

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**“ESTABLECIMIENTO Y RESPUESTA A LA FRECUENCIA DE
CORTE DE MARALFALFA (*Pennisetum* sp.) VS. CAMERUN
(*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon) EN EL DISTRITO DE
CONTAMANA, PROVINCIA DE UCAYALI, LORETO”**

Presentado por:

ROY ROGER RUIZ CÁRDENAS

Tesis para optar el título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

Lima – Perú

2016

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por iluminar mi vida y darme la fortaleza para lograr mis metas.

A mis padres, Jaime y Elva, por brindarme el amor, la confianza y el apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.

A mi hijita, Zoe Nahiara, mi hermosa princesa que es el motor de mi vida.

A mis hermanas, por el cariño, la paciencia y la motivación brindada.

A Erenith, compañera y madre de mi hija, con quien me une lazos de amor y de vida.

AGRADECIMIENTOS

- Al Ph.D. Enrique Flores Mariazza, por su asesoría, confianza, cordialidad y por sus grandes contribuciones en la realización de esta investigación.
- A los integrantes del Jurado, Ph.D. Mariano Echevarría Rojas, Ing. Jorge Gamarra Bohórquez e Mg.Sc. Erickson Ruiz Figueroa por los aportes y facilidades para lograr este trabajo.
- A la UNA La Molina y a la Facultad de Zootecnia que me aportó los conocimientos para mi formación profesional.
- Al Laboratorio de Utilización de Pastizales (LUP) y sus integrantes, por el apoyo en todo el proceso de realización de este trabajo.
- Al Jardín Agrostológico de la Facultad de Zootecnia de la UNALM, por el material vegetativo brindado y en especial al Sr. Reynaldo por su gran amistad.
- A la Dra. Teresa Arbaiza, por las facilidades que me brindó con los análisis de muestras en el Laboratorio de Bioquímica Nutricional de la UNMSM.
- Al SENAMHI, por los datos meteorológicos brindados.
- A mis grandes amigos de la universidad, Gustavo, Willy y Toku que me acompañaron en los gratos y malos momentos.
- A todos mis amigos y compañeros que estuvieron en las diferentes etapas de mi vida.
- Al personal del fundo “El Golazo”, mi tío Roy, Nelson, Lenin, José, por su ayuda en las labores de campo.

ÍNDICE

Página

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 IMPORTANCIA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PASTOS TROPICALES	2
2.2 EL PASTO ELEFANTE: MARALFALFA VS. CAMERÚN	5
2.2.1. El Pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum</i> sp)	7
2.2.2. El Pasto Camerún (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum. cv. cameroon)	18
2.3 ESTABLECIMIENTO DEL PASTO ELEFANTE	25
2.3.1. Planeación	26
2.3.2. Preparación del terreno	27
2.3.3 Siembra, enmiendas y fertilización inicial	29
2.3.4 Crecimiento temprano	31
2.3.5 Primera utilización y capacidad de rebrote	32
2.3.6 Resiembra	34
2.4 MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL PASTO ELEFANTE	34
2.4.1 Manejo del pasto elefante	34
2.4.2 Usos del pasto elefante	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.1 CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	40
3.2 INSTALACIÓN Y MANEJO DEL ESTUDIO	40
3.2.1 Especies evaluadas	40
3.2.2 Selección del área y material experimental	40
3.2.3 Adecuación del terreno y preparación del suelo	41
3.2.4 Manejo de los cultivos experimentales	42
3.3 PARÁMETROS EVALUADOS EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO	45
3.3.1 Porcentaje de prendimiento	45
3.3.2 Macollamiento	45
3.3.3 Altura de planta	45
3.3.4 Rendimiento forrajero	46
3.4 PARÁMETROS EVALUADOS EN LA FASE DE PRODUCCIÓN	46
3.4.1 Altura de planta	46

3.4.2 Macollamiento	46
3.4.3 Relación hoja:tallo	46
3.4.4 Rendimiento forrajero	47
3.4.5 Valor nutritivo	47
3.5 DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	48
3.5.1 Fase de Establecimiento	48
3.5.2 Fase de Producción	48
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1 FASE DE ESTABLECIMIENTO	50
4.1.1 Porcentaje de prendimiento	50
4.1.2 Altura de planta	51
4.1.3 Macollamiento	54
4.1.4 Rendimiento forrajero al final del establecimiento	56
4.2 FASE DE PRODUCCIÓN	58
4.2.1 Altura de planta	58
4.2.2 Macollamiento	60
4.2.3 Relación hoja:tallo	62
4.2.4 Rendimiento de forraje verde	65
4.2.5 Rendimiento de forraje en materia seca (Ton.MS/ha/corte)	67
4.2.6 Proteína cruda (PC)	69
4.2.7 Fibra detergente neutro (FDN)	72
4.2.8 Digestibilidad <i>in vitro</i> de la Materia Seca (DIVMS)	74
4.2.9 Calcio y fósforo (Ca y P)	76
V. CONCLUSIONES	81
VI. RECOMENDACIONES	82
VII. BIBLIOGRAFIA	83
VIII. ANEXOS	90

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Producción forrajera y valor nutritivo promedio de cuatro germoplasmas de <i>Pennisetum purpureum</i> bajo corte	6
Cuadro 2	Clasificación del contenido de proteína del forraje	23
Cuadro 3	Clasificación de los valores de digestibilidad en forrajes	25
Cuadro 4	Altura (cm) promedio de los pastos maralfalfa y camerún en la fase de establecimiento	53
Cuadro 5	Macollamiento (Nº de macollos/planta) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de establecimiento	55
Cuadro 6	Rendimiento forrajero (Ton/ha) de los pastos maralfalfa y camerún al final del establecimiento	57
Cuadro 7	Altura promedio (cm) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	59
Cuadro 8	Macollamiento promedio (Nº macollos/planta) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en fase de producción	62
Cuadro 9	Relación hoja:tallo de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	64
Cuadro 10	Rendimiento de forraje verde (Ton.FV/ha/corte) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en fase de producción	66
Cuadro 11	Rendimiento de materia seca (Ton.MS/ha/corte) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en fase de producción	68
Cuadro 12	Proteína cruda (%) en base seca de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	71
Cuadro 13	Fibra detergente neutro (%) en base seca de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en fase de producción	73
Cuadro 14	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	75
Cuadro 15	Contenido de calcio (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	77
Cuadro 16	Contenido de fósforo (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	79

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página	
Figura 1	Morfología de las hojas del pasto maralfalfa (Correa <i>et al.</i> , 2004)	9
Figura 2	Órganos reproductivos del pasto maralfalfa (Correa <i>et al.</i> , 2004)	10
Figura 3	Precipitación pluvial correspondiente al periodo de evaluación	40
Figura 4	Croquis de campo, distribución de bloques, tratamientos y distanciamiento de las subparcelas en la fase de producción	44
Figura 5	Altura (cm) promedio de los pastos maralfalfa y camerún en la fase de establecimiento	54
Figura 6	Macollamiento (Nº macollos/planta) promedio de los pastos maralfalfa y camerún en la fase de establecimiento	56
Figura 7	Rendimiento forrajero (Ton/ha) promedio de los pastos maralfalfa y camerún al final del establecimiento	58
Figura 8	Altura promedio (cm.) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	60
Figura 9	Macollamiento promedio (Nº macollos/planta) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	62
Figura 10	Relación hoja:tallo de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	64
Figura 11	Rendimiento de forraje verde (Ton.FV/ha/corte) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	66
Figura 12	Rendimiento de materia seca (Ton.MS/ha/corte) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	69
Figura 13	Proteína cruda en base seca (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	72
Figura 14	Fibra detergente neutro (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	74
Figura 15	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	76
Figura 16	Contenido de calcio (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	78
Figura 17	Contenido de fósforo (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción	80

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1 Cronograma de actividades	91
Anexo 2 Caracterización de suelo del área experimental	92
Anexo 3 Condiciones climáticas durante el trabajo experimental: Setiembre 2012 a Setiembre 2013	93
Anexo 4 Hoja de datos de los parámetros agronómicos en la fase de producción del pasto maralfalfa y camerún	94
Anexo 5 Hoja de datos de análisis químico y valor nutritivo en la fase de establecimiento del pasto maralfalfa y camerún	95
Anexo 6 Promedio general de variables evaluadas en la fase de producción.	96
Anexo 7 Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento a los 30 días post-siembra de los pastos maralfalfa y camerún	97
Anexo 8 Análisis de varianza de la altura de planta en el establecimiento	97
Anexo 9 Análisis de varianza del N° de macollos en el establecimiento	97
Anexo 10 Análisis de varianza del rendimiento en forraje verde al final del establecimiento	98
Anexo 11 Análisis de varianza del rendimiento de materia seca al final del establecimiento	98
Anexo 12 Análisis de varianza de la altura de planta en la fase de producción	98
Anexo 13 Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en la fase de producción	99
Anexo 14 Análisis de varianza del rendimiento de materia seca en la fase de producción	99
Anexo 15 Análisis de varianza de la relación hoja:tallo en la fase de producción	99
Anexo 16 Análisis de varianza del número de macollos en la fase de producción	100
Anexo 17 Análisis de varianza del contenido de proteína cruda (%) en la fase de producción	100
Anexo 18 Análisis de varianza del contenido de fibra detergente neutro (%) en la fase de producción	100
Anexo 19 Análisis de varianza de la digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (%) en la fase de producción	101
Anexo 20 Análisis de varianza del contenido de calcio (%)	101
Anexo 21 Análisis de varianza del contenido de fósforo (%)	101
Anexo 22 Comparación de materia seca vs. proteína para determinar Ton proteína/ha en las diferentes frecuencia de corte y cultivares	102
Anexo 23 Costo de establecimiento de una ha. de pasto elefante	102
Anexo 24 Archivo fotográfico	104

RESUMEN

Se realizó una evaluación comparativa durante las fases de establecimiento y de producción de los pastos maralfalfa (*Pennisetum* sp) y camerún (*Pennisetum purpureum* cv. cameroon). En el establecimiento, se compararon el porcentaje de prendimiento, la altura, el macollamiento y el rendimiento forrajero, utilizando un diseño de bloques completo al azar con arreglo en parcelas divididas. En la fase de producción, se evaluaron características agronómicas (altura, macollamiento, relación hoja:tallo y rendimiento forrajero) y el valor nutritivo (proteína cruda, fibra detergente neutro, digestibilidad *in vitro* de la materia seca, calcio y fósforo) a una frecuencia de corte de 30, 45 y 60 días, durante dos ciclos de producción, usándose un diseño de parcelas divididas en el tiempo, donde la parcela principal corresponde al cultivar y las subparcelas a la frecuencia de corte, con un diseño de bloques con arreglo factorial de 2x3 con dos bloques, contando con seis tratamientos con dos repeticiones. Para determinar las diferencias entre los tratamientos se utilizó la prueba de DLS ($\alpha=0.05$) y para el ANVA se utilizó el programa estadístico SAS.

Durante el establecimiento, el pasto maralfalfa exhibió una mayor velocidad de crecimiento pero menor macollamiento, no encontrándose diferencias estadísticas para el prendimiento ni para el rendimiento forrajero. Los valores de prendimiento a los 30 días fueron de 90.36 y 86.76 por ciento para el maralfalfa y camerún respectivamente. A los 30, 60 y 90 días, se obtuvieron alturas de 46.50, 171.33 y 282.43 cm. para el maralfalfa y 50.45, 144.38 y 230.62 cm. para el camerún y macollos/planta de 8.22, 10.12 y 13.28 en el maralfalfa y de 7.95, 11.38 y 14.80 en el camerún. Al final, se obtuvo un rendimiento de 62.35 ton.FV/ha y 9.83 ton.MS/ha en el maralfalfa y de 62.92 ton.FV/ha y 9.95 ton.MS/ha.

En la fase de producción, se encontró diferencias para la altura, macollamiento y relación hoja:tallo, donde se aprecia que el pasto maralfalfa presenta mayor altura, pero menor macollamiento y relación hoja:tallo que el pasto camerún. Sin embargo, el rendimiento forrajero no presentó diferencias estadísticas. Con cortes a los 30, 45 y 60 días se tuvo alturas de 164.80, 232.90 y 277.45 cm en el maralfalfa vs. 140.50, 190.85 y 253.45 cm del camerún; número de macollos/planta de 44.25, 39.45 y 29.45 para el maralfalfa y de 54.70, 47.30 y 38.00 para el camerún; relación hoja:tallo de 1.63, 0.98 y 0.77 para el maralfalfa y 2.20, 1.50

y 1.19 para el camerún; rendimiento de forraje verde de 34.05, 65.12 y 70.31 ton/ha en el maralfalfa y 29.29, 55.32 y 74.28 ton/ha para el camerún y en materia seca de 3.05, 7.20 y 10.47 ton/ha para el maralfalfa y de 3.00, 6.57 y 9.69 ton/ha para el camerún. La calidad nutritiva fue afectado por la frecuencia de corte en ambos cultivares; conforme el corte de los pastos fueron menos frecuentes, los valores de PC, DIVMS, calcio y fósforo disminuyeron; por el contrario, aumentó la FDN. Con cortes a los 30, 45 y 60 días se obtuvo valores de PC en base seca de 14.41, 11.16 y 8.83 por ciento en el camerún vs. 12.38, 10.69 y 6.66 por ciento en el maralfalfa; FDN en base seca de 66.05, 69.09 y 73.32 por ciento para el maralfalfa y de 63.04, 67.24 y 71.04 por ciento para el camerún; DIVMS de 61.11, 55.01 y 50.55 por ciento en maralfalfa y para el camerún 64.68, 56.84 y 51.80 por ciento; contenido de calcio de 0.39, 0.32 y 0.26 por ciento en el maralfalfa y 0.49, 0.46 y 0.42 por ciento en el camerún y valores de fósforo de 0.28, 0.25 y 0.23 por ciento en maralfalfa y 0.34, 0.24 y 0.23 por ciento en camerún.

I. INTRODUCCIÓN

La producción ganadera en el trópico está constituida básicamente por los pastos, ya que proveen de nutrientes requeridos por los animales a un costo muy bajo en comparación con los concentrados. Sin embargo, el crecimiento y productividad de los pastos está influenciada por las condiciones climáticas, principalmente por la distribución anual de las lluvias, que unido a otros factores del medio ambiente y de manejo, repercuten en que éstos no reflejen totalmente su potencialidad productiva y nutritiva. Estos elementos interactúan y tienen un marcado efecto en el crecimiento de los pastos en los diferentes meses del año, provocando un desbalance estacional en los rendimientos, que ocasiona un déficit de alimento principalmente en el periodo poco lluvioso. A esta situación hay que añadir, que los suelos destinados al cultivo de pastos en su mayoría son de baja fertilidad y mal drenaje, que conjuntamente con el clima, ejercen efectos negativos en la productividad, calidad y persistencia de las especies forrajeras. Es por ello que la elección de pasturas mejoradas es una gran alternativa para obtener una mayor productividad a lo largo de los meses del año.

La importancia de la ganadería en la amazonia es indiscutible, debido a que ocupa el segundo lugar como actividad del campesino selvático, después de la agricultura migratoria. Sin embargo, el continuo proceso de deforestación está provocando algunos cambios en el equilibrio ecológico del bosque, por lo que debemos de tomar conciencia en la necesidad de recuperar aquellas áreas de pasturas degradadas, como una alternativa para intensificar los sistemas de producción animal en las áreas deforestadas, disminuyendo en la presión sobre el bosque primario. Es por ello, que los sistemas pecuarios sostenibles sobre la base de la utilización de pastos mejorados de alta producción pueden constituir una opción viable para los productores. Se sabe que para el éxito de un sistema pecuario sostenido es necesario el conocimiento de las cualidades de los nuevos cultivares introducidos.

La producción de pastos de corte como el pasto elefante ofrecen al ganadero una alternativa de alimentación principalmente en la época seca, suministrado como forraje

verde sin picar o picado, pudiendo utilizarlo también como ensilado. Además, el elevado rendimiento forrajero de los pastos de corte en condiciones de trópico lo hacen la elección más frecuente por parte de los ganaderos; siendo el pasto elefante lo que la mayoría de productores adopta, para lo cual es fundamental conocer sobre el manejo de esta especie, momento de corte, fertilización, calidad nutricional y, principalmente, qué variedad es la que más conviene para las condiciones del medio.

En los sistemas ganaderos de nuestro país se vienen utilizando dos cultivares promisorios: maralfalfa (*Pennisetum* sp) y camerún o pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. cameroon). El maralfalfa, ha causado un interés desmedido por parte de los productores, que siempre esperan una especie milagrosa, perenne, con alta producción y calidad comparable a la de los concentrados. El lanzamiento de este pasto, no está sustentado por una investigación sistemática en nuestro país que avale las supuestas ventajas, sino más bien, por intereses comerciales, unidos a las expectativas e ingenuidad de los productores. Ensayos comparativos a nivel de campo podrían demostrar la superioridad de un pasto, pero finalmente, la prueba de producción de carne y leche, así como, su análisis económico, deben respaldar el uso de un pasto a gran escala, en sustitución de otras alternativas ya probadas.

La tenencia de tierra promedio por parte de los ganaderos en la zona de Contamana son extensiones de aproximadamente 38 hectáreas (MPU, 2013), dificultando la expansión de la actividad agropecuaria, específicamente la ganadería extensiva; es por ello la importancia de introducir nuevas tecnologías forrajeras con evaluación previa, que ayuden a intensificar la producción, teniendo como resultado la elección de cultivares que tengan elevado rendimiento forrajero y buena calidad nutritiva.

El presente trabajo tuvo como objetivo, realizar una evaluación comparativa durante las fases de establecimiento y de producción de dos cultivares de pasto elefante en el trópico húmedo, con el propósito de contribuir con la adopción de una variedad de pasto de corte por parte de los ganaderos de la zona; para lo cual se evaluó el establecimiento, se estimó el efecto de la frecuencia de corte (30, 45 y 60 días) sobre algunas características agronómicas y sobre el valor nutritivo de los pastos maralfalfa (*Pennisetum* sp) y camerún (*Pennisetum purpureum* cv. cameroon)

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 IMPORTANCIA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PASTOS TROPICALES

Los pastos constituyen el alimento más barato para la actividad ganadera en el trópico. Uno de los factores limitantes de las gramíneas tropicales es su bajo contenido de proteína y baja digestibilidad lo cual influyen negativamente en el consumo y por ende en la producción animal. La calidad del forraje está asociada con el estado de crecimiento de la planta, el tipo de planta y los factores del medio ambiente (Eduardo, 2010).

El principal atributo de los pastos tropicales es su gran capacidad para producir materia seca, lo que los hace adecuados para suministrar proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado. La gran capacidad que tienen los pastos tropicales para producir biomasa se debe a que son plantas C₄, o sea que sus procesos fotosintéticos son muy eficientes, ya que su selección estuvo orientada hacia la producción de materia seca y porque se desarrollan en regiones geográficas donde la irradiación solar y la temperatura ambiente les permite crecer en forma más o menos continua durante todo el año (siempre y cuando dispongan de suficiente humedad) (Sánchez, 2007).

Los principales factores ambientales que afectan a los pastos son el clima y el suelo, y dentro del clima son: la duración del día, intensidad de luz, temperatura y lluvia. La mayoría de los pastos tropicales son indiferentes a la duración del día (Bogdan, 1997). La precipitación pluvial (o, más exactamente, la duración de la humedad en el suelo) y el suministro de nitrógeno a los suelos, son factores que más inciden sobre la cantidad de pasto (en algunos casos, otros nutrimentos como el fósforo se deben agregar a esta lista si los suelos son deficientes). Aunque podemos manipular el factor cantidad, hasta cierto punto, por medio de la introducción de plantas más productivas y conservando el forraje de un año o parte del año para suministrar alimento durante otro, estos factores son mucho menos importantes que el suministro de agua y de nitrógeno.

Al evaluar el potencial para la producción pecuaria de una región determinada, debemos considerar tanto la cantidad como la calidad del pasto disponible para los animales durante todo el año. Lógicamente, la máxima producción animal en un determinado ambiente, únicamente se puede lograr si se incrementara al máximo la producción de forraje de calidad adecuada (Jones, 1975).

En la región amazónica peruana existen alrededor de 5 millones 700 mil hectáreas con potencial de uso de pasturas, aproximadamente 1 millón 500 mil se ubican en selva alta y 4 millones 200 mil en selva baja. Se estima que en la selva se tiene alrededor de 1 millón de hectáreas sembradas de pastos cultivados, lo que indica que sólo está cubierta el 19 por ciento de su capacidad potencial (MINAG, 2007).

El pasto que se use en una explotación ganadera debe estar bien adaptado a las condiciones del medio y ser productivo. 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).

Este mismo autor sostiene que, a medida que la ganadería se tecnifica y se hace necesario explotar la tierra más eficientemente, los pastos de corte caracterizados por su gran capacidad para producir forraje, su persistencia y rápida recuperación, son cada vez más utilizados. Cuando se consumen en el momento apropiado, su calidad es aceptable y las producciones que se pueden obtener por unidad de área superan a las obtenidas con las especies de pastoreo.

El empleo de pastos para corte implica un uso intensivo del pasto, a la vez que se busca minimizar el desperdicio de forraje, ya que no hay el pisoteo, se evita el gasto de energía durante el pastoreo y se disminuye la selección del animal que normalmente deja un residuo considerable en los potreros (Dávila y Urbano, 2005).

Los pastos de corte constituyen una ayuda muy valiosa para el sostenimiento del ganado en aquellas zonas que presentan periodos prolongados de sequía, mano de obra barata y donde solamente es posible aplicar riego a las áreas limitadas sembradas con pasto de

corte, o en zonas de minifundio donde es necesario producir una cantidad alta de forraje en un área limitada (CORPOICA, 1996).

El uso de pastos de corte es común en sistemas de lechería y de doble propósito, siendo los más difundidos, el maíz (*Zea mays*), el sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*) y el género *Pennisetum*, como el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) e híbridos con *Pennisetum americanum* (Faría-Mármol, 2005).

Los cultivares de *Pennisetum* de corte presentan altos rendimientos de forraje y su valor nutritivo varía fuertemente en función a la edad de corte. Esta propiedad de alto rendimiento permite al ganadero alimentar mayor número de cabezas de ganado y por un período mayor que con los pastos de pastoreo (Jaime, 2004).

2.2 EL PASTO ELEFANTE: MARALFALFA VS. CAMERÚN

El pasto elefante, en sus diferentes variedades, es la elección más frecuente y de mayor superficie para corte, debido a su fácil establecimiento, no tiene problemas graves de malezas, soporta la sequía, prácticamente está libre de plagas y enfermedades, presenta buena persistencia, alta producción de biomasa de mediana a alta calidad. Normalmente, puede elevar la carga en situaciones de crecimiento del rebaño o de disminución de la capacidad productiva de los potreros, especialmente en la época de sequía o cuando existan ataques de plagas (Dávila y Urbano, 2005).

El pasto elefante como pasto de corte, es una de las especies de mayor producción de materia seca, alta palatabilidad y calidad nutritiva, sin embargo como cualquier otro pasto tropical, reduce su valor nutritivo con la edad de madurez, lo cual requiere del establecimiento de estrategias de manejo para su eficiente utilización durante el año. Puede soportar una carga superior a 5 UA/ha/año. Los estudios han demostrado que constituyen una reserva alimenticia adecuada y estable para la producción animal con énfasis en épocas de mínima precipitación (CORPOICA, 1996).

El pasto elefante es preferible cosecharlo con frecuencia de 50 a 70 días o cuando alcanza alturas de 1.60 a 1.80 metros si se quiere obtener un forraje tierno y de calidad satisfactoria (Bernal, 1994).

El pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) ha mostrado excelente adaptación a las distintas condiciones de clima y suelos imperantes en la región tropical. Debido a su elevado rendimiento de materia seca, calidad, aceptabilidad, vigor y persistencia, se encuentra ampliamente distribuido en las regiones tropicales y subtropicales de América. Sus rendimientos varían ampliamente desde 6 hasta 85 Ton MS/ha/año, debido fundamentalmente a factores de manejo, fertilidad de suelo y a regímenes de precipitaciones. En la actualidad existen varios cultivares de pasto elefante con excelente potencial forrajero para ser usados en sistemas intensivos bajo corte. (Faría-Mármol *et al.*, 2007).

En el Cuadro 1 se observa los rendimientos de forraje y valor nutritivo promedio de distintos cultivares de pasto elefante bajo riego en la región semiárida del Estado de Zulia, Venezuela. Los cultivares “morado” y “maralfalfa” mostraron los mayores rendimientos, mientras que la concentración de proteína cruda, fibra detergente neutro y digestibilidad de la materia seca de los distintos cultivares resultaron semejantes y corresponden a forrajes de alto valor nutritivo.

Cuadro 1: Producción forrajera y valor nutritivo promedio de cuatro germoplasmas de *Pennisetum purpureum* bajo corte

Germoplasma	Rendimiento de MS (TM/ha/año)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	DIVMS (%)
Enano	23.36	14.1	59.92	39.06	71.0
Morado	45.26	16.1	60.48	40.71	72.2
King Grass	34.68	13.9	60.90	39.15	71.6
Maralfalfa	50.37	14.9	59.09	39.08	71.0

FUENTE: Faría-Mármol *et al.*, 2007

2.2.1. El Pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp)

La información que existe sobre el origen, clasificación taxonómica, caracterización agronómica y calidad nutricional de este pasto es muy fraccionada y confusa (Correa *et al.*, 2004).

a. Origen, características taxonómicas y morfológicas

El origen del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) es aún muy incierto. Existen varias hipótesis al respecto en las que se encuentra la del sacerdote Jesuita José Bernal Restrepo (1979), quien asegura que fue el resultado de la combinación de varios recursos forrajeros entre los cuales están el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), una grama nativa (*Paspalum macrophyllum*), el gramalote (*Paspalum fasciculatum*), la alfalfa peruana (*Medicago sativa*) y el pasto brasilero (*Phalaris arundinacea*). Sostenía, además, que este pasto fue una creación suya resultado de la aplicación del denominado Sistema Químico Biológico (SQB), desarrollado por este mismo autor y que es propiedad de la Universidad Javeriana. Los fundamentos y la metodología que sigue el SQB no son descritos por Bernal, lo que le resta seriedad y credibilidad a sus publicaciones (Correa *et al.*, 2004).

Por otro lado, Hajduk (2004), afirma que dicho pasto podría corresponder a un *Pennisetum hybridum* comercializado en Brasil como elefante paraíso Matsuda. Este pasto (elefante paraíso) fue el resultado de la hibridación del *Pennisetum americanum* (L.) Leek con el *Pennisetum purpureum* Schum. Este híbrido es un triploide que puede ser obtenido fácilmente y combina la calidad nutricional del forraje del *P. americanum* (L.) con el alto rendimiento de materia seca del *P. purpureum* Schum. Sin embargo, es estéril por lo que para obtener híbridos fértiles se ha utilizado colchicina con lo que duplica el número de cromosomas y se obtiene un híbrido hexaploide fértil, pudiéndose realizar siembras mediante semillas botánicas.

En otro contexto, estudios preliminares realizados en el Herbario Gabriel Gutiérrez Villegas “MEDEL” de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, indican que puede tratarse de *Pennisetum violaceum* (Lam.) Rich. ex

Pers. o de un híbrido (*Pennisetum hybridum*) entre el *Pennisetum americanum* L. y el *Pennisetum purpureum* Schum. comercializado en el Brasil como pasto elefante paraíso. Se requiere, sin embargo, estudios más detallados para esclarecer su clasificación taxonómica por lo que se sugiere identificarlo de manera genérica como *Pennisetum* sp (Correa *et al.*, 2004).

La aclaración final sobre la identidad del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) depende, entonces, de la posibilidad de establecer un patrón morfológico diferenciable de otros pastos similares como el elefante (*P. purpureum* Schum.) y sus variantes, realizar colecciones y análisis morfológicos y confrontar con varias fuentes de información confiable sobre las características taxonómicas de la especie (incluyendo descripción original). Así mismo, es necesario realizar confrontaciones con un ejemplar “tipo”, enviar muestras a un especialista en Brasil, así como establecer el cariotipo de muestras de este pasto. Sólo la caracterización morfológica, fitoquímica y genética de los *Pennisetum* que se comercializan actualmente, permitirá obtener pautas más objetivas para su certificación y evitar la especulación en el mercado. Adicionalmente, un estudio de este tipo permitiría tener bases científicas para adelantar programas de mejoramiento que pueden resultar en cultivares de mejores características que lo que hoy se conoce como maralfalfa (*Pennisetum* sp) (Sánchez y Pérez, comunicación personal; citado por Correa *et al.*, 2004).

Las raíces del pasto maralfalfa son fibrosas y forman raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas. Estas cañas conforman el tallo superficial el cual está compuesto por entrenudos, delimitados entre sí, por nudos. Los entrenudos en la base del tallo son muy cortos, mientras que los de la parte superior del tallo son más largos. Los tallos no poseen vellosidades. Las ramificaciones se producen a partir de los nudos y surgen siempre a partir de una yema situada entre la vaina y la caña. La vaina de la hoja surge de un nudo de la caña cubriéndola de manera ceñida. Los bordes de la vaina están generalmente libres y se traslapan. Es muy común encontrar bordes pilosos, siendo esta una característica importante en su clasificación. La lígula, que corresponde al punto de encuentro de la vaina con el limbo, se presenta en corona de pelos. Mientras que la longitud y el ancho de las hojas pueden variar ampliamente dentro de una

misma planta, la relación entre estas dos medidas parece ser un parámetro menos variable y muy útil al momento de clasificar las gramíneas. La presencia de pelos en el borde de las hojas, es otro elemento fundamental en la descripción de esta especie (Häfliger y Scholz, 1980).



Figura 1. Morfología de las hojas del pasto maralfalfa (Correa *et al.*, 2004)

En general, lo que se considera como la flor de las gramíneas no es más que una inflorescencia parcial llamada espiguilla. De acuerdo con la ramificación del eje principal y la formación o no de pedicelos en las espiguillas, se pueden distinguir diversos tipos de inflorescencias siendo la más común la espiga, la panícula y el racimo. En el caso particular del pasto maralfalfa, las inflorescencias se presentan en forma de espiga, las cuales son muy características del género *Pennisetum*. Las espiguillas en el pasto maralfalfa es típica del género *Pennisetum*, esto es, presenta seis brácteas: dos glumas, dos lemas y dos paleas. Sin embargo, hace falta adelantar una descripción más detallada de las mismas. Algunas claves para su clasificación a partir de las estructuras que se pudieran hallar, son las siguientes: las flores bajas pueden estériles y vigorosas o sin estambres, las flores superiores pueden ser fértiles, con un tamaño entre la mitad o igual al de las flores inferiores; las primeras glumas pueden estar fusionadas con callos, sin rodear la base de la espiga y sin aristas; la lema de la parte superior es suave, sin arista, de color café a amarillo o púrpura, glabrosa, con márgenes redondeadas o planas, sin aristas; la palea de las flores superiores están presentes. Poseen tres estambres; y las anteras son oscuras o grises (Häfliger y Scholz, 1980; Correa *et al.*, 2004).

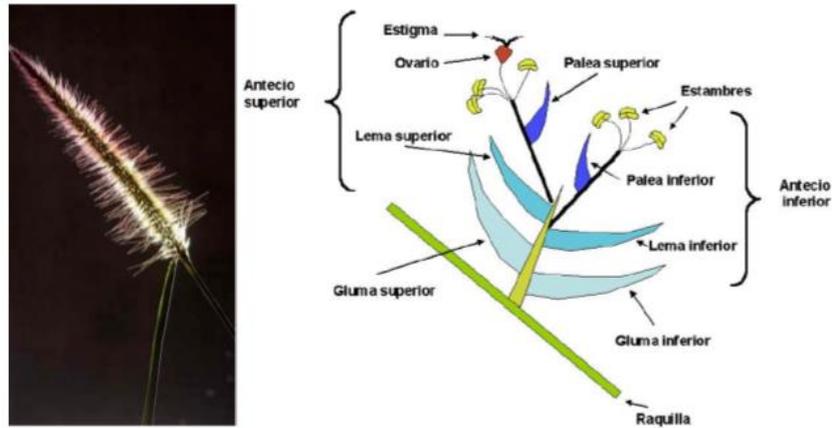


Figura 2. Órganos reproductivos del pasto maralfalfa (Correa *et al.*, 2004)

b. Adaptación, características agronómicas y productivas

El pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) se adapta bien a diferentes condiciones agroclimáticas siempre y cuando sea bien establecido y manejado, siendo observado desde el nivel del mar hasta la zona premontana (3000 msnm). Además se adapta a suelos de mediana a alta fertilidad. Su óptimo desarrollo se observa cuando es sembrado en terrenos con alto contenido de materia orgánica y bien drenado (Arronis, 2008).

Las necesidades de nitrógeno y fósforo son elevadas en el maralfalfa, encontrándose mayores alturas, producciones de forraje verde y seco (Cruz, 2008).

Ramírez *et al.* (2007) concluyen que el pasto maralfalfa tiene un efecto recuperador sobre suelos degradados, debido a que induce a la formación de agregados, disminuye la densidad aparente e incrementa la estabilidad estructural. Manifestando que en condiciones de suelos degradados, el pasto maralfalfa puede incrementar su desarrollo radicular y foliar.

- **Altura de planta**

La altura de planta es una característica varietal y depende de su interacción genotipo/ambiente. Los factores que inciden en esta variable son

nutricionales, textura del suelo, sanidad de las plantas, la temperatura, la humedad, cantidad y calidad de luz solar, etc. (Ávalos, 2009).

La velocidad de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) se expresa no solamente en la producción de materia verde, sino que además, en el desarrollo de los órganos vegetativos (hojas y tallos) (Correa *et al.*, 2004).

Según Sterling y Guerra (2010) el pasto maralfalfa presenta una altura de 372 cm a los 120 días. Por otro lado, Andrade (2009) reporta una altura de 324.1 y 351.6 cm a los 70 y 90 días, no encontrando diferencias significativas para esta variable cuando se evaluaron a diferentes distancias y con dos métodos de siembra (chorro simple y continuo).

En un trabajo realizado bajo las condiciones del valle del Sinú, en Colombia, se obtuvo un promedio de altura de 54.74 cm a los 30 días, 183.11cm a los 45 días y 276.32cm a los 80 días (Molina, 2005).

En un estudio realizado en Riobamba (Ecuador) incorporando diferentes niveles de nitrógeno (60, 90 y 120 kg/ha), se reportó alturas de planta promedio de 130.8, 171.56 y 203.35 cm a los 75, 105 y 130 días de edad respectivamente (Cruz, 2008).

Pinto (2006) evaluó al pasto maralfalfa a tres edades de corte (30, 45 y 60 días) en condiciones de bosque tropical seco de Venezuela; observó como la altura del pasto (cm) es influenciada por la edad de corte, obteniendo un incremento en la misma, con medidas de 142.50, 231.25 y 296.25 cm, en promedio para los cortes de 30, 45 y 60 días respectivamente, siendo estos valores estadísticamente significativos.

- **Relación hoja:tallo**

La relación hoja:tallo, parámetro de importancia ya que refleja indirectamente el aporte nutricional del forraje, basándose en que las hojas de las gramíneas son de mejor calidad nutritiva que los tallos (CATIE, 1981).

Este parámetro está íntimamente relacionada con la calidad nutritiva de la planta, tal como concluye Bernal (1994), quien afirma que cuando los pastos perennes y las leguminosas pasan a estado vegetativo al de la floración y producción de semillas, los contenidos de proteína y minerales disminuyen drásticamente al disminuir la producción de hojas y de manera similar aumentan la proporción de tallos, aumentando rápidamente los contenidos de pared celular.

Según Molina (2005) la relación hoja:tallo disminuyó de igual forma con la edad tanto en base verde como en seca, presentándose un promedio durante dos ciclos de evaluación de 0.84, 0.60 y 0.56 en base verde, a los 35, 45 y 60 días de edad, respectivamente.

Por otro lado, en condiciones tropicales de bosque seco en Venezuela (Estado de Lara), Pinto (2010) obtuvo valores de relación H:T en base seca de 3.14, 1.07 y 0.83 a los 30, 45 y 60 días de edad respectivamente.

- **Macollamiento**

Las plantas inicialmente generan macollamiento de acuerdo con las facilidades de luz que gozan, y a medida que la competencia para nutrientes aumenta el macollamiento disminuye (Fernández, 1992).

En un trabajo realizado en Ecuador, empleando diferentes combinaciones de fertilizantes orgánicos e inorgánicos; se obtuvo a los 60-70 días post-siembra 8 macollos por planta en promedio (Ávalos, 2009).

Andrade (2009) reportó a los 90 días de rebrote 41.8 macollos por metro lineal. Además afirma que al comparar el número de macollos por metro lineal entre diferentes distancias de siembra, sugiere que en los mayores distanciamientos se obtiene mayor número de macollos; debiéndose posiblemente a que a mayores distancias existe menor competencia por luz, agua y nutrientes produciendo la planta mayor número de macollos.

Guisado (2012), en condiciones de Tingo María – Perú , reportó valores promedio para el número de macollos de 5.00, 5.72, 6.60 y 7.16 a la 4^a, 8^a, 12^a y 16^a semana de edad durante el crecimiento temprano en la fase de establecimiento.

- **Rendimiento forrajero**

Evaluando en condiciones de Tingo María, Guisado (2012) obtuvo rendimientos de forraje verde de 3.35 y 4.73 ton/ha a la 12^a y 16^a semanas post-siembra.

La frecuencia de corte en pastos tropicales es el factor que más influye en la producción de materia seca; ésta se incrementa con la edad llegando a su pico a la séptima semana de edad, para luego estabilizarse; donde se obtiene la mayor producción de hojas, principalmente en los estratos intermedios (60 – 120 cm), siendo desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo la edad adecuada se su utilización por el animal (Dean y Clavero, 1992).

En Colombia, en suelos pobres en materia orgánica que van de franco arcilloso a franco arenoso, en un clima relativamente seco, con un pH de 4.5-5 a una altura aproximada de 1750 msnm y en un lote de tercer corte se han obtenido cosechas a los 75 días con una producción de 285 ton FV/ha, con una altura promedio por caña de 2.5 m. (Moreno y Molina, 2007).

El resultado obtenido a partir de los datos tomados en cada corte de tres genotipos de pasto elefante, permite observar que el pasto Elefante verde (*Pennisetum purpureum*) produjo una mayor cantidad de biomasa con un valor equivalente a 264.7 ton/ha/año, mientras que el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) con 232.7 ton/ha/año, siendo menor la producción de forraje verde del pasto Elefante morado (*Pennisetum purpureum*) con 182.7 ton/ha/año (Sterling y Guerra, 2010).

Molina (2005), reporta en Colombia para una zona de transición entre un bosque húmedo tropical y bosque seco rendimientos de forraje verde y materia seca de 28.82 y 3.95, 34.63 y 6.3, 43.12 y 9.69 ton/ha de FV y MS a los 35, 45 y 60 días respectivamente. Además el porcentaje de materia seca se incrementó a medida que se aumentaba la edad, con un mayor aumento durante un segundo ciclo de corte. Los porcentajes promedios de MS durante los dos cortes fueron de 13.76 por ciento a los 35 días, 18.49 por ciento a los 45 días y 24.41 por ciento a los 60 días.

En un ecosistema premontano tropical en Riobamba-Ecuador, el pasto maralfalfa muestra una producción promedio de forraje verde a los 75 días de 34.52 ton FV/ha, a los 105 días de 51.30 ton FV/ha y a los 135 días 100.69 ton FV/ha (Cruz, 2008).

c. Valor nutritivo

- **Proteína cruda (PC):**

El contenido de proteína cruda de gramíneas tropicales tiene rangos que van desde 3 al 20 por ciento e inclusive en las plantas más jóvenes. El contenido disminuye a medida que aumenta la edad de la planta y en los pastos tropicales, el contenido de proteína cruda decrece más rápido que en los pastos de zonas templadas y bajo condiciones de tensión hídrica, disminuye más rápidamente que bajo un ambiente húmedo (Bogdan, 1997).

Se ha observado que las hojas de las gramíneas son de mejor calidad (mayor contenido de proteína, menor contenido de fracciones fibrosas y mayor consumo) que los tallos. Con base a estos antecedentes, se espera que especies, variedades o plantas en particular con mejor contenido de hojas serán de mejor calidad nutritiva (CATIE, 1981).

El punto crítico está alrededor de 7 por ciento de proteína (100 por ciento en base seca), nivel que corresponde a la necesidad mínima de proteína para

mantenimiento del peso corporal de vacunos (Minson, 1964; citado por Alegría, 1999).

Ensayos realizados en Colombia por Molina (2005) reportan niveles de Proteína Cruda para el pasto Maralfalfa a los 35, 45 y 60 días de 12.46 10,80 y 7,12 por ciento, respectivamente. En un trabajo similar realizado en los bosques secos de Venezuela, Pinto (2006) reportó datos de PC para el mismo pasto de 14.67 por ciento, 9.87 por ciento y 6.57 por ciento para los 30, 45 y 60 días de corte respectivamente. Por otro lado, Porras y Castellano (2006) citado por Márquez *et al.* (2007) reportaron valores más bajos para este cultivar (9.75, 8.69 y 5.35 por ciento para 30, 45 y 60 días).

Estudios realizados en Costa Rica, comparando tres genotipos de pasto elefante obtuvieron valores de PC para el maralfalfa de 11,2 y 6.5 por ciento en parcelas sin fertilizar y de 16.1 y 12.7 por ciento fertilizado a los 45 y 65 días respectivamente (Arronis, 2009).

Correa (2007) en su trabajo sobre la caracterización nutricional del pasto maralfalfa en Colombia obtuvo un promedio para la proteína de 20.30 por ciento entre los días 40 y 110.

- **Fibra detergente neutro (FDN):**

La fibra de los pastos se expresa como paredes celulares debido a que los componentes son insolubles, por lo tanto indigeribles. La porción fibrosa de un forraje es resistente a la degradación microbiana ruminal. Se estima un 70 por ciento de fibra detergente neutro como nivel máximo crítico en pastos. Contenidos mayores pueden afectar la producción reflejándose en menores ingestas y pérdida de peso de los animales (Echevarría, 1994).

La fibra detergente neutro (FDN) o contenido de pared celular (CPC) constituye el total de la parte fibrosa de las plantas. Las gramíneas de climas cálidos están caracterizadas por un alto contenido de paredes celulares, siendo

notorio el cambio que experimenta y cuando avanza su madurez (Van Soest, 1982).

En el sistema de análisis de Van Soest, se reconoce la humedad, el contenido celular y los constituyentes de paredes celulares que a su vez pueden subdividirse en hemicelulosa, celulosa, lignina, sílice y cenizas insolubles. Este sistema de análisis tiene mayor acogida porque las fracciones corresponden más cercanamente a la realidad fisiológica de digestión en el animal rumiante, y por eso tiene mayor valor como indicadores de la utilización del forraje (Van Soest, 1982).

Molina (2005) reportó contenidos de fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) de 39.20 y 60.58 por ciento a los 35 días; 42.35 y 67.27 a los 45 días y de 44.95 y 69.48 a los 60 días de edad. Arronis (2009) obtuvo porcentajes de FDN de 64.9 y 68.1 a los 45 y 65 días de edad respectivamente.

- **Digestibilidad de la materia seca:**

Dado que es costoso en términos de tiempo y dinero realizar ensayos de digestibilidad en animales, en muchos laboratorios se han desarrollado métodos *in vitro* en los cuales se hace una incubación del alimento con una pequeña cantidad de licor ruminal sacado directamente del rumen de un vacuno u ovino. Los métodos en uso difieren en algunos detalles, pero en todos se realiza la incubación de una cantidad conocida de muestra en condiciones controladas de tiempo, temperatura, pH, etc., luego se pesa el residuo no digerido de la muestra. La diferencia representa la parte digerida por los microorganismos y la parte soluble en el medio de fermentación. Obviamente no se puede reproducir exactamente las condiciones del rumen del animal en un rumen artificial, por eso los valores de digestibilidad *in vitro* no corresponden exactamente a los valores *in vivo* (Cáceres, 2004).

El método clásico es el de Tilley y Terry. Se trata de un método de dos etapas, la primera es de incubación con licor ruminal por exactamente 48 horas y la

segunda es una digestión del residuo de la primera con pepsina. El residuo de las dos fases es reportado como porcentaje de la materia seca o de la materia orgánica de la muestra original, valores que se restan de 100 para calcular los respectivos porcentajes de materia seca o materia orgánica digerida. En 1966, Van Soest y colaboradores modificaron este método, reemplazando la segunda etapa de digestión con pepsina, por una extracción en una solución de detergente neutro. Estos autores presentan evidencia que el residuo no digerido en el método de Tilley y Terry contiene una proporción significativa de material de origen bacteriano que no necesariamente corresponde a la materia metabólica fecal de los ensayos *in vivo*. En la segunda fase del método Van Soest los residuos bacterianos son extraídos por los detergentes y la única materia que escapa la digestión en las dos etapas es la parte indigerible de las paredes celulares. El residuo no digerido es expresado como porcentaje de la materia seca de la muestra, valor que se resta de 100 para obtener un estimado de la digestibilidad verdadera de la materia seca *in vitro* (Cáceres, 2004).

Según Molina (2005), obtuvo valores (porcentaje) para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) del maralfalfa de 72.92, 69.79 y 64.59 a los 35, 45 y 60 días de edad respectivamente.

- **Calcio y fósforo:**

En general, la concentración de los minerales en los forrajes se reduce a medida que estos maduran (McDowell y Valle, 2000).

El calcio (Ca) y fósforo (P) tienen funciones vitales en los tejidos del cuerpo y tienen que estar en cantidades y proporciones adecuadas. Estos elementos forman más del 70 por ciento del total de minerales en el cuerpo. El 99 por ciento del calcio y el 80 por ciento del fósforo del cuerpo se encuentran en los huesos y los dientes (Maynard *et al.*, 1982).

Correa (2007), determinó el contenido de Ca, P, Mg y K en el pasto maralfalfa cosechado a 56 y 105 días, quien concluyó que la edad de corte modificó la

concentración de estos minerales. Así, la concentración de Ca, P y K fue más alta a los 56 días en comparación a los valores hallados a los 105 días, en tanto que la del Mg fue menor a los 56 días.

2.2.2. El Pasto Camerún (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. cameroon)

a. Origen, características taxonómicas y morfológicas

Este pasto es originario del África tropical, encontrándose principalmente en Rhodesia en forma silvestre y cultivada. Se formó con el correr del tiempo por la selección de variantes resultantes de la reproducción sexual o de mutaciones espontáneas. Actualmente muchas de las variedades e híbridos interespecíficos de *Pennisetum purpureum* tienen un número de 28 cromosomas y son tetraploides. Los híbridos F1 tienen 21 cromosomas y son triploides. Debido a irregularidades en la mitosis son sexualmente estériles y usualmente son propagados vegetativamente. Sin embargo, cuando el número entero de los cromosomas de los híbridos tropicales es el doble resulta un hexaploide, que son sexualmente fértiles y producen semilla viable (Schank, 1991, citado por Alegría, 1999).

Su principal característica es que posee originalmente en su componente genético un gen recesivo que le da la coloración púrpura de donde obtiene su segundo nombre en la clasificación de la respectiva especie (Bogdan, 1997).

Las primeras introducciones en América se hicieron en los Estados Norteamericanos de Florida y Louisiana en el 1913, luego se extendió por América Central, las Antillas y todos los países tropicales de América del Sur (Rodríguez y Blanco, 1971; citado por Velásquez, 2005); introducido al Brasil por la década de 1920 y de allí se difunde a otros países tropicales y subtropicales como al Perú introducido por Manuel Rosemberg a los ganaderos del Altomayo – San Martín (Cáceres, 2004).

Este pasto es perenne y robusto, se extiende por medio de estolones o rizomas debido a la escasa viabilidad de la semilla botánica; es de propagación vegetativa,

por este hecho los cultivares introducidos al país mantienen sus características fenológicas originales (Zambrano, 1994; citado por Velásquez, 2005).

Los tallos son erectos y gruesos que miden de 300 a 350 cm. de altura y las hojas son de 50 a 120 cm. de largo y de 2.5 a 3.5 cm. ancho. Este material se caracteriza por poseer un color rojo púrpura a morado oscuro, tanto en hojas como en tallos; la panícula es parecida a una espiga dura, cilíndrica y densamente pubescente, comúnmente de 30 cm de largo (Bogdan, 1997).

b. Adaptación, características agronómicas y productivas

El pasto elefante morado es susceptible a heladas, no resiste las inundaciones, tolera sequías una vez establecida debido a su profundo sistema radicular. Las heladas matan las hojas y los tallos aéreos pero, a menos que se hielan, los órganos subterráneos permanecen intactos y el crecimiento se reinicia luego que pasen las heladas. Se adapta a suelos moderadamente a bien drenados, de fertilidad media a alta. Sin embargo, su comportamiento no será exitoso en suelos de textura pesada y no sobrevivirá en terrenos que permanezcan saturados de agua por largo tiempo (inundaciones prolongadas) (Bogdan, 1997).

Este pasto crece mejor en regiones cálidas, con temperaturas de 30 a 35° C, temperaturas por debajo de 10° C detienen el desarrollo. Se desarrolla bien en zonas con precipitaciones de 1000 y 4500 mm anuales y a altitudes desde el nivel del mar hasta los 2200 metros de altura (Bogdan, 1997)

• Altura de planta

En la costa central de Perú, se obtuvieron alturas para el pasto elefante morado en la fase de establecimiento de 28.2, 83.5, 193.7 y 269.7 cm para las 4, 8, 12 y 16 semanas de edad respectivamente (Alegría, 1999).

Jaime (2004), obtuvo alturas para el pasto elefante cv. cameroon a los 49, 56, 63 y 70 días de 97.00, 146.50, 183.00 y 249.00 cm para la estación de

primavera y de 146.00, 212.00, 246.00 y 256.50 para la estación de verano en la costa central del Perú.

En condiciones similares de costa central del Perú se reportaron alturas promedio a la 4^a, 5^a, 6^a, 7^a y 8^a semana de 83.08, 134.10, 148.00, 164.25 y 160.13 cm así como 22.53, 31.50, 34.75, 45.75 y 56.88 cm en la estación de otoño e invierno respectivamente (Cáceres, 2004). Por otro lado, Velásquez (2005), alcanzó medidas de altura para la estación de primavera de 98.5, 115.50, 115.50, 146.00 y 166.50 y en verano de 151.00, 150.50, 151.00, 171.00 y 179.50 para la 4^a, 5^a, 6^a, 7^a y 8^a semana de edad del pasto.

- **Relación hoja : tallo**

En la costa central del Perú la relación hoja:tallo en el pasto elefante morado a los 49, 56, 63, y 70 días de edad para la estación de primavera fueron de 3.29, 2.77, 1.09 y 1.59 y de verano 2.31, 1.57, 1.31 y 0.94 respectivamente (Jaime, 2004). Por otro lado, Alegría (1999) reportó valores de relación hoja:tallo de 5.49, 1.51 y 1.15 a la 4^a, 6^a y 8^a semana de edad del mismo pasto en la época de invierno en la costa central. En estas mismas condiciones, Cáceres (2004) encontró proporciones de hoja:tallo de 1.65, 1.50, 1.14, 1.02 y 1.53 para la estación de otoño y 14.15, 4.87, 4.47, 6.13 y 5.39 en invierno a la 4^a, 5^a, 6^a, 7^a y 8^a semana de edad.

Filho *et al.* (1998), citado por Jaime, 2004; en un estudio realizado en Brasil con el pasto camerún, el cual fue cosechado a la 8^a semana de edad reportaron una relación hoja:tallo 1.15.

- **Macollamiento**

El número de macollos es la capacidad de rebrote del pasto, así Alegría (1999), reporta para el pasto elefante cv. cameroon en condiciones de costa central de 8.50, 19.50, 23.00 y 27.00 para la 4, 8, 12 y 16 semana de edad respectivamente en la época de invierno.

Por otro lado Jaime (2004), reporta para el mismo pasto y en las mismas condiciones valores de 128.50, 117.00, 82.00 y 55.50 en la época de primavera y 76.50, 80.50, 45.00 y 41.00 en la época de verano a los 49, 56, 63 y 70 días de edad respectivamente.

Cáceres (2004) reporta en época de otoño 36.20, 36.16, 33.14, 31.18 y 28.02 y en invierno 26.97, 44.10, 39.49, 41.08 y 53.35 para la 4, 5, 6, 7 y 8 semana de edad respectivamente.

En condiciones similares a anteriores trabajos mencionados, Velásquez (2005), a la 4^a, 5^a, 6^a, 7^a y 8^a edad de corte, muestra valores de 85.03, 84.07, 75.3 y 64.61 en primavera y de 88.78, 80.59, 66.38, 51.44 y 46.92 en verano, no encontrando diferencias estadísticas entre las edades de corte ni entre las estaciones.

- **Rendimiento forrajero**

En condiciones de la costa central peruana la producción de forraje verde del pasto elefante morado fue de 4.39, 19.17 y 26.82 toneladas de forraje verde/ha/corte para las 4, 6 y 8 semanas respectivamente. Del mismo modo, el rendimiento de materia seca fue de 0.51, 2.71 y 4.05 a la 4^a, 6^a y 8^a semana de corte (Alegría, 1999).

Jaime (2004), encontró rendimientos de forraje verde para el pasto elefante morado en condiciones de costa central para la época de primavera y verano de 37.05, 64.05, 139.80, 170.00 y 77.70, 116.40, 133.05, 138.90 ton/ha/corte a los 49, 56, 63 y 70 días de edad respectivamente. Además, en este mismo trabajo encontró rendimientos de materia seca para la estación de primavera y verano de 4.55, 7.20, 14.65, 19.75 y 8.43, 16.00, 21.31, 18.75 ton/ha/corte a los 49, 56, 63 y 70 días de edad respectivamente.

También se reportaron rendimientos de forraje verde para el mismo pasto en condiciones de costa central del Perú de 34.23, 48.50, 47.15, 85.39 y 79.76

para la estación de otoño y 1.20, 3.88, 3.12, 7.84 y 14.34 ton/ha/corte en invierno, para la 4, 5, 6, 7 y 8 semana de edad respectivamente. En tal sentido, se reportó datos de materia seca en esta misma investigación de 121.43, 109.71, 120.95, 196.12 y 160.00 para la estación de otoño y 3.93, 17.43, 12.38, 24.69 y 40.89 ton. MS/ha/corte en invierno para 4, 5, 6, 7 y 8 semanas de edad respectivamente; evidenciando diferencias significativas para la estación, obteniendo mayores rendimientos en la estación donde se presente mayor radiación solar, debido al incremento de la actividad fotosintética (Cáceres, 2004).

En Brasil, se registró el desempeño agronómico y valor nutritivo del pasto elefante cv. cameroon, así obtuvieron 17.31 y 12.74 ton. de MS/ha para el primer y segundo año de evaluación respectivamente (Ribeiro *et al.*, 1994, citado por Velásquez, 2005).

c. Valor nutritivo

El valor nutritivo de los forrajes está influenciado por la edad de la planta entre otras características, siendo importante conocer los cambios que puedan producirse en su composición química, digestibilidad y consumo, los cuales servirán para delimitar edades convenientes de cosecha y uso con el objeto de determinar hasta qué punto el forraje puede cubrir las necesidades alimenticias del animal (Arnaiz, 2004)

- **Proteína cruda**

El nivel crítico de proteína del forraje se encuentra comúnmente en un rango de 4 a 6 por ciento en base seca. Sin embargo, en vacunos este punto crítico se eleva, estando alrededor del 7 por ciento, necesidad mínima de proteína para el mantenimiento del peso corporal animal (Minson, 1990; Alegría, 1999).

El contenido de PC reportado por Velásquez (2005) para la 4ta, 5ta, 6ta, 7ma y 8va semana de edad en primavera y verano fue de: 15.92, 14.29, 15.05,

14.21 y 12.27 por ciento en primavera y de 11.44, 9.05, 11.23, 10.05 y 8.67 por ciento en verano en la costa central de Perú.

En un trabajo realizado en Brasil por Almeida y Rocha (1984) con pasto elefante cv. cameroon determinaron 14.7 por ciento de proteína cruda en promedio a la edad de corte de 7 y 8 semanas.

Mediante estudios realizados por la FAO (2001), mencionado por Jaime (2004), con pasto elefante morado, se obtuvieron valores de proteína cruda a las 4, 6, 8, 10 y 12 semanas de corte de 10.8, 8.8, 8.7, 6.5 y 5.9 por ciento respectivamente, donde es notorio que al aumentar la edad disminuye el contenido de proteína cruda.

Alegría (1999); determinó en su estudio que el porcentaje de proteína cruda en pasto *P. purpureum* cv. cameroon evaluado en la época de invierno en la costa central con tres edades de corte a las 4, 6 y 8 semanas, los valores fueron de 21.90, 19.06 y 18.85 por ciento.

Se ha clasificado valores de proteína de los forrajes, para evaluar su calidad, los cuales son presentados en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Clasificación del contenido de proteína del forraje

% Proteína Cruda (Base Seca)	Calificación
< 6.9	Baja
7.0 - 9.9	Mediana
10.0 - 12.9	Buena
13.0 - 17.9	Muy Buena
> 18.0	Elevada

FUENTE: Vonesch y De Riverós, 1968

- **Fibra detergente neutro (FDN)**

Bogdan (1997) indica que para las plantas jóvenes el contenido de fibra cruda oscila entre 22 y 25 por ciento y del 30 al 40 por ciento en las adultas,

aumentando conforme a la edad de la planta y a las altas temperaturas, lo que sucede en pasturas tropicales como el pasto camerún.

Jaime (2004), utilizando el pasto camerún bajo condiciones de costa central del Perú, encontró valores de 60.49, 62.81, 65.97, 65.30; 61.20, 63.30, 63.97 y 67.04 por ciento de FDN para la estación de primavera y verano a los 49, 56, 63 y 70 días de edad respectivamente.

Cáceres (2004), encontró valores de 62.10, 62.64, 71.98, 75.31, 76.81; 55.01, 53.59, 57.95, 59.51 y 58.19 por ciento de FDN para la estación de otoño e invierno a la 4, 5, 6, 7 y 8ª semana de edad respectivamente para el pasto elefante cv. cameroon en la costa central del Perú. En condiciones similares, Velásquez (2005) a la 4ª, 5ª, 6ª, 7ª y 8ª semana valores de FDN a 51.63, 55.23, 56.00 y 60.83 por ciento en primavera y 55.55, 59.90, 59.55, 63.23 y 62.13 por ciento en verano; existiendo diferencias estadísticas entre las edades de corte y entre las estaciones.

- **Digestibilidad de la materia seca**

La digestibilidad puede determinarse por medio de los ensayos de digestibilidad usando animales (digestibilidad *in vivo* o *in situ*) o por métodos de laboratorio, denominados *in vitro*, o a partir de la composición química del alimento. Sin embargo, no se pretende sugerir que alguna o cualquiera de las técnicas para determinar digestibilidad, puede reemplazar directa del consumo voluntario por parte del animal, `parámetro que finalmente nos brinda la respuesta final (Pezo, 1972).

Estudios realizados en Brasil reportan 65.5, 56.5 y 46 por ciento de DIVMS para 30, 60 y 90 días, realizado por Azevedo (1985), y para el caso de Silveira *et al.* (1973), reporta DIVMS de 71.6, 68.6 y 56.6 por ciento para edades de 45, 75 y 105 días; notándose claramente que el valor de la digestibilidad disminuye a medida que pasan los días.

Se ha establecido una relación que clasifica valores de digestibilidad del forraje, los mismos que se reportan en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Clasificación de los valores de digestibilidad en forrajes

Digestibilidad de la Materia Seca (%)	Calificación
< 30.0	Baja
30.0 - 45.0	Mediana
45.0 - 60.0	Buena
60.0 - 70.0	Muy Buena
> 70.0	Elevada

FUENTE: Vonesch y De Riverós, 1968

- **Calcio y fósforo**

La concentración de minerales en los forrajes depende de la interacción de varios factores, entre ellos el suelo, la especie de planta, el estado de madurez, el rendimiento el manejo del pasto y el clima (McDowell *et al.*, 1993). La relación dietética de Ca:P ideal para el crecimiento y la formación de los huesos se asume ser entre 1:1 y 2:1, similar a la proporción de los minerales de los huesos. Los rumiantes pueden tolerar un rango más amplio de Ca:P, particularmente cuando el contenido de vitamina D es alto (Acuña *et al.*, 1980). El contenido deseable en los forrajes del fósforo oscila entre 0.19-0.22 por ciento y calcio de 0.28-0.37 por ciento (McDowell *et al.*, 1983; Minson, 1990).

Gomide (1978), citado por McDowell (1985), reportó concentraciones de calcio y fósforo en el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) a los 28, 84 y 140 días de rebrote de 0.61, 0.38 y 0.43 por ciento para el Ca y 0.33, 0.15 y 0.11 por ciento para el P.

2.3 ESTABLECIMIENTO DEL PASTO ELEFANTE

La persistencia y productividad de las pasturas están íntimamente relacionadas con un adecuado establecimiento de ellas (CORPOICA, 1996).

Los pastos tropicales se pueden establecer en forma vegetativa como por semilla botánica; pero vegetativamente es más utilizado cuando se desea conservar la pureza de los híbridos o clones de polinización cruzada (Bogdan, 1997).

Por años el establecimiento de pasturas ha sido considerado como la fase más riesgosa y se logra sobre la base de procesos dirigidos y no al simple azar (Vela, 1986).

El éxito en el establecimiento de pastos radica en la planeación y ejecución de una serie de actividades relacionadas con la preparación y siembra de las especies forrajeras, la revisión periódica de la germinación y el ataque de plagas, al igual que en la aplicación oportuna de las prácticas requeridas en la fase de establecimiento. Este proceso también incluye otros aspectos tales como la selección del terreno y la definición de las prácticas de laboreo, la selección de las especies forrajeras y su siembra, la fertilización, la resiembra, el control de malezas y plagas para su posterior manejo con animales (Rincón, *et al.*, 1993).

Para las especies de pasto en estudio (maralfalfa y camerún) se cumplen los mismos mecanismos de establecimiento, ya que ambos se propagan vegetativamente y las condiciones que requieren son similares como para cualquier pasto elefante.

2.3.1. Planeación

Antes de iniciar cualquier acción, es crucial resolver todas las dudas acerca de los objetivos, de la capacidad de inversión; reunir la información agroecológica como el clima, relieve, agua y suelos de la explotación; efectuar un inventario de máquinas, herramientas, equipos y de recursos humanos con el fin de determinar qué establecer, cuándo y cómo (Gualdron, 1991).

Cuando se desea sembrar nuevos cultivares, se deben realizar reuniones previas para evitar los riesgos que puedan presentarse o que sean limitantes durante el establecimiento, por lo tanto, es necesario hacer una planificación cuidadosa con el fin de reducir o evitar dichos riesgos. La adopción de estas pasturas depende de muchos factores tanto climáticos como de suelo que afectan el desarrollo de la planta, además, de factores económicos y culturales (Franco, *et al.*, 2007).

Mediante el análisis de la información obtenida en estas reuniones de planificación, deben estudiarse la situación actual de la finca, los objetivos y criterios que se pretenden en cuanto a la selección de especies y sistemas de explotación, definirse bien las prioridades y estrategias a seguir para la siembra y el establecimiento; además, evaluar y elegir metodologías que cubran las necesidades del productor y realizar un inventario de recursos disponibles. Es importante organizar un cronograma de todas las actividades para la siembra (Franco, *et al.*, 2007).

En esta etapa se calculan todos los costos para la adecuación del terreno, la fertilización, la siembra, el manejo del establecimiento y complementarios como cerca, herramientas, etc., para que el productor conozca cual será la inversión y su efecto económico al incorporar las pasturas escogidas (Franco, *et al.*, 2007).

Es necesario realizar un análisis de caracterización del suelo con el fin de aplicar los correctivos, las enmiendas y los nutrientes necesarios para el buen inicio de una de las inversiones más altas de estos sistemas: la siembra de las huertas forrajeras, permitiendo asegurar el éxito de la siembra y su vida útil. Se debe seguir monitoreando la fertilidad del suelo por lo menos una vez al año, y establecer un referente con el primer análisis, con el fin de detectar un empobrecimiento del suelo, por la alta tasa de extracción que tienen los pastos de corte (Moreno y Molina, 2007).

2.3.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno está referida a la adecuación, con el fin de poder efectuar labores como labranza, siembra y fertilización; recurriendo normalmente a la eliminación de la vegetación presente, mediante la tumba de árboles y arbustos con posterior roce y quema de los residuos. La labranza generalmente se utiliza como medio de eliminación y control de la vegetación existente antes de la siembra de pastos. Además, facilita el contacto íntimo de la semilla o estructura de pasto propagada con el suelo para facilitar la absorción rápida de agua y nutrimentos durante los primeros estadios de crecimiento (Gualdron, 1991).

a. Preparación en terrenos mecanizables

La preparación del suelo debe ser como mínimo la utilizada para cualquier otro cultivo. Las operaciones normales son arada y rastrillada (labranza convencional), aprovechando esta última labor para incorporar correctivos y/o fertilizantes de establecimiento, como también incorporar el material vegetativo cuando son estolones y/o rizomas esparcidos sobre la superficie del suelo. En terrenos mecanizables también se utiliza el sistema de tumba, quema y siembra o el uso de herbicidas para eliminar la vegetación existente (CORPOICA, 1996).

b. Preparación en terrenos no mecanizables

Se procura la labranza mínima como una buena práctica agrícola, ya que causa poca perturbación en el suelo, buscando el mínimo daño tanto a su estructura como a su biodiversidad microbiológica (Moreno y Molina, 2007).

En zonas de trópico en donde no se disponga de maquinaria e implemento de labranza, el control de la vegetación a través del uso de fuego o de herbicidas ha permitido establecer en forma exitosa cultivos y pasturas (Vela, 1986).

Se trata de escoger sistemas de siembra y establecimiento, procurando disturbar poco el suelo y reducir su pérdida por erosión. Para esto, existen diferentes alternativas según la especie, topografía, textura y estructura del suelo, material de siembra (cepas, estolones, rizomas o semilla sexual), rapidez de establecimiento (CORPOICA, 1996).

Lotero (1996), propone algunos sistemas o métodos de preparación de terreno con labranza mínima a labranza cero que se usan para establecer pastos de corte cuando no se dispone de maquinaria; los cuales son desarrollados a continuación:

- Macheteo, quema y siembra

Se procede a la tumba del material vegetal con posterior quema para finalizar con la siembra del material. Si hay necesidad de fertilizar y/o encalar, se

puede hacer al voleo. Tiene la desventaja de que en zonas pendientes con lluvias fuertes se puede perder semilla y fertilizante.

- **Sobrepastoreo y siembra**

Este sistema se usa cuando el área a sembrar es una pastura ya degradada, en donde se hace un sobrepastoreo fuerte con el fin de aprovechar el forraje disponible y tratar de eliminar las especies existentes para así reducir la competencia con la especie a establecer. En el área sobrepastoreada se hace un hoyo en el sitio donde se siembran las cepas, estolones o semillas, aprovechando para fertilizar el sitio hoyado y tratando de simular curvas a nivel o en sentido contrario a la pendiente.

- **Plateado y siembra**

Este sistema requiere el uso de azadón o algún herbicida para eliminar la vegetación donde se van a establecer los pastos, con el fin de eliminar las especies cercanas a la especie establecida, evitando o reduciendo la competencia, generalmente se libra en forma de círculo y en el centro se deposita la semilla o el material vegetativo de pasto utilizado para la siembra.

- **Macheteo y surcado o sobrepastoreo y surcado**

Este sistema es utilizado para la renovación o establecimiento de pastos en praderas ya degradadas o áreas con rastrojo bajo, en donde después de realizar un sobrepastoreo o tumba de la vegetación, se raya con arado de bueyes o azadón la línea o curva a nivel donde se va a localizar el material vegetal o semilla de la especie a establecer. Tiene la ventaja que se dejan franjas de suelo de 50 a 70 cm entre surcos sin disturbar, lo que permite reducir la erosión.

2.3.3 Siembra, enmiendas y fertilización inicial

En la siembra de los pastos se deben tener en cuenta aspectos tales como época de siembra, preparación del terreno y sistema de siembra. Con relación a la época, los

pastos se pueden sembrar en cualquier época del año, siempre y cuando se disponga de suficiente agua. La siembra en la mayoría de las gramíneas se hace por carióspside o material vegetal. La ventaja de utilizar material vegetal es que se obtiene más rápido la pradera pero a costos más altos ya que es necesario recolectar el material vegetal, transportarlo al área a sembrar ya que su establecimiento requiere más mano de obra (CORPOICA, 1996).

Cuando la siembra se hace con material vegetativo se requiere que el contenido de agua del suelo al momento de la siembra y posterior a ella se conserve cerca del punto de capacidad de campo con el fin de evitar la deshidratación del material propagado (Gualdron, 1991).

La siembra del pasto elefante se hace por medio de material vegetativo, ya sean cepas o tallos. La cantidad de semilla varía entre 16 y 20 bultos por hectárea (650 a 800 kg), y el método de siembra depende de las características topográficas del terreno. Se deben hacer los surcos en curvas de nivel a 40 cm. Si se utilizan cepas, se deben sembrar en surcos a distancias cortas (60-80 cm, aproximadamente) y en triángulo. Tanto las cepas como los tallos se cubren totalmente con una capa de suelo no superior a los 5 cm, estableciendo íntimo contacto con el material. Se recomienda sembrar estacas maduras de 3 a 4 nudos, regadas a chorro continuo, colocadas sobre un colchón de abono orgánico, tapados con 10 centímetros de suelo. Los mejores resultados se han obtenido con siembra por tallos extendidos en surcos distanciados 40 cm. Se debe evitar encharcamiento para lograr una buena cobertura y un buen control de malezas (Moreno y Molina, 2007).

En los pastos tipo amacollados como el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) los brotes o tallos se plantan en hileras. Al plantarlos, se deben cortar los ápices ya que los brotes o tallos que no hayan sido segados morirán debido a la pérdida de agua a través de las hojas (Bogdan, 1997).

Por lo general, para el establecimiento del pasto elefante, se plantan en la tierra los cortes de talluelos o estolones no jóvenes que presentan más de dos nudos, dejando dos bajo la superficie (Bogdan, 1997).

Se debe usar semilla que no sea ni muy tierna ni muy sazonada (vieja); lo mejor es que tenga entre 80 y 90 días de edad para asegurar una buena calidad, y la cantidad a utilizar depende del sistema de siembra (Moreno y Molina, 2007).

Las enmiendas como cal y roca fosfórica se deben aplicar e incorporar antes de la siembra; el fertilizante completo se puede aplicar al momento de la siembra. Los fertilizantes nitrogenados y las fertilizaciones de mantenimiento se pueden hacer después del primer pastoreo (Bernal, 1994).

No es recomendable hacer una fertilización muy fuerte al momento de la siembra porque las plántulas utilizan las reservas de la semilla y no son tan eficientes como las plantas desarrolladas para utilizar fertilizantes. Sin embargo, es muy recomendable incorporar con la última rastrillada un fertilizante completo y los elementos menores que requiera el suelo, este preabonamiento similar al que se hace en algunos cultivos de ciclo corto, ayuda bastante durante el establecimiento (Bernal, 1994).

La fertilización de los campos con material orgánico como el estiércol vacuno, ayuda a incrementar la capacidad de intercambio de bases del suelo, aporta nutrimentos y mejora la solubilidad del fósforo en el suelo, pudiendo contribuir también a la mayor utilización del nitrógeno por las gramíneas (Farje, 1999).

En el caso de las gramíneas forrajeras, es conveniente aplicar fertilizante 30-45 días después de la siembra, cuando ya el pasto tenga un sistema de raíces que pueda absorber los nutrientes aportados por el fertilizante. La cantidad debe calcularse mediante un análisis de suelos, sin olvidar que los niveles de aplicación son específicos para cada suelo y forraje (Moreno y Molina, 2007).

2.3.4 Crecimiento temprano

La etapa de siembra no es la última en el establecimiento de una pastura. Una vez que emergen las plántulas constituyentes de la pastura, la presencia de residuos de la vegetación anterior o la emergencia de nuevas poblaciones de malezas son el problema de establecimiento más común que afectan su crecimiento; en estos casos

es recomendable dejar que tanto las malezas como la pastura crezcan simultáneamente. Cuando se han sembrado materiales bien adaptados, éstos tienen la capacidad de coexistir, agredir y aun excluir a las nuevas poblaciones de malezas (CIAT, 1980).

El establecimiento después de la germinación de la semilla puede verse afectado por: sequía, semilla muy superficial que puede ocasionar que las plántulas se deshidraten y mueran por altas temperaturas en la superficie del suelo; semilla demasiado profunda y las plántulas no pueden emerger. Además, el crecimiento de las plántulas puede verse afectado por pH inadecuado, baja fertilidad del suelo, mal drenaje, exceso de competencia con otras especies, ataque de plagas o enfermedades (CORPOICA, 1996).

Galindo (2007), en un trabajo de investigación, donde evaluó dos cultivares de *Pennisetum purpureum*, sembrados a 80 cm entre hileras y 50 cm entre plantas, obtuvo 84.30 por ciento y 62,2 por ciento de prendimiento para Cameroon y Taiwán respectivamente. Por otro lado, Ibazeta (2004), en condiciones de Tarapoto-San Martín, reportó valores de 84.3 por ciento, 80.2 por ciento y 69.7 por ciento de prendimiento para el King grass morado, caña de azúcar y King grass verde respectivamente.

La frecuencia en el control de malezas depende de la agresividad de éstas. Si se disminuye el espacio entre surcos se reduce esta práctica, y las pocas malezas que se desarrollan con los pastos de corte quedan aprovechables para los animales, disponiendo de ellas en los cortes por parejo junto con el material (Moreno y Molina, 2007).

2.3.5 Primera utilización y capacidad de rebrote

Normalmente, con la primera utilización o corte de uniformización finaliza el proceso de establecimiento. En la mayoría de los casos, debido a la costumbre de realizar el corte cuando los pastos han crecido demasiado, es necesario defoliar la pastura con el fin de mejorar su calidad y estimular el rebrote. El uso del corte al finalizar la fase de establecimiento permite también diferenciar a los pastos de las

malezas y facilitar su control ya sea mediante métodos mecánicos o a través de herbicidas selectivos (Gualdron, 1991).

Es conveniente hacer el primer uso (solamente el primer uso) con la pastura un poco pasada de su punto óptimo de reposo, con el propósito de esperar que el sistema radicular esté consolidado, siendo éste el primer paso para la perennidad de la pastura establecida. Este periodo no es rígido, pudiendo variar con la especie vegetal, con la fertilidad del suelo y con el clima (Pinheiro, 2011).

La primera utilización se efectúa cuando los pastos de corte tienen entre 90 a 120 días después de la siembra, dejando 10-20 cm de remanente para la conservación de la pastura. Después del primer corte es aconsejable una fertilización nitrogenada y riego para conseguir buen anclaje y un desarrollo vigoroso posterior. De este primer corte puede depender el éxito y duración de la pastura establecida (Bernal, 1994).

La capacidad de rebrote está dado por la cantidad de carbohidratos no estructurales (CNE), almacenados en los órganos que normalmente no son removidos por el corte, como la base de los tallos, coronas y raíces; son los que proporcionan la energía y nutrientes para el rebrote de especies forrajeras perennes, que pueden ser cosechados varias veces durante una misma estación de crecimiento (Bernal, 1994).

En algunas especies como el *Pennisetum purpureum*, el hábito de crecimiento rizomatoso no sólo sirve para la propagación vegetativa y la exploración del suelo, sino que también permite la acumulación de carbohidratos no estructurales y nutrimentos en rizomas, colocando algunos puntos de crecimiento bajo el nivel del suelo, con lo cual se protegen de las cosechas a ras del suelo, la sequía o la quema, contribuyendo efectivamente a la perennidad de la pastura (Mares, 1981, citado por Farje, 1999).

La concentración de CNE fluctúa debido a las relaciones dinámicas entre la respiración y la fotosíntesis; las mismas que varían de acuerdo al estado fisiológico de la pastura (Bernal, 1994).

2.3.6 Resiembra

Consiste en volver a sembrar aquellos sitios en donde se ha perdido la macolla de pasto. Es recomendable hacerlo luego de la cosecha. Probablemente a este tema no se le dé la importancia que merece, pero si no se resiembra, se les da más oportunidad a las malezas, y se obtiene menor producción de biomasa de pasto. Es decir, todo depende de la cantidad de vacío o espacios sin pasto en el cultivo, los cuales no deberían existir (Moreno y Molina, 2007).

Por fallas en la siembra, riego o en el manejo, a menudo se presentan algunas manchas sin el pasto deseado. En esos casos, debe prepararse el suelo, corrigiendo las condiciones que ocasionaron la pérdida; de esta manera se incrementa la producción por unidad de superficie y se mejora la apariencia del cultivo (Dávila y Urbano, 2005).

Si después de 30 días de sembrada la pradera se observan áreas con poca población o donde las plántulas han muerto, se debe observar cuál es el problema, si es encharcamiento extrema sequía, suelo mal preparado, etc., se debe proceder a corregir el problema, preparar nuevamente estas áreas y resembrar utilizando la densidad y prácticas recomendadas (Bernal, 1994).

2.4 MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL PASTO ELEFANTE

2.4.1 Manejo del pasto elefante

El manejo de pasturas incluye un conjunto de prácticas agronómicas y zootécnicas, cuyo objeto es maximizar la producción y calidad nutritiva del forraje y su utilización por el animal, para incrementar la eficiencia productiva y la sostenibilidad de los sistemas de producción ganadera basado en la utilización de pasturas (Rincón, *et al.*, 2002).

La principal ventaja del pasto elefante es su alta producción de forraje por unidad de superficie. Para el mantenimiento de esa alta producción, aparte de humedad, la pastura necesita nitrógeno y fósforo. Estos elementos son básicos para el crecimiento de toda planta, siendo el nitrógeno el más esencial. Tanto el nitrógeno como el fósforo se encuentran en cantidades suficientes en los suelos nuevos. Sin embargo, cuando

cosechamos pasto de corte, también retiramos nitrógeno (como proteína) y fósforo en el forraje. Poco a poco se va reduciendo la concentración de ambos elementos en el suelo. Esto representa un problema serio en sistemas de pequeños productores, porque el pasto de corte disminuye su producción en el segundo año de haberlo establecido. Es frecuente ver un pobre crecimiento y el amarillamiento del pasto; de ahí la necesidad de devolver al suelo los nutrientes mediante la fertilización (Joaquín *et al.*, 2010).

La fertilización puede ser orgánica (estiércol u otro material de origen vegetal) o inorgánica (productos químicos). En el caso de los fertilizantes químicos, su uso es limitado por el costo. En cambio, el estiércol está disponible en la finca y solo se debe invertir en mano de obra para aplicarlo (Joaquín, *et al.*, 2010).

Una fertilización adecuada para el pasto elefante requiere de 75 kg de N/ha/corte (163 kg de urea), 50 kg de P₂O₅ y K₂O. Estos valores se ajustan de acuerdo con el análisis de suelos y los aportes de abonos orgánicos (Moreno y Molina, 2007).

El primer corte se realiza a los 90 días, cuando el cultivo establecido haya espigado, posteriormente cada 30 a 45 días, a 5 cm del suelo; esto depende de las condiciones del sitio donde se haya establecido. Lo ideal es aprovechar ese primer corte para semilla. Se debe tener especial precaución con las épocas de corte, por la floración precoz, que implica producción de semilla a corta edad (45 a 60 días) y la pérdida de homogeneidad del cultivo, que daña la calidad nutricional y disminuye los rendimientos (Moreno y Molina, 2007). Además de asegurar condiciones adecuadas de suelo, para el buen aprovechamiento del pasto de corte, es importante tener bien claros los criterios sobre el mejor estado de crecimiento de la planta para ser cortada y proveída a los animales (Joaquín *et al.*, 2010).

Es difícil establecer un tiempo exacto de días de corte, ya que la disponibilidad de humedad y la temperatura provocan variaciones en la maduración. Por ello, también puede utilizarse la altura de la planta como referencia para el corte. En la época seca el pasto puede estar en condiciones de corte cuando alcanza entre 1.50 a 1.60 metros de altura o 60 a 70 días de crecimiento; y en época de lluvias, la altura puede estar entre 1.60 a 1.80 metros o 45 a 60 días de edad (Joaquín, *et al.*, 2010).

Es muy importante buscar un equilibrio entre la calidad del pasto y la cantidad que se puede obtener por unidad de superficie. Cuando cortamos muy tierno (menos de 1.50 metros de altura), obtenemos un material con alto porcentaje de proteína y más digerible (alta calidad), pero con bajo peso (poca cantidad). Por el contrario, cuando se corta el pasto maduro (más de 1.80 metros de altura), se gana en cantidad forraje, pero se pierde en digestibilidad y contenido de proteína; además, se afecta negativamente el consumo por la presencia de tallos maduros que los animales no pueden triturar, a menos que se les dé bien molido (Joaquín *et al.*, 2010).

Se corta a la altura del primer entrenudo, se debería cortar en horas de la tarde después de la acumulación de carbohidratos solubles. Se recomiendan de 4 a 7 cortes por año, de acuerdo a las condiciones agroclimáticas en que se produce. Se debe pasar por picadora para obtener el tamaño de partícula apropiado para los rumiantes. En ganado de engorde se puede esperar ganancias de peso alrededor de 800 g/día (Arronis, 2009).

2.4.2 Usos del pasto elefante

Se puede conservar como ensilaje o heno o suministrar frescos al ganado, en todos los casos se requiere un buen conocimiento de la especie y un manejo adecuado a sus necesidades. Cuando los pastos de corte no se manejen bien, pueden conducir a desastres económicos en las explotaciones (Arronis, 2009).

a. Pastoreo vs. corte del pasto elefante

Es un pasto esencialmente para corte, suministrado directamente o picado. En algunas zonas es utilizado en pastoreo y en asociaciones con leguminosas, aunque no es muy resistente al pisoteo, se sobremadura pronto, especialmente cuando carece de humedad suficiente, durante la época de sequía (Bernal, 1994).

Cuando es para pastorear, la planta no debe rebasar los 100-200 cm de alto, pero si se va a cortar debe sobrepasar los 200 cm. La productividad del pasto puede variar cuando se utiliza para pastoreo y cuando se corta con frecuencia tiene una mayor producción. El pastoreo rotativo es más importante para el elefante que para pastos más pequeños y menos ramificados. Los intervalos entre corte o pastoreo por lo regular fluctúan de 4 a 14 semanas (Bogdan, 1997).

Es necesario observar cuidadosamente el punto óptimo de reposo, porque el pastoreo anticipado produce deterioro de la pastura, debilitándose las reservas. El pastoreo debe ser hecho a fondo, pero siempre permanecen los tallos que los animales no consiguen consumir; inmediatamente después de la salida de los animales se desmaleza o se cortan los tallos manualmente con machete, siempre a ras de suelo (Pinheiro, 2011).

b. Conservación del pasto elefante

Usualmente el pasto cortado se ofrece fresco, pero también se puede ensilar. Las pérdidas de materia seca durante el ensilado son de bajas hasta moderadas alrededor de 12 por ciento, pero también se han reportado pérdida de hasta 20 por ciento (Bogdan, 1997).

El pasto elefante produce un buen ensilaje, siempre que sea cortado en su punto óptimo de reposo, durante la tarde, y que sufra un premarchitamiento hasta llevarlo a un nivel de materia seca del orden de 30-35 por ciento. Se recomienda muy especialmente triturar el forraje antes de ensilarlo, no sólo para mejorar la calidad del ensilaje sino también para hacer un mejor uso de la capacidad del silo. Una adecuada preparación del forraje a ensilar minimiza las pérdidas de nutrientes durante el proceso de fermentación y aumenta el consumo voluntario lo que resulta en un mayor consumo de nutrientes (Pinheiro, 2011).

Este pasto debe ensilarse después de haberse marchitado un poco, se puede ensilar con una leguminosa a razón de 6 partes de pasto elefante por 4 de la leguminosa (Arronis, 2009).

De 7-15 kg de melaza por tonelada de pasto resultan insuficientes para que la fermentación vía ácido láctico se lleve a cabo, pero si se remoja en una solución de melaza da como resultado que el pH alcance valores inferiores a 4, que es suficiente para que se efectúe una correcta fermentación (Bogdan, 1997).

Según Jiménez y Moreno (2000), el ensilaje como cualquier otro proceso, tiene ventajas y desventajas las cuales guardan relación con la situación particular de cada productor:

Dentro de las ventajas se pueden mencionar:

- Suministra forraje succulento de calidad uniforme durante todo el año, principalmente en verano.
- Aumenta la capacidad de carga por hectárea en la finca.
- Es el método más práctico para conservar el valor nutritivo de un forraje.
- Conserva el buen sabor del forraje durante el tiempo de almacenamiento.
- Disminuye la utilización de alimentos concentrados.
- Reduce las pérdidas de forraje en las acciones de recolección y manipuleo.

Como desventajas se pueden señalar:

- Es voluminoso para almacenar y manejar.
- Se requieren equipos para volúmenes grandes y la mecanización es costosa.
- Las pérdidas pueden ser muy grandes cuando no se hace en forma adecuada.
- Se requiere la selección de forrajes apropiados.

La conservación del pasto elefante en forma de heno no es muy usual, pero si se han logrado realizar trabajos que recomiendan realizar el corte del pasto aproximadamente a los 60 días de edad para su elaboración. Después del proceso de secado del heno, triturarlo en un molino de cuchillos con tamiz de 8 mm de porosidad y mezclar con otros ingredientes para formar una ración total balanceada (Nunes, *et al.*, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se realizó en el fundo “EL GOLAZO”, el cual se encuentra ubicado en el kilómetro 3.800 de la carretera Contamana-Aguas Calientes en el Distrito de Contamana, Provincia de Ucayali, Región Loreto. Según el sistema de clasificación propuesto por L. R. Holdridge (1987), el área de estudio corresponde a la zona de vida denominada Bosque húmedo-Tropical (Bh-T). Se caracteriza por presentar un relieve con pendientes suaves ondulantes perteneciente a la unidad geomorfológica de colinas amazónicas (CIn-Am) que se han originado por acción tectónica, habiendo intervenido también en la última fase de su modelado el efecto erosivo de la precipitación pluvial (OAT-SIG GOREL, 2005). Se ubica entre las coordenadas geográficas, 7° 18’ Latitud Sur y 74° 59’ Longitud Oeste; a una altitud aproximada de 165 msnm.

El presente trabajo de experimentación tuvo una duración de 7.5 meses, desde el inicio de la siembra realizada en febrero del 2013 hasta el último corte de la frecuencia de 60 días que fue en setiembre del 2013. Sin embargo, se trabajó los 5 meses anteriores a la siembra con la instalación de parcelas semilleros de ambas variedades de pasto para poder contar con el material vegetativo suficiente a la hora de iniciar el experimento. También se efectuó la selección, acondicionamiento y preparación del suelo del área experimental con 2 meses previos a la siembra. Se presenta el cronograma de actividades en el Anexo 1.

El suelo de esta zona posee muy buenas características, reportando valores al inicio del experimento de una textura franco arcillo arenosa, un pH ligeramente ácido, contenidos altos de materia orgánica, fósforo altamente disponible y potasio medianamente disponible. En el Anexo 2 se muestra las características de los análisis de suelo del área experimental, realizados antes y al finalizar el experimento, para así contrastar la tasa de extracción de nutrientes por estos pastos

Durante el año de desarrollo del experimento la temperatura promedio fue de 27,1 °C, con promedios de temperatura mínima 19,8 °C de y máxima de 31,5 °C; una precipitación anual promedio de 1877,6 mm y una humedad relativa promedio de 87 por ciento (SENAMHI, 2013), detallando los valores mensuales de precipitación pluvial en la Figura 3 y las condiciones climatológicas en general en el Anexo 3.

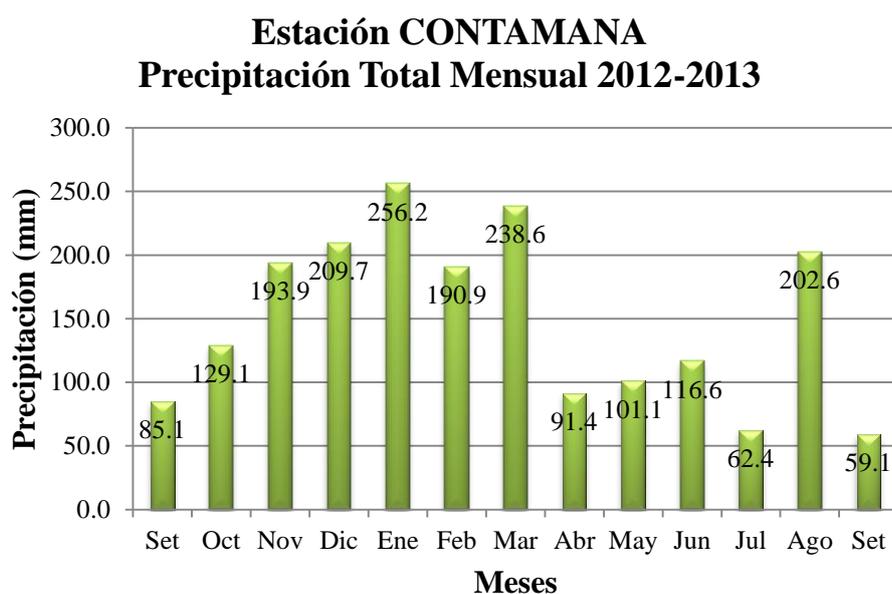


Figura 3 Precipitación pluvial correspondiente al periodo de evaluación

3.2 INSTALACIÓN Y MANEJO DEL ESTUDIO

3.2.1 Especies evaluadas

Se trabajó con dos cultivares de pasto elefante: maralfalfa (*Pennisetum* sp) y camerún (*P. purpureum* Schum. cv. cameroon).

3.2.2 Selección del área y material experimental

Se delimitó un área total de 0.6 hectáreas, cercándolo con alambre de púas. Se escogió un terreno cercano al corral de manejo, con cobertura de *Brachiaria decumbens*, para facilitar el corte y acarreo del pasto cuando se llegue a utilizar y suministrar a los animales en los comederos.

El material vegetativo sembrado fue proporcionado por el Jardín Agrostológico de la Facultad de Zootecnia Universidad Nacional Agraria La Molina. Se instaló parcelas de multiplicación (semilleros) para ambos pastos cerca del lugar de experimento, ya que en primera instancia no se disponía con la cantidad suficiente de semilla para las parcelas. Las semillas fueron cortadas y seleccionadas el mismo día de la siembra.

3.2.3 Adecuación del terreno y preparación del suelo

Se planteó acciones de práctica agronómica de labranza cero. El área estaba cubierto por una pastura degradada de *Brachiaria decumbens*, el cual se forzó a un sobrepastoreo, disponiendo aproximadamente de 80 Unidades Animal (UA) para esta operación; paralelamente a esta acción, el área se utilizó para guardar al ganado, logrando pisotear la vegetación e incorporar materia orgánica a través de las deposiciones. Esta rutina de pernoctación del ganado se efectuó durante 2 meses aproximadamente. Este manejo eliminó gran parte de la biomasa existente y lo poco que restó se arrancó del suelo con herramientas manuales como machete, palana, azadón y zapapico, efectuado días previos a la siembra, dejando la biomasa inerte como mantillo (mulch) en los callejones para proveer de materia orgánica al suelo, prevenir la emergencia de malezas, mantener la humedad del suelo (evitar la evaporación) y evitar el calentamiento del suelo (protección de las radiaciones solares).

En el terreno cercado se delimitó cuatro parcelas de 20x30m cada una, identificando ambas variedades de pasto en su respectiva parcela, elegidas al azar, haciendo en su totalidad de cuatro (04) parcelas, contando con un área efectiva de 2,400 m². En cada esquina de las parcelas se colocó una estaca cercado con soga para poder identificar los límites separados entre ellas de 2 m.

Para el análisis de caracterización del suelo, se tomó alrededor de 20 muestras en el terreno antes del inicio del experimento. El mecanismo de muestreo se realizó en zigzag, teniendo una muestra representativa. Se tomó a una profundidad de 20 cm con una palana. Posteriormente se homogenizó tomando al final una muestra de mezcla balanceada de alrededor 1 kg de suelo, enviando al Laboratorio de Análisis de Suelos Universidad Nacional Agraria La Molina. Al finalizar el experimento se volvió a

realizar el muestreo del área experimental, repitiendo el mismo mecanismo anteriormente descrito, con la finalidad de monitorear la condición del suelo y así contrastar la tasa de extracción de nutrientes por parte de los cultivares de pastos evaluados.

3.2.4 Manejo de los cultivos experimentales

El estudio se condujo en dos fases, una de establecimiento y otra de producción. La primera fase comprendió desde la siembra de los cultivos hasta el corte de uniformización, que correspondió a las 15 semanas (105 días). La fase de producción y manejo comprendió desde el corte de uniformización hasta el final del experimento (120 días).

a. Instalación de los cultivos

La distancia de siembra que se empleó fue de 0.50 metros entre plantas y 1 metro entre hileras. Se utilizó estacas de aproximadamente 4 a 5 meses de maduración. La siembra se realizó de manera horizontal (acostada), enterrando la estaca 5 cm, dejando el extremo descubierto para facilitar la emergencia. Se empleó segmentos de tallo (estacas) con 3 nudos para ambos pastos. A los 30 días después de la siembra, se efectuó una resiembra para poder cubrir los espacios en donde hubo mortalidad vegetativa.

El tipo de riego que se empleó fue por secano. El inicio de las actividades se dio en la época lluviosa. La siembra se hizo después de un día lluvioso, para aprovechar la humedad del suelo e hidratar el material vegetativo sembrado.

b. Control de malezas

El control de las malezas fue manual. Se realizó antes de la siembra, y posteriormente se efectuó cada dos semanas hasta el mes y medio; los meses siguientes dependió de la capacidad de competencia del pasto mediante la cobertura que ejerció sobre las malezas, haciéndoles sombra y dificultando su desarrollo. Al momento del corte se procedió al deshierbo de las malezas, favoreciendo así la capacidad de rebrote. Las malezas que tuvieron mayor

incidencia en el campo se nombran a continuación de acuerdo a la mayor presencia y dificultad de control: cortadera (*Scleria pterota*), torourco (*Paspalum conjugatum* y *Axonopus compressus*), vergonzosa (*Mimosa pudica*), pega-pega (*Desmodium* spp) y braquiaria (*Brachiaria decumbens*); si bien este último es un pasto, en este potrero de corte se convierte una planta indeseable ya que no es el cultivo que se busca cosechar.

c. Corte de uniformización

El primer corte o corte de uniformización se efectuó a las 15 semanas (105 días). El corte se efectuó a una altura de 10-15 cm al ras del suelo, considerando el límite permisible para la conservación de la pastura. Finalmente se comparó la producción forrajera post-establecimiento para ambas variedades de pasto.

d. Demarcación e identificación de las subparcelas

Se identificó las subparcelas para las distintas frecuencias en cada una de las parcelas grandes, asignados mediante sorteo, teniendo 6 subparcelas por cada bloque, correspondientes a las dos variedades y a las frecuencias de corte (30, 45 y 60 días). El espacio entre las subparcelas fue de 1 metro, forzando a la eliminación de pasto presente en estas áreas para poder dividir y aislar los diferentes tratamientos (Figura 4).

e. Aplicación de fertilizantes

Se aplicó estiércol de vacuno al momento de preparar el terreno mediante las deposiciones efectuadas durante el sobrepastoreo y pernocte del ganado en el área. Posteriormente se aplicó fertilizantes inorgánicos al suelo recomendado para pasto elefante por Bernal (1994), correspondiendo a una dosis de mantenimiento de N-P-K (120-100-80), incorporado a diez días de realizado el corte de uniformización, utilizando para ello: Urea, Fosfato Diamónico y Cloruro de Potasio. La aplicación fue la misma cantidad para todas las subparcelas, es decir las dos variedades recibieron la misma dosis de mantenimiento fraccionado su aplicación en cada ciclo de corte.

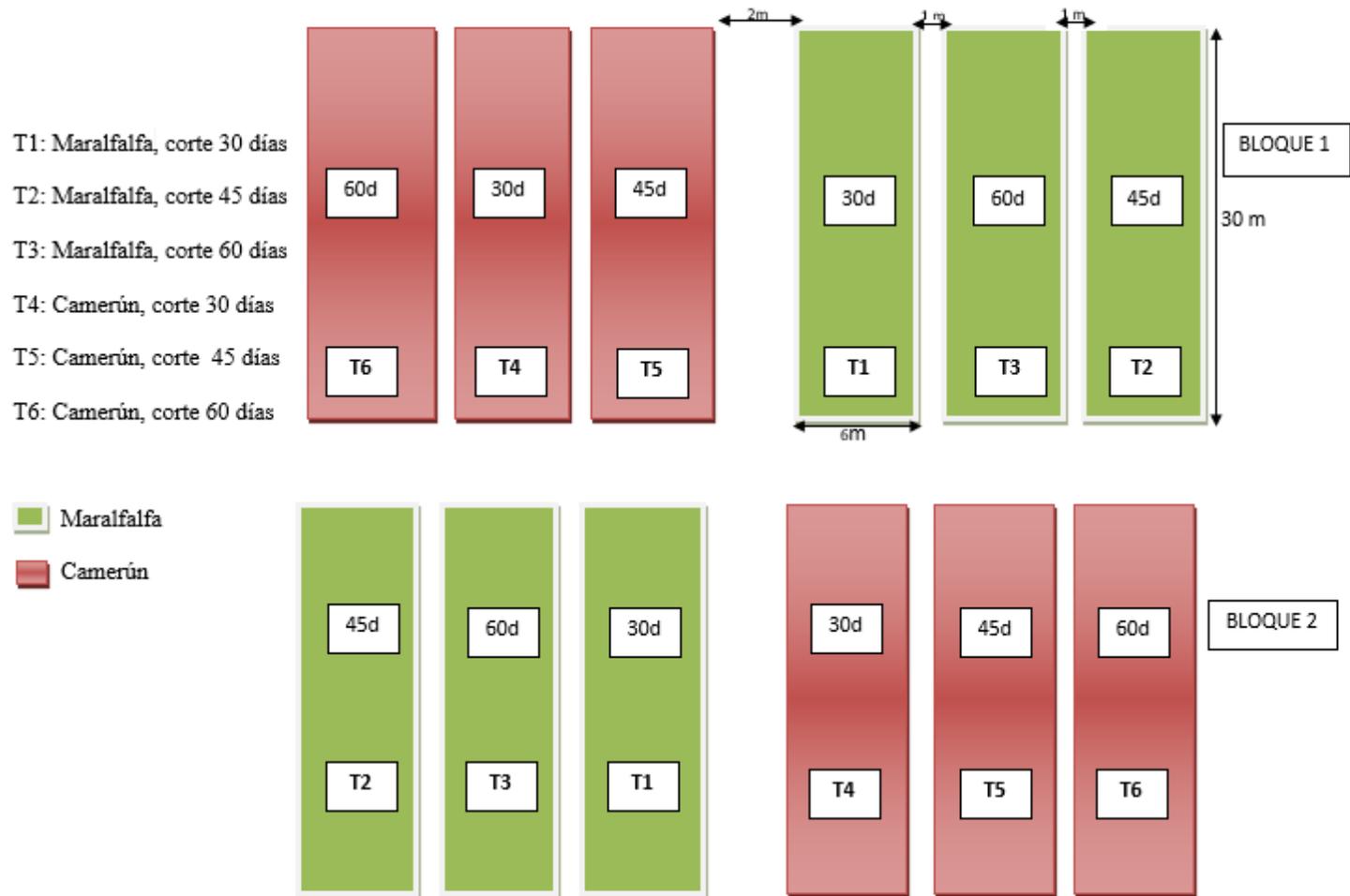


Figura 4 Croquis de campo, distribución de bloques, tratamientos y distanciamiento de las subparcelas en la fase de producción

f. Intervalos de corte

Se procedió a comparar frecuencias de corte, a los 30, 45 y 60 días, realizándolos de 10-15 cm al ras del suelo. El número de cortes que se realizó durante esta etapa fue de dos, es decir se procedió a evaluar cada una de las frecuencias en dos oportunidades (2 ciclos sucesivos de corte).

3.3 PARÁMETROS EVALUADOS EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO

Los parámetros que se evaluaron en esta etapa fueron el porcentaje de prendimiento, macollamiento (número de macollos/planta), altura de planta y rendimiento forrajero (en forraje verde y materia seca); explicando la metodología y procedimiento a continuación:

3.3.1 Porcentaje de prendimiento

Se observó la emergencia de plántulas del material vegetativo, el cual se tuvo en cuenta la mortalidad total o por el contrario la sobrevivencia de los brotes que emergen de cada nudo de la estaca. El porcentaje de prendimiento se determinó hasta el día 30 después de la siembra, contando las plántulas emergidas sobre el total de estacas sembradas de las cinco hileras centrales.

3.3.2 Macollamiento

En cada parcela se procedió a seleccionar 30 plántulas de la zona central, para evitar el efecto borde, evaluando así el número de macollos que resulta de cada material vegetativo, el cual nos dio una idea de la densidad al establecimiento. Para identificar cada planta se marcó con una estaca de madera enumerada y escogidas al azar a los 10 días post-siembra. Se procedió a realizar un croquis del área de terreno con la ubicación espacial de cada una de las plantas a evaluar. El conteo se realizó a los días 30, 60 y 90 días.

3.3.3 Altura de planta

Se procedió a seleccionar 30 plántulas (se hizo útil las mismas plantas que el anterior parámetro), de las cuales se identificó a cada uno de las plántulas previamente seleccionados y enumerados. La medición se efectuó los días 30, 60

y 90 días, haciendo uso de una wincha o regla de madera, desde el ras del suelo hasta la punta de la hoja más extrema sin estirarla ni considerar la inflorescencia.

3.3.4 Rendimiento forrajero

Para obtener el rendimiento de forraje se efectuó el corte de cinco cuadrantes de 1 m² (1x1m), los cuales se colocó a lo largo de la hilera de las plantas. Las muestras de forraje obtenidas se pesaron y se determinaron la disponibilidad de forraje verde y posteriormente se enviaron a la estufa a 105 °C por 24 horas para así determinar y comparar la disponibilidad de materia seca al final del establecimiento.

3.4 PARÁMETROS EVALUADOS EN LA FASE DE PRODUCCIÓN

Los parámetros evaluados en esta fase fueron el macollamiento, altura de planta, relación hoja:tallo, rendimiento forrajero y el valor nutritivo (proteína cruda, fibra detergente neutro, digestibilidad *in vitro* de la materia seca, calcio y fósforo), detallando a continuación la metodología de obtención de datos:

3.4.1 Altura de planta

Se tomó la medida de cinco plantas en cada subparcela con una wincha o regla de madera a los 30, 45 y 60 días desde la base hasta la punta de la hoja más extrema sin estirarla y sin incluir la inflorescencia. El tamaño de las plantas nos indicó el vigor de cada una de estas.

3.4.2 Macollamiento

Se eligió al azar cinco plantas centrales y se determinó el número de macollos por planta a los 30, 45 y 60 días, relacionando así la capacidad de rebrote que tiene cada una de las variedades después de haberse sometido a corte.

3.4.3 Relación hoja:tallo

Se determinó efectuando la separación y pesado de las hojas y los tallos del material cortado de cinco plantas elegidas al azar, para lo cual se hizo útil de una

balanza digital, calculando así la relación existente entre hoja y tallo en kg de Materia Seca después de enviarlo a estufa a 105 °C por 24 horas.

3.4.4 Rendimiento forrajero

Se procedió a tomar la muestra de 5 cuadrantes de 1m² (1x1m) y se obtuvo el rendimiento en forraje verde en Kg FV/ha/corte, posteriormente se mezcló y se separó 500 g en una bolsa de papel para ser enviado a estufa a 60° C por 48 horas para determinar el porcentaje de materia seca y el rendimiento de materia seca en ton.MS/ha/corte, sirviendo estas muestras para valor nutritivo.

3.4.5 Valor nutritivo

Se tomó las muestras después de determinar la materia seca, luego se procedió a moler en un molino de martillo Willey y se retornó a llevar a la estufa una submuestra para eliminar completamente la humedad. Los análisis respectivos se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la UNALM (proteína cruda), Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la UNALM (calcio y fósforo) y Laboratorio de Bioquímica Nutricional de la UNMSM (fibra detergente neutro y digestibilidad *in vitro* de la materia seca).

Para el análisis de proteína cruda se empleó el método de Semi-micro Kjeldhal (AOAC, 2005).

Para la determinación de la Fibra detergente neutro (FDN) se utilizó el método propuesto por Van Soest (Sistema Van Soest, 1972), el cual sienta sus bases en el fraccionamiento químico de un forraje en FDN y FDA.

Para el análisis de Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS) se utilizó el método de Tilley y Terry (1963) modificado por Goering y Van Soest en 1970.

Para la determinación del contenido de Calcio y Fósforo se analizó la muestra mediante la determinación por Espectrofotometría por Absorción Atómica en el laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la UNALM.

3.5 DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1 Fase de Establecimiento

En esta primera etapa, para evaluar comparativamente el rendimiento de los tratamientos se adoptó el diseño de bloques completo al azar con arreglo en parcelas divididas (Calzada, 1982).

Para evaluar las variables en la fase de establecimiento se tiene el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + C_i + M_j + (C \times M)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Efecto de las variables analizadas

μ : Media poblacional

β_k : Efecto del k-ésimo bloque (k=1, 2)

C_i : Efecto del i-ésimo cultivar de pasto elefante (i= 1:camerún; 2:maralf.)

M_j : Efecto de la j-ésima edad de medición de los cultivares de pasto

E_{ijk} : Error experimental

3.5.2 Fase de Producción

Para esta segunda etapa se midió variables relacionadas con la producción, involucrando a ello la calidad nutritiva a tres frecuencias de corte (30, 45 y 60 días), para lo cual se hizo útil de un diseño de parcelas divididas en el tiempo, en donde la parcela principal corresponde al cultivar de pasto y las subparcelas a las frecuencias de corte, utilizando un Diseño de Bloques con Arreglo Factorial (DBAF) de 2x3, teniendo seis tratamientos en total, con dos repeticiones. Se hizo útil del siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + C_i + F_j + (F \times C)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Efecto de las variables analizadas:

μ : Media poblacional

β_k : Efecto del k-ésimo bloque (k=1, 2)

F_i : Efecto de la i-ésima frecuencia de corte (i= 1: 30d; 2: 45d; 3: 60d)

C_j : Efecto del j-ésimo cultivar de pasto elefante (j= 1:camerún; 2:maralf.)

$(F \times C)_{ij}$: Efecto de la interacción de la i-ésima frecuencia con la j-ésimo cultivar de pasto elefante

E_{ijk} : Error experimental

Para determinar la existencia de diferencias entre los tratamientos en las fases de evaluación se utilizó la prueba de Diferencia Límite de Significación (DLS) a un nivel $\alpha=0.05$ (Calzada, 1982).

Para el análisis de varianza se utilizó el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.1.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FASE DE ESTABLECIMIENTO

4.1.1 Porcentaje de prendimiento

Los porcentajes de prendimiento promedio observados a los 30 días después de la siembra fueron de 90.36 por ciento y 86.76 por ciento para los cultivos maralfalfa y camerún respectivamente, no logrando evidenciar diferencias estadísticas entre estos cultivares para este parámetro (Anexo 7).

Estos resultados observados se pueden catalogar como un elevado porcentaje de brotados debido al buen estado del material vegetativo y las buenas condiciones ambientales; influyendo en ella las prácticas de buena selección de las estacas, como un buen estado de madurez de 4 a 5 meses (ni muy tierna ni muy vieja) y yemas y nudos en buen estado, la buena adición de nutrimentos al suelo mediante las deposiciones hechas por los animales en el sobrepastoreo durante la preparación del terreno y la presencia de humedad del suelo cuando se realizó la siembra, incorporado por las lluvias de la época, ocurridas en el mes de febrero (Figura 3). Estas observaciones corroboran lo descrito por Farje (1999), quien afirma que el establecimiento del pasto elefante con material vegetativo provenientes de plantas vigorosas y productivas aseguran una exitosa instalación con una buena cobertura.

El valor obtenido para el cultivar cameroon fue de 86.76 por ciento, similar al encontrado por Ibazeta (2004) en condiciones de Tarapoto de 84.30 por ciento, y muy superior a lo obtenido por Galindo (2007) de 62.20 por ciento y 38.50 por ciento en dos épocas respectivamente.

Mientras que, para el pasto maralfalfa el porcentaje de prendimiento en nuestro estudio fue de 90.36 por ciento, semejante a lo obtenido por Cunuhay y Choloquina (2011) de 95.51 y 90.41 por ciento en dos localidades con pisos altitudinales distintos (2,260 y 2,900 msnm respectivamente), reportado como porcentaje de brotados en condiciones de Cuenca – Ecuador. Para este mismo cultivar, Uvidia *et al.* (2014), en condiciones de la amazonia ecuatoriana, obtuvo porcentajes de prendimiento de 79.4, 82.9 y 88 por ciento a tres distancias de siembra, 0.25, 0.50 y 1.00 m. respectivamente, reportados en este trabajo como porcentaje de germinación, obteniendo resultados ligeramente inferiores a nuestro trabajo, que fue de 90.37 por ciento de estacas que brotaron.

Las estacas que no lograron brotar se debieron básicamente a la pudrición por exceso de humedad en el suelo. Algunos lograron brotar débilmente y posteriormente murieron debido al marchitamiento por la incidencia de los rayos solares y la falta de anclaje del sistema radicular.

4.1.2 Altura de planta

En el cuadro 4, se presentan los resultados sobre altura de planta obtenidos durante la fase de establecimiento, con valores promedio a los 30, 60 y 90 días de 46.50, 171.33 y 282.43 cm. para el pasto maralfalfa y de 50.45, 144.38 y 230.62 cm. para el camerún. Se encontró que la altura de planta fue afectado significativamente ($P < 0.05$) por la edad, por el cultivar de pasto y por la interacción de la edad y el cultivar (Anexo 8).

Las dos especies gramíneas de corte evaluadas en el presente estudio tienen la particularidad de poseer una gran velocidad de crecimiento en condiciones tropicales, debido a que son plantas C_4 , por ende, sus procesos fotosintéticos son muy eficientes en condiciones tropicales (Bernal, 1994).

Los resultados obtenidos para el pasto maralfalfa por Guisado (2012) en la etapa de establecimiento en condiciones de Tingo María, fueron superiores a los

reportados en nuestro trabajo, quién alcanzó alturas promedio a los 28, 56, 84 y 112 días de 71.25, 152.75, 250.75 y 333.25 cm vs. los 50.45, 144.38, y 230.62 cm a los 30, 60 y 90 días para nuestro trabajo; esta superioridad se debe a los diferentes fertilizantes usados en su experimento, lo que aceleró la velocidad de crecimiento. Por otro lado, evaluaciones hechas por Cunuhay y Cholotinga (2011) reportan una altura promedio a los 90 días de 264.04 cm, resultando superior a lo obtenido en nuestro trabajo, que fue de 230.62 cm a la misma edad (90 días). Para este mismo cultivar, Uvidia *et al.* (2014) evaluó tres distancias de siembra (0.25, 0.50 y 1 m.) en la fase de establecimiento, en la amazonia ecuatoriana, obteniendo alturas promedio de 60.46, 265.43 y 341.73 cm a los 35, 84 y 112 días respectivamente, resultando ligeramente superior a lo obtenido en nuestro estudio que fue de 50.45, 144.38 y 230.62 cm a los 30, 60 y 90 días.

Respecto al pasto camerún, en condiciones de costa central peruana, Alegría (1999) reportó alturas promedio a los 28, 56, 84 y 112 días de 28.20, 83.50, 193.75 y 269.75 cm., resultando inferiores a lo obtenido en nuestro trabajo que fue de 50.45, 144.38 y 230.62 cm. a los 30, 60 y 90 días. Estos pastos tienen una mayor velocidad de crecimiento en condiciones tropicales, en donde la actividad fotosintética es elevada debido a la mayor incidencia de la radiación solar (Bernal, 1994).

Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de DLS ($P < 0.05$) entre los cultivares, se encontró diferencias significativas entre ambos, presentando mayor altura el maralfalfa que el camerún (166.76 vs. 141.82 cm). Para el caso del camerún, Galindo (2007), obtuvo una altura promedio de 125 cm, siendo inferior a lo reportado en nuestro trabajo, que fue de 141.82 cm.

Al comparar las edades de medición mediante la prueba de DLS ($P < 0.05$), se aprecia que la altura fue influenciada por la edad de crecimiento, siendo el de mayor altura la de 90 días (256.53 cm), difiriendo ésta de los 60 días (157.86 cm) y éste de la edad de 30 días (48.48 cm.).

Además, al realizar el análisis de varianza (Anexo 7), se aprecia diferencias significativas de la interacción de la edad y el cultivar. Al inicio, en la primera medición (30 días) se muestra que no existe diferencias significativas entre los cultivares, no notando la misma tendencia en las dos siguientes mediciones (60 y 90 días). Este comportamiento inicial, se debió al mayor vigor para el brote por parte del camerún respecto al maralfalfa después de la siembra.

Cuadro 4: Altura (cm) promedio de los pastos maralfalfa y camerún en la fase de establecimiento

Cultivar de <i>Pennisetum</i>	Edad de Medición (Días)			Promedio
	30	60	90	
Maralfalfa	46.50 ^e	171.33 ^c	282.43 ^a	166.76^a
Camerún	50.45 ^e	144.38 ^d	230.62 ^b	141.82^b
Promedio	48.48^c	157.86^b	256.53^a	

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de DLS

Los valores promedio de altura de planta durante la fase de establecimiento se ilustran en la Figura 5, en la cual se puede apreciar que existe una tendencia a incrementar la altura en ambos pastos conforme avance la edad del pasto; mostrando mejores incrementos en el cultivar maralfalfa, notándose que al inicio el cultivar camerún obtuvo mejor capacidad de brote después de la siembra, para que posteriormente fuera gradualmente superado por el maralfalfa.

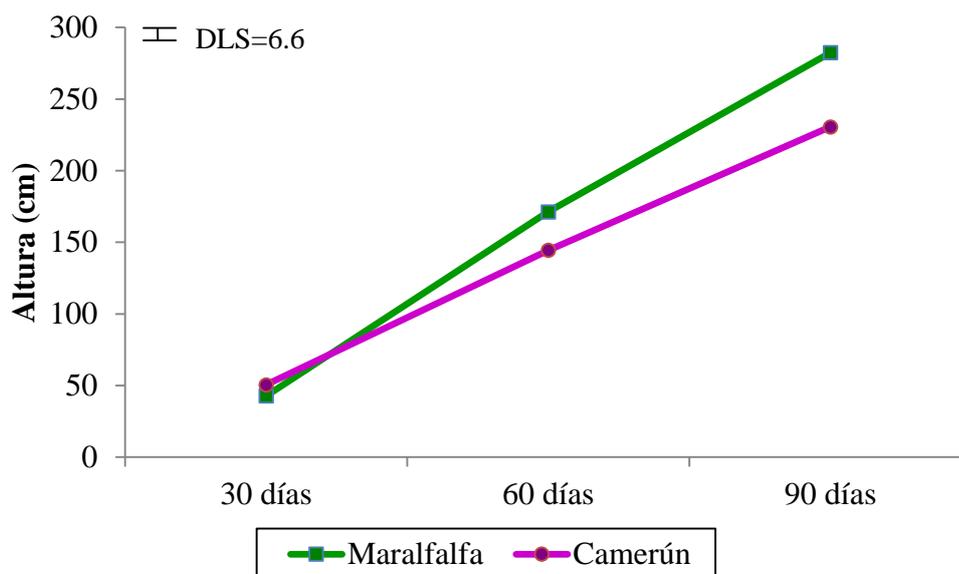


Figura 5. Altura (cm) promedio de los pastos maralfalfa y camerún en la fase de establecimiento

4.1.3 Macollamiento

Los resultados de la cantidad de macollos por planta en la fase de establecimiento son presentados en el Cuadro 5, donde se observa valores a los 30, 60 y 90 de: 8.22, 10.12 y 13.28 macollos/planta en el maralfalfa y de 7.95, 11.38 y 14.80 macollos/planta en el camerún. Al análisis de varianza (Anexo 9) se observa que hubo diferencias estadísticas entre los cultivares, las edades de medición y de la interacción resultantes de ambos factores.

En el cuadro 5 se aprecia que el efecto edad fue diferente estadísticamente a la prueba de DLS ($P < 0.05$) para el número de macollos, observándose en esta fase que la cantidad de macollos va aumentando conforme el pasto crece, aumentando el volumen de la mata; concordando con Bernal (1994), quien afirma que los pastos van incrementado el macollamiento en la etapa de establecimiento conforme crecen, ya que presentan el crecimiento temprano en la cual crecen vegetativamente y van acumulando reservas para el rebrote después del corte, .

Al comparar las medias de los cultivares mediante la prueba de DLS ($P < 0.05$), se encontró diferencias estadísticas entre ambos, mostrándose de mayor macollamiento el camerún (11.38) respecto al maralfalfa (10.54).

Los valores de macollamiento obtenido por Guisado (2012) para el pasto maralfalfa fueron inferiores a lo reportado en nuestro estudio, siendo de 5.00, 5.72, 6.60 y 7.16 macollos/planta a los 28, 56, 84 y 112 días vs. los 8.22, 10.12 y 13.28 macollos a los 30, 60 y 90 días en nuestro trabajo. En otro contexto, Uvidia *et al.* (2012) obtuvo valores también inferiores a nuestro caso, que fueron de 4.67, 7.67 y 11.00 macollos por planta a los 35, 84 y 112 días.

En cuanto al pasto camerún, nuestros datos fueron inferiores a los reportados por Alegría (1999), quien obtuvo 8.50, 19.50, 23.00 y 27.00 macollos a los 28, 56, 84 y 112 días respectivamente, frente a los 7.95, 11.38 y 14.80 macollos a los 30, 60 y 90 días en nuestro caso.

Cuadro 5: Macollamiento (N° de macollos/planta) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de establecimiento

Edad de Medición (días)	Edad de Medición (Días)			Promedio
	30	60	90	
Maralfalfa	8.22 ^e	10.12 ^d	13.28 ^b	10.54^b
Camerún	7.95 ^e	11.38 ^c	14.80 ^a	11.38^a
Promedio	8.09^c	10.75^b	14.04^a	

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de DLS

En la Figura 6 se ilustra la cantidad de macollos en la etapa de establecimiento, en la cual se puede notar que va incrementando conforme avance la edad del pasto en esta fase, logrando evidenciar una ligera superioridad por parte del camerún respecto al maralfalfa para este parámetro.

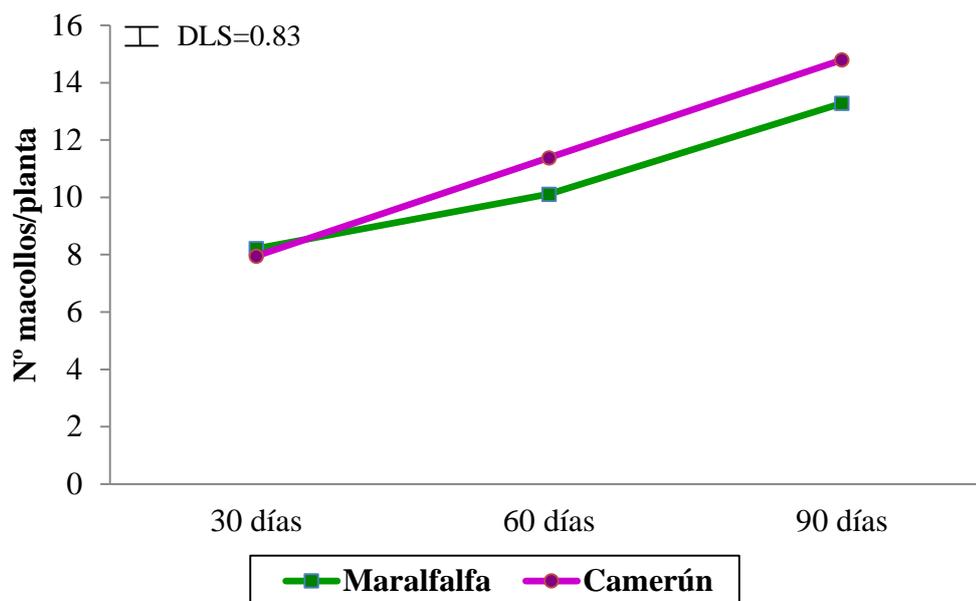


Figura 6. Macollamiento (Nº Macollos/planta) promedio de los pastos maralfalfa y camerón en la fase de establecimiento

4.1.4 Rendimiento forrajero al final del establecimiento

En el Cuadro 6, se indican los resultados del rendimiento de forraje verde y de materia seca promedio del pasto maralfalfa y camerón al finalizar la fase de establecimiento (105 días), no encontrando diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre los promedios de los cultivares, ni para el rendimiento en forraje verde ni para el rendimiento en materia seca.

Al realizar el análisis de varianza para el forraje verde (Anexo 10), se encontró que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los cultivares registrado al momento del corte de uniformización.

Los porcentajes de materia seca obtenidas al final del establecimiento fueron de 15.82 por ciento en el pasto maralfalfa y de 15.33 por ciento en el camerón, siendo estos valores muy parejos entre ambos cultivares.

Al igual que en el forraje verde, al realizar el análisis de varianza para el contenido de materia seca (Anexo 11), no se encontró diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre los cultivares.

Guisado (2012), obtuvo valores de forraje verde para el maralfalfa de 33.50 y 47.30 ton/ha a las 12ª y 16ª semana después de sembrado, siendo estos resultados inferiores a lo reportado en nuestro trabajo, que fue de 62.92 ton/ha realizado el corte a las 15ª semana (105 días).

Cuadro 6: Rendimiento de Forrajero (Ton/ha) de los pastos maralfalfa y camerún al final del establecimiento

Cultivares de <i>Pennisetum</i>	Rendimiento Forraje Verde (Ton FV/ha/corte)	Rendimiento Materia Seca (Ton MS/ha/corte)
Maralfalfa	62.35 ^a	9.83 ^a
Camerún	62.92 ^a	9.95 ^a
Promedio	62.64	9.89

Promedios con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas (P>0.05)

En la Figura 5 se muestran los resultados promedios de forraje verde y materia seca para los pastos maralfalfa y camerún obtenidas al final del establecimiento, en la cual no se logra evidenciar una diferencias tanto para forraje verde como materia seca, siendo una de las características principales del género *Pennisetum* su elevado potencial para producir gran cantidad de biomasa (Bernal, 1994).

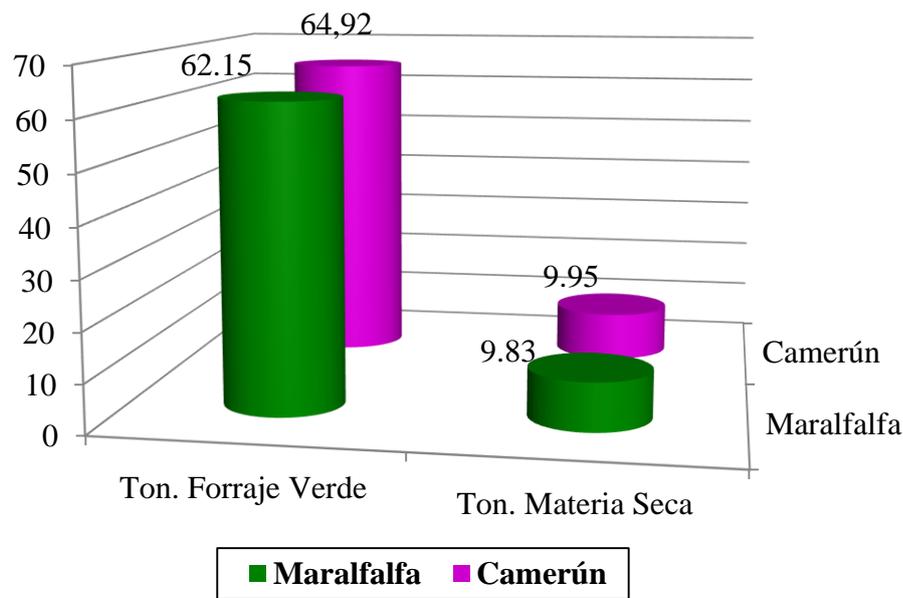


Figura 7. Rendimiento forrajero (Ton/ha) promedio de los pastos maralfalfa y camerún al final del establecimiento

4.2 FASE DE PRODUCCIÓN

4.2.1 Altura de planta

En el cuadro 7, se presentan los resultados sobre altura de planta obtenido durante la etapa de producción, mostrando una superioridad por parte del pasto maralfalfa respecto al pasto camerún con valores promedio a los 30, 45 y 60 días de 164.80, 232.90 y 277.45 cm vs. 140.50, 190.85 y 253.45 del camerún.

Al análisis de varianza (Anexo 12) se observa que hubo diferencias estadísticas entre los cultivares, la frecuencia de corte y la interacción entre ambos.

Las alturas encontradas para el pasto maralfalfa son relativamente similares a los reportados en el trabajo de Pinto (2006) realizado en condiciones tropicales de Venezuela, los cuales fueron de 142.50, 231.25 y 296.25 cm a los 30, 45 y 60 días para el maralfalfa; mostrando que a los 30 días este estudio supera en altura, a los 45 días es casi similar y a los 60 días el trabajo de Pinto (2006) reporta ligeramente un poco más de altura, pero en promedio es similar.

Mientras que para el elefante camerún Velásquez (2005) reportó en la época de verano en la costa central valores de 98.50, 115.50, 115.50, 146.00 y 166.50 cm a la 4ta, 5ta, 6ta, 7ma y 8va semana de edad, que son alturas inferiores a lo reportado en nuestro trabajo. Estableciendo las comparaciones, resulta que a los 30 días vs. la 5ta semana (35 días) registramos una altura promedio de 140.50 vs. los 115.50 cm. reportado por Velásquez (2005); manteniendo la misma tendencia, a los 45 días vs. la 7ma semana (49 días) de 190.85 vs 146.00 cm.

El análisis de medias ($P < 0.05$) entre cultivares, muestra que la mayor altura se encontró con maralfalfa (225.05 cm), el cual difirió significativamente del elefante camerún (194.93 cm) (Cuadro 7). Al comparar con otros estudios, la altura media de maralfalfa fue similar a lo reportado por Pinto (2006) 225.05 vs. 223.33. Por otro lado, el valor obtenido para el cv. cameroon fue mayor que lo obtenido por Velásquez (2005), 194.93 vs 160.60 cm.

Al analizar las medias ($P < 0.05$) de la frecuencia de corte, la mayor altura se obtuvo con la edad de 60 días (265.45 cm), el cual difiere de la edad de 45 días (211.88 cm) y de 30 días (152.65 cm) respectivamente; coincidiendo con Bernal (1994), quien considera que la altura crece linealmente conforme avanza la edad de corte siempre que, las condiciones climáticas y edáficas sean las idóneas.

Cuadro 7: Altura promedio (cm.) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

Cultivar de <i>Pennisetum</i>	Frecuencia de Corte (Días)			Promedio
	30	45	60	
Maralfalfa	164.80 ^e	232.90 ^c	277.45 ^a	225.05^a
Camerún	140.50 ^f	190.85 ^d	253.45 ^b	194.93^b
Promedio	152.65^c	211.88^b	265.45^a	

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de DLS

Las gramíneas tropicales evaluadas tienen la particularidad de poseer porte alto. Los valores promedio de altura de planta durante la etapa de producción se ilustran en la Figura 8, en la cual se puede notar que en ambos pastos existe una tendencia a ganar altura conforme avanza la edad del pasto, mostrándose de mayor velocidad de crecimiento el cultivar maralfalfa, siendo influenciado por factores de suelo y climáticos como la precipitación, la temperatura y horas de luz; y además, la condición de ser una gramínea tropical C₄ hace que sean más eficientes a temperaturas elevadas para activar su crecimiento. (Bernal, 1994).

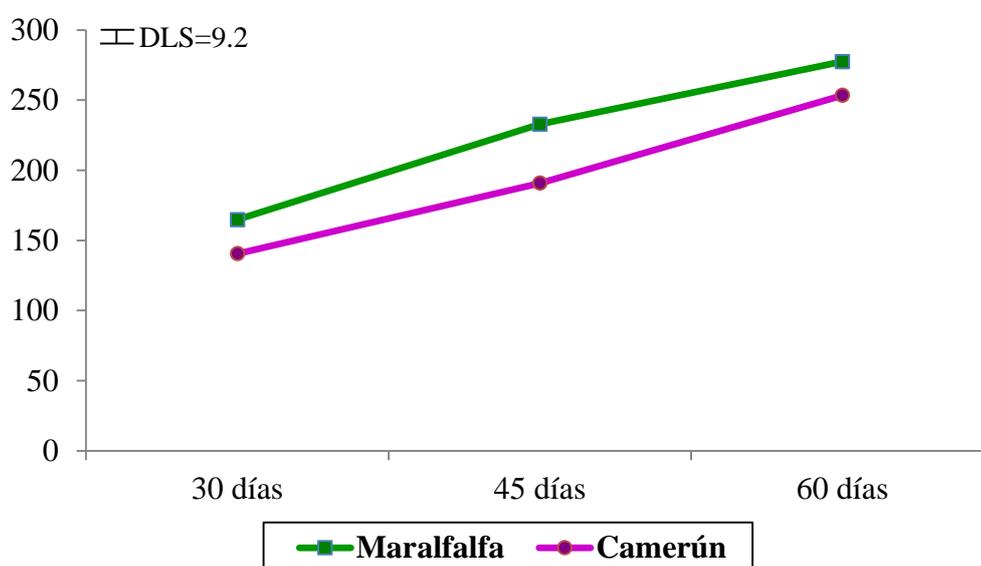


Figura 8. Altura promedio (cm.) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

4.2.2 Macollamiento

Los resultados de macollamiento, referido al número de macollos que emergen por mata, se muestran en el Cuadro 8, donde se observan valores a los 30, 45 y 60 días de edad de: 44.25, 39.45 y 29.45 para el pasto maralfalfa y de 54.70, 47.30 y 38.00 para el camerún, evidenciando que este último cultivar tiene mayor capacidad de rebrote de macollos que el maralfalfa.

El macollamiento fue afectado significativamente ($P < 0.05$) por los cultivares y la frecuencia de corte, no encontrándose diferencias significativas resultantes de la interacción de los cultivares y la frecuencia de corte (Anexo 16).

Al comparar las medias de los cultivares mediante la prueba de DLS, se encontró un mayor número de macollos en el pasto camerún respecto al maralfalfa 46.67 vs. 37.72, encontrando diferencias estadísticas entre ambos. Esto se ajusta a factores genéticos propios de la especie, en la cual poseen puntos de crecimiento rizomatoso que generan brotes basales. Además, que el pasto maralfalfa tiene mayor velocidad de crecimiento (gana altura mucho más rápido) que el camerún, lo que puede influir a hacer sombra a los nuevos brotes, pudiendo generar mortalidad de los macollos emergentes, sustentado por Fernández (1992), quien afirma que las plantas inicialmente generan macollamiento de acuerdo con las facilidades de luz que gozan.

Por otro lado, al comparar las medias de frecuencias de corte mediante la prueba de DLS ($P < 0.05$), se encontró una relación inversa entre el número de macollos y la edad transcurrida, es decir a mayor edad se observa menor número de macollos, no encontrando diferencias significativas en primera instancia entre el día 30 (49.48) y el día 45 (43.38), pero sí para el día 60 (33.73) con respecto a las dos edades anteriormente mencionadas. La disminución del número de macollos se debe, que a medida que la competencia por nutrientes aumenta el macollamiento disminuye, sumado al factor de sombra que ejercen las plantas sobre los nuevos retoños conforme estos crecen (Fernández, 1992).

Los resultados obtenidos en nuestro trabajo para el pasto camerún son inferiores a los reportados por Velásquez (2005) en la época de verano en la costa central peruana, quien obtuvo un promedio de macollos por planta de 66.82 vs 46.67 para nuestro caso. Sin embargo, nuestro valor fue superior a lo divulgado por Cáceres (2004), quien encontró un promedio de macollos de 32.95 para la estación de otoño y de 41.00 macollos en invierno. Mientras que para el pasto maralfalfa, Escudero y Hernández (2010), en Bogotá, encontró 16.75 y 20.50 macollos a los 40 y 60 días de rebrote, y en nuestro estudio fue superior con 39.45 y 29.45 macollos a los 45 y 60 días de edad respectivamente.

Cuadro 8: Macollamiento promedio (N° macollos/planta) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en fase de producción

Cultivar de <i>Pennisetum</i>	Frecuencia de Corte (Días)			Promedio
	30	45	60	
Maralfalfa	44.25 ^b	39.45 ^c	29.45 ^d	37.72^b
Camerún	54.70 ^a	47.30 ^b	38.00 ^c	46.67^a
Promedio	49.48^a	43.38^a	33.73^b	

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de DLS

En la Figura 9 se observa la superioridad del pasto camerún frente al maralfalfa en el número de macollos. Se muestra que a los 30 días hay una mayor cantidad de macollos, disminuyendo a medida que avanza la edad en ambos pastos.

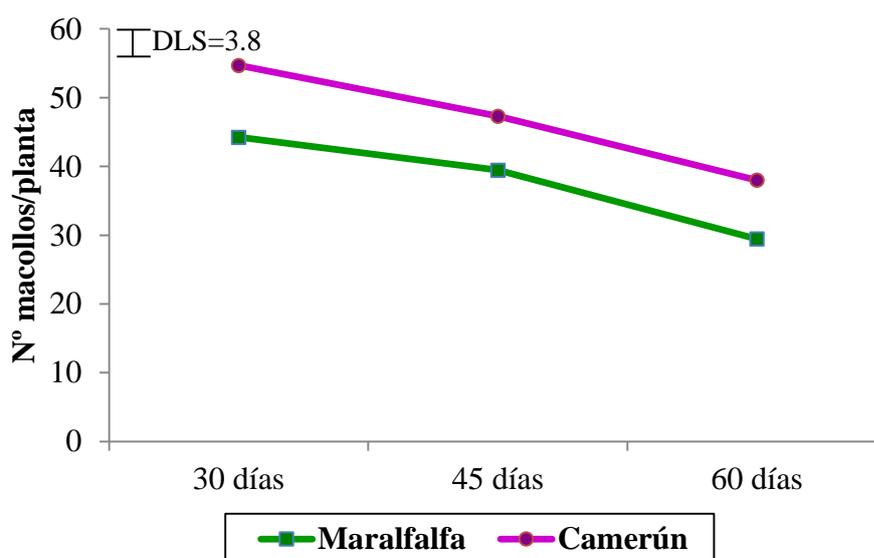


Figura 9. Macollamiento promedio (N° Macollos/planta) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

4.2.3 Relación hoja:tallo

Los resultados sobre la relación hoja:tallo de los pastos maralfalfa y camerún se muestran en el cuadro 9. Se obtuvo valores a los 30, 45 y 60 días de rebrote de 1.63, 0.98 y 0.77 para el maralfalfa y de 2.20, 1.50 y 1.19 para el camerún; evidenciando la superioridad en la relación hoja tallo por parte del pasto camerún

respecto al maralfalfa, pudiendo influenciar en la composición química, ya que las hojas resultan de mayor calidad nutritiva que los tallos (Bernal, 1994). Al análisis de varianza (Anexo 15), se observa que hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre los cultivares y la frecuencia de corte, no encontrándose diferencias significativas resultantes de la interacción de ambos factores.

Al comparar las medias mediante la prueba de DLS ($P < 0.05$), se encontró que entre los cultivares hubo diferencias significativas (Cuadro 9), el pasto camerún presentó mayor relación hoja:tallo respecto al maralfalfa 1.63 vs. 1.13; promedios similares se encontraron para el camerún en condiciones de costa central, donde se reportan valores de 2.19 vs 1.53 (Jaime, 2004) y de 2.08 vs. 1.08 Velásquez (2005) para estaciones de primavera vs. verano respectivamente. Mientras que Pinto (2006), reportó un valor promedio de relación hoja:tallo para el maralfalfa de 1.68, evaluados en las mismas edades de rebrote que nuestro trabajo (30, 45 y 60 días), que resulta superior al promedio obtenido en este trabajo, que es de 1.18, pero en ambos, la tendencia es la misma, la cual disminuye a medida que incrementa la madurez del pasto, reduciendo la calidad y menor proporción de hojas (Bernal, 1994).

Al analizar las medias ($P < 0.05$) de la frecuencia de corte, se obtuvo la mayor relación hoja:tallo a los 30 días (1.92), el cual difiere de la edad de 45 días (1.24) y de 60 días (0.98) respectivamente. Este comportamiento decreciente para la relación hoja:tallo es sustentado por Farje (1999), quien afirma que a partir de la cuarta semana de edad del pasto, comienzan a diferenciarse los tallos verdaderos, las relaciones entre las fracciones aéreas de la planta empiezan a modificarse, al disminuir la producción relativa de hojas y aumentar la producción relativa de tallos en referencia a la biomasa total de forraje.

Cuadro 9: Relación hoja:tallo de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

Cultivar de <i>Pennisetum</i>	Frecuencia de Corte (Días)			Promedio
	30	45	60	
Maralfalfa	1.63 ^b	0.98 ^e	0.77 ^f	1.13^b
Camerún	2.20 ^a	1.50 ^c	1.19 ^d	1.63^a
Promedio	1.92^a	1.24^b	0.98^c	

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de DLS

Los valores promedios de relación hoja:tallo a tres edades de corte (30, 45 y 60 días) se ilustran en la Figura 10, donde se puede notar que el pasto camerún tiene mayor proporción de hojas que el maralfalfa durante todo el periodo de evaluación y va disminuyendo en ambos cultivares a medida que avanza la edad. Se observa que al inicio hay una mayor relación hoja:tallo, debido a que el pasto es tierno y presenta mayor número de hojas y menor proporción de tallos, edad en que la planta se encuentra en estado vegetativo. Las plantas con mayor proporción de hojas contienen mayores valores nutritivos (Bernal, 1994).

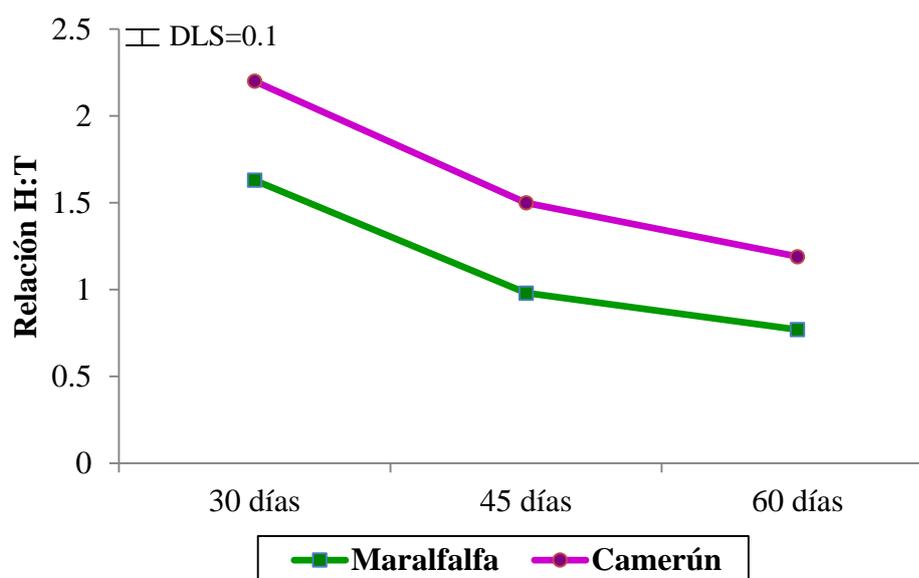


Figura 10. Relación Hoja:Tallo de los pastos maralfalfa y Camerún a diferentes edades en la fase de producción

4.2.4 Rendimiento de forraje verde

El rendimiento de forraje verde expresado en ton.FV/ha/corte, obtenido a los 30, 45 y 60 días de edad se presentan en el Cuadro 10; donde se observa valores de 34.05, 65.12 y 70.31 ton.FV/ha para el maralfalfa y de 29.29, 55.32 y 74.28 ton/ha para el camerún. Estos valores fueron superiores a los encontrados para el maralfalfa por Molina (2005), quien reportó producciones de forraje verde a los 35, 45 y 60 días de 28.82, 34.63 y 43.12 ton/ha. Mientras que lo obtenido por Citalán, *et al.* (2012) a los 30, 45 y 60 días de edad (24.00, 30.66 y 47.88 ton/ha respectivamente) también fueron inferiores a las producciones reportados en nuestro trabajo a las mismas frecuencias de corte trabajados en nuestro estudio.

Con relación al pasto elefante camerún, los resultados obtenidos por Alegría (1999) en la costa central peruana para este cultivar a los 28, 42 y 56 días fueron de 4.39, 19.17 26.82 ton/ha, siendo inferior a lo reportado en nuestro trabajo, que fue de 29.29, 55.32 y 74.28 ton/ha a los 30, 45 y 60 días respectivamente. Sin embargo, estos rendimientos de forraje verde fueron inferiores (en las primeras frecuencias) a lo encontrado por Velásquez (2005) en época de verano en la costa central a los 28, 35, 42, 49 y 56 días, que fueron de 42.48, 46.37, 41.17, 60.91 y 63.78 ton/ha respectivamente.

Al análisis de varianza (Anexo 13) se observa que no hubo diferencias estadísticas entre los cultivares de pasto; sin embargo, se aprecia diferencias significativas entre las frecuencias de corte, mostrando una elevada capacidad de producir forraje por ambos cultivares conforme avance la edad del pasto, debido a la elevada actividad fotosintética de estas plantas C₄ en condiciones tropicales, (Bernal, 1994), presentando en el área suficiente horas de luz, temperatura elevada y humedad suficiente favoreciendo un rápido crecimiento y producción de pastos.

En el cuadro 10 se aprecia que no hubo diferencias estadísticas al comparar los cultivares mediante la prueba de DLS, mientras que el efecto frecuencia de corte difirió estadísticamente a la prueba de DLS ($P < 0.05$), encontrando el menor rendimiento a los 30 días (33.24 ton/ha), para seguir incrementándose a los 45 días (60.56 ton/ha) y 60 días (72.90 ton/ha).

Cuadro 10: Rendimiento de forraje verde (Ton.FV/ha/corte) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

Cultivar de <i>Pennisetum</i>	Frecuencia de Corte (Días)			Promedio
	30	45	60	
Maralfalfa	34.46 ^c	64.81 ^{ab}	71.57 ^a	56.95^a
Camerún	32.01 ^c	56.31 ^b	74.23 ^a	54.18^a
Promedio	33.24^c	60.56^b	72.90^a	

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de DLS

En la figura 11, se observa una tendencia a incrementar el rendimiento de forraje verde conforme avanza la edad de los pastos, encontrándose un menor rendimiento a los 30 días. Además, se puede apreciar que el cultivar camerún tiene un crecimiento lineal en el rendimiento mientras que el maralfalfa desaceleró el crecimiento entre el intervalo de 45 y 60 días, no siguiendo la tendencia inicial, pudiendo verse más afectado por la época seca que el pasto camerún.

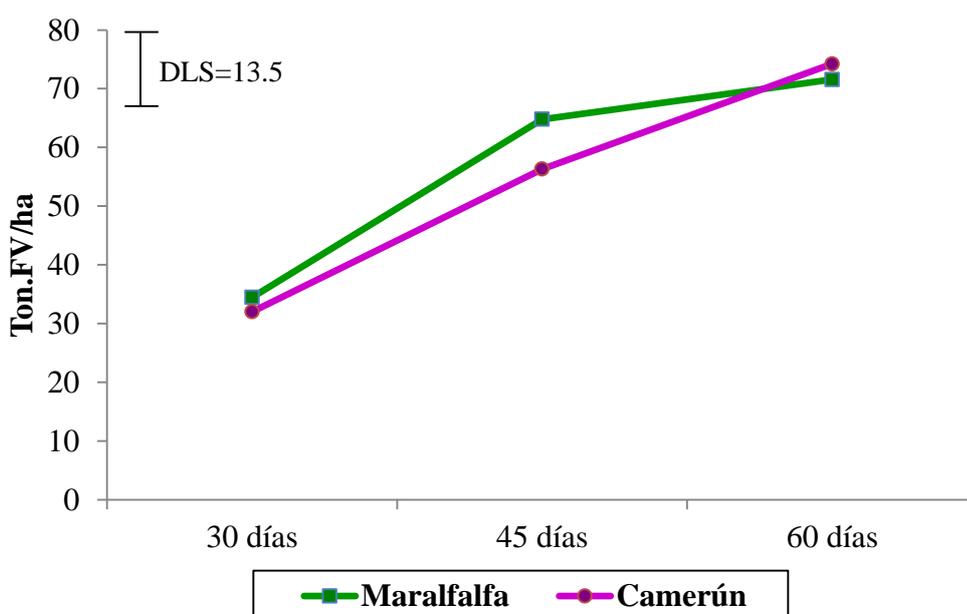


Figura 11. Rendimiento de forraje verde (Ton.FV/ha/corte) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

4.2.5 Rendimiento de forraje en materia seca (Ton.MS/ha/corte)

El rendimiento de materia seca obtenido a los 30, 45 y 60 días de edad se presentan en el Cuadro 11; donde se observa valores de 3.05, 7.20 y 10.47 ton/ha para el maralfalfa y de 3.00, 6.57 y 9.69 ton/ha para el camerún. Al análisis de varianza (Anexo 14) se observa que hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre las frecuencias de corte, mas no entre los cultivares ni de la interacción de los cultivares y las frecuencias de corte.

Estos valores fueron similares a los encontrados para el maralfalfa por Molina (2005), quien reportó producciones de materia seca a los 35, 45 y 60 días de 3.95, 6.30 y 9.69 ton/ha. Por otro lado, nuestros resultados fueron muy superiores a los divulgados por Pinto (2006) para esta misma especie, quien encontró valores de 0.47, 2.17 y 2.54 ton/ha a los 30, 45 y 60 días. Se han reportado resultados más recientes para maralfalfa en Chiapas-México por Citalán, *et al.*, (2012), con rendimientos de 3.24, 4.44 y 9.64 ton/ha a los 30, 45 y 60 días, siendo ligeramente inferior a lo obtenido en nuestro trabajo a los 30 días (3.05 vs. 3.24 ton/ha), para posteriormente evidenciar una gran ventaja para las frecuencias de 45 días (7.20 vs. 4.44 ton/ha) y 60 días (10.47 vs. 9.64 ton/ha).

Respecto al pasto camerún, nuestros resultados fueron superiores a lo reportado por Alegría (1999), quien encontró rendimientos de materia seca de 0.51, 2.71 y 4.05 ton/ha a los 28, 42 y 56 días. Sin embargo, nuestros valores fueron inferiores a los mostrados por Jaime (2004), quien encontró rendimientos de materia seca de 8.43, 16.00, y 21.31 ton/ha a los 49, 56 y 63 días de rebrote.

Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de DLS ($P < 0.05$), se encontró diferencias estadísticas a medida que aumenta la edad del pasto, mostrando mayor rendimiento a los 60 días (10.08ton/ha), seguido de 45 días (6.89ton/ha) y 30 días (3.03 ton/ha) respectivamente. Por otro lado, al comparar las medias de los cultivares, no se evidenció diferencias estadísticas entre ambos pastos, obteniendo rendimientos de materia seca para el maralfalfa de 6.90 ton/ha y de 6.42ton/ha para el pasto camerún. Al comparar los resultados de Faría-Mármol *et al.* (2007) en rendimiento de materia seca con los nuestros, se puede

apreciar gran similitud en los resultados, quien obtuvo 50.37 vs. 45.26 ton.MS/ha/año para el maralfalfa y camerún respectivamente, ya que al practicar 7 cortes al año en nuestro caso se obtiene 48.30 y 44.94 ton.MS/ha/año para el pasto maralfalfa y camerún.

En el cuadro 11 se aprecia que el efecto edad de corte fue diferente estadísticamente para el rendimiento de materia seca. Mientras que al comparar los cultivares, se muestra que no hubo diferencias estadísticas.

Cuadro 11: Rendimiento de materia seca (Ton.MS/ha/corte) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

Cultivar de <i>Pennisetum</i>	Frecuencia de Corte (Días)			Promedio
	30	45	60	
Maralfalfa	3.05 ^c	7.20 ^b	10.47 ^a	6.90^a
Camerún	3.00 ^c	6.57 ^b	9.69 ^a	6.42^a
Promedio	3.03^c	6.89^b	10.08^a	

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de DLS

En la figura 12, se observa una tendencia a incrementar el rendimiento de materia seca conforme avanza la edad de los pastos, siendo los rendimientos similares en ambos cultivares en las tres frecuencias de corte.

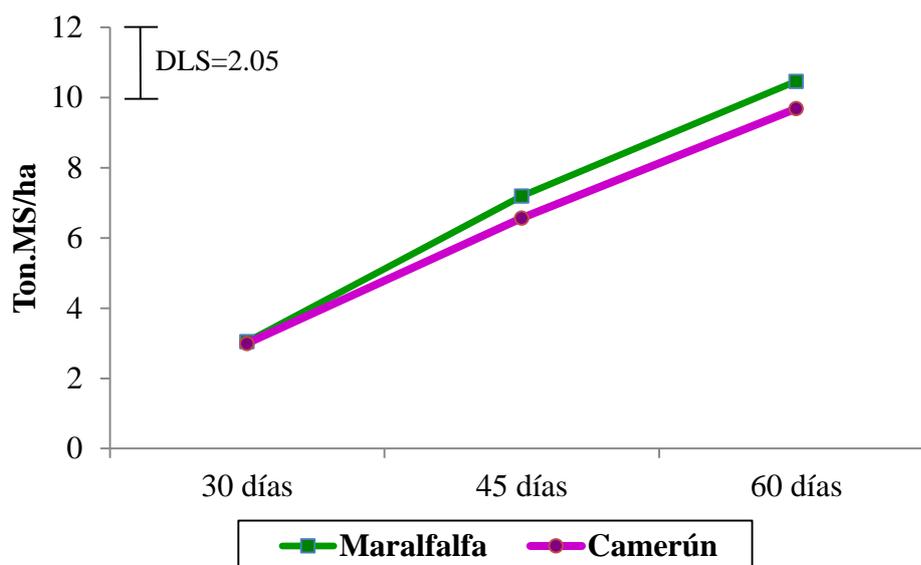


Figura 12. Rendimiento de materia seca (Ton.MS/ha/corte) de los pastos maralfalfa y camerón a diferentes edades en la fase de producción

4.2.6 Proteína cruda (PC)

Los resultados de PC en base seca de los pastos maralfalfa y camerón se presentan en el Cuadro 12, mostrando mejores contenidos el pasto camerón respecto al maralfalfa con valores promedios a los 30, 45 y 60 días de 14.41, 11.16 y 8.83 por ciento vs. 12.38, 10.69 y 6.66 por ciento del maralfalfa.

Al análisis de varianza (Anexo 17), se observa que hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre los cultivares y la frecuencia de corte; sin embargo, no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) de la interacción de ambos factores.

Al comparar los resultados obtenidos por Pinto (2006) con los del presente trabajo evaluados también a los 30, 45 y 60 días para el pasto maralfalfa, reportó valores de 14.67, 9.87 y 6.57 por ciento vs. 12.38, 10.69 y 6.66 por ciento para el caso nuestro, siendo similar en las tres edades de corte. Por otro lado Molina (2005) y Citalán *et al.* (2012) sustentan valores relativamente similares a lo discutido, teniendo para el primer trabajo valores de 12.46, 10.80 y 7.20 por ciento de PC a los 35, 45 y 60 días y de 13.37, 11.99 y 9.77 por ciento a los 30, 45 y 60 días; teniendo la misma la tendencia de disminuir conforme avance la madurez del pasto en todos los trabajos citados.

Referente al pasto elefante camerún, nuestros datos experimentales para proteína cruda fueron relativamente superiores a lo obtenido por Velásquez (2005) en la época de verano en la costa central que fueron de 11.44, 9.05, 11.23, 10.05 y 8.67 por ciento a los 28, 35, 42, 56 y 63 días frente a los 14.41, 11.16 y 8.83 por ciento de PC encontrados a los 30, 45 y 60 días para nuestro trabajo. Sin embargo, Jaime (2004), en condiciones similares al trabajo anterior, en época de verano, reportó datos de PC ligeramente superiores, que fue de 12.83, 11.04, 11.39 y 8.66 por ciento a los 49, 56, 63 y 70 días de edad. Estableciendo relación, nuestro trabajo obtuvo a los 45 días el valor de 11.16 por ciento vs. 12.83 por ciento a los 49 días, siendo menor lo reportado en nuestro trabajo. De igual manera, para el día 60 reportamos 8.67 por ciento de PC frente a los 11.39 por ciento obtenidos por Jaime (2004) a los 63 días, notándose mucho más la marcada diferencia. En este último caso, la inferioridad en nuestros valores obtenidos se debe a las condiciones agroecológicas diferentes en que se desarrollaron nuestro trabajo, específicamente en la disponibilidad de humedad en el suelo, ya que en los trabajos citados se utilizaron riego asistido, mientras que en el nuestro fue por seco.

Al comparar las medias mediante la prueba de DLS ($P < 0.05$) entre los cultivares, el mayor contenido proteico se obtuvo con camerún (11.47 por ciento), el cual difiere de lo encontrado por el maralfalfa (9.91 por ciento). Esta diferencia muestra que la mayor relación hojas:tallo por parte del camerún ha influenciado en el mayor porcentaje de proteína ya que las correlaciones demuestran que la mayor proporción de hojas en los cultivares de pasto elefante influye positivamente sobre el contenido total de proteína (Rodríguez y Blanco, 1970).

Por otro lado, el efecto de la frecuencia de corte influyó sobre el contenido de proteína. Al realizar las comparaciones mediante la Prueba de DLS ($P < 0.05$) se encontró el mayor porcentaje de PC a los 30 días (13.40 por ciento), el cual difirió significativamente de la edad de 45 días (10.93 por ciento) y de los 60 días (7.75 por ciento) respectivamente, coincidiendo con Bernal (1994) que el contenido de proteína disminuye conforme aumenta la madurez del pasto.

Cuadro 12: Proteína cruda (%) en base seca de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

Cultivar de <i>Pennisetum</i>	Frecuencia de Corte (Días)			Promedio
	30	45	60	
Maralfalfa	12.38 ^b	10.69 ^b	6.66 ^d	9.91^b
Camerún	14.41 ^a	11.16 ^b	8.83 ^c	11.47^a
Promedio	13.40^a	10.93^b	7.75^c	

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de DLS

En la figura 13, se observa una tendencia de mayor contenido proteico a los 30 días en ambos pastos, mostrando superioridad el pasto camerún respecto al maralfalfa. Además, se aprecia que el porcentaje de proteína disminuye a medida que aumenta la edad de corte. Esto se debe a que cuando el pasto es tierno tiene un mayor contenido de hojas, lo cual favorece a un mayor contenido de proteína cruda (Bernal, 1994).

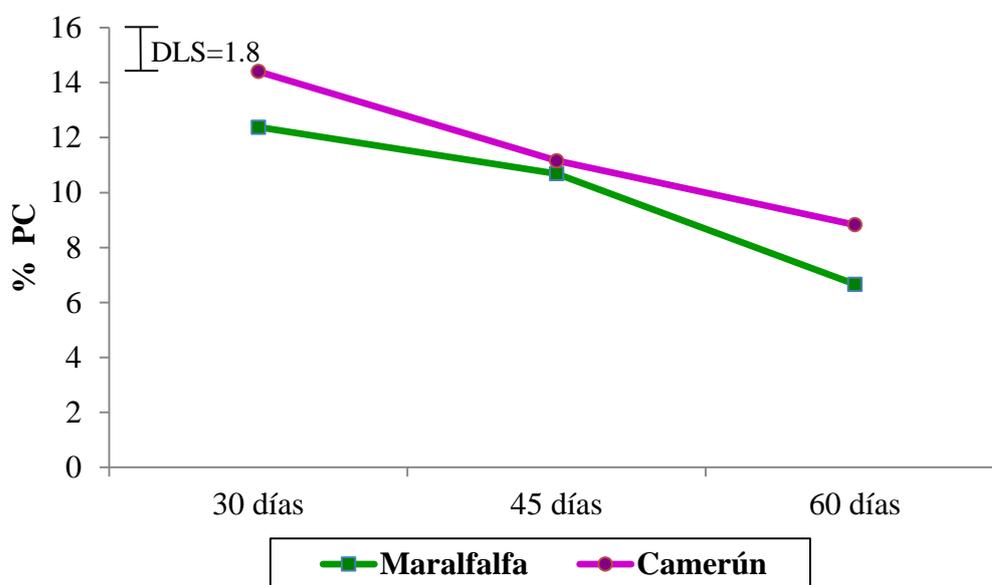


Figura 13. Proteína cruda en base seca (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

4.2.7 Fibra detergente neutro (FDN)

Los porcentajes de fibra detergente neutro obtenidos en el estudio se presentan en el Cuadro 13, donde se observa valores a los 30, 45 y 60 días de 66.05, 69.09 y 73.32 por ciento para el maralfalfa y de 63.04, 67.24 y 71.04 por ciento para el camerún.

Al análisis de varianza (Anexo 18) se observa que hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) para la FDN entre los cultivares y también entre las frecuencias de corte; sin embargo, no se evidenció diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) resultante de la interacción de ambos factores.

Al comparar las medias entre los cultivares mediante la prueba de DLS ($P < 0.05$) se observa que hubo diferencias estadísticas, obteniendo mayor contenido de pared celular (FDN) para el maralfalfa, de 69.48 por ciento vs 67.11 por ciento para el camerún, esta diferencia se sustenta en la mayor proporción de hojas que tallo presente en el camerún que en el maralfalfa, resultando la hoja de mayor calidad nutritiva y por ende de menor contenido de FDN.

En el cuadro 14 se aprecia que el efecto frecuencia de corte fue diferente estadísticamente para el porcentaje de FDN, donde se observa que a edades tempranas se registran los menores valores para esta variable y posteriormente va incrementando conforme avanza la madurez del pasto. Nuestros valores de FDN a los 30, 45 y 60 días para el caso del maralfalfa (66.05, 69.09 y 73.32 por ciento) son inferiores respecto a lo reportado por Molina (2005) en Colombia, quien obtuvo valores de 60.58, 67.27 y 69.48 por ciento de por ciento FDN a los 35, 45 y 60 días, teniendo en cuenta las condiciones distintas en que se han llevado a cabo cada uno de estos trabajos. Por otro lado, al comparar los resultados obtenidos por Cáceres (2004) para el pasto camerún en la costa central, nuestros promedios reportados para los 30, 45 y 60 días (63.04, 67.24 y 71.04 por ciento) fueron similares a los obtenidos en la época de otoño a la 4^a, 5^a, 6^a, 7^a y 8^a semana (62.10, 62.64, 71.98, 75.31 y 76.81 por ciento) y fueron inferiores a la época de otoño a las mismas edades de corte (55.01, 53.59, 57.95, 59.51 y 58.19 por ciento respectivamente). Los resultados obtenidos en nuestro estudio se mantienen

alrededor del rango reportado por Echevarría (1984), quien manifiesta que el nivel máximo de FDN en pastos es de 70 por ciento, mayores niveles pueden afectar el consumo y digestibilidad del pasto por medio del ganado; debiéndose evitar llegar a consumir el pasto con frecuencias mayores a los 60 días, ya que para esta edad se registró porcentajes de FDN de 73.32 por ciento para el maralfalfa y de 71.04 por ciento en el camerún.

Cuadro 13: Fibra detergente neutro (%) en base seca de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

Cultivar de <i>Pennisetum</i>	Frecuencia de Corte (Días)			Promedio
	30	45	60	
Maralfalfa	66.05 ^e	69.09 ^{b^c}	73.32 ^a	69.48^a
Camerún	63.04 ^d	67.24 ^{cd}	71.04 ^{ab}	67.11^b
Promedio	64.55^c	68.17^b	72.18^a	

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de DLS

En la Figura 14, se observa una tendencia a incrementar el contenido de FDN a medida que avanza la edad del pasto en ambos pastos, mostrando mejores resultados para el pasto camerún. Además, estos valores obtenidos son elevados en el trópico, ya que el pasto madura mucho más rápido en estas condiciones que en zonas templadas (Bernal, 1994).

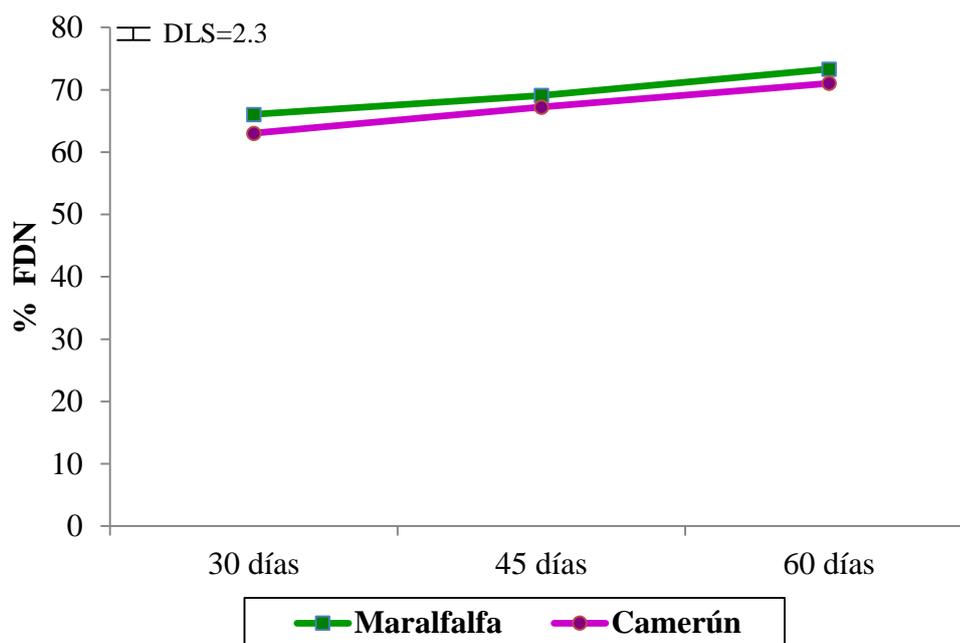


Figura 14. Fibra detergente neutro (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

4.2.8 Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS)

Los valores para la DIVMS obtenidos a los 30, 45 y 60 días de edad para los pastos maralfalfa y camerún se presentan en el Cuadro 14; donde se observa valores de: 61.11, 55.01 y 50.55 por ciento para el maralfalfa y de 64.68, 56.84 y 51.80 para el camerún. Al análisis de varianza (Anexo 19) se observa que hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre los cultivares y también entre las frecuencias de corte; sin embargo, no se evidenció diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) resultante de la interacción de ambos factores.

Al comparar las medias entre los cultivares mediante la prueba de DLS ($P < 0.05$) se observa que hubo diferencias estadísticas, obteniendo mayor digestibilidad para el camerún de 57.77 por ciento vs 55.56 por ciento para el maralfalfa, esta diferencia se sustenta debido a la mayor proporción de hojas que tallo presente en el camerún que en el maralfalfa. Según Vonesch y De Riverós (1978), estos promedios se pueden catalogar están dentro del rango de una forrajera buena digestibilidad en ambos cultivares (Cuadro 3). Los valores obtenidos para el maralfalfa (55.56 por ciento) y camerún (57.77 por ciento) difieren a los reportados por Faría-Mármol *et al.* (2007), quien obtuvo promedios superiores de

DIVMS, los cuales son de 71.00 por ciento para el maralfalfa y de 72.20 por ciento para el camerún, mostrando la misma superioridad del pasto camerún respecto al maralfalfa.

En el cuadro 14 se aprecia que el efecto frecuencia de corte fue diferente estadísticamente para el porcentaje de DIVMS, donde se observa que el mayor valor de digestibilidad se tiene a edades tempranas, la cual va descendiendo conforme aumenta el contenido de la pared celular (Bernal,1994). Nuestros valores de DIVMS a los 30, 45 y 60 días para el caso del maralfalfa (61.11, 55.01 y 50.55 por ciento) son menores respecto a lo reportado por Molina (2005) en Colombia, quien obtuvo valores de 72.92, 69.79 y 64.59 por ciento de DIVMS a los 35, 45 y 60 días, teniendo en cuenta las condiciones distintas en que se han llevado a cabo cada uno de estos trabajos. Por otro lado, al comparar los resultados obtenidos por Cáceres (2004) para el pasto camerún en la costa central, nuestros promedios reportados para los 30, 45 y 60 días (64.68, 56.84 y 51.80 por ciento) fueron similares a los obtenidos en la época de invierno a la 4ª, 5ª, 6ª, 7ª y 8ª semana (62.33, 58.47, 57.80, 58.12 y 55.40 por ciento) y fueron superiores a la época de otoño a las mismas edades de corte (50.50, 41.83, 50.32, 42.28 y 50.31 por ciento).

Cuadro 14: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

Cultivar de <i>Pennisetum</i>	Frecuencia de Corte (Días)			Promedio
	30	45	60	
Maralfalfa	61.11 ^b	55.01 ^c	50.55 ^d	55.56^b
Cameroon	64.68 ^a	56.84 ^c	51.80 ^d	57.77^a
Promedio	58.89^a	54.43^b	49.40^c	

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de DLS

En la figura 15, se observa que el porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) tiende a disminuir con la edad en ambos cultivares, corroborado por Arnaiz, (2004), quien afirma que los pastos más jóvenes poseen mayor digestibilidad debido al contenido de hidratos de carbono de fácil digestión y las bacterias ruminales digieren a los carbohidratos menos complejos con mayor facilidad. Se aprecia que el pasto camerún tiene mejores valores de digestibilidad en las tres frecuencias de corte (30, 45 y 60 días), debido a la mayor contenido de hojas respecto al maralfalfa y éstas son más digestibles (Bernal, 1994).

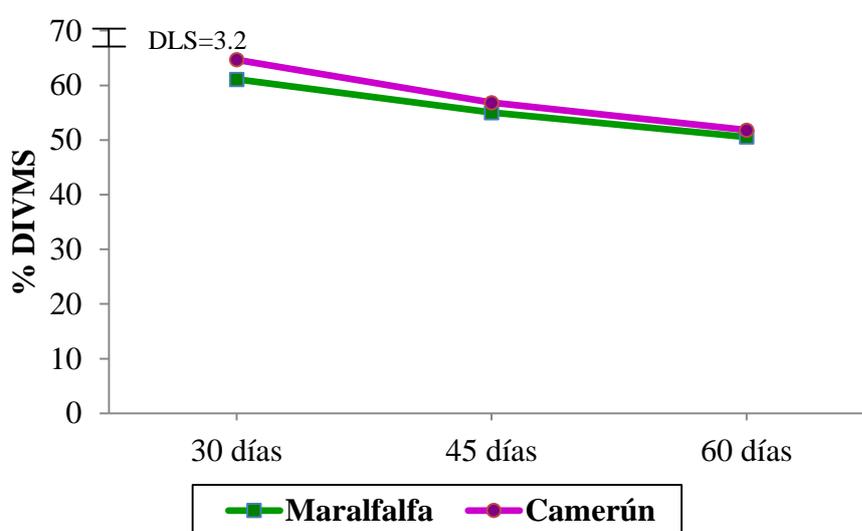


Figura 15. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

4.2.9 Calcio y fósforo (Ca y P)

El contenido de Calcio obtenido a los 30, 45 y 60 días de edad para los pastos maralfalfa y camerún se presentan en el Cuadro 15; donde se observa valores de 0.39, 0.32 y 0.26 por ciento en el maralfalfa y de 0.49, 0.46 y 0.42 por ciento en el pasto camerún, mostrando mayores contenidos de este mineral el cultivar camerún respecto al maralfalfa en las tres frecuencias de corte.

Al análisis de varianza (Anexo 20), se observa que hubieron diferencias estadísticas entre los cultivares y también entre las frecuencias de corte, mas no se evidenció diferencias significativas entre la interacción de ambos factores.

Al realizar la comparación entre los cultivares mediante la prueba de DLS ($P < 0.05$), se encontró diferencias significativas, obteniendo un mayor contenido de calcio en el camerún respecto al maralfalfa con promedios de 0.45 por ciento vs. 0.32 por ciento respectivamente. Estos valores superan al nivel crítico para el calcio (0.30 por ciento) recomendado por McDowell (1985) para el ganado al pastoreo.

En el Cuadro 15 se aprecia que el efecto frecuencia de corte difirió estadísticamente a la prueba de DLS ($P < 0.05$) para el contenido de calcio, se observa que a medida que aumenta la edad del pasto el contenido de calcio disminuye levemente, coincidiendo con McDowell (1985), quien menciona que, al madurar los pastos el contenido mineral declina, debido a un proceso de traslación de nutrientes al sistema radicular; sin embargo, la concentración de calcio se ve menos afectada por el avance de la madurez del pasto. Las concentraciones de calcio obtenidos a los 30, 45 y 60 días (0.44, 0.39 y 0.34 por ciento respectivamente) superan al nivel crítico para el calcio (0.30 por ciento) recomendado por McDowell (1985); pero se recomienda utilizarlo antes de los 60 días ya que el rango deseable es de 0.28 a 0.37 por ciento (McDowell y Valle, 2000).

Cuadro 15: Contenido de calcio (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

Cultivar de <i>Pennisetum</i>	Frecuencia de Corte (Días)			Promedio
	30	45	60	
Maralfalfa	0.39 ^{bc}	0.32 ^{cd}	0.26 ^d	0.32^b
Camerún	0.49 ^a	0.46 ^{ab}	0.42 ^{ab}	0.45^a
Promedio	0.44^a	0.39^{ab}	0.34^b	

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de DLS

En la Figura 16, se aprecia la superioridad del pasto camerún respecto al maralfalfa en el contenido de calcio; se observa una ligera tendencia a disminuir conforme avanza la madurez del pasto, siendo un poco más notorio en el pasto maralfalfa.

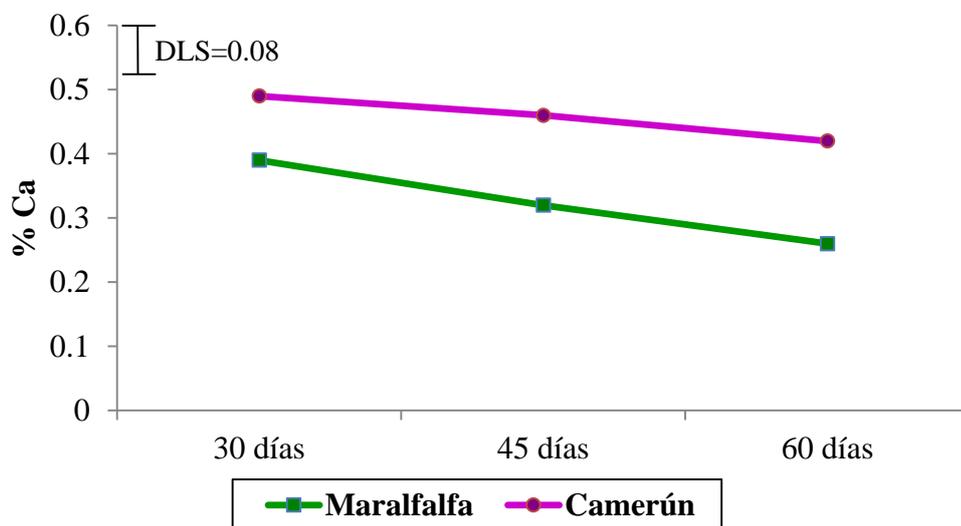


Figura 16. Contenido de calcio (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

Los contenidos de fósforo para los pastos maralfalfa y camerún se presentan en el Cuadro 16, obtenidos a los 30, 45 y 60 días; donde se observa valores de 0.28, 0.25 y 0.23 por ciento en el pasto maralfalfa y de 0.34, 0.24 y 0.23 por ciento en el camerún. Al análisis de varianza (Anexo 21) se observa que hubo diferencias estadísticas entre las frecuencias de corte; sin embargo no se presentó diferencias entre los cultivares ni de la interacción resultante de los cultivares y la frecuencia de corte.

Al realizar la comparación entre los cultivares mediante la prueba de DLS no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$), obteniendo contenidos de fósforo similares en el camerún y maralfalfa con promedios de 0.27 por ciento vs. 0.25 por ciento respectivamente. Estos valores se encuentran muy cercano al nivel crítico para el fósforo (0.25 por ciento) recomendado por McDowell (1985) para el ganado al pastoreo.

En el Cuadro 16 se aprecia que el efecto frecuencia de corte difirió estadísticamente a la prueba de DLS ($P < 0.05$) para el contenido de fósforo, se observa que a medida que aumenta la edad del pasto el contenido de fósforo disminuye, coincidiendo con Gomide (1978) citado por McDowell (1985), quien afirma que, la concentración de fósforo declina conforme maduran los pastos, avalado con el trabajo realizado en Brasil donde evaluó una serie de especies de pastos tropicales, dentro ellas el pasto elefante, que obtuvo valores de 0.33, 0.15 y 0.11 por ciento a los 28, 84 y 140 días. Al compararlo con nuestros resultados obtenidos a los 30, 45 y 60 días (0.31, 0.25 y 0.23 por ciento respectivamente), se confirma que la concentración de fósforo sigue la misma tendencia a decrecer conforme avanza la edad de pasto, siendo estos datos muy limitantes al nivel crítico recomendado por McDowell (1985) para el fósforo que es de 0.25 por ciento, lo cual sería aceptable utilizar el pasto hasta los 45 días, desde el punto de vista de la concentración de fósforo para ambos cultivares de pasto.

Cuadro 16: Contenido de fósforo (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

Cultivar de <i>Pennisetum</i>	Frecuencia de Corte (Días)			Promedio
	30	45	60	
Maralfalfa	0.28 ^b	0.25 ^b	0.23 ^b	0.25^a
Camerún	0.34 ^a	0.24 ^b	0.23 ^b	0.27^a
Promedio	0.31^a	0.25^b	0.23^b	

Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba DLS

En la Figura 17, se observa una tendencia a disminuir conforme avanza la madurez del pasto, siendo marcado el descenso hasta los primeros 45 días, coincidiendo con (Correa, 2006), quien afirma que el contenido de fósforo desciende conforme avanza la edad del pasto, pero una vez llegado a los 50 días es menos drástica esta caída, persistiendo valores mucho más estrechos, a pesar de que la brecha de edad sea más prolongada.

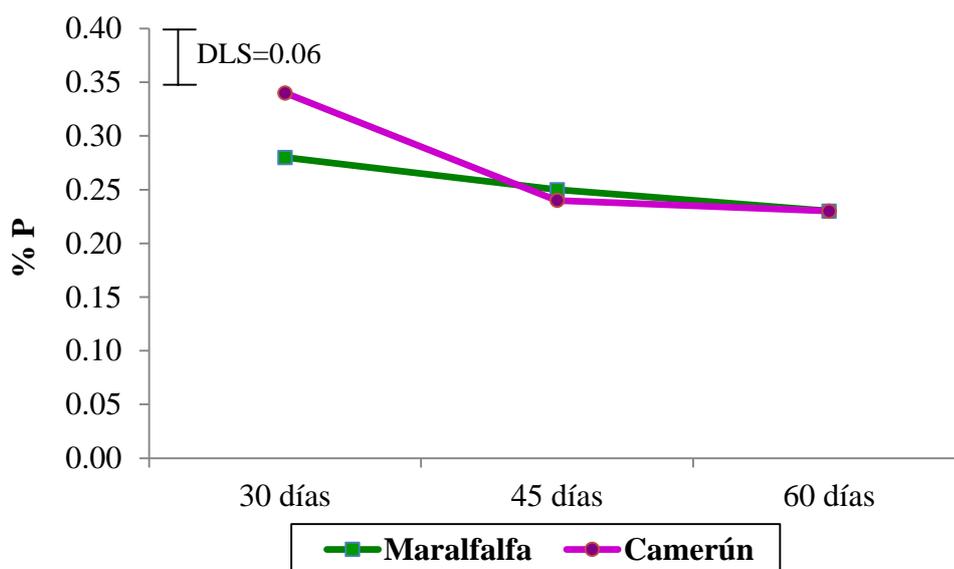


Figura 17. Contenido de Fósforo (%) de los pastos maralfalfa y camerún a diferentes edades en la fase de producción

La relación existente entre el contenido de calcio y fósforo (Ca:P) en este trabajo es de 1.3:1 y 1.7:1 para el pasto maralfalfa y camerún respectivamente. Encontrándose en el rango ideal recomendado para el crecimiento y la formación ósea, siendo el equilibrio correcto entre ellos de 1:1 a 2:1, siempre y cuando exista la suficiente concentración de vitamina D₃, quien se encarga de facilitar la absorción de ambos elementos (Maynard *et al.*, 1982). Además, al revisar los resultados de Ca y P obtenidos en este trabajo se confirma que la falta de calcio en el ganado en pastoreo es un problema mucho menor que una deficiencia de fósforo.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. En el establecimiento, ambos cultivares (camerún y maralfalfa) mostraron un buen desarrollo, este último cultivar exhibió una mayor velocidad de crecimiento y menor macollamiento, no encontrándose diferencias para el porcentaje de prendimiento ni para el rendimiento forrajero al final de esta etapa.
2. Los pastos maralfalfa y camerún incrementaron su altura y rendimiento forrajero, pero disminuyeron en el número de macollos y en la relación hoja:tallo a medida que el corte fue menos frecuente.
3. Se encontró diferencias para la altura, macollamiento y relación hoja:tallo, donde se aprecia que el pasto maralfalfa presenta mayor altura, pero menor macollamiento y relación hoja:tallo que el pasto camerún. Sin embargo, el rendimiento de forraje verde y forraje no presentó diferencias estadísticas.
4. La calidad nutritiva fue afectado por la frecuencia de corte en ambos cultivares; conforme el corte de los pastos fueron menos frecuentes, los valores de proteína cruda, digestibilidad *in vitro* de la materia seca, calcio y fósforo disminuyeron; por el contrario, aumentó el porcentaje de fibra detergente neutro.
5. El pasto camerún presentó mejor valor nutritivo respecto al maralfalfa, obteniendo mejores resultados para PC, FDN, DIVMS y calcio; no encontrándose diferencias estadísticas para el fósforo entre ambos pastos, justificado por la mayor relación hoja:tallo en el pasto camerún.
6. La frecuencia de corte recomendable de los pastos maralfalfa y camerún es de 45 días, pues a esta edad los niveles nutricionales de ambas especies están por arriba de los mínimos requeridos y el rendimiento forrajero es apropiado.

VI. RECOMENDACIONES

La experiencia de realización del presente estudio nos permite plantear las siguientes recomendaciones:

1. Ambos cultivares evaluados son una alternativa de adopción por parte de los ganaderos de la zona de Contamana debido a sus características productivas; sin embargo, se recomienda utilizar el pasto camerún ya que en este estudio se muestra como una especie de mejor valor nutricional que el maralfalfa.
2. Se recomienda utilizar ambos pastos cada 45 días, pues a esta edad el valor nutricional y el rendimiento forrajero son los más adecuados.
3. Se recomienda estudiar cómo el abonamiento influencia el momento óptimo de corte, calidad y rendimiento forrajero de los pastos maralfalfa y Camerún
4. Se recomienda evaluar cómo el rendimiento y el valor nutricional de ambos cultivares de pasto elefante varían con la época del año, seca vs. lluviosa.
5. Realizar ensayos comparativos de consumo de forraje con las especies en estudio para estimar su efecto potencial en la producción animal.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ALEGRÍA, C. 1999. Evaluación del Rendimiento y Valor Nutritivo de Gramíneas Tropicales Bajo Condiciones de la Costa Central. Tesis Maestría UNALM. Lima-Perú. 121 p.
- ALMEIDA, R. y ROCHA, G. 1984. Rendimiento e composicao química do capim elefante (*Pennisetum purpureum* cv. cameroon). Texto Reuniao Anual de SBZ: 16-20 de julho. B.HTE.-MG. Brasil p. 328-374.
- ANDRADE, D. 2009. Evaluación de dos Sistemas y tres Distancias de Siembra del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en la Localidad de Chalguyacu, Cantón Cumanda, Provincia de Chimborazo. Tesis de Grado, Ingeniería Agronómica. Escuela Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- ARNAIZ, V. 2004. Consumo Voluntario en Vacas Lecheras del Pasto Elefante Morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*) y su Digestibilidad in vitro. Tesis Facultad de Zootecnia. UNALM. Lima-Perú.
- ARRONIS, V. 2009. Comportamiento Productivo y Recomendaciones en la Utilización del Forraje de Corte Maralfalfa (*Pennisetun* sp.) en la Región Brunca. En Hoja Divulgativa de Infoagro, Costa Rica.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST (AOAC). 2005. Official methods of analysis (18th ed.) Association of Official Agricultural Chemist. Washinton D.C.
- ÁVALOS, D. 2009. Reproducción Vegetativa del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) y su Respuesta a la Fertilización Química y Orgánica en la Granja Laguacoto II, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Tesis de Pregrado Médico Veterinaria y Zootecnia, Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador.
- AZEVEDO, G. 1985. Produção, composição química e digestibilidade “in vitro” de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.) Cameroon em diferentes idades. Lavras: ESAL. Tese Mestrado. 79 p.

- BERNAL, J. 1994. Pastos y Forrajes Tropicales. Producción y manejo. Banco Ganadero de Colombia. 3ª Edición. 545 p.
- BOGDAN, A. 1997. Pastos Tropicales y Plantas de Forraje. AGT Editor S.A. 1ª Edición. 461 p.
- CÁCERES, F. 2004. Evaluación del rendimiento y valor nutritivo del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. cameroon a diferentes edades en otoño e invierno en la costa central. Tesis Maestría UNALM. Lima-Perú. 98 p.
- CALZADA, J. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Lima – Perú.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE). 1981. Producción y Utilización de Forrajes en el Trópico. Programa de Producción Animal. Turrialba, Costa Rica. N° 10, 190 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1980. Informe Anual 1979. Programa de Pastos Tropicales, sección Desarrollo de Pasturas en Sabanas Isohipertérmicas y Nutrición de Plantas, Cali-Colombia. p 28-39.
- CITALÁN, L; DOMÍNGUEZ, B; ORANTES, M; MANZUR, A; SÁNCHEZ, A; DE LOS SANTOS, M; RUIZ, J; CRUZ, J; CÓRDOVA, V; RAMOS, J y NAHED, J. 2012. Evaluación Nutricional de Maralfalfa (*Pennisetum* sp) en las Diferentes Etapas de Crecimiento en el Rancho San Daniel, Municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. Revista Quehacer Científico en Chiapas 2012 (13) 19-23.
- CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA (CORPOICA). 1996. Pasturas Tropicales. Memorias de curso. 198 p.
- CORREA, H; ARROYAVE, H; CERÓN, J.; HENAO, Y. y LÓPEZ, A. 2004. Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. Departamento de producción animal de Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 42 p.
- CORREA, H. 2006. Calidad nutricional del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote. Livestock Research for Rural Development 18(6):2006. Disponible en web: <http://www.lrrd.org/lrrd18/6/corr18084.htm>.
- CRUZ, D. 2008. Evaluación del Potencial Forrajero del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) con Diferentes Niveles de Fertilización de Nitrógeno y

Fósforo y una Base Estándar de Potasio. Tesis de Ingeniería Zootécnica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

CUNUHAY, J y CHOLOQUINGA, M. 2011. Evaluación de la Adaptación del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) en dos Pisos Altitudinales con tres Distancias de Siembras en el Campus Juan Lunardi y Naste del Cantón Paute. Tesis Facultad de Ingeniería Agropecuaria y Ambientales, Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca – Ecuador.

DÁVILA, C. y URBANO, D. 2005. Uso de Pastos de Corte en los Sistemas Intensivos. Extraído de Manual de Ganadería de Doble Propósito. Venezuela.

DEAN, D. y CLAVERO, T. 1992. Características del Crecimiento del Pasto Elefante Enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). En revista de Agronomía (Luz-Venezuela) 9:25 – 34 p.

ECHEVARRÍA, M. 1994 Alimentación del Ganado con Pastos Tropicales. Departamento de Nutrición. Facultad de Zootecnia. UNALM. Lima-Perú. 82 p.

EDUARDO, M. 2010. Manejo de Pastos Tropicales. II Seminario Internacional de Agrostología en Quito-Ecuador.

ESCUADERO, M y HERNÁNDEZ, J. 2010. Efecto del Biofertilizante Agroplox sobre la Producción de Biomasa y Calidad de un Cultivo de Pasto de Corte Maralfalfa (*Pennisetum* sp) en el Municipio de Montenegro – Quindío. Tesis Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá-Colombia.

FARÍA-MÁRMOL, J.; GONZÁLEZ, B.; CHIRINOS, Z. y ALVAREZ, R. 2007. Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción forrajera y valor nutritivo de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum*. En: Memorias XX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Cuzco, Perú.

FARÍA-MARMOL, J. 2005. Nuevas especies de Gramíneas Forrajeras para el Desarrollo Sostenible de Sistemas Ganaderos de Doble Propósito. Extraído de Manual de Ganadería de Doble Propósito. 2005. Impreso en Venezuela.

FARJE, K. 1999. Establecimiento y evaluación agronómica del pasto elefante enano cultivar Mott (*Pennisetum purpureum* cv Mott) bajo condiciones del trópico de Tarapoto-San Martín. Tesis UNALM.

- FERNÁNDEZ, B. 1992. Avances de la Producción de Leche y Carne en el Trópico Americano. FAO. Santiago de Chile. 504 p.
- FRANCO, L.; CALERO, D y DURÁN, C. 2007. Manual de Establecimiento de Pasturas. Proyecto: Evaluación de Tecnologías por Métodos Participativos para la implementación de Sistemas Ganaderos en el norte del Departamento del Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia – CIAT. 27 p.
- GALINDO, N. 2007. Fertilización en el Establecimiento de dos Cultivares de *Pennisetum purpureum*. Tesis Agronomía, Universidad Earth, Costa Rica. 43 p.
- GUALDRON, R. 1991. Establecimiento de Pasturas en Suelos Ácidos Tropicales. Programa de Pastos Tropicales, sección de suelos y reciclaje de nutrientes. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 13 p.
- GUISADO, W. 2012. Efecto de Diferentes Abonos Orgánicos e Inorgánicos en el Establecimiento del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) en Tingo María. Tesis Facultad de Zootecnia. Universidad Agraria de la Selva. 54 p.
- HÄFLIGER, E. y SCHOLZ, H. 1980. Grass Weeds Vol. 1: Weeds of the subfamily Panicoideae. CIBA – Geigy, Limited, Basle – Suiza. 142 p.
- HAJDUK, W. 2004. Reseña de la Maralfalfa: En Memorias del I Seminario Nacional del Pasto Maralfalfa. Medellín: 9-12.
- HOLDRIDGE, L. R. 1987. Ecología Basada en las Zonas de Vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Costa Rica.
- IBAZETA, H. 2004. Pastos de Corte en la Región San Martín. En Revista “El Porvenir Agrario” 1(2) - Nov. Estación Experimental El Porvenir, Tarapoto.
- JAIME, A. 2004. Efecto de la Frecuencia y Época de Corte del Pasto Elefante Morado (*Pennisetum purpureum*, Schum cv. cameroon) sobre el Valor Nutritivo y Rendimiento Forrajero Bajo Condiciones de la Costa Central del Perú. Tesis Maestría UNALM.
- JIMÉNEZ, F. y MORENO, J. 2000. El Ensilaje, una alternativa para la conservación de forrajes. CORPOICA. Bucaramanga-Colombia. 25 p.

- JOAQUÍN; LIZÁRRAGA; PEÑA y HERRERO. 2010. Establecimiento, Manejo y Utilización de Pastos de Corte en Lecherías de Pequeña Escala. CIAT-LPP-Universidad de Edimburgo. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 31 p.
- JONES, R. 1975. Nutrimientos Requeridos para el Establecimiento de Praderas Mejoradas. En Seminario sobre el Potencial para la Producción de Ganado de Carne en América Tropical. CIAT, Cali – Colombia. 307 p.
- LOTERO, J. 1996. Establecimiento de Praderas. En Memoria de Curso: Pasturas Tropicales, CORPOICA. Medellín – Colombia. 198 p.
- MÁRQUEZ, F; SÁNCHEZ, J; URBANO, D y DÁVILA, C. 2007. Evaluación de la Frecuencia de Corte y Tipos de Fertilización Sobre Tres Genotipos de Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*). 1. Rendimiento y Contenido de Proteína. Rev. Zootecnia Tropical, Vol. 25, No. 4, 2007, pp 253-259, Venezuela.
- MAYNARD, L; LOOSLI, J; HINTZ, H y WARNER, R. 1981. Nutrición Animal. McGraw-Hill Editores. Séptima Edición. Impreso en México. 640 p.
- McDOWELL, L. R. y VALLE, G. 2000. Major Minerals in Forages. In: Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. Editors Givens D. I., Owen E., Axford R. F. E. and Omed H. M. CAB International. Chapter 18: 373 - 397.
- McDOWELL, L. R.; CONRAD, J.H.; ELLIS, G. L. and LOOSLI, J. K. 1983. Minerals for Grazing Ruminants in Tropical Regions. Dept. Anim. Sci. University of Florida, Gainesville.
- McDOWELL, L. R. 1985. Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates. Animal Feeding and Nutrition. Academic Press, INC (Florida), U.S.A.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAG). 2007. Situación de la Ganadería en el Trópico del Perú. Disponible en: <http://www.procitropico.org.br>
- MINSON, D. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Animal Feeding and Nutrition. Editor Academic Press. University of Wisconsin-Madison. 483 p.
- MOLINA, S. 2005. Evaluación Agronómica y Bromatológica del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en el Valle del Sinú. . Rev. Fac. Nac. Agron. de la Universidad Nacional de Colombia. 58(1): 39.

MORENO, F y MOLINA, D. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) en la Producción de Ganado de Doble Propósito Bajo Confinamiento, con Caña Panelera como Parte de la Dieta. FAO-CORPOICA, Medellín. 142 p.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE UCAYALI (MPU). 2013. Estudio de Línea Base del Proyecto “Mejoramiento de las Capacidades Técnicas Productivas para el Fortalecimiento de la Actividad Ganadera en la Jurisdicción Provincial, Provincia de Ucayali – Loreto”.

NUNES, A.; GERMANO, R.; BATISTA, I. RAMOS, F. y VALLECILLO 2006. Efecto de diferentes niveles dietéticos de heno de paso elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. var. cameroon) para la recría de caprinos. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal (ALPA). Disponible en: <http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2015-3/anunes.pdf>.

PEZO, D. 1969. Efecto del distanciamiento, fertilización nitrogenada y frecuencia de corte sobre el rendimiento y calidad nutritiva en el pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). Tesis. Facultad de Zootecnia UNALM. Lima, Perú. 106 p.

PINHEIRO, L. 2011. Pastoreo Racional Voisin. Tecnología Vegetal para el Tercer Milenio. 1era Edición en español. Editorial hemisferio sur. Impreso en Argentina. 253 p.

PINTO, K. 2006. Evaluación Agronómica, Descripción Bromatológica y Energética del Pasto *Pennisetum purpureum* variedad Maralfalfa a Diferentes Edades de Cortes, en una Zona de Vida de Bosque Seco Tropical, Moroturo Municipio Urdaneta, Estado Lara. Tesis Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela.

RAMÍREZ, R.; LONDOÑO, I. C.; OCHOA, J. y MORALES, M. 2007. Evaluación del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) como recuperador de un Andisol Degradado por Prácticas Agrícolas. 25 p.

RINCÓN, A.; CUESTA, P.; PÉREZ, R.; BUENO, G.; PARDO, O; y GÓMEZ, J. 2002. Manual Técnico. CORPOICA. Producción y Utilización de Recursos Forrajeros en Sistemas de Producción Bovina de la Orinoquia y el Piedemonte Caqueteño. Colombia.

- RODRIGUEZ S. y BLANCO, E. 1970. Composición Química de Hojas y Tallos de 21 Cultivares de Elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher). Revista Agronomía Tropical: 20 (6): 383-396. INIA-Venezuela.
- SÁNCHEZ, J. 2007. Caracterización de la Cantidad y Valor Nutritivo del Pasto durante el año en las llanuras costeras del Golfo Sur Veracruzano y el Bajo Papaloapan. Tesis Universidad Veracruzana. 182 p.
- SAS Institute, INC. 2006. Base SAS® 9.1.3 Procedures Guide. Second Edition. Cary, North Caroline.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (SENAMHI). 2013.
- SILVEIRA, A.; TOSI, H. y FARIA, V. 1973. Efeito da maturidade sobre a composição química bromatológica do capim napier (*Pennisetum purpureum*, Schum). Rev. Soc. Bras. Zootec., 3(2):158-171.
- STERLING, L. y GUERRA, C. 2010. Segunda Fase de Evaluación Comparativa de los Pastos Maralfalfa, Elefante Verde y Morado en el Municipio de Pitalito, Huila (Colombia). Revista de Investigaciones UNAD. Vol. 2, N° 2-2010.
- UVIDIA, H.; BUESTÁN, D.; LEONARD, I. y BENÍTEZ, D. 2014. La Distancia de Siembra y el Número de Estacas en el Establecimiento de *Pennisetum purpureum*. Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA). Universidad Estatal Amazónica (UEA). Puyo – Ecuador. Disponible en web: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.
- VAN SOEST, J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminants. Cornell University Press. 373 p.
- VELA, J. 1986. Resúmenes de Investigaciones en Pastos Tropicales. INIAA, Estación Experimental de Pucallpa.
- VELÁSQUEZ, M. 2005 Evaluación del Rendimiento y Valor nutritivo del pasto elefante morado, (*Pennisetum purpureum*, Schum.) a diferentes edades en la época de primavera y verano en la costa central. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia. UNALM. Lima – Perú. 78 p.
- VONESCH, E. y DE RIVERÓS, M. 1968. Composición y digestibilidad de forrajeras de la provincia de Buenos Aires. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires. Tomo 17 (1): 49-68 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 2: Caracterización de suelo del área experimental

Análisis Mecánico					
		Al inicio del experimento		Al final del experimento	
Unidad		Terreno renovado	INTERPRE- TACIÓN	Terreno renovado	INTERPRE- TACIÓN
Arena	%	49	Franco arcillo	46	Franco arcillo
Limo	%	26	arenoso	22	arenoso
Arcilla	%	25	(Textura fina)	32	(Textura fina)
Análisis Químico					
pH (1:1)		6.46	Ligeramente ácido	5.93	Moderadamente ácido
CE (1:1)	dS/m	1.10	No salino	0.25	No salino
CaCO ₃	%	0.30	Bajo	0.00	Nulo
MO	%	4.69	Nivel alto	2.29	Nivel medio
P	Ppm	12.2	Nivel medio	4.2	Nivel bajo
K	Ppm	526	Nivel alto	226	Nivel medio
Cationes Cambiables meq/100g					
CIC		44.48	Muy alto	38.40	Alto
Ca ⁺²		38.11		21.30	
Mg ⁺²		2.85		4.55	
K ⁺		1.04		0.54	
Na ⁺		0.49		0.15	
Al ⁺³ + H ⁺		0.00	Nulo	0.10	Bajo
Suma de Cationes		42.48		26.64	
Suma Bases		42.48		26.54	
% Sat. de Bases		96	Alto	69	Medio

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes - UNALM

ANEXO 3: Condiciones Climáticas durante el Trabajo Experimental: Setiembre 2012 a Setiembre 2013

Meses	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)	Horas Sol (h y décimas)
	Máx.	Media	Mín.		
Setiembre	33.4	27.9	19.6	82	160.9
Octubre	32.8	27.8	20.1	84	145.1
Noviembre	33.7	28.5	20.6	83	161.8
Diciembre	31.4	26.8	20.3	88	105.5
Enero	32.0	27.4	20.2	86	124.9
Febrero	30.5	26.7	20.2	88	71.9
Marzo	31.1	26.8	20.3	89	73.1
Abril	32.0	27.5	20.3	84	S/D
Mayo	30.5	26.4	19.7	91	88.9
Junio	29.9	26.1	19.7	91	72.1
Julio	30.0	25.7	18.2	88	134.9
Agosto	30.5	26.2	18.3	86	S/D
Setiembre	32.8	27.7	19.3	84	S/D

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2013)

ANEXO 4: Hoja de datos de los parámetros agronómicos en la fase de producción del pasto maralfalfa y camerún

	Parámetros evaluados	Bloque	30 días		45 días		60 días		
			1er corte	2do corte	1er corte	2do corte	1er corte	2do corte	
MARALFALFA	Rendimiento de forraje verde (TM/ha)	I	35.82	23.13	68.86	62.17	74.73	61.78	
		II	43.72	35.18	75.96	52.23	86.83	62.93	
	Rendimiento de materia seca (TM/ha)	I	2.88	1.75	7.04	6.96	11.16	7.77	
		II	4.19	3.38	8.51	6.27	13.99	8.94	
	Altura de planta promedio (cm.)	I	141.40	175.00	240.40	213.00	280.80	249.00	
		II	156.20	186.70	250.40	227.80	309.00	271.00	
	Relación Hoja/tallo promedio	I	1.67	1.52	0.94	1.20	0,73	0.87	
		II	1.70	1.65	1.20	0.94	0.70	0.78	
	Macollamiento (n° macollos/planta)	I	38.60	48.60	34.00	45.80	26.20	30,40	
		II	40.00	49.80	36.40	41.60	25.20	36.00	
	CAMERÚN	Rendimiento de forraje verde (TM/ha)	I	31.96	28.08	65.26	47.00	64.48	68.53
			II	35.38	32.64	66.88	46.10	81.26	82.63
Rendimiento de forraje seca (TM/ha)		I	3.47	2.31	7.09	6.03	8.82	8.50	
		II	3.50	2.73	7.87	5.27	11.34	10.11	
Altura de planta promedio		I	128.20	151.80	196.40	177.00	237.20	252.60	
		II	130.60	151.40	199.40	190.60	270.40	253.60	
Relación hoja:tallo promedio		I	2.18	2.36	1.35	1.54	1,29	1,12	
		II	2.06	2.21	1.48	1.63	1.24	1.13	
Macollamiento (n° macollos/planta)		I	53.80	62.80	42.40	49.00	32.40	43.00	
		II	52.40	49.80	44.80	53.00	33.60	43.00	

ANEXO 5: Hoja de datos de análisis químico y valor nutritivo en la fase de producción del pasto maralfalfa y camerún

	Párametros evaluados	Bloque	30 días		45 días		60 días		
			1er corte	2do corte	1er corte	2do corte	1er corte	2do corte	
MARALFALFA	Materia Seca %	I	8.04	7.57	10.22	11.20	14.93	12.58	
		II	9.58	9.61	11.20	12.01	16.11	14.21	
	Proteína Cruda %	I	12.30	11.40	13.20	11.20	6.44	7.38	
		II	13.60	12.20	9.76	8.63	7.13	5.70	
	FDN %	I	64.91	66.97	66.39	68.33	69.96	72.42	
		II	65.22	67.08	70.58	71.07	73.51	72.37	
	DIVMS %	I	66.77	62.18	54.54	53.87	52.36	50.13	
		II	57.40	58.08	55.75	55.87	48.99	50.73	
	Ca %	I	0.44	0.39	0.36	0.35	0.24	0.26	
		II	0.35	0.36	0.30	0.26	0.27	0.26	
	P %	I	0.33	0.20	0.25	0.21	0.21	0.26	
		II	0.31	0.27	0.28	0.24	0.22	0.22	
	CAMERÚN	Materia Seca %	I	10.86	8.23	10.86	12.83	13.68	12.40
			II	9.89	8.36	11.77	11.43	13.96	12.24
Proteína Cruda %		I	15.10	15.50	11.20	10.90	9.13	6.81	
		II	13.80	13.20	11.70	10.80	10.10	9.31	
FDN %		I	63.34	63.80	66.62	66.74	70.19	71.93	
		II	61.20	63.83	68.57	67.04	70.28	70.34	
DIVMS %		I	65.50	65.01	56.81	55.59	54.81	50.02	
		II	65.64	62.57	56.76	58.19	50.58	51.80	
Ca %		I	0.49	0.40	0.40	0.50	0.33	0.36	
		II	0.53	0.54	0.46	0.46	0.50	0.48	
P %		I	0.40	0.33	0.26	0.22	0.24	0.20	
		II	0.34	0.27	0.24	0.22	0.24	0.23	

ANEXO 6: Promedio general de variables evaluadas en la fase de producción.

Cultivar	Edad de Corte	Altura (cm)	Número de Macollos	Relación Hoja:tallo	Rendimiento Forraje verde Tn/ha/corte	Rendimiento Materia Seca Tn/ha/corte	Proteína Cruda (%)	Fibra Detergente Neutro (%)	Digestibilidad in vitro de la Materia Seca (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)
Maralfalfa	30 días	164.80	44.25	1.63	34.46	3.05	12.38	66.05	61.11	0.39	0.28
	45 días	232.90	39.45	0.98	65.81	7.20	10.69	69.09	55.01	0.32	0.25
	60 días	277.45	29.45	0.77	71.57	10.47	6.66	73.32	50.55	0.26	0.23
	Promedio	225.05	37.72	1.13	56.95	6.90	9.91	69.48	55.56	0.32	0.25
Camerún	30 días	140.50	54.70	2.20	32.01	3.00	14.41	63.04	64.68	0.49	0.34
	45 días	190.85	47.30	1.50	56.31	6.57	11.16	67.24	56.84	0.46	0.24
	60 días	253.45	38.00	1.19	74.23	9.69	8.83	71.04	51.80	0.42	0.23
	Promedio	194.93	46.67	1.63	54.18	6.42	11.47	67.11	57.77	0.46	0.27

ANEXO 7: Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento a los 30 días post-siembra de los pastos maralfalfa y camerún

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	84.79	84.79	3.68	0.0719	N.S
Cultivar	1	64.80	64.80	2.82	0.1116	N.S
Error experimental	17	391.26	23.02			
Total	19	540.85				
R ² = 0.28		CV = 5.42	Root MSE = 4.80	Media = 88.56		

ANEXO 8: Análisis de varianza de la altura de planta en el establecimiento

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	47.67	47.67	0.14	0.7056	N.S
Cultivar	1	55975.34	55975.33	167.85	<.0001	**
Edad de medición	2	2599385.09	1299692.54	3897.29	<.0001	**
Cultivar*edad	2	46830.82	23415.41	70.21	<.0001	**
Error experimental	17	117720.61	333.49			
Total	23	2819959.53				
R ² = 0.96		CV = 11.84	Root MSE = 18.26	Media = 154.29		

ANEXO 9: Análisis de varianza del N° de macollos en el establecimiento

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	2.03	2.03	0.38	0.5404	N.S
Cultivar	1	63.34	63.34	11.75	0.0007	**
Edad de Medición	2	2137.92	1068.96	198.27	<.0001	**
Cultivar*Edad	2	55.94	27.97	5.19	0.006	**
Error experimental	353	1903.16	5.39			
Total	359	4162.38				
R ² = 0.54		CV = 21.19	Root MSE = 2.32	Media = 10.96		

ANEXO 10: Análisis de varianza del rendimiento en forraje verde al final del establecimiento

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	36.86	36.86	1.03	0.3164	N.S
Cultivar	1	3.25	3.25	0.09	0.7647	N.S
Error experimental	37	1322.36	35.74			
Total	39	1362.47				
R ² = 0.29 CV = 9.54 Root MSE = 5.98 Media = 62.64						

ANEXO 11: Análisis de varianza del rendimiento de materia seca al final del establecimiento

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	653.19	1.50	0.98	0.7817	N.S
Cultivar	1	0.12	0.12	0.08	0.3282	N.S
Error experimental	37	56.44	1.53			
Total	39	58.06				
R ² = 0.28 CV = 12.49 Root MSE = 1.50 Media = 9.89						

ANEXO 12: Análisis de varianza de la altura de planta en la fase de producción

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	4953.68	4953.68	23.17	<.0001	**
Frecuencia	2	254689.62	127344.81	595.74	<.0001	**
Cultivar	1	27210.41	27210.41	127.29	<.0001	**
Frec x Cv	2	2136.52	1068.26	5.00	0.0083	**
Error experimental	113	24154.78	213.76			
Total	119	313144.99				
R ² = 0.92 CV = 6.96 Root MSE = 14.62 Media = 209.99						

ANEXO 13: Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en la fase de producción

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	247.43	247.43	2.54	0.1297	N.S
Frecuencia	2	6962.98	3481.49	35.68	<.0001	**
Cultivar	1	74.77	74.77	0.77	0.3936	N.S
Frec x Cv	2	194.25	97.13	1.00	0.3901	N.S
Error experimental	17	1658.55	97.56			
Total	23	9137.98				

R² = 0.82 CV = 18.05 Root MSE = 9.88 Media = 54.73

ANEXO 14: Análisis de varianza del rendimiento de materia seca en la fase de producción

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	6.32	6.32	3.36	0.0844	N.S
Frecuencia	2	199.52	99.76	53.00	<.0001	**
Cultivar	1	1.40	1.40	0.74	0.4002	N.S
Frec x Cv	2	0.59	0.30	0.16	0.8561	N.S
Error experimental	17	32.00	1.85			
Total	23	239.84				

R² = 0.87 CV = 20.59 Root MSE = 1.37 Media = 6.67

ANEXO 15: Análisis de varianza de la relación hoja:tallo en la fase de producción

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	0.03	0.03	1.34	0.2501	N.S
Frecuencia	2	18.69	9.34	363.73	<.0001	**
Cultivar	1	7.66	7.66	298.00	<.0001	**
Frec x Cv	2	0.10	0.05	2.04	0.1346	N.S
Error experimental	113	2.90	0.03			
Total	119	29.39				

R² = 0.90 CV = 11.61 Root MSE = 0.16 Media = 1.38

ANEXO 16: Análisis de varianza del número de macollos en la fase de producción

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	0.41	0.41	0.01	0.9156	N.S
Frecuencia	2	5045.27	2522.63	69.70	<.0001	**
Cultivar	1	2403.08	1960.21	66.40	<.0001	**
Frec x Cv	2	36.20	18.10	0.50	0.6078	N.S
Error experimental	113	4089.64	36.19			
Total	119	11574.59				
<hr/>						
R ² = 0.65	CV = 14.26	Root MSE = 6.02	Media = 42.19			

ANEXO 17: Análisis de varianza del contenido de proteína cruda (%) en la fase de producción

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	63.08	63.08	1.26	0.4816	N.S
Frecuencia	2	5341.27	2670.63	53.33	<.0001	**
Cultivar	1	14.41	3172.41	63.35	0.0053	**
Frec x Cv	2	54.87	27.43	0.55	0.2928	N.S
Error experimental	17	5658.98	50.08			
Total	23	172.01				
<hr/>						
R ² = 0.86	CV = 11.29	Root MSE = 1.21	Media = 10.69			

ANEXO 18: Análisis de varianza del contenido de fibra detergente neutro (%) en la fase de producción

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	0.15	0.15	0.06	0.8046	N.S
Frecuencia	2	233.22	116.61	50.01	<.0001	**
Cultivar	1	33.89	33.89	14.54	0.0014	**
Frec x Cv	2	1.36	0.68	0.29	0.7510	N.S
Error experimental	17	39.64	2.33			
Total	23	308.25				
<hr/>						
R ² = 0.87	CV = 2.24	Root MSE = 1.53	Media = 68.30			

ANEXO 19: Análisis de varianza de la Digestibilidad *in vitro* de la Materia seca (%) en la fase de producción

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	4.36	4.36	0.91	0.3533	N.S
Frecuencia	2	620.07	310.03	64.74	<.0001	**
Cultivar	1	41.63	41.63	8.69	0.0090	**
Frec x Cv	2	14.70	7.35	1.54	0.2438	N.S
Error experimental	17	81.41	4.79			
Total	23	762.17				
R ² = 0.89		CV = 3.85	Root MSE = 2.19	Media = 56.87		

ANEXO 20: Análisis de varianza del contenido de Calcio (%)

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	0.0026	0.0026	0.92	0.3514	N.S
Frecuencia	2	0.0400	0.0200	7.05	0.0059	**
Cultivar	1	0.1080	0.1080	38.08	<.0001	**
Frec x Cv	2	0.0031	0.0015	0.54	0.5929	N.S
Error experimental	17	0.0482	0.0028			
Total	23	0.2019				
R ² = 0.76		CV = 13.76	Root MSE = 0.05	Media = 0.39		

ANEXO 21: Análisis de varianza del contenido de Fósforo (%)

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal.	P _{valor}	Sig.
Bloque	1	0.00004	0.00004	0.03	0.8737	N.S
Frecuencia	2	0.02866	0.01433	9.95	0.0014	**
Cultivar	1	0.00150	0.00150	1.04	0.3212	N.S
Frec x Cv	2	0.00531	0.00265	1.84	0.1887	N.S
Error experimental	17	0.02449	0.00144			
Total	23	0.05999583				
R ² = 0.59		CV = 14.72	Root MSE = 0.04	Media = 0.26		

ANEXO 22: Comparación de materia seca vs. proteína para determinar ton. proteína/ha en las diferentes frecuencia de corte y cultivares

Frecuencia de corte (días)	MARALFALFA			CAMERÚN		
	TonMS/ha	% Proteína	Ton. Proteína	TonMS/ha	% Proteína	Ton. Proteína
30	3.05	12.38	0.38	3.00	14.41	0.43
45	7.20	10.39	0.75	6.57	11.16	0.73
60	10.47	6.66	0.70	9.69	8.83	0.86

ANEXO 23: Costo de establecimiento de una ha. de pasto elefante

PARTIDA	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
I MANO DE OBRA					
1.1	Alambrado del terreno	Jornal	8	20.00	160.00
1.2	Preparación del terreno	Jornal	12	20.00	240.00
1.3	Siembra	Jornal	16	20.00	320.00
1.4	Deshierbo				
1.4.1	1er deshierbo	Jornal	8	20.00	160.00
1.4.2	2do deshierbo	Jornal	8	20.00	160.00
1.4.3	3er deshierbo	Jornal	8	20.00	160.00
1.5	Resiembra	Jornal	4	20.00	80.00
1.6	Corte de uniformización	Jornal	8	20.00	160.00
TOTAL MANO DE OBRA					1,440.00
II INSUMOS					
2.1	Semilla	Estaca	20,000	0.15	3,000.00
2.2	Alambre de púas	Rollo	8	65.00	520.00
2.3	Postes	Und	160	4.00	640.00
2.4	Grapos	Kg	4	7.50	30.00
TOTAL INSUMOS					4,190.00
III SERVICIOS					
3.1	Transporte de semillas	Saco	20	5.00	100.00
TOTAL SERVICIOS					100.00
COSTO TOTAL DE ESTABLECIMIENTO				S/. 5,730.00	

ANEXO 24: Archivo fotográfico

Fase de establecimiento



Preparación del terreno mediante sobrepastoreo



Corte de material vegetativo para la siembra



Siembra en hileras usando tacarpos (labranza cero)



Control manual de malezas



Resiembra de estacas que no brotaron



Medición de altura a los 30 días



Maralfalfa vs. cameroon a los 60 días



Corte de Uniformización a los 105 días

Fase de producción



Hoyado para la aplicación de fertilizante



Aplicación de fertilizante inorgánico



Maralfalfa a los 30 días de rebrote



Camerún a los 30 días de rebrote



Maralfalfa a los 45 días de rebrote



Camerún a los 45 días de rebrote



Maralfalfa a los 60 días de rebrote



Camerún a los 60 días de rebrote