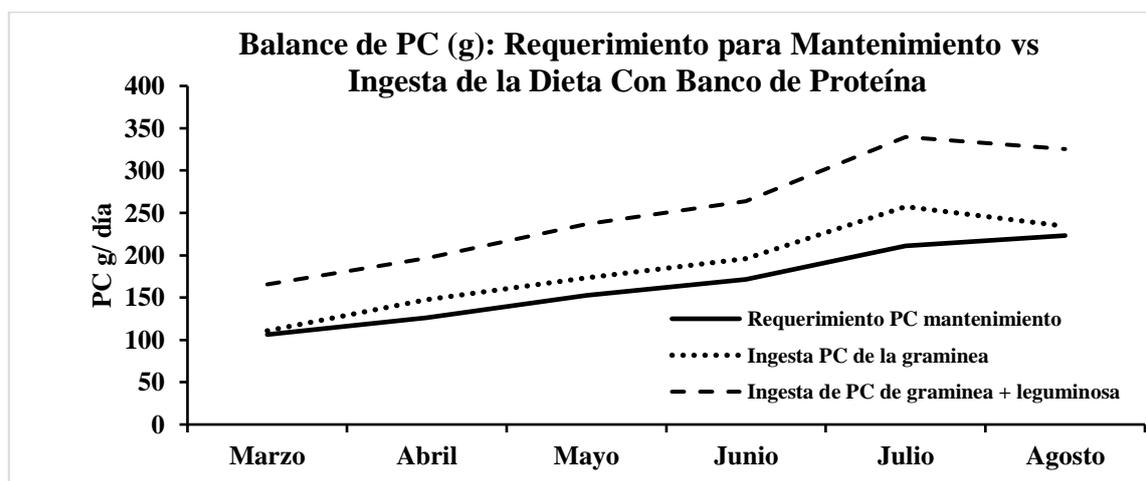


Figura 13: Evolución del balance nutricional de PC de las vaquillas durante los meses evaluados. (a) Sin acceso al banco de proteína. (b) Con acceso al banco de proteína.

El requerimiento de PC para el mantenimiento de vaquillas se encontró desde un valor de 100.9 hasta 213.6 g PC/día y 106.3 hasta 223.2 g PC/día para el grupo sin y con BP, respectivamente. Esta variación se debió principalmente al incremento de peso vivo de los animales durante los meses de evaluación. Así mismo, se observa que las necesidades para el mantenimiento de los grupos evaluados fueron cubiertas por la ingesta de la gramínea presentando valores 127.9 hasta 258.1 g PC/día y de 110.7 hasta 234.2 g PC/día para el grupo sin y con BP, respectivamente.

Sin embargo, el grupo con acceso al BP presento una menor ingesta de PC por efecto de la gramínea, pero, esta fue sustituida por la ingesta de PC de la leguminosa en el BP que presento valores de 63.8 hasta 91.3 g PC/día. El efecto de la sustitución de la PC de la leguminosa en la gramínea vario de 5.1 a 13.3 %. El grupo de vaquillas con acceso al BP, presento mayor consumo de PC total respecto al grupo sin acceso al BP. Este incremento en el consumo de PC de la gramínea y leguminosa se debió principalmente a la variación en % del CMS del PV, debido a que las vaquillas durante los meses evaluados incrementaron su peso.

Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento reflejado en la ganancia diaria de peso vivo presentó diferencia ($P < 0.05$) entre ambos grupos (Tabla 11) siendo mayor para el grupo de animales con pastoreo de *Panicum* más uso de banco de proteína, 481g/día y 424g/día para el grupo que solo pastoreo *Panicum*. Los animales con BP, consumieron mayor cantidad de proteína proveniente de la leguminosa lo que les permitiendo incrementar la ingesta de proteína cruda, lo que probablemente favoreció que una mayor cantidad de proteína, proveniente del *S. guianensis*, llegara hasta el intestino y complementara el perfil de aminoácidos, provenientes de la proteína microbiana; lo que se reflejó en una mayor tasa de crecimiento. Este incremento en la ganancia de peso en los animales que ingresaron al banco de proteína se puede atribuir al aporte de proteína cruda de la leguminosa. Debido a que mejora los valores nutritivos de la dieta de los animales.

Tabla 11: Desarrollo de vaquillas en pastoreo en banco de proteína (*Stylosanthes guianensis*) y pasto de *Panicum maximum*

Indicadores	Sin uso de BP		Con uso de PB	
	Promedio	σ_x	Promedio	σ_x
PI, kg	97.55	± 7.35	94.90	± 6.72
PF, kg	173.77	± 10.26	181.39	± 7.99
GAP, kg	76.22	± 3.68	86.49	± 3.13
GDP, g/día	424^b	± 18.67	481^a	± 18.04

(^{a,b}) Letras diferentes en cada fila revelan diferencias entre variables ($p < 0.05$)

PI=Peso inicial; PF=Peso final; GAP=Ganancia acumulada de peso; GDP=Ganancia diaria de peso.

La optimización en el crecimiento de las vaquillas implica considerar factores como la calidad y cantidad de forraje consumido, el manejo y las características individuales de los

animales. en esta investigación se puede observar que existe un balance de Energía Metabolizable y Proteína Cruda positiva respecto al requerimiento de mantenimiento de PC de las vaquillas que contribuye al desarrollo de estas. Reflejando en una mayor tasa de crecimiento en las vaquillas con acceso al BP, como resultado de una mayor ingesta de EM y PC por efecto del manejo en la alimentación.

Michelena *et al.* (2009) reportaron resultados similares con tasa de crecimiento de 412 g/animal/día en terneras mestizas Soboney en pastoreo en una asociación de pangola (*Digitaria decumbens*) y stylo (*Stylosanthes guianensis*); Así mismo, Barcellos *et al.* (2001) mostraron que el uso de banco de proteína de *Stylosanthes* (20% del área) y pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu permitió excelentes resultados con una ganancia de peso diaria de 465 g/animal en ganado Nelore en fase de recría-final. Perez *et al.* (2001) reporto similar comportamiento al usar como banco de proteína Kudzu (*Pueraria thomsonii*) en toretes en pastoreo de estrella africana (*Cynodon plectostachyus*).

Así mismo, Anaya (2023) reporto comportamientos similares, al comparar ganancia de peso en terneros donde el grupo control (terneros que solo pastoreaban *Panicum*) presentaron una ganancia de peso diario de 271 g/día frente al grupo experimental (terneros que pastoreaba *Panicum* más una hora de pastoreo en BP de *Stylosanthes guianensis*) obtuvo una ganancia de peso de 293 g/día.

La ganancia de peso en vaquillas es un proceso crucial para garantizar su desarrollo óptimo y su futura productividad como vacas lecheras. Para lograr este objetivo, es esencial cubrir sus requerimientos de mantenimiento de energía y proteína de manera adecuada. La ingesta calórica y proteica debe ser suficiente para satisfacer las necesidades básicas de mantenimiento, que incluyen funciones corporales básicas, actividad física y el crecimiento en sí mismo. Además, la provisión de proteínas es esencial, ya que estas son fundamentales para la síntesis de tejidos, incluidos músculos y órganos (Stangaferro *et al.* 2021). En este contexto, el presente estudio destacó la importancia de la inclusión del BP ya que permite un mayor balance positivo de EM y PC, respecto al que no uso BP, reflejado en la mayor ganancia de peso de las vaquillas.

V. CONCLUSIONES

- ✓ *Stylosanthes guianensis* cv y *Centrosema macrocarpum* cv fueron mas fáciles de establecer y alcanzaron un mayor rendimiento que *Arachis pintoii*, así mismo todas la especies presentaron una respuesta positiva significativa al abonamiento fosforado.
- ✓ *Arachis pintoii* y *Centrosema macrocarpum* superaron significativamente el contenido de proteína cruda a *Stylosanthes guianensis* en tanto, *Stylosanthes guianensis* y *Arachis pintoii* fueron mejor aceptadas y preferidas por los animales, proveiendo una mayor cantidad de Nitrogeno por unidad de tiempo que *C. macrocarpum*.
- ✓ El uso de *Stylosanthes guianensis* como banco de proteína por una hora al inicio del primer pastoreo mejoro notablemente el consumo de energía y proteína en la dieta, con respecto al grupo de animales no suplementados, repercutiendo en una mayor tasa de crecimiento de las vaquillas.

VI. RECOMENDACIONES

1. Basándonos en la evaluación de las leguminosas (*Stylosanthes guianensis* cv, *Centrosema macrocarpum* y *Arachis pintoi*), su alto potencial como forraje, se recomienda su integración estratégica en sistemas de alimentación animal al pastoreo.
2. Desarrollar experimento para evaluar el momento, la frecuencia y duración de la suplementación con el banco de proteína en la mejora de los valores nutritivos de la dieta y el status nutricional de vaquillas.
3. Estudiar la utilización de bancos de proteínas como suplemento en la dieta de vaquillas pastoreando en gramíneas tropicales de bajos valores nutricionales y durante la época seca como estrategia efectiva para mejorar la tasa de crecimiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aerts, R.; Barry, T. N. & McNabb, W. C. 1999. Polyphenols and agricultura: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agr. Ecosyst. Environ.* 75: 1-12. Doi: [10.1016/S0167-8809\(99\)00062-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00062-6)

Alegre, J., Lao, C., Silva, C., & Schrevens, E. 2017. Recovering degraded lands in the Peruvian Amazon by cover crops and sustainable agroforestry systems. *Peruvian Journal of Agronomy*, 1(1), 1-7. Doi: <http://dx.doi.org/10.21704/pja.v1i1.1005>

Alegre J.C. y Chumbimune R. 1992. Investigaciones y usos de la roca fosfórica en el Perú. In: Memorias de la II Reunión de la Red Latinoamericana de Roca Fosfórica, San Cristóbal, Edo. de Tachira, Venezuela.

Almeida, R. G., Nascimento, D. Jr, Euclides, V. P. B., Macedo, M. C. M., Regazzi, A. J., Brâncio, P. A., ... Oliveira, M. P. (2002). Produção animal em pastos consorciados sob três taxas de lotação no Cerrado. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 31, 852–857. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000400007>

Alonso, J. 2011. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2), 107-115.

American Society of Range Management and Agriculture Board (ASRM). 1962. Basic Problems and Techniques in Range Research. Report of a Joint Committee of the American Society of Range management and Agriculture Board. 890: 45-81.

Amezquita, M.C.; Toledo, J.M; and Keller-Grein, G. 1991. Agronomic performance of *Stylosanthes guianensis* cv. Pucallpa in the American tropical rain forest ecosystem. *Tropical Grasslands-volumen 25*,262-267.

Andrade, C.M.S. y Valentim, J.F. 1999. Adaptacao, produtividade e persistencia de *Arachis pintoi* submetido a diferentes niveis de sombreamento. Rev. Bras. Zoot. 28 (3):439-445.

Anaya, A. A. 2023. Comportamiento ingestivo y ganancia de peso de terneros pastando en banco de proteínas de *Stylosanthes guianensis* cv. y *Panicum maximum* cv. Mombasa. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Zootecnista - UNALM

ANKOM (Ankom Technology Corporation). 2005. Operator's manual: technology method 3 – In Vitro True Digestibility using the DAISY INCUBATOR, NY, USA.

Anwandter V. 2006. Efecto del tipo de pradera sobre la preferencia y selectividad de vacas lecheras en pastoreo. Valdivia - Chile, 7 - 9. Tesis para optar al título de magister en Ciencias. Mención Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Disponible en:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/ega637e/doc/ega637e.pdf>

Atwood, S.B., Provenza, F.D., Wiedmeier, R.D. and Banner, R.E. 2001. Changes in preferences of gestating heifers fed untreated or ammoniated straw in different flavours. J. Anim. Sci. 79: 3027-3033

AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2005. Official Methods of Analysis. 984.13 Cap. 3. USA: AOAC.

AOAC (Association of Official Analytical Chemis). 2012. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. 986.24 Cap. 50, Pág. 13-14, 19th, Edition 2012.

AOAC (Association of Official Analytical Chemis). 2016. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. 975.03 Cap. 3, Pág. 5-6, 20th, Edition 2016.

Ara, G. M. 1996. Agroecología. Uso y Potencial del Recurso Tierra en la Región Ucayali. Seminario-Taller “Sistemas de uso de la tierra: Situación, perspectivas y estrategias. 16-20 de diciembre de 1996. Pucallpa, Perú.

Ara M. & Schaus R. 1980. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Yurimaguas. En II Reunión de la Red Internacional de Evaluación de pastos tropicales. Cali, COLOMBIA. : 433-443.

Arboleda, M. P. 2020. Comparación de algunos parámetros productivos y reproductivos de vacas Holstein y sus cruces con Jersey y Gyr en un hato lechero en trópico alto colombiano (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).

Araújo, S.A.C., da Silva, T.O., Rocha, N.S, Ortêncio, M.O. 2017. Growing tropical forage legumes in full sun and silvopastoral system. Act Scient Anim Sci;39:27-34.

Argel, P.J. 1994. Regional experience with forage *Arachis* in Central America and Mexico. In: Kerridge PC; Hardy B, eds. Biology and agronomy of forage *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 132–143. hdl.handle.net/10568/54359

Argel, P., J. and Pizarro, E., A. 1995 Germoplasm case study: *Arachis pintoi*. En Biología y Agronomía de especies de *Arachis*. Cali, Colombia., p. 77-89.

Arevalo L.A.; Alegre, J.C. y Fasabi, R. 2003. Efecto del fósforo sobre el establecimiento del *Centrosema macrocarpum* Benth dentro de una plantación de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en un ultisol del trópico húmedo. Ecología Aplicada, 2(1).

ASB (Alternatives to Slash and Burn in Perú). 2005. Summary report and synthesis of phase edited: D White, S Velarde, Alegre J, and Tomich T ASB programme ICRAF 329 pp.

Asakawa, N. y Ramírez, C.A. 1989. Metodología para la inoculación y siembra de *Arachis pintoi*. Pasturas Tropicales. 11(1):24-26.

Assis, G.M.L., Valentim, J.F., Andrade, C.M.S. 2013. BRS Mandobi: A new forage peanut cultivar propagated by seeds for the tropics. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 1:39–41. DOI: 10.17138/tgft(1)39-41

Bazan, R. 1996. Manual para el análisis químico de suelos, plantas y aguas. Lima-Peru. Consultado en línea. Disponible en línea en: <https://es.scribd.com/doc/121876082/Manual-de-Analisis-de-Suelos>

Bandura, A. 1977. *Social Learning Theory*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ

Baumont, R., Prache, S., Meuret, M., & Morand-Fehr, P. 2000. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. *Livestock Production Science*, 64(1), 15-28.

Berardi, N., Pizzorusso, T. and Maffei, L. 2000. Critical periods during sensory development. *Curr.Opin Neurobiol.* 10:138-145

Bernal, J. 1994. *Pastos y Forrajes Tropicales. Producción y manejo*. Banco Ganadero de Colombia. 3ª Edición. 545 p.

Barcellos, A. D. O., de Andrade, R. P., Zoby, J. L. F., & Vilela, L. 2001. Bancos de proteína de *Stylosanthes guianensis* cv Mineirao: maneira simples de baixo custo para fornecer proteína ao gado na seca. *Embrapa Cerrados-Circular Técnica (INFOTECA-E)*.

Burbano, E.A. 1990. efecto de la escarificación química en la calidad de semilla de *Centrosema* spp. durante el almacenamiento. *agronomía mesoamericana* 1: 63-67.1990

Burritt, E.B. and Provenza, F.D. 1992. Lambs form preferences for nonnutritive flavors paired with glucose. *J. Anim. Sci.* 70: 1133-1136.

Calzada, B. 1982. *Métodos estadísticos para la investigación*. Quinta edición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Catanese, F., Distel, R.A. and Arzadun, M. 2009. Preferences for Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) herbage as choices. Grass Forage Sci. 64: 304-309

Cañas, C. 1995. Nutrición y alimentación animal. 1ra edición. Facultad de Agronomía PUCCH. Santiago – Chile.

Chakraborty, S., Fernandes, C.D., Charchar, M.J.D.A., Thomas, M. 2002. Pathogenic variation in *Colletotrichum gloeosporioides* infecting *Stylosanthes* spp. in a center of diversity in Brazil. Phytopathology, Saint Paul, v.92, p.553-562.

Chakraborty, S., Perrott, R., Charchar, M. J.D.A., Fernandes, C.D., Kelemu, S. 1997. Biodiversity, epidemiology and virulence of *Colletotrichum gloeosporioides* II. Genetic and pathogenic diversity in *Colletotrichum gloeosporioides* isolates from eight species of *Stylosanthes* Tropical Grasslands, Brisbane, v.31, n.5, p.387-393.

Cangiano, C. 1997. Producción animal en pastoreo. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Buenos Aires, Argentina.

Carámbula, M. 2002. Pasturas y forrajes, potenciales y alternativas para producir forrajes. Tomo 1. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay. 128-136p.

Carulla, J.E., Lascano C.E. and Ward. O.K. 1991. Selectivity of resident and oesophageal fistulated steers grazing *Arachis pintoi* and *Brachiaria dictioneura* in the Llanos of Colombia. Tropical Grassland. 25: 317 - 324.

Castelan, M.E., Ciotti, E.M., Tomei, C.E., y Quinteros, G. 2000. Evaluación agronómica de *Arachis pintoi*. Resúmenes Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. Fac. Cs. Agrarias UNNE: 83.

Chapman, S.C., Chakraborty, S., Dreccer, M.F., Howden, S.M., 2012. Plant adaptation to climate change: opportunities and priorities in breeding. Crop Pasture Sci. 63, 251–268.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1992 Informe Anual. Programa de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 1992:39

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1999. Sistemas mejorados de alimentación basados en leguminosas forrajeras para ganado de doble propósito en fincas de pequeños productores de América Latina tropical. Informe de medio término presentado por el Consorcio Tropicheche al Banco Interamericano de Desarrollo BID. 19 p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2000. *Panicum maximum*. Consultado 26 enero del 2021. En línea: <http://ciat.cgiar.org/es/>. Brasil.

CIAT (Centro de Investigación de Agricultura Tropical). 2002. Tropical grasses and legumes: optimizing genetic diversity for multipurpose use. Annual Report. Project IP-05. Cali, Colombia: CIAT. 289 p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 2000. *Panicum maximum*. Consultado 20 enero del 2012. En línea: <http://ciat.cgiar.org/es/>. Brasil.

Clemens, J.; Trimborn, M.; Weiland, P.; & Amon, B.; 2006. Mitigation of greenhouse gas emissions by anaerobic digestion of cattle slurry. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 112: 171–177

Coates, D.B. Miller, C.P. Hendricksen, R.E. & Jones, R.J. 1997. Stability and productivity of *Stylosanthes* pastures in Australia. II. Animal production from *Stylosanthes* pastures. *Tropical Grasslands*, 31, 494–502.

Costas JHC, Daros RR, Von Keyserlingk MAG, & Weary DM. 2014. Complex social housing reduces food neophobia in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97(12), 7804-7810

Cook, B.G.; Pengelly, B.C.; Brown, S.D.; Donnelly, J.L.; Eagles, D.A.; Franco, M.A.; Hanson, J.; Mullen, B.F.; Partridge, I.J.; Peters, M.; Schultze-Kraft, R. 2005. Tropical forages. CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia.

Decaens, T.P, Lavelle, J.J; Jiménez, J. y Escobar, G. 1994. Manejo de tierras en macro fauna de suelos en el llano oriental de Colombia. *Eur. J. Suelo Biol.*30:157-168.

Delgado, P. A. M., Calderón, L. G. R., Aldana, A. M., & Penagos, C. E. L. 2012. Desempeño productivo y reproductivo de vacas F1 Gyr x Holstein en clima cálido colombiano. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 6(1), 17-23.

Dewhurst RJ, Delaby RJ, Moloney A, Boland T, Lewis E. 2009. Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. *Irish J Agric Food Res*;48:167-187.

Díaz, A., Torres-Acosta, M.A., Sandoval-Castro, J.F.J., Hoste, H. 2010. Tannins in tropical tree fodders to small ruminants: A friendly foe? *Small Rumin. Res.* 89,164-173. Doi 10.1016/j.smallrumres.2009.12.040

Distel, R. A., Catanese, F. H., & Villalba, J. J. (2016). Aprendizaje dietario en rumiantes domésticos. Implicancias para la producción animal. *Revista Argetina de producción animal* 36(1). 1-8

Duchi, N. 2003. Valoración nutritiva de subproductos no tradicionales para la alimentación de rumiantes. ESPOCH - PRONSA - IQ-CV-024. Riobamba, Ecuador

Du Toit, J.T., Provenza, F.D. and Nastis, A. 1999. Conditioned taste aversions: How sick must a ruminant get before it learns about toxicity in foods? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 30: 35-46

Dziba, L.E., Provenza, F.D., Villalba, J.J. and Atwood, S.B. 2007. Supplemental energy and protein increase use of sagebrush by sheep. *Small Rum. Res.* 69: 203- 207

Echevarría, M. G., Pizarro, D. M., & Gómez, C. A. 2019. Alimentación de Ganadería en Sistemas Silvopastoriles de la Amazonia Peruana. *Print: Lima, Peru.*

Espinoza, V. G., Álvarez, A. E. B., Moreira, R. V., Zamora, J. G. Q., Galeas, M. M. P., González, L. V. & Cevallos, J. H. A. 2012. Evaluación fenológica y digestibilidad in vivo de la Leguminosa Forrajera (*Arachis pintoi*) en diferentes edades de corte. *Revista Ciencia y Tecnología*, 5(2), 7-16.

Evans, J. D. and Martin, S. A. 2000. Effects of thymol on ruminal microorganisms. *Curr. Microbiol.* 41:336-340.

Fageria, V.D., 2001. Nutrient interactions in crop plants. *J. Plant Nutrition.* 24: 1269-1290. <https://doi.org/10.1081/PLN-100106981>Fierro, L. 1985. Forage intake, diet composition and bioenergetics of grazing sheep in southern of Peru. Ph. D thesis. Texas Tech University. Lubbock. USA.

Fajardo, R. H. 2008. La innovación tecnológica en la producción pecuaria en la provincia de Granma: Una necesidad impostergable. *Revista Electrónica Granma Ciencia*, 12(1), ISSN: 1027-975X, disponible: http://www.grciencia.gramma.inf.cu/vol12/1/2008_12_n1.a8.pdf.

FAO (Organización de la Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación). 2012. Manual de Evaluación de Recursos Forestales (ERF). Consultado el 04 de enero del 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/008/ae578s/AE578S06.htm>

FAO (Organización de la Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación). 2014. Grassland Index. A searchable catalogue of grass and forage legumes. FAO, Rome, Italy.

Faure, J. M. (1991). Digestive adaptation in avian species. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 100(2), 229-242.

FEDEGAN (Federación de Ganaderos). 2006. Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019. Colombia: Federación colombiana de ganaderos FNG. 296p.

Fernández, M. T. 2007. Fósforo: amigo o enemigo. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 41(2), 51-57.

Fernandes, C.D. 2003. Resistência de progênies de *Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala* à antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides* Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 90p. Botucatu, Brasil.

Fernández, A. (2017). Producción de carne y leche bovina en sistemas silvopastoriles: aprovechamiento de especies arbóreas, arbustivas y forrajeras (gramíneas y leguminosas perennes) de clima templado-frío, tropical y subtropical. Ediciones INTA

Flores, E., Cruz, J. y Ñaupari, J. 2006. Comportamiento Nutricional, Perfil Alimentario y Economía de la Producción Lechera en Praderas Cultivadas en Secano: Caso Pasco. Proyecto Innovación y Competitividad para el Agro Peruano (INCAGRO). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). LUP-UNALM. Reporte Científico. Lima - Perú. 9p.

Flores, E. 1991. Manejo y Utilización de Pastizales. En: Publicación FAO. Avances y Perspectivas del Conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. Santiago, Chile.

Flores, E. 1993. Applying the concept of feeding stations to the behavior of cattle grazing variable amounts of available forage. A Thesis of Master of Science. Utah State University

Galef, B.G. Jr. and Laland, K.N. 2005. Social learning in animals: Empirical studies and theoretical models. *Bioscience* 55: 489-499.

Gallego, L. A., Mahecha, L., & Angulo, J. 2017. Producción, calidad de leche y beneficio: costo de suplementar vacas holstein con *Tithonia diversifolia*. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 357-370.

García, L.; Bolaños, E. D.; Lagunes, L. C.; Ramos, J.; Osorio, and M. M. 2016. Concentration of phenolic compounds in tropical forage fabaceae at different regrowth time. *Agrociencia* 50: 429-440.2016.

García, D.; Medina, M.; Soca, M.; Pizzani, P.; Baldizán, A. y Domínguez, C.2008 Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el estado Trujillo, Venezuela. En: *Zootecnia Tropical* 42 (Artículo en línea). 26, 3. (consultado 27 de junio 2023). Disponible en:

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S079872692008000300006&script=sci_arttext&tlng=es

García D, Medina M. Cova L, Humbría J, Torres A, Moratinos P. 2008. Preferencia caprina por especies forrajeras con amplia distribución en el Estado de Trujillo, Venezuela. Arch Zootec 57: 403-413

García, I. 2002. Nutrición de rumiantes. Disponible en: <http://www.angelfire.com/ar/iagg101/images/vansoest2.PDF>. pág 4.

García-Ferrer L, Bolaños-Aguilar ED, Ramos-Juárez J, Osorio-Arce M, Lagunes-Espinoza LC. 2015. Yield and nutritive value of forage legumes in two seasons and four regrowth stages. Rev Mex Cienc Pecu;6(4):453-468.

Geenty KG, Rattray PV. 1987. The energy requirements of grazing sheep and cattle. Livestock feeding on pasture. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication 10: 39-53.

Glaser D, Wanner M, Tinti JM, Nofre C. 2000. Gustatory responses of pigs to various natural and artificial compounds known to be sweet in man. Food Chem 68: 375-385. doi: 10.1016/S0308-8146(99)00212-5

Godoy Padilla, D., Puémape Dávila, F., Roque Alcarraz, R., Fernández Curi, M., Vargas Morán, J., Gamarra Carrillo, S., & Gómez Bravo, C. 2020. Efecto de la suplementación de bloques multinutricionales con residuos agroindustriales en la producción y calidad de leche de vacas criollas al pastoreo en San Martín, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(4).

González, J. 1992. El trébol rosado en suelos arroceros. Investigación Progreso Agropecuario Quilamapu N° 53 p. 31-33.

González, J. S., Villareal, M., & Soto-Murillo, H. 2000. Caracterización de los componentes forrajeros de cuatro asociaciones gramíneas/*Arachis pintoi*. *Nutrición animal tropical*, 6(1), 1-22.

Gonzales, J.M. 2016. Evaluación económica de engorda de toretes en dos Sistemas de alimentación. *Ciencia Ergo Sum. Mexico*. pp 154-162

Godoy, V.; Barrera, A.; Vivas, R.; Quintana, J.; Peña, M.; Villota, L.; Casanova, L.; Avellaneda, J. 2012.. Phenological evaluation and *in vivo* digestibility of the forage legume (*Arachis pintoi*) cut at different ages *Ciencia y Tecnología* 5(2): 7-16. 2012

Göhl, B. 1982. Les aliments du bétail sous les tropiques. FAO, Division de Production et Santé Animale, Roma, Italy

Guevara, E., Rodríguez, I., Chirinos, J., & Díaz, L. N 2013. Establecimiento de bancos de proteína de *Centrosema* y *Cratylia* como fuente de proteína para la alimentación animal en sabanas bien drenadas.

Guizado, Cairo. 2005. “Guía de fertilización de pastos tropicales”. 8va. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España, 2005.

Hammond, A.C. y Chase, C.C. 1997. Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. Cali (Colombia): Centro Internacional de Agricultura Tropical: Consorcio Tropicoleche. 287 p.

Hernández, S. R., Pérez, J. O., Guillén, R. J., & Castro, E. H. 2005. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 6(5).

Hoste, H., Manolaraki, F., Brunet, S., Martínez-Ortíz-de-Montellano, C., Ojeda N.F., Fourquaux, I., Torres, J.F.J., Sandoval, CA. 2012. Direct and indirect effects of bioactive tannin-rich tropical and temperate legumes against nematode infections. *Vet. Parasitol.* 186(1-2):18-27. Doi 10.1016/j.vetpar.2011.11.042.

Husson, O.; Charpentier, H.; Razanamparany, C.; Moussa, N.; Michellon, R.; Naudin, K.; Razafintsalama, H.; Rakotoarinivo, C.; Rakotondramanana, L. 2008. *Stylosanthes*

guianensis. Manuel pratique du semis direct à Madagascar, Volume III. Fiches techniques plantes de couverture : Légumineuses pérennes

Ibazeta Valdivieso, H., Echeverria Tujillo, R. G., Ñique Mesía, T. E., Mendoza Arce, G., Vásquez Ríos, V., Grandes Flores, A., & Bardales Saavedra, B. P. 2018. Manejo de cuatro especies arbóreas forrajeras en la región San Martín.

<https://1library.co/document/yeegjkey-manejo-cuatro-especies-arboreas-forrajeras-region-san-martin.html>

Ivanov, S., Fedorova, E. E., Limpens, E., De Mita, S., Genre, A., Bonfante, P., & Bisseling, T. 2012. Rhizobium–legume symbiosis shares an exocytotic pathway required for arbuscule formation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(21), 8316-8321. <https://doi.org/10.1073/pnas.1200407109>

Jacobo, E.; Blanco, M. A.; Rodríguez, A. 2001. Pasturas Serie de Producción Ganadera. Recursos Forrajeros en la Argentina. Forrajes y Granos Agribusiness Journal. Tomo 2. 41-55

Jarillo, J., Castillo G. y Ramírez, A. 2007. Stocking rate effects on cattle ingestive behavior, leaf availability and botanical composition of native gramma pastures in the humid tropics of México. En: XLI Congreso de la sociedad Internacional para la etología Aplicada. Mérida, México

Jensen, E. S., & Hauggaard-Nielsen, H. 2003. How can increased use of biological N₂ fixation in agriculture benefit the environment?. *Plant and soil*, 252, 177-186.

Jezierny, D.; Mosenthin, R. and Bauer, E. 2010. The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 157: 111-128.

Jones, R.M. 1993. Persistence of *Arachis pintoi* cv. Amarillo three soil types of Samford, Queensland. *Trop. Grassi.* 27:11-15

Karsten H D and Carlassare, M. 2002. Describing the botanical compositions of a mixed species northeastern U. S. Pasture rotationally grazed by cattle. *Crop Sci.* 42:882-889.

Kelemu, S.; Badel, J.L.; Moreno, C.X.; Rodriguez, M.X.; Fernandes, C.D.; Charchar, M.J.D'A. 1997. Biodiversity, epidemiology and virulence of *Colletotrichum gloeosporioides*- I. Genetic and pathogenic diversity in isolates from *S. guianensis*. *Tropical Grasslands*, Brisbane, v.31, n.5, p.387-392.

Khoutsavang, B., 2005. Use of fresh stylosanthes (*Stylosanthes guianensis*, CIAT 184) and cassava foliage (*Manihot esculenta*, Crantz) as a protein source for crossbred pigs. PhD Dissertation, Mekarn

King, A. D., & Karoly, D. J. 2017. Climate extremes in Europe at 1.5 and 2 degrees of global warming. *Environmental Research Letters*, 12(11), 114031.

Korte, C.; Chu A. y Field, T. 1987. Pasture production. In.- livestock feeding on pasture. Occasional publication Nro. 10. 145 p.

Lascano, C.E. 2001. Animal production in grass-legume pastures in the tropics. In A. Sotomayor-Rios, & W. D. Pitman (Eds), *Tropical forage plants: Development and use* (pp. 219–232). Boca Raton, FL: CRC Press LLC.

Lagunes Rivera, S. A., Guerrero-Rodríguez, J. D. D., Hernández-Vélez, J. O., Ramírez-González, J. D. J. M., García-Bonilla, D. V., & Alatorre-Hernández, A. 2019. Rendimiento de materia seca y valor nutritivo de cuatro leguminosas herbáceas en la zona tropical de Hueytamalco, Puebla, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(4), 1042-1053.

Lascano, C.E. & Thomas, D. 1990. Quality of *Andropogon gayanus* and animal productivity. In J. M. Toledo, R. Vera, C. Lascano, & J. M. Lenné (Eds), *Andropogon gayanus* Kunth: A grass for tropical acid soils (pp. 247–276). Cali, Colombia: CIAT.

Lascano, C.E and Thomas, D. 1988. Forage quality and animal selection of *Arachis pintoii* in association with tropical grasses in the eastern plains of Colombia. *Grass and Forage Science*. 43: 433 – 439.

Lascano, C.E. 1993. The biology and agronomy of forage *Arachis*: nutritive value and animal production. Proceedings Workshop. The biology and agronomy of forage *Arachis*. CIAT, Cali, Colombia. 25 - 28 may, 1993.

Lascano, C., Teizel K. y Pei Kong, E. 1997. Valor nutritivo de *Centrosema* y producción animal. En *Centrosema: Biología Agronomía y utilización*. Editado por Schultze-Kraft R., Clements R.J. y Keller-Grein G. (Ed) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit(GTZ) GmbH: 343-373 pp.

Lascano, C. E., Pérez, R., Plazas, B., Camilo, H., Medrano, J., Argel, M., & Pedro, J. 2002. *Pasto Toledo (Brachiaria brizantha CIAT 26110): gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana*. CIAT.

Launchbaugh KL, Provenza F D & Werkmeister MJ. 1997. Overcoming food neophobia in domestic ruminants through addition of a familiar flavor and repeated exposure to novel foods. *Applied Animal Behaviour Science*, 54(4), 327-334.

Launchbaugh, K. L., Provenza, F. D., & Pfister, J. A. 2001. Herbivore response to anti-quality factors in forages. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 54(4), 431-440.

Ledea, J. L., Ray, J. V., Cabrera, Y., Nuviola, Y., & Benítez, D. G. 2016. Conducta de machos bovinos en pastoreo intensivo de gramíneas y leguminosas arbustivas en época poco lluviosa en el Valle del Cauto, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 50(2), 225-233.

Ledesma, L. M., Gallego, L. A., & Peláez, F. J. 2002. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 213-225.

Ledesma, R. 2006. Desarrollo de sistemas ganaderos: una alternativa de manejo en ecosistemas degradados del Chaco semiárido. Masters Tesis, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Santiago del Estero, p 134

Li, M, Zi XJ, Zhou HL, Hou GY, Cai YM. 2014. Chemical composition and *in vitro* digestibility of *Stylosanthes guianensis* varieties. *Grassland Sci* 2014;60:125-9.

Liu, H. W.; Dong, X. F.; Tong, J. M. and Zhang, Q. 2011. A comparative study of growth performance and antioxidant status of rabbits when fed with or without chestnut tannins under high ambient temperature. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 164: 89-95. Doi : [10.1016/j.anifeedsci.2010.09.020](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.09.020)

Lobo, M. y Diaz, O. 2001. *Manual de Agrostología*. EUNED, San José, Costa Rica. 176 p. Machado, R. 2012. Comportamiento de 19 accesiones de *Panicum máximum* Jacq. Bajo condiciones de pastoreo en un suelo de mediana fertilidad. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Universidad de Matanzas. Cuba. p. 204, 207.

López, G., Nuñez, J., Aguirre, L., & Flores, E. (2018). Dinámica de la producción primaria y valor nutritivo de tres gramíneas tropicales (*Melinis minutiflora*, *Setaria sphacelata* y *Brachiaria mutica*) en tres estados fenológicos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), 396-409.

Lüscher, C., Nicoll, R. A., Malenka, R. C. and Muller, D. 2000. Synaptic plasticity and dynamic modulation of the postsynaptic membrane. *Nat. Neurosc.* 3: 545 – 550

Mannetje, L. & Haydockt, K. P. 1963. “The Dry-Weight-Rank Method for the Botanical Analysis of Pasture”. *Grass and Forage Science*, 18(4): 268–275, ISSN: 1365-2494, DOI: [10.1111/j.1365-2494.1963.tb00362.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00362.x).

Magalhaes, L.J. ; Carneiro, J.D.C.; Campos, D.S.; Mauricio, R.M.; Alvim, M.J.; Xavier, D.F., 2003. Composicao quimica, digestibilidade e fracionamento do nitrogenio e dos carboidratos de algumas especies forrageiras. *Pasturas Tropicales*, 25 (1):33-37

Maguire, J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergences and vigor. *Crop Sci.* 2, 176-177. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>

Mandaluniz, N.; Ruiz, R.; & Oregui, L.M. 2005. Propuestas de definición de unidad animal y metodología de estimación para su aplicación en sistemas de pastoreo extensivo. Pp: 275-282. en: Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural (vol.I).

Mannetje't, L. 1984. Consideration on the taxonomy of the genus *Stylosanthes*. In: Stace, H. M. ; Edye, L. A. (Eds), *The Biology and Agronomy of Stylosanthes*. Academic Press, 636 p

Mannetje, L. 1992. *Stylosanthes guianensis* (Aublet) Swartz. Record from Proseabase. Mannetje, L. and Jones, R.M. (Editors). PROSEA (Plant Resources of South-East Asia) Foundation, Bogor, Indonesia

Mara, F. O., Olesen, J. E., Lanigan, G., & Van Den Pol-Van Dasselaar, A. 2014. Integrating Adaptation to and Mitigation of Climate Change in intensive Animal Production Systems. In *Livestock, Climate Change and Food security, conference abstract book* (pp. 88-88).

Mendoza, P. y Lascano, C. 1986. Mediciones en la pastura en ensayos de pastoreo. Evaluación de pasturas con animales: Alternativas metodológicas: In *Memorias de una reunión de trabajo celebrada en Perú, 1-5 de octubre, 1984*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Cali, Colombia. p 143 – 165 p.

MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). 2020. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO GANADERO PERÚ, PAÍS GANADERO 2017 – 2027 <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/dg-ganaderia/plan-nacional-ganadero-2017-2027.pdf>

MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). 2007. Situación de las actividades de crianza y producción de pastos. <https://www.midagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/306-pastos-naturales?start=14>

Min BR, Barry TN, Attwood GT. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Anim Feed Sci Tech* 106: 3-19. doi: 10.1016/S0377-8401(03)00041-5

Miles, J. W. & Grof, B. 1997. Recent advances in studies of anthracnose of *Stylosanthes*. III. *Stylosanthes* breeding approaches in South America. *Tropical Grasslands*, 31, 430–434.

Michelena, J. B., Ruíz, T. E., Díaz, B., Rojas, Y., Gutiérrez, O., López, M. A., ... & Peraza, J. L. 2009. Evaluación del crecimiento y la reproducción de novillas lecheras, en pastoreo de leguminosas en condiciones de producción. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(2), 119-125.

Mirza, S. N. and Provenza, F.D. 1994. Socially induced food avoidance in lambs: direct or indirect maternal influence? *J. Anim. Sci.* 72: 899-902

Montenegro, J.; Abarca, S. 2000. Fijación de carbon, emisión de metano y óxido nitroso em sistemas de producción bovina em Costa Rica. En. *Intensificación de la ganaderia em Centroamérica – beneficios econômicos y ambientales*. CATIE-FAO-SIDE. Editado por *NuetraTerra*. 334p

Montes Cruz, F. J. 2014. Análisis del proceso de producción y dinámicas de crecimiento para incrementar la productividad en dos leguminosas forrajeras.

Muñoz, P. A. C. 2005. Fundamentos de manejo de praderas para mejorar la productividad de la ganadería del trópico colombiano. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 6(2), 5-13.

Murillo, L., Villalobos, L., Sáenz, F., & Vargas, B. 2004. Un acercamiento integrado para determinar la sostenibilidad de granjas lecheras de Costa Rica: 1 Desarrollo de una matriz de indicadores. *Livestock Research for Rural Development*, 16, 12.

Nascimento, D. D., Queiroz, D. S., & Santos, M. D. 1994. Degradação das pastagens e critérios para avaliação. *Simpósio Sobre Manejo de Pastagem*, 11, 107-151.

Nieto B., JC. Caracterización nutricional y productiva de material fresco y ensilado de maníforrajero (*Arachis pintoi*) cultivado en asocio conmaíz (*Zea mays*) a tres densidades de siembra. Tesis Mag Sc. Ppcarn, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 2004, 68 p.

Nieuwenhuysse, A; Aguilar, A; Mena, M; Nájera, K. y Osorio, M. 2008. La siembra de pastos asociados con maní forrajero *Arachis pintoi*. IL Serie técnica. Manual técnico / CATIE ; N° 82: 74.

Núñez Delgado, J., Ñaupari Vásquez, J., & Flores Mariazza, E. 2019. Comportamiento nutricional y perfil alimentario de la producción lechera en pastos cultivados (*Panicum maximum* Jacq). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 178-192.

Núñez, J. 2017. Perfil alimentario y plan de pastoreo para la producción lechera con pasturas *panicum maximum* jacq. Tesis para optar el grado de magister scientiae en producción animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

NRC (National Research Council). 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle Eighth Revised Edition. Washington D. C. USA.

NRC (National Research Council). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle Seventh Revised Edition. Washington D. C. USA.

NRC (National Research Council). 1984. Nutrient Requirements of Dairy Cattle Sixth Revised Edition. Washington D. C. USA

Obispo N, Espinoza Y, Gil, J, Ovalles F, Rodríguez M. 2008. Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. *Zootec Trop* 26: 285-288

Oliva, M., Pérez, H. V. V., & Mestanza, C. N. V. 2016. Efecto de los sistemas de producción sobre las características físico-químicas de los suelos del distrito de

Molinopampa, provincia de Chachapoyas, región Amazonas. *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, 2(1), 44-52.

Olivera, Y., Machado, R., Del Pozo, P. P., Ramírez, J., & Cepero, B. 2007. Evaluación de accesiones de *Brachiaria brizantha* en suelos ácidos: Época de máximas precipitaciones. *Pastos y Forrajes*, 30(3), 0-0.

Olivera, Y., Machado, R., Ramirez, J. F., & Castañeda, L. 2012. Evaluación del establecimiento de una colección de accesiones de *Brachiaria brizantha* asociadas con *Stylosanthes guianensis* CIAT-184. *Pastos y Forrajes*, 35(2), 153-164.

O'Mara, F. 2004. Greenhouse gas production from dairying: reducing methane production. *Advances in Dairy Technology* 16:295-309. Disponible en: www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/2004/Manuscripts/295OMara.pdf.

Parian A.J. 2002 “Producción y productividad de pastos naturales y naturalizados”. [tesis profesional]. Ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali – Facultad de Zootecnia tropical. Iquitos, Perú; 2002.

Partridge, I. J., 2003. Better pastures for the tropics and subtropics. Tropical Grassland Society of Australia.

Patran, A. Q.; Kamra, D. N. and Agarwal, N. 2006. Effect of plant extracts on in vitro methanogenesis. Enzyme activities and fermentation of feed in rumen liquor of buffalo. *Anim feed. Sci. Technol.* 128:276-291.

Paulino V, Bueno M, Abdalla AL. 2012. Composição química e compostos fenólicos em *Arachis pintoi*. *Arch Zootec* 61: 611-614. doi: 10.21071/az.v61i236.-221

Pearson, C. e Ison, R. 1994. Agronomía de los sistemas pastoriles. Capítulo 7. En Manejo e interacciones animal – pastizal. Editorial Hemisferio Sur. pp. 93 - 110.

Pearl M. 2008. Research techniques in animal ecology. Nueva York: Universidad de Columbia. (Consultado: 29 de junio – 2021) Disponible en:

<http://es.scribd.com/doc/54908994/60/CAFETERIA-EXPERIMENTS>

Pen, M.; Savage, D. B. ; Nolan, J. V. ; Seng, M., 2013. Effect of *Stylosanthes guianensis* supplementation on intake and nitrogen metabolism of *Bos indicus* cattle offered a basal diet of mixed rice straw and tropical grass. Anim. Prod. Sci., 53: 453-457

PDGRSM (Plan de Desarrollo Ganadero para la Región San Martín). 2007. Plan de Desarrollo Ganadero para la Región San Martín 2007 – 2016. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1177/libro.pdf

. Pereira E, Lamela L, Matías C, Tang M. 1992. Metodología para el establecimiento y manejo de bancos de proteína en vaquerías de secano. Pastos y Forrajes;15:183-190.

Pérez, J. P., Zúñiga, B. A., Martínez, G. D. M., Gama, R. B., Garay, A. H., & Haro, J. G. H. (2001). Efecto de un banco de proteína de kudzú en la ganancia de peso de toretes en pastoreo de estrella africana. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 39(1).

Perez J.M., Szott L. & Arévalo L.A. 1993. Pijuayo con coberturas de leguminosas. In: Mora Urpi, J., L.T.Szott, Murillo, M. y V.M. Patiño (eds). IV Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del pijuayo. 1991 Iquitos, Perú. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. : 209-224

Pezo, D.; e Ibrahim, M. 1998. Sistemas silvopastoriles, módulo de enseñanza agroforestal No 2. Costa Rica: Ed. CATIE. 281p.

Pezo, 1995. Avances sobre el uso de leguminosas forrajeras en la producción de leche y Carne en el trópico húmedo de América Central. In:N. Madrid-Bury y E. Soto Belloso (eds)' Manejo de la Ganadería de Doble Propósito. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. pp. 247-261.

Pezo, D; Romero, F. y I. Muhammad. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. En: Avances en la 75 producción

de leche y carne en el Trópico Americano. Ed. Saúl Fernández-Baca. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialva, Costa Rica. Pag.47 – 98.

Phengsavanh P, Frankow-Linberg BE. 2013. Effect of harvesting interval on biomass yield and nutritive value of five tropical forage legumes (*Aeschynomene histrix* ‘BRA 9690’, *Canavalia brasiliensis* ‘CIAT 17009’, *Stylosanthes guianensis* ‘CIAT 184’ and ‘Composite’ and *Vigna unguiculata* ‘CIAT 1088-4’) in Lao PDR. *Grassl Sci*;59(2):80-26.

Pietrosemoli, S., Faría, L. G., & Villalobos, N. (1996). Respuesta del pasto *Brachiaria brizantha* a la fertilización nitrogenada. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 13(5), 551-560. https://www.revfacagronluz.org.ve/v13_5/v135z005.html

Pinto, R.; Hernández, D.; Ramírez, L.; Sandoval, C.; Cobos, M.; Gómez, H. 2009. Taninos y fenoles en la fermentación in vitro de leñosas forrajeras tropicales. En: *Agronomía mesoamericana* (Artículo en línea). 20, p: 81-89 (consultado: 25 de junio 2019) Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v20n01_081.pdf

Pinheiro, L.C. 2006. Pastoreo Racional Voisin - Tecnología Agroecológica Para el Tercer Milenio. 2ª Ed. Brasil: Ed. Hemisferio Sur.

Pinto, R; Gómez, H; Hernández, A; Medina, F; Martínez, B; Aguilar, V; Tirado, L; Pérez, L; Galdámez, D; Pérez, G. y Carmona, J. 2003 Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. En: *Pastos y forrajes* (Artículo en línea). 26, 4 (2003), p: 329 – 333 (Consultado: 24 de noviembre 2023) Disponible en: <http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v26n4/pdf/pyf07403.pdf>

Pita, P. 2010. La importancia de la ganadería. Consultado en línea el 1 de febrero del 2021. Disponible en: www.dspace.espol.edu.ec/.../9.%20CAPÍTULO%201%20IMPORTANCIA.html. 09; pp 312

Porta, J.; Lopes, M. y Roquero, C. 2003. Edafología para la Agricultura y el medio ambiente. 3era edición. Mundi- prensa. Barcelona. Madrid. 929 p.

Poppi, D. P., & McLennan, S. R. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *Journal of animal science*, 73(1), 278-290.

<https://doi.org/10.2527/1995.731278x>

Provenza, F.D. and Balph, D.F. 1987. Diet learning by domestic ruminants: Theory, evidence and practical implications. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 18: 211-232

Provenza, F.D. and Balph, D.F. 1988. Development of dietary choice in livestock on rangelands and its implications for management. *J. Anim. Sci.* 66: 2356- 2368

Provenza, F. D., & Balph, D. F. 1990. Applicability of five diet-selection models to various foraging challenges ruminants encounter. In *Behavioural mechanisms of food selection* (pp. 423-460). Springer, Berlin, Heidelberg.

Provenza, F. D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 48(1), 2-17.

Provenza, F.D. 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. *J. Anim. Sci.* 74: 2010-2020

Provenza, F.D. and Villalba, J.J. 2006. Foraging in domestic vertebrates: Linking the internal and external milieu. In V.L. Bels (Ed.). *Feeding in Domestic Vertebrates: From Structure to Function*, pp. 210-240. CABI Publ., Oxfordshire.

Provenza, F. D., Villalba, J.J., Haskell, J., MacAdam, J.W., Griggs, T.C. and Wiedmeier, R.D. 2007. The value to herbivores of plant physical and chemical diversity in time and space. *Crop Sci.* 47: 382–398

Quijandria, S.B. 1990. Aspectos teóricos y metodológicos del Sistema y de la unidad de producción. Conferencia en Agricultura Andina: unidad y sistema de producción. Diálogo

entre ciencias agrarias y ciencias sociales. Compiladores Michel Eresus. Jean Marc Gastellu, Efrain Malpartida, Henry Poupon. Editorial Horizonte 1era edición.

Ramírez. O.; Hernández, A.; Carneiro, S.; Pérez, J.; Francisco, J.; Raymuno, A.; Guadalupe, J. y Cervantes, A. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. Universidad Autónoma de Guerrero. Revista Técnica Pecuaria. Vol. 47 N° 2. p. 203-213. México.

Ramos A.K.B.; Barcellos A.O.; Fernandes, F.D. 2010. Gênero *Arachis*. In: Fonseca DM; Martuscello JA, eds. Plantas forrageiras. Editora UFV, Viçosa, MG, Brazil. p. 250–293

Ramos, M. R., Obrador, J. J., Ramos, J. A., García, E., Meléndez, F., & Carrillo, E. (2017). *Stylosanthes guianensis* Sw.(FABACEAE) ASOCIADA CON *Zea mays* L., PARA USO FORRAJERO EN UN SUELO VERTISOL. AGROProductividad, 10(12), 50-56.

Ralphs, M.H., Provenza, F.D., Wiedmeier, R.D. and Bunderson, F.B. 1995. Effects of energy source and food flavor on conditioned preferences in sheep. J. Anim. Sci. 73: 1651-1657

Ralphs, M.H. and Provenza, F.D. 1999. Conditioned food aversions: principles and practices, with special reference to social facilitation. P. Nutr. Soc.58: 813-820

Ray, J. V. 2000. *Sistema de pastoreo racional para la en suelo vertisol* (Doctoral dissertation, Tesis Dr. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba).

Reyes, C. y Ara, M. 1999. Tasas de siembra y fertilización con p para el establecimiento de *Centrosema macrocarpum* en Pucallpa. Rev Inv Vet Perú 1999; 10(1): 54-62

Rincón, A. y Orduz, J. 2004. Usos alternativos de *Arachis pintoi*: Ecotipos promisorios como cobertura de suelos en el cultivo de cítricos. Pasturas Tropicales 26(2):1-8.

Ríos, a. J., Valencia, ch. F., Muñoz, b. M. 2003. Expansión y trayectoria de la ganadería en la amazonía, Perú. Iai. Tingo María, Perú. 133 Pp.

Roca ,F. 1998. Niveles de fertilización en el establecimiento y producción de una asociación *Arachis pintoi* CIAT 18744 y *Brachiaria decumbens* CIAT 606 en Pucallpa. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 42 p.

Roja, S., & Torterolo, N. 2011. Restricción en el tiempo de acceso a la pastura en terneras: efecto sobre el consumo y la digestibilidad de la materia seca, el comportamiento y el ritmo de ingestión. TESIS DE GRADO presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias – Montevideo – Uruguay.

Rojas, M.M.; Nejadhashemi, A.P.; Harrigan, T.; Woznicki, S.A. 2017. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. Elsevier B.V. 2212-0963. doi: 10.1016/j.crm.2017.02.001

Rozin, P. and D. Zellner. 1985. The role of Pavlovian conditioning in the acquisition of food likes and dislikes. *Ann. New York Acad. Sci.* 443:189- 202.

Roig, C.A. 1989. Evaluación preliminar de 200 accesiones de leguminosas tropicales forrajeras en el ecosistema de bosque tropical lluvioso en Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, 179 p.

Romero, G, Aguirre, L., & Flores, E. R. 2022. Aceptación y preferencia animal de leguminosas (*Archis pintoi*, *Stylosanthes guianensis* y *Centrosema macrocarpum*) en el trópico. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(5).

Romero, G., Trillo, F. T., Orellana, J., Quiroga, P., Gamarra, J., Rojas, D., Rivadeneira, V., & Nuñez, J. 2021. Efecto de *Acacia macracantha* en las propiedades físicas y químicas del suelo en un sistema silvopastoril. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(3).

Romero , G., Echevarría, M., Trillo, F., Hidalgo, V., Aguirre, L., Robles, R., & Núñez, J. 2020. Efecto del faique (*Acacia macracantha*) sobre el valor nutricional del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en un sistema silvopastoril. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(1).

Romero, G. 2018. Estado Nutricional del pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) asociado con faique (*Acacia macracantha*) en un sistema silvopastoril en Jaén - Cajamarca. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

Ruiz, E. 2001. Estudio del comportamiento y requerimiento energético de vacas lecheras en pasturas en la sierra central del país. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Ruiz J.A., Ynguil. D.M., Sono, Brian y Flores, E.R. 2023. Sistemas de Produccion lechera en Tropico Juan Guerra – san Martín. ATN/RF-16680-RG “INNOVACIÓN E INTENSIFICACIÓN PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMATICO DE LA GANADERIA EXTENSIVA FAMILIAR – FONTAGRO.

Sanmartino, F. D. 2021. Ganancias de peso de terneros destetados en forma hiperprecoz, precoz y al pie de la madre, en vacas primíparas con restricción alimenticia. Tesis Doctoral. Universidad nacional del Litoral – Santa Fe de Vera Cruz - Argentina.

Schultze-Kraft. 2000. Importancia de *Centrosema* en el ámbito Global. En I Simposium Nacional: Experiencias con el género *Centrosema* en Venezuela. INIA, El Tigre. 1-2. Pp

Silva, M. V., & Martins, M. F. 2013. Programa de mejoramiento genetico para la raza girolando. Embrapa .

Senger, C. C. D., Kozloski, G. V., Sanchez, L. M. B., Mesquita, F. R., Alves, T. P. and Castagnino, D. S. 2008. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology* 146:169-174.

Schultze-Kraft, R., Rao, I. M., Peters, M., Clements, R. J., Bai, C., & Liu, G. 2018. Tropical forage legumes for environmental benefits: An overview. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 6(1), 1-14.

Skerman, P. J.; Riveros, F., 1990. Tropical grasses. FAO Plant Production and Protection Series No. 23, FAO, Rome.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2021. Boletín Agrometeorológico. Dirección Zonal 10. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/04410SENA-14.pdf>

Shelton, H.M.; Franzel, S.; Peters, M. 2005. Adoption of tropical legume technology around the world: Analysis of success. *Tropical Grasslands* 39:198–209. <https://goo.gl/GwRMN1>

Silva M. V. G. B., Martins M. F., Cembranelli M. A. R., Paiva L. C., do C. Panetto J. C., Machado M. A., et al. (2017). Programa de melhoramento genético da raça girolando, avaliação genômica de fêmeas jovens (Juiz de Fora - MG: Embrapa Gado de Leite).

Silvestre, T., Lima, M. A., Santos, G. B. D., Pereira, L. G., Machado, F. S., Tomich, T. R., ... & Marcondes, M. I. (2021). Effects of feeding level and breed composition on intake, digestibility, and methane emissions of dairy heifers. *Animals*, 11(3), 586.

Silvestre, T., Ferreira, A. L., Machado, F. S., Campos, M. M., Tomich, T. R., Pereira, L. G. R., ... & Marcondes, M. I. 2022. Energy requirements of Holstein, Gyr, and Holstein×Gyr crossbred heifers using the respirometry technique. *Frontiers in Animal Science*, 3, 919515.

Skerman, P. J.; Riveros, F., 1990. Tropical grasses. FAO Plant Production and Protection Series No. 23, FAO, Rome.

Skerman P, J. 1992. Gramíneas tropicales. FAO. Roma, Italia. 69-76p.

Smith, D.V. and Travers, S.P. 2008. Central neural processing of taste information. En: A.I. Basbaum, A. Kaneko, G.M. Shepherd y G. Westheimer (Ed.). *The Senses: A Comprehensive Reference*, pp. 289-327. Academic Press, San Diego

Squibb, R.C., Provenza, F.D. and Balph, D.F. 1990. Effect of age of exposure on consumption of a shrub by sheep. *J. Anim. Sci.* 68: 987-997.

Skinner, B.F. 1981. Selection by consequences. *Science* 213: 501-504

Soto, M.L.; Ramírez, R. y Entrena, I. 2009. Roca fosfórica y superfosfato triple como fuentes de fósforo para *Centrosema* en un suelo ácido. *Zootecnia Trop.*, 27(4): 443-456.

Stangaferro, M. L., Toledo, M. Z., Gennari, R. S., Perez, M. M., Gamarra, C. A., Sitko, E. M., ... & Giordano, J. O. (2021). Effects of feeding rumen-protected methionine pre- and postpartum on reproductive outcomes of multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 104(10), 11210-11225.

Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, and de Haan C. 2006. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, pp. 272 and 85-6.

Stobbs, H. 1973a. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 24:809-819.

Stobbs, H. 1973b. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture II. Differences in sward structure, nutritive value, bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Choris gayana* at various stages of growth. *Australian Journal of Agriculture Research* 24:821-829.

Stobbs TH. 1975. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. *Trop Grasslands*; 9(3)141-150.

Swanson, E. W. 1977. Factors for computing requirements of protein for maintenance of cattle. *Journal of Dairy Science*, 60(10), 1583-1593.

Thang, C.M.; Ledin, I.; Bertilsson, J. 2010. Effect of feeding cassava and/or Stylosanthes foliage on the performance of crossbred growing cattle. *Trop. Anim. Health Prod.*, 42 (1): 1-11

Toledo, J. y Schultze-Kraft, R. 1982. Metodología para la evaluación de pastos tropicales. In: Manual para la evaluación agronómica. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Cali, Colombia. p 105.

Urbano, D; Dávila, C. y F. Castro. 2005. Efecto de la frecuencia de corte sobre cinco variedades de Pennisetum en zona alta del estado Mérida, Venezuela. *Biotam Nueva Serie. Tomo 2: 460-463.*

Uribe, F., Zuluaga, A. F., Valencia, L., Murgueitio, E., Zapata, A., Solarte, L., Cuartas, C. A., Naranjo, J. F., Galindo, W. F., González, J. G., Sinisterra, J. A., Gómez, J. C., Molina, C. H., Molina, E. J., Galindo, A., Galindo, V. A., y Soto R. 2011. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Bogotá: gef, Banco Mundial, Fedegan, cipav, Fondo Accion, tnc. Bogotá

Van Soest, P. J., Robertson, J., Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science.* 74: 3583-3597.

Van Soest, P. 1985. Composition, Fiber Quality and Nutritive Value of Forages. En: Forages the Science of Grassland and Agriculture. Iowa State University Press. Ames. USA.

Van Soest, J. 1996. Allometry and ecology of feeding behavior and digestive capacity in herbivores: A review. *Zoo boil.* 15:455-479p

Verdecia, D. M., Ramírez, J. L., Leonard, I., Pascual, Y., & López, Y. 2008. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del Panicum maximum cv. Tanzania. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 9(5), 1-9.

Villa, G. 1995. Resumen del XX Simposium de Ganadería Tropical – México. 99p.

Villalba, J.J., and Provenza, F.D., 1997. Preference for wheat straw by lambs conditioned with intraruminal infusions of starch. *Br. J. Nutr.* 77, 287-297.

Villalba, J.J., Catanese, F., Provenza, F.D. and Distel, R.A. 2011. Relationships between early experience to dietary diversity, acceptance of novel flavors, and open field behavior in sheep. *Physiol. Behav.* 105: 181-187.

Villareal, M. 1998. Alternativas forrajeras para el mejoramiento de los sistemas de producción ganadera. M. Sc. Alajuela, Costa Rica. ITCR. P 8

Weeds, P.; Chakraborty, S.; Fernandes, C.D.; Charchar, M.J.D.A.; Ramesh, C.R.; Kexian, Y.; Kelemu, S. 2003. Genetic diversity in *Colletotrichum gloeosporioides* From *Stylosanthes* at centres of origin and utilization. *Phytopathology*, Saint. Paul, v.93, n.1, p.176-185.

Yearsley, J.M., Villalba, J.J., Gordon, I.J., Kyriazakis, I., Speakman, J.R., Tolcamp, B.J., Illius, A.W. and Duncan, A.J. 2006. A theory of associating food types with their postingestive consequences. *Am. Nat.* 167: 705-716

Zelada, E. y Ibrahim, M. 1996. Efecto de diferentes niveles de sombra sobre la morfología, fenología y nodulación del *Arachis pintoi*. 1996. Memorias XVIII Reunión Latinoamericana de Rhizobiología (eds.: J. Pijnenborg, D. Ruiz, V. Sila). ALAR. Santa Cruz, Bolivia.

Zarate. D.R. 2020. Inventario y Plan de Manejo Sostenible en el Fundo Pucayacu IRDSelva. Tesis para Ing. Zootecnista – UNALM – Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Promedio de precipitación mensual en los años 2019 y 2020

Mes	Año	
Promedio de precipitación (mm)	2019	2020
Enero	134.54	121.11
Febrero	99.65	88.35
Marzo	142.96	136.79
Abril	104.32	76.63
Mayo	98.68	92.58
Junio	42.42	66.28
Julio	67.99	78.26
Agosto	30.99	29.93
Setiembre	83.97	113.34
Octubre	98.84	95.7
Noviembre	109.87	91.84
Diciembre	133.7	203.4
Total	1147.93	1194.21

Anexo 2: Promedios de emergencia (%) de las leguminosas

Bloque	Leguminosa	Dosis P (kg/h)	Emergencia (%)
I	<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	0	82.81
			79.69
		40	79.69
			81.25
	<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	0	53.85
			76.92
		40	61.54
			61.54
	<i>Arachis pintoi</i>	0	65.00
			55.00
		40	65.00
			50.00
II	<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	0	81.25
			79.69
		40	84.38
			82.81
	<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	0	61.54
			53.85
		40	53.85
			69.23
	<i>Arachis pintoi</i>	0	55.00
			65.00
		40	60.00
			65.00
III	<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	0	56.25
			70.3125
		40	56.25
			64.0625
	<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	0	38.46
			46.15
		40	61.54
			38.46
	<i>Arachis pintoi</i>	0	25.00
			45.00
		40	35.00
			40.00

Anexo 3: Análisis de varianza para la emergencia (%)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
L	2	4148.2140	2074.1070	52.94	<.0001	**
P	1	1.0677	1.0677	0.03	0.8703	NS
bloque	2	805.5627	402.7813	10.28	0.0006	**
bloque*L	4	269.2362	67.3090	1.72	0.1789	NS
L*P	2	77.4672	38.7336	0.99	0.3867	NS
Error	24	940.3082	39.1795			
Total	35	6241.8563				

L: especies leguminosas (Parcela), P: dosis de fósforo (subparcela), ns: non-significante.
*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey

Promedio:

Leguminosas	Emergencia (%)
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	79.17
<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	59.62
<i>Arachis pintoii</i>	54.17

Coeficiente de determinación (R^2)	0.849354
Coeficiente de variabilidad (%)	9.732003
Promedio	64.31722

Anexo 4: Base de datos de los promedios de producción (kgMS/ha)

Bloque	Leguminosa	Dosis P (kg/h)	Primer corte	Segundo corte	
I	<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	0	5436.2	5050.724	
			6019.11	6489.74	
		40	6360.28	7168.16	
			5429.76	6472.08	
		<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	0	3289.28	4068.32
				3462.4	2553.52
	40		2977.68	3865.76	
			5328.76	3552.32	
	<i>Arachis pintoii</i>	0	928.82	732.72	
			1032.01	949.44	
		40	1405.86	1520.82	
			1175.76	958.5	

II	<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	0	6315.61	12132.6
			6204.82	8143.8
		40	5533.56	11261.28
	6213.12		8154.72	
	<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	0	3943.5	2786.74
			3575.44	3154.8
		40	35733.76	4024.56
	2944.8		3092.04	
	<i>Arachis pintoi</i>	0	1253.28	1331.61
1305.5			1135.785	
40		1275.56	1373.68	
	1177.44	1655.775		
II	<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	0	4515.76	7734.44
			4695.91	7206
		40	4925.48	7689.78
	5227.04		8041.6	
	<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	0	3573.34	2874
			3927.8	2418.95
		40	3843.84	3194.88
	4173.312		2870.4	
	<i>Arachis pintoi</i>	0	1158.335	885.02
			1041.2	911.05
		40	1031.16	1031.16
	951.84		951.84	

Anexo 5: Promedios de la producción primer corte

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
L	2	118672920.1	59336460.0	262.73	<.0001	**
P	1	4241812.8	93087.7	0.41	0.52	**
bloque	2	894854.9	447427.5	1.98	0.1598	**
bloque*L	4	2841264.31	710316.1	3.15	0.0326	**
L*P	2	23767.6	11883.8	0.05	0.9489	NS
Error	24	5420369.7	225848.7			
Total	35	127946264.4				

L: especies leguminosas (Parcela), P: dosis de fósforo (subparcela), ns: non-significante. *: p<0.05, **: p<0.01. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (p<0.05) según la prueba Tukey

Leguminosas	Producción (kgMS/ha)
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	5573.1
<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	3714.5
<i>Arachis pintoi</i>	1144.7

Coefficiente de determinación (R ²)	0.957636
Coefficiente de variabilidad (%)	13.66632
Promedio	3477.420

Anexo 6: Promedios de la producción segundo corte

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
L	2	230994658	115497329	612.34	<.0001	**
P	1	3304556.8	3304556.8	17.52	0.0003	**
bloque	2	3392979.7	1696489.9	8.99	0.001	**
L*P	2	445133.5	222566.7	1.18	0.3221	ns
Error	28	5281296.5	188617.7			
Total	35	243418625				

L: especies leguminosas (Parcela), P: dosis de fósforo (subparcela), ns: non-significante. *: p<0.05, **: p<0.01. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (p<0.05) según la prueba Tukey

Leguminosas	Producción (kgMS/ha)
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	7178.70
<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	2913.00
<i>Arachis pintoi</i>	1143.70

Coefficiente de determinación (R ²)	0.978304
Coefficiente de variabilidad (%)	11.59635
Promedio	3745.155

Anexo 7: Promedio de la altura semanal y mensual de las plantas

Altura (cm)	Sg-P0	Sg-P40	Ap-P0	Ap-P40	Cm-P0	Cm-P40
Semana 1	3.50	3.73	1.45	1.23	1.98	2.30
Semana 1	5.83	5.68	3.58	3.50	6.25	7.21
Semana 1	8.43	8.92	7.18	6.95	10.85	11.13
Semana 1	12.86	13.70	6.67	7.03	14.42	14.93
Mes 2	36.20	39.40	19.80	21.00	37.00	42.20
Mes 3	45.47	50.00	16.87	18.00	47.47	47.00
Mes 4	56.70	61.60	14.50	15.60	57.50	59.00

Mes 5	63.00	69.00	14.00	14.20	56.00	58.00
Mes 6	67.56	78.00	13.11	13.89	53.56	54.78

Sg: *Stylosanthes guianensis*

Cm: *Centrosema macrocarpum*:

Ap: *Arachis pintoi*,

P0: fertilización de fósforo 0kg/ha

P40: fertilización de fósforo 40kg/ha

Anexo 8: Promedio de la cobertura del suelo de las leguminosas.

Mes	Sg-P0	Sg-P40	Cm -P0	Cm-P40	Ap-P0	Ap-P40
1	30.00	35.00	51.00	50.00	32.00	33.00
2	41.7	45.00	79.00	85.00	45.00	43.00
3	58.00	68.00	90.00	96.00	65.00	65.00
4	85.00	88.00	100.00	100.00	90.00	93.00
5	94.00	98.00	100.00	100.00	94.00	95.00
6	99.00	100.00	100.00	100.00	98.33	100.00

Sg: *Stylosanthes guianensis*

Cm: *Centrosema macrocarpum*:

Ap: *Arachis pintoi*,

P0: fertilización de fósforo 0kg/ha

P40: fertilización de fósforo 40kg/ha

Anexo 9: Base de datos del promedio de los valores nutricionales

Especies	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	DIVMO (%)
<i>Stylosanthes guianensis</i>	24.71	14.98	58.57	61.05
	23.89	14.63	57.67	60.56
	21.45	13.63	59	59.67
	22.56	14.01	58.65	59.04
	21.76	15.41	58.78	59.46
	22.75	14.06	59.13	59.36
<i>Centrosema macrocarpum</i>	20.51	17.01	58.45	56.88
	18.77	16.74	56.89	56.99
	19.56	16.33	57.78	56.14
	18.48	16.1	57.03	55.97
	20.21	16.22	57.5	56.56
	19.45	15.84	57.41	56.35
<i>Arachis pintoi</i>	15.79	17.53	50.89	74.16
	17.40	16.89	50.61	73.87
	18.47	17.25	49.98	72.74
	17.94	17.25	51.35	72.74
	18.53	16.46	50.98	73.02
	16.36	16.55	50.94	72.46

MS: Matéria Seca, PC: Proteína Cruda, FDN: Fibra Detergente Neutro, DIVMO: Digestibilidad in Vitro de la Matéria Orgánica

Anexo 10: Análisis de varianza para la materia seca de las leguminosas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
L	2	90.3520	45.1760	39.23	<.0001	**
Error	15	17.2726	1.1515			
Total	17	107.6246				

L: especies leguminosas, ns: non-significante. *: p<0.05, **: p<0.01. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (p<0.05) según la prueba Tukey

Promedio:

Leguminosas	MS (%)
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	22.85
<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	19.50
<i>Arachis pintoi</i>	17.41

Coefficiente de determinación (R ²)	0.83951
Coefficiente de variabilidad (%)	5.38651
Promedio	19.92167

Anexo 11: Análisis de varianza para la proteína cruda (%) de las leguminosas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
L	2	20.9817	10.49085	38.49	<.0001	**
Error	15	4.08855	0.27257			
Total	17	25.07025				

L: especies leguminosas, ns: non-significante. *: p<0.05, **: p<0.01. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (p<0.05) según la prueba Tukey

Promedio:

Leguminosas	PC (%)
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	14.45
<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	16.37
<i>Arachis pintoi</i>	16.99

Coefficiente de determinación (R ²)	0.83691
Coefficiente de variabilidad (%)	3.27564
Promedio	15.9383

Anexo 12: Análisis de varianza para el FDN (%) de las leguminosas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
L	2	215.7792333	107.8896167	405.9	<.0001	**
Error	15	3.9870167	0.2658011			
Total	17	219.76625				

L: especies leguminosas, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey

Promedio:

Leguminosas	FDN (%)
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	58.63
<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	57.51
<i>Arachis pintoi</i>	50.79

Coefficiente de determinación (R^2)	0.98186
Coefficiente de variabilidad (%)	0.92651
Promedio	55.645

Anexo 13: Análisis de varianza para la DIVMO (%) de las leguminosas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
L	2	933.67194	466.83597	1127.63	<.0001	**
Error	15	6.20997	0.41400			
Total	17	939.88191				

L: especies leguminosas, GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey

Promedio:

Leguminosas	DIVMO (%)
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	59.86
<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	56.48
<i>Arachis pintoi</i>	73.17

Coefficiente de determinación (R^2)	0.99333
Coefficiente de variabilidad (%)	1.01859
Promedio	63.16778

Anexo 14: Datos del consumo de forraje verde en la prueba de aceptación

Especie	Animal N	día 1	día 2	día 3
<i>Stylosanthes guianensis</i>	1	96	123	119
	2	130	120	119
	3	219	250	182
	4	105	195	190
	5	151	106	200
	6	135	224	241
promedio		139.33	169.67	175.17
<i>Centrosema macrocarpum</i>	1	150	135	13
	2	153	157	55
	3	158	12	48
	4	140	148	151
	5	89	36	10
	6	70	90	40
promedio		126.67	96.33	52.83
<i>Arachis pintoii</i>	1	90	106	123
	2	141	117	125
	3	125	210	140
	4	164	177	341
	5	230	280	120
	6	170	106	194
promedio		153.33	166.00	173.83

Anexo 15: Análisis de varianza del consumo (gr/min) de las leguminosas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
L	2	806.5044	403.2522	5.71	0.0143	*
Error	15	1059.6133	70.640883			
Total	17	1866.1177				

L: especies leguminosas, GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey.

Promedio:

Leguminosas	Consumo (gr/min)	Dev std
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	32.28	8.25
<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	18.39	7.54
<i>Arachis pintoii</i>	32.88	9.32

Coefficiente de determinación (R^2)	0.4321
Coefficiente de variabilidad (%)	30.1806
Promedio	27.8483

Anexo 16 : Promedios del consumo de forraje verde en 10 minutos (gr) en la prueba de preferencia

Animal	<i>Stylosanthes guianensis</i>	<i>Centrosema macrocarpum</i>	<i>Arachis pintoii</i>
1	102.25	74.75	116.00
2	66.00	79.25	235.50
3	151.75	34.00	281.25
4	223.50	50.50	117.25
5	70.67	104.67	109.00
6	91.75	101.50	115.25
% preferencia	33.22	20.93	45.85
Promedio	117.65	74.11	162.38

Anexo 17: Análisis de varianza del consumo (grFV) de las leguminosas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
L	2	23372.64	11686.32	3.45	0.0584	ns
Error	15	50762.138	3384.1425			
Total	17	74134.779				

L: especies leguminosas, GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey.

Promedios:

Leguminosas	Consumo (grFV)	Dev std
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. 184	117.65	60.25
<i>Centrosema macrocarpum</i> cv 5452	74.11	27.85
<i>Arachis pintoii</i>	162.38	75.81

Coefficiente de determinación (R^2)	0.3152
Coefficiente de variabilidad (%)	49.2799
Promedio	118.0467

Anexo 18: Datos de la disponibilidad del forraje (t MS/ha) en los potreros.

Ciclos de pastoreo	Pasto disponible de <i>Panicum maximum</i> var. Momabaza (kg de MS ha)									
Marzo	3000.00	4420.00	4398.88	3119.20	2958.99	4640.31	2159.78	3159.80	3548.80	3624.00
Abril	2122.20	4092.81	1894.82	2576.96	3385.24	5771.70	4036.70	4013.70	2385.09	2579.92
Mayo	4380.36	2037.45	2866.76	3770.95	2921.75	1867.07	3514.75	6763.04	3357.03	1371.20
Junio	1256.41	730.00	1382.86	792.00	844.23	1001.10	1837.33	1291.35	1608.98	362.86
Julio	1185.12	730.00	1267.17	908.73	864.99	2383.67	1255.54	1579.49	410.10	1214.90
Agosto	1676.89	833.25	1077.60	762.84	903.11	3399.00	1302.86	3943.13	3753.85	710.43
Ciclos de pastoreo	Forraje disponible de <i>Stylosanthes guianensis</i> (t de MS ha)									
Marzo	6240.00	5040.00	6080.00	6880.00	6060.00					
Abril	4021.71	10159.96	6513.71	13655.24	6904.27					
Mayo	7627.44	6901.73	7376.59	5593.60	5965.68					
Junio	7627.44	6901.73	7376.59	7237.10	6299.64					
Julio	8022.86	10148.57	8106.67	8600.00	8719.52					
Agosto	3399.00	1302.86	3943.13	3753.85	3099.71					

Anexo 19: Análisis de varianza de la disponibilidad del pasto (t MS/ha) en los potreros

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Meses	5	62465978	12493196	11.27	<.0001	**
Error	54	59861858	1108552.9			
Total	59	122327835				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: p<0.05, **: p<0.01. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (p<0.05) según la prueba Tukey.

Promedios:

Mes	Disponibilidad (tMS/ha)	Dev std
Marzo	3503.03	786.83
Abril	3286.06	1203.56
Mayo	3285.96	1532.17
Junio	1110.75	446.34
Julio	1180.08	536.53
Agosto	1836.36	1322.49

Coefficiente de determinación (R ²)	0.5106
Coefficiente de variabilidad (%)	44.8503
Promedio	2,366.815

Anexo 20: Análisis de varianza de la disponibilidad de la leguminosa (t MS/ha) en wl banco de proteína.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Meses	5	99964160	19992832	6.97	0.0004	**
Error	24	68863560	2869315			
Total	29	168827720				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: p<0.05, **: p<0.01. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (p<0.05) según la prueba Tukey.

Promedios:

Mes	Disponibilidad (tMS/ha)	Dev std
Marzo	6060.00	660.61
Abril	8250.98	3727.22
Mayo	6693.01	883.42
Junio	7088.50	513.01
Julio	8719.52	854.02
Agosto	3099.71	1055.64

Coeficiente de determinación (R^2)	0.592108
Coeficiente de variabilidad (%)	25.46478
Promedio	6651.953

Anexo 21: Datos de los valores nutritivos de la dieta en los potreros

Componentes químicos	Mes	<i>Panicum maximum</i>		<i>Stylosanthes guianensis</i>
		Sin banco	Con banco	
PC (%)	Marzo	9.38	9.13	17.71
		8.74	8.92	18.41
	Abril	8.87	9.34	17.06
		7.97	9.61	16.97
	Junio	8.7	9.77	15.43
		8.4	8.96	15.85
	Julio	8.24	7.03	14.99
Agosto	7.72	8.2	17.23	
DIVMO (%)	Marzo	6.6	6.64	16.36
		7.25	6.26	16.11
	Abril	66.85	65.64	78.42
		65.47	64.43	79.45
	Junio	55.2	64.8	77.74
		61.34	66.73	77.28
	Julio	63.59	57.96	71.23
Agosto	55.45	55.01	68.83	
FDN (%)	Marzo	63.69	58.14	62.94
		63.32	64.37	70.6
	Abril	57.72	54.46	72.37
		61.61	58.62	73.15
	Junio	68.43	67.95	41.89
		70.18	68.15	41.33
	Julio	70.12	68.36	40.36
Agosto	70.72	67.4	41.28	
		69.03	69.18	45.38
		64.55	68.88	47.49

		66.78	68.3	50.65
	Julio	67.67	69.79	48.31
	Agosto	66.26	66.07	44.38
		62.83	65.46	45.03

PC: Proteína Cruda, DIVMO: Digestibilidad in vitro de la Materia Organica FDN: Fibra Detergente Neutro

Anexo 22: Análisis de varianza de la PC en el pasto *Panicum maxium* de la dieta de las vaquillas

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Meses	4	17.01848	4.25462	14.9	<.0001	**
Error	15	4.281775	0.2854517			
Total	19	21.300255				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: p<0.05, **: p<0.01. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (p<0.05) según la prueba Tukey.

Promedios:

Meses	PC (%)	Desv std
Marzo	9.04 ^a	0.28
Abril	8.95 ^a	0.72
Junio	8.96 ^a	0.59
Julio	7.79 ^b	0.56
Agosto	6.69 ^c	0.41

Coeficiente de determinación (R ²)	0.7989
Coeficiente de variabilidad (%)	6.4475
Promedio	8.2865

Anexo 23: Análisis de varianza de la DIVMO en el pasto *Panicum maxium* de la dieta de las vaquillas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Meses	4	164.8609	41.215225	3.49	0.0332	ns
Error	15	177.0513	11.80342			
Total	19	341.9122				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: p<0.05, **: p<0.01. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (p<0.05) según la prueba Tukey.

Promedios:

Meses	DIVMO (%)	Desv std
Marzo	65.59 ^a	0.99
Abril	62.02 ^{ab}	5.06
Junio	58.00 ^b	3.95
Julio	62.38 ^{ab}	2.86
Agosto	58.10 ^b	2.94

Coefficiente de determinación (R ²)	0.4822
Coefficiente de variabilidad (%)	5.6119
Promedio	61.22

Anexo 24: Análisis de varianza del FDN en el pasto *Panicum maxium* de la dieta de las vaquillas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Meses	4	38.85082	9.712705	3.87	0.0237	*
Error	15	37.691875	2.5127917			
Total	19	76.542695				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey.

Promedios:

Meses	FDN (%)	Desv std
Marzo	68.68 ^a	1.02
Abril	69.15 ^a	1.54
Junio	67.91 ^a	2.24
Julio	68.14 ^a	1.27
Agosto	65.16 ^b	1.59

Coefficiente de determinación (R ²)	0.507571
Coefficiente de variabilidad (%)	2.337832
Promedio	67.8055

Anexo 25: Análisis de varianza de la PC en el *Stylosanthes guianensis* de la dieta de las vaquillas

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Meses	4	7.19606	1.799015	3.13	0.1215	ns
Error	5	2.8773	0.57546			
Total	9	10.07336				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey.

Promedios:

Meses	PC (%)	Desv std
Marzo	18.06 ^a	0.49
Abril	17.02 ^{ab}	0.06
Junio	15.64 ^b	0.30
Julio	16.11 ^{ab}	1.58
Agosto	16.24 ^{ab}	0.18

Coefficiente de determinación (R ²)	0.714365
Coefficiente de variabilidad (%)	4.566523
Promedio	16.612

Anexo 26: Análisis de varianza de la DIVMO en el *Stylosanthes guianensis* de la dieta de las vaquillas

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Meses	4	206.10744	51.52686	7.77	0.0225	*
Error	5	33.15825	6.63165			
Total	9	239.26569				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey.

Promedios:

Meses	DIVMO (%)	Desv std
Marzo	78.94 ^a	0.73
Abril	77.51 ^a	0.33
Junio	70.03 ^b	1.69
Julio	66.77 ^b	5.41
Agosto	72.76 ^{ab}	0.55

Coeficiente de determinación (R ²)	0.861417
Coeficiente de variabilidad (%)	3.517983
Promedio	73.201

Anexo 27: Análisis de varianza de la FDN en el *Stylosanthes guianensis* de la dieta de las vaquillas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Meses	4	100.8413	25.210325	21.9	0.0023	**
Error	5	5.7551	1.15102			
Total	9	106.5964				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: p<0.05, **: p<0.01. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (p<0.05) según la prueba Tukey.

Promedios:

Meses	FDN (%)	Desv std
Marzo	41.61 ^a	0.40
Abril	40.82 ^a	0.65
Junio	46.44 ^b	1.49
Julio	49.48 ^b	1.65
Agosto	44.71 ^{ab}	0.46

Coeficiente de determinación (R ²)	0.94601
Coeficiente de variabilidad (%)	2.404967
Promedio	44.61

Anexo 28: Datos de comportamiento (horas) de las vaquillas

Pastoreo		Rumia		Parada		caminata		Sentada		Otros	
Sin banco	Con banco	Sin banco	Con banco	Sin banco	Con banco	Sin banco	Con banco	Sin banco	Con banco	Sin banco	Con banco
6.50	6.25	6.08	4.25	6.00	5.83	0.92	1.08	4.25	5.67	0.50	0.67
6.00	6.33	6.17	6.25	5.00	5.67	0.92	1.00	4.75	4.58	0.83	0.50
6.00	5.92	6.08	5.33	4.83	5.5	0.92	1	6.42	5.5	0.67	0.67
6.00	6.08	5.42	5.83	7.33	4.83	0.83	1.00	3.75	5.92	0.58	0.42
5.75	5.83	5.25	6.00	7.08	5.75	0.92	1.00	4.42	5.00	0.50	0.50
6.33	6.75	6.83	5.00	4.50	6.00	1.08	1.00	4.33	4.92	0.50	0.75
6.42	6.67	5.67	6.75	5.08	5.67	1.08	1.00	4.83	3.33	0.67	0.83
6.00	6.75	6.67	4.75	5.58	7.08	1.08	1.00	3.25	4.17	0.67	1.00
5.75	6.50	5.08	5.67	7.67	6.92	1.08	1.00	3.08	3.75	0.58	0.92
5.83	6.42	5.33	5.17	6.83	6.33	1.08	1.00	3.58	5.00	0.75	0.67
6.75	6.75	5.83	5.75	5.08	5.33	0.92	1.00	4.42	4.25	1.00	0.92
6.67	6.67	6.75	6.00	3.92	4.75	0.92	1.00	4.92	5.08	0.83	0.50
6.58	6.58	6.25	5.83	5.17	4.58	0.92	1.00	4.42	5.17	0.67	0.83
6.25	7.25	5.33	5.50	6.00	5.17	0.92	1.00	3.75	5.58	0.75	0.50
6.42	7.50	5.92	5.33	4.58	4.75	0.92	1.00	4.42	5.83	0.67	0.67
6.50	5.92	6.92	5.42	3.50	3.58	1.08	1.00	5.83	6.58	0.75	0.92
5.92	6.75	6.58	5.25	4.50	4.17	0.92	1.17	4.42	7.25	0.83	0.25
7.33	5.58	6.75	5.92	5.92	2.17	1.00	1.00	4.08	6.75	0.67	0.83
5.75	5.92	5.75	5.75	3.83	3.75	1.00	1.00	6.75	7.00	0.75	0.75
6.50	6.75	6.58	6.50	2.50	3.33	1.25	1.08	6.08	5.75	0.83	0.83
6.08	6.25	6.33	5.83	4.75	5.25	0.83	1.00	5.08	5.08	0.75	0.75
7.00	7.08	5.17	5.42	5.92	5.75	0.83	1.00	4.58	4.42	0.42	0.42
7.17	7.00	7.25	5.58	6.42	5.67	0.83	1.00	2.17	4.17	0.33	0.42
6.17	6.67	6.08	6.33	6.42	5.33	0.83	1.00	3.67	4.92	0.33	0.25
6.75	6.08	6.33	6.50	6.33	4.67	0.83	1.00	3.92	4.83	0.50	0.25

Anexo 29: Análisis de varianza de las horas de pastoreo de las vaquillas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Tratamientos	1	0.293378	0.293378	1.8	0.1869	ns
bloque	4	2.932752	0.733188	4.49	0.0039	**
Error	44	7.181392	0.1632135			
Total	49	10.4075				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey.

Promedios:

Tratamientos	Pastoreo (h)	Desv std
Con banco	6.33	0.44

Sin banco	6.49	0.47
-----------	------	------

Coefficiente de determinación (R2)	0.309981
Coefficiente de variabilidad (%)	6.299262
Promedio	6.4102

Anexo 30: Análisis de varianza de las horas de Rumia de las vaquillas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Tratamientos	1	2.200802	2.200802	6.51	0.0143	*
bloque	4	1.913568	0.478392	1.41	0.245	ns
Error	44	14.884008	0.3382729			
Total	49	18.998378				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey.

Promedios:

Tratamientos	Rumia (h)	Desv std
Con banco	5.6764	0.5706
Sin banco	6.0960	0.6117

Coefficiente de determinación (R2)	0.2165
Coefficiente de variabilidad (%)	9.8809
Promedio	5.8862

Anexo 31: Análisis de varianza de las horas parada de las vaquillas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Tratamientos	1	0.9540409	0.9540409	1.37	0.2486	ns
bloque	4	37.09339	9.2733476	13.29	<.0001	**
Error	44	30.711439	0.6979873			
Total	49	68.75887				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey.

Tratamientos	Parada (h)	Desv std
Con banco	5.11	1.11
Sin banco	5.39	1.26

Coefficiente de determinación (R2)	0.5533
Coefficiente de variabilidad (%)	15.9090

Promedio	5.2515
----------	--------

Anexo 32: Análisis de varianza de las horas de caminata de las vaquillas

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Tratamiento	1	0.040517	0.040517	9.18	0.0041	**
bloque	4	0.134336	0.033584	7.61	<.0001	**
Error	44	0.194239	0.004414			
Total	49	0.369093				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey.

Promedios:

Tratamientos	Caminata (h)	Desv std	
Con banco	1.0133	0.0396	a
Sin banco	0.9564	0.1100	b

Coeficiente de determinación (R ²)	0.47374
Coeficiente de variabilidad (%)	6.74628
Promedio	0.98486

Anexo 33: Análisis de varianza de las horas sentada de las vaquillas

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Tratamiento	1	7.472978	7.472978	13.35	0.0007	**
bloque	4	24.741872	6.185468	11.05	<.0001	**
Error	44	24.628872	0.5597471			
Total	49	56.843722				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey.

Promedios:

Tratamientos	Sentada (h)	Desv std	
Con banco	5.22	0.9881043	a
Sin banco	4.44	1.0395982	b

Coeficiente de determinación (R ²)	0.566727
Coeficiente de variabilidad (%)	15.47901
Promedio	4.8334

Anexo 34: Análisis de varianza de las horas de otras actividades en las vaquillas

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Tratamiento	1	0.001922	0.001922	0.07	0.7911	ns
bloque	4	0.69968	0.17492	6.46	0.0004	**
Error	44	1.191048	0.0270693			
Total	49	1.89265				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey.

Promedios:

Tratamiento	Otros (h)	Desv std
Con banco	0.6408	0.2262911
Sin banco	0.6532	0.1660502

Coefficiente de determinación (R ²)	0.3706
Coefficiente de variabilidad (%)	25.4292
Promedio	0.647

Anexo 35: Datos de peso inicial y final de las vaquillas.

Tratamientos	Peso inicial	Peso final
Sin uso de banco de Proteína	91	165
	123	214
	138	232
	73	141
	110	185
	72	138
	95	177
	74	146
Con uso de banco de Proteína	75	164
	79	156
	90	189
	80	156
	113	188
	125	218
	129	227
	84	175
86	158	
88	182	

Anexo 36: Análisis de covarianza de los pesos de las vasquillas.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Probabilidad	Significancia
Tratamiento	1	254.16024	254.16024	11.65	0.0112	*
Bloque	9	561.37728	62.375254	2.86	0.0899	ns
Peso final	1	4268.7449	4268.7449	195.69	<.0001	**
Error	7	152.69956	21.814223			
Total	18	7888.5263				

GL: grados de libertad, ns: non-significante. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$. Medias de la misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba Tukey.

Promedios:

Coefficiente de determinación (R^2)	0.9806
Coefficiente de variabilidad (%)	4.8571
Promedio	96.15