

REPÚBLICA DEL ECUADOR



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**EVALUACIÓN DE TRES DISTANCIAS Y DOS SISTEMAS DE SIEMBRA
DEL PASTO MARALFALFA (*PENNISETUM* SP) EN EL ÁREA DEL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN POSTGRADO Y CONSERVACIÓN
AMAZÓNICA.**

AUTOR:

LAURO DAVID BUESTÁN MINCHALA

DIRECTOR:

ING. HERNÁN UVIDIA M.Sc.

PASTAZA-ECUADOR

2013

ESTA TESIS FUE REVISADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE TRIBUNAL
DE GRADO:

Ing. Alexandra Torres. MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Diocles Benítez. PhD.
VOCAL DEL TRIBUNAL

Dr. Ismael Leonard. PhD.
VOCAL DEL TRIBUNAL

2013

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios, por haberme acompañado y ayudado durante cada etapa de mi vida, y sobre todo por darme la salud y poder llegar a conocer personas de alta calidad humana de la Universidad Estatal Amazónica, quienes con toda su voluntad me han colaborado en el desarrollo de este trabajo investigativo:

A mi tutor, el Ing. Hernán Uvidia M.Sc, quien me ha brindado todo su apoyo desde el inicio, hasta la culminación de este trabajo de investigación, pero sobre todo agradezco su preocupación y el tiempo dedicado, para que este trabajo se desarrolle de la mejor forma .

A la Dra. Luisa Díaz PhD, que en paz descanse, y a la Ing. Karina Carrera, M.Sc, quienes me han asistido en el diseño de este trabajo de investigación.

A directivos, profesionales y trabajadores del Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), por su apoyo incondicional durante el desarrollo del trabajo de campo.

A mis compañeros estudiantes, y demás amigos, autoridades, docentes, empleados y trabajadores de la Universidad Estatal Amazónica por ser una importante parte de mi vida como fue mi formación universitaria.

“A todos ellos que Dios los bendiga”

David

DEDICATORIA

El presente trabajo y el esfuerzo que conllevó realizar, lo dedico con mucho cariño a mis padres; Sr. Roberto Buestán y Sra. Teresa Minchala a quienes a la vez admiro y respeto por ser excelentes personas y padres, por inculcar valores y sus consejos que me han ayudado a lograr muchas cosas en la vida.

A mis hermanos, quienes me han apoyado y motivado en todo momento, de manera muy especial a mi hermana la Ing. Raquel Buestán a quien debo gran parte haber culminado satisfactoriamente mi carrera universitaria.

A todos ellos les dedico este trabajo.

David

RESPONSABILIDAD

La presente investigación y todo el contenido incluido son de justa responsabilidad del autor.

La propiedad intelectual de la investigación le corresponde al autor y a la Universidad Estatal Amazónica.

Lauro David Buestán Minchala.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	3
DEDICATORIA	4
RESPONSABILIDAD	5
CAPÍTULO I.....	11
1. INTRODUCCION	11
1.1.1. Objetivo general	14
1.1.2. Objetivos específicos	14
CAPÍTULO II	15
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. Amazonía y los retos para la producción de pastos.....	15
2.2. Ganado vacuno en la Amazonía	16
2.3. Superficie en uso ganadero.....	17
2.4. Producción Ganadera en la Amazonía	18
2.5. Sistemas de manejo existentes.....	19
2.6. Importancia de Uso Nuevas Tecnologías	19
2.7. Recursos forrajeros para la Amazonía.....	20
2.7.1. Pasto Gramalote (<i>Axonophus escoparius</i>)	20
2.7.2. Pasto Dalis (<i>Brachiaria decumbens</i>).....	22
2.7.3. Maní Forrajero (<i>Arachis pintoi</i>).....	23
2.7.4. PASTO INIAP-711 (<i>Brachiaria brizantha</i>) cv. Marandú.	24
2.8. <i>Pennisetum Purpureum</i>	25
2.9. Maralfalfa	27
2.9.2. Requerimiento Agrometereológicos	29
2.9.3. Métodos de Propagación	31
2.9.4. Establecimiento del cultivo	31
2.9.5. Rendimiento y composición de forraje	36
CAPÍTULO III.....	38
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1. Localización y Duración del Experimento	38
3.2.1. Suelo.....	39
3.3. Diseño Experimental.	39

3.4.	Mediciones Experimentales	41
3.5.	Análisis Estadístico	41
3.6.	Manejo del Experimento.	41
3.6.1.	Preparación del Terreno.	41
3.6.2.	Siembra	42
3.6.3.	Toma de mediciones	43
CAPÍTULO IV		44
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
CAPÍTULO V		54
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1.	CONCLUSIONES.....	54
5.2.	RECOMENDACIONES	55
6.	RESUMEN	56
7.	SUMMARY	57
8.	BIBLIOGRAFÍA	58
9.	ANEXOS	65

Índice de Cuadros

Cuadro 1.- Cantidad total de Bovinos existentes en la RAE	17
Cuadro 2.- Uso de suelo-pastos cultivados y naturales en la Amazonía.....	17
Cuadro 3.- Estructura productiva agropecuaria en Pastaza.....	18
Cuadro 4.- Producción de leche en la RAE durante el último decenio.....	19
Cuadro 5.- Rendimiento de Materia Seca, Proteína Cruda, Fósforo y Digestibilidad in vitro, en cuatro frecuencias de cortes de <i>Axonophus escoparius</i> , Palora 1992.....	21
Cuadro 6.- Rendimiento de materia seca (kg/ha/año), del <i>Brachiaria decumbens</i> en dos localidades de la Amazonía ecuatoriana.....	22
Cuadro 7.- Contenido de proteína cruda, fósforo y digestibilidad in vitro de la materia Seca de <i>Brachiaria decumbens</i> con cuatro frecuencias de corte. Palora 1991.	23
Cuadro 8.- Porcentaje de proteína cruda, fósforo y digestibilidad in vitro de la materia seca del <i>Arachis pinto</i> en tres localidades y cuatro frecuencias de corte....	24
Cuadro 9.- Rendimiento promedio de materia seca (kg/ha/año) del <i>Arachis pinto</i> en tres localidades de la Amazonía ecuatoriano	24
Cuadro 10.- Efecto de cuadro frecuencias de corte sobre el contenido de proteínas crudas de fósforo y digestibilidad in vitro de la materia seca del <i>Brachiaria brizantha</i> en tres localidades de la Amazonía ecuatoriana.....	25
Cuadro 11.- Efecto de la profundidad de tapado en el rendimiento.....	34
Cuadro 12.- Rendimiento y valor nutritivo de Maralfalfa.	36
Cuadro 13.- Análisis bromatológico a los 70 y 90 días de rebrote para Maralfalfa (<i>Pennisetum purpureum</i>).....	37
Cuadro 14.- Composición química del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum</i> sp.), en el cantón Paute-Azuay.	37
Cuadro 15.- Comportamiento de variables climatológicas durante el experimento. .	38
Cuadro 16.- Resultados del Análisis de Suelos.....	39
Cuadro 17.- Detalles de los tratamientos.	40
Cuadro 18.- Índices de crecimiento derivadas peso seco y área foliar	41
Cuadro 19.- Comportamiento de algunas variables fenológicas del <i>Pennisetum purpureum</i> cv Maralfalfa en condiciones de ecosistemas amazónicos.....	44
Cuadro 20.- Comportamiento de algunas variables fenológicas del <i>Pennisetum purpureum</i> cv Maralfalfa en condiciones de ecosistemas amazónicos.....	51

Índice de Figuras

Figura 1.- Uso de suelo en Pastaza.....	18
Figura 2.- Efecto de la preparación del suelo en el rendimiento del CUBA CT-115 plantado a vuelta de arado.....	33
Figura 3.- Efecto de la distancia de plantación en el rendimiento de materia seca por corte y total.....	35
Figura 4.- Dinámica de crecimiento del <i>Pennisetum purpureum</i> cv Maralfalfa en condiciones de ecosistemas amazónicos.....	50

Índice de Imágenes.

Imagen 1.- Morfología de las hojas de Maralfalfa (<i>Pennisetum purpureum</i>).....	28
Imagen 2.- Inflorescencia del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum purpureum</i>).....	29
Imagen 3.- Esquema de las espiguillas del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum purpureum</i>)	29
Imagen 4.- Arreglo ejecutado en el terreno.....	40

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCION

La Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), geográficamente se encuentra en el cinturón del fuego del globo terrestre y comprende el 2% de la gran cuenca del río Amazonas. Representa el 45,1% del territorio ecuatoriano con una superficie de 115,745 km². La diversidad y complejidad de sus ecosistemas se refleja en las características morfológicas y climatológicas. Comprenden tres zonas bien diferenciadas: cordillera, piedemonte y llanura amazónica, las dos últimas con buen potencial productivo (INIAP 2011). Sus límites están marcados por la Cordillera de los Andes en la parte occidental de esta región, mientras que Perú y Colombia el límite meridional y oriental, respectivamente. La temperatura anual promedio oscila dependiendo del piso climático entre los 15°C y 40°C. El ecosistema amazónico, en especial su bosque tropical lluvioso, contiene los hábitats vegetales y animales más ricos y complejos del mundo. La existencia de una prolífica flora y fauna junto a extraordinarias variaciones de macro y micro hábitat radica la característica más importante de esta región.

Pastaza ocupa el tercer lugar de la Región Amazónica, con 430 mil hectáreas de tierra utilizada en usos agropecuarios y afines, lo cual equivale al 28% del total de la región 3 y el 3% del total del país. Predomina la existencia de montes y bosques que ocupan el 81% de la superficie provincial, que corresponden a la selva amazónica inexplorada e inexplorada, seguida de pastos cultivados con el 15%, y apenas el 3% con cultivos permanentes.

El 28% de las fincas en la provincia pertenecen a pequeños productores. A pesar de que hay una fuerte concentración de la población en la ciudad de Puyo, sin embargo, la Población Económicamente Activa (PEA) de Pastaza se encuentra concentrada también en las zonas rurales, por lo que su principal actividad es la producción agropecuaria que capta el 37% de la PEA (Ministerio de coordinación de la productividad, empleo y competitividad 2011).

La actividad ganadera enfrenta una serie de limitaciones que impiden lograr una alta producción y productividad. Entre las más importantes destaca la baja capacidad del ecosistema para resistir a las tecnologías actualmente empleadas, donde existen varios sistemas de producción ganadera con pastoreo a campo abierto, sogueo y semiestabulado, en terrenos con escasa fertilidad, con pastos poco adaptados a las condiciones climáticas, los mismos que presentan un deterioro muy visible y progresivo con baja productividad de biomasa, lo cual trae como consecuencia una disminución significativa de la producción animal (INIAP 2011).

Por otra parte, la actividad ganadera se considera como una de las principales causantes del cambio climático (FAO 2013). En el avance de la frontera agrícola de la Amazonía, la pecuaria se considera como la actividad productiva más predatoria, porque depende de la sustitución de grandes extensiones de bosques nativos primarios, por monocultivos de gramíneas forrajeras para la formación de pasturas (FAO 2009). La intensión de este impuesto lo propició la ley de reforma agraria de 1964 donde se amenazaba a los nuevos habitantes de la Amazonía (colonizadores), con expropiar fincas que poseyeran el 75% de terreno improductivo lo que obligó a reemplazar el bosque primario por extensas áreas de pasturas. Estableciendo así pastos, principalmente *Axonophus escoparius*, Ramírez *et al.* (1996) con una baja carga animal (0,7 a 0,8 UBA.ha⁻¹).

Según el Sistema Nacional de Información (2013) en la zona centro-suroriente de la región Oriental en el 2004 hubo 950.171,79ha de montes y bosques, mientras que en el 2010 el área se redujo a 847.238,29ha. Este cambio se debe en gran parte al gran crecimiento de la frontera ganadera, la misma creció de 42.871,57ha de pastos naturales en el 2004, hasta 106.445,58ha en el 2010. La causa principal de la deforestación es la transformación de los ecosistemas naturales a usos y coberturas diferentes, debido a la actividad humana (Socio Bosque 2013).

Actualmente la producción ganadera se encuentra muy afectada. El promedio de producción de leche es de apenas 3,5 l.vaca⁻¹.d⁻¹ y la ganancia de peso vivo raramente supera 0,25 kg.día⁻¹ (Grijalva *et al* 2011), debido entre otras causas: a la baja fertilidad de los suelos que se encuentran en procesos de degradación, pastos

susceptibles a plagas y poco resistentes a la sombra, altas precipitaciones anuales, bajo nivel de fósforo, forraje compuestos generalmente por gramíneas y escasa utilización de leguminosas, pastos poco agresivos consecuentemente alta competencia de malezas, las razas de ganado son de bajo potencial productivo, prácticas inadecuadas de manejo reproductivo y sanitario del ganado y desorganización del sistema de mercadeo de la leche y carne (INIAP 2011).

La cantidad y calidad nutricional del forraje disponible, es uno de los factores más importantes que controlan el consumo animal y por lo tanto su producción se ve afectada por una presión de pastoreo constante, de allí que la carga animal.ha⁻¹.año⁻¹, depende fundamentalmente del conocimiento respecto al manejo técnico del complejo “Suelo-Planta-Animal”, lo que permite obtener el máximo beneficio técnico, productivo y económico por unidad de animal, de área y de tiempo sin afectar ninguna de estas partes del complejo (Meneses 2011).

Con el presente trabajo, enmarcado en la tercera línea de investigación de la Universidad Estatal Amazónica: “Producción de alimentos y sistemas agropecuarios” y en la sublínea de: “Zootecnia, salud y sistemas de producción animal”, se pretende contribuir a la solución de la problemática ganadera con el uso de un nuevo pasto promisorio en la Amazonía ecuatoriana, identificando el siguiente problema científico: “La capacidad de carga de los sistemas pastoriles en Pastaza es baja, por la poca diversidad de recursos forrajeros, lo que induce a la expansión de la frontera agrícola, el deterioro del entorno ambiental y la baja productividad de los sistemas pastoriles”.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Contribuir a la identificación de la capacidad productiva del pasto Maralfalfa en las condiciones edafoclimáticas de la Amazonía ecuatoriana.

1.1.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de la densidad de plantas y el método de plantación sobre la germinación del cultivar Maralfalfa en las condiciones de la Amazonía.

Determinar la influencia de la densidad de plantación y el método de siembra sobre las variables fenológicas y producción de biomasa del cultivar Maralfalfa en condiciones amazónicas.

1.2. Hipótesis.

Si se identifican recursos forrajeros de amplia producción de biomasa, es posible aumentar la capacidad de carga, reducir la expansión de la frontera agrícola y mitigar el deterioro ambiental.

CAPÍTULO II

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1. Amazonía y los retos para la producción de pastos

En la Amazonía Ecuatoriana el 82% de la superficie con uso agropecuario está dedicado a pastizales, lo cual demuestra que la ganadería es uno de los rubros de mayor importancia para la economía campesina, (INIAPE-EN 1997). Sin embargo, los niveles de producción, productividad e ingresos en estos sistemas ganaderos son bajos, por ejemplo; la producción promedio de forraje fue oscilando entre de 5 a 8 ton de ms.ha⁻¹.año⁻¹. Esta situación se relaciona entre otros a los siguientes factores, (INIAP 2011):

- Suelos pobres en nutrientes;
- Los pastos utilizados son vulnerables a las plagas y enfermedades, son poco resistentes a la sombra y tienen baja capacidad de producción de forraje.
- Pastizales en monocultivo con escasa presencia de árboles y leguminosas.
- Especies de pastos poco agresivos y de baja competencia con las malezas, lo cual ocasiona mayor gasto de mano de obra.
- Contaminación de los suelos y agua por actividad petrolera en la región norte y por la explotación de oro por el uso de cianuro y mercurio en la región sur.
- Baja capacidad de carga animal que oscila entre 0.6 a 1 UBA.ha⁻¹.año⁻¹.
- La producción de forraje baja de 5 a 8 ton.ms.ha⁻¹.año⁻¹.

Los factores identificados y la necesidad de especies forrajeras de amplia producción de biomasa, adaptadas a condiciones edafoclimáticas de la Amazonía se consideran como limitantes para implementar sistemas ganaderos sustentables en la Región Amazónica del Ecuador (RAE). En la actualidad se ocupa en la ganadería 767,306ha de pastos mejorados y 24,616ha con pastos naturalizados sobre suelos degradados, que causa graves problemas al desarrollo agropecuario de la zona; por lo que es necesario buscar alternativas sustentables para recuperar estas áreas degradadas y

evitar que se continúen tumbando bosques para el establecimiento de nuevas pasturas.

La ganadería bovina en la región amazónica ecuatoriana se maneja en base a técnicas empíricas horizontalmente sin controles ni registros del manejo ganadero, pastoreo controlado con el sogueo.

En el piedemonte amazónico se encuentra el mayor porcentaje de los hatos ganaderos. Y las mejores condiciones para el manejo del rebaño.

En la zona baja se mantiene la menor cantidad de animales en sistemas en condiciones idóneas para el bienestar animal, y se presentan peores condiciones para la implementación de producciones sostenibles, las principales causas de la baja productividad son las siguientes (INIAP 2011):

- Raza o cruces de ganado de bajo potencial productivo
- Prácticas incipientes de manejo al ganado.
- No llevan registros de producción y reproducción
- Mantienen un solo grupo del hato bovino
- No controlan a tiempo las principales enfermedades que afectan a las ganaderías de la amazonia.
- Falta de un centro de capacitación y transferencia de tecnología con los recursos económicos y personal técnico bien capacitado.

Estos problemas influyen para que la ganadería de la Amazonía no alcance un desarrollo armónico y adecuado, sistemas rentables, conveniente niveles de producción, productividad e ingresos estables.

2.2. Ganado vacuno en la Amazonía

En el cuadro 1 se observa la cantidad total de bovinos que se ha registrado a partir del año 2004 hasta el 2012, se incluyen: toros (de 2 o más años de edad), terneros (de menos de un año), vacas (de 2 o más años), toretes (de 1 año a menos de 2 años de edad), vaconas (de 1 año a menos de 2 años), Terneras (de menos de 1 año de edad) Ecuador en Cifras (2012).

Cuadro 1.- Cantidad total de Bovinos existentes en la RAE

Existencia de Bovinos en la Amazonía				
	2004	2007	2010	2012
Total bovinos.	654083	599513	661858	684051

2.3. Superficie en uso ganadero

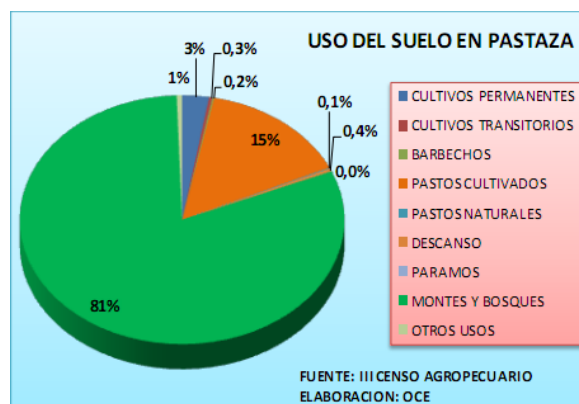
En el cuadro 2 se presenta los cambios del uso de suelo que se han desarrollado a partir del año 2004 hasta el año 2012, sobre pastos cultivados y naturales en la Región Amazónica del Ecuador (RAE) (Ecuador en cifras 2012).

Cuadro 2.- Uso de suelo-pastos cultivados y naturales en la Amazonía.

Datos de uso de suelo (Pastos Cultivados y Naturales) en hectáreas (ha).									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
P. Cultivados	845514	862459	745209	891616	860366	813132	782618	863927	876251
P. Naturales	110538	70005	138622	83253	51848	108847	121138	106842	102903

Según el Ministerio de la coordinación de la productividad, empleo y competitividad (2011) en Pastaza predominan montes y bosques, que ocupan el 81% de la superficie provincial utilizada que corresponden a la enorme porción de selva amazónica inexplorada e inexplorada, seguida de pastos cultivados con el 15%, y apenas el 3% con cultivos permanentes, como se muestra en la figura 1.

Figura 1.- Uso de suelo en Pastaza



2.4. Producción Ganadera en la Amazonía

En la provincia de Pastaza la estructura de las unidades productivas agropecuarias (UPAs) se encuentra distribuida de la siguiente manera; los pequeños finqueros ocupan el 28% de las fincas en la provincia, con un tamaño promedio de 4,3ha.UPA⁻¹, las fincas medianas comprendidas entre 20 y 100ha con un tamaño promedio de 52ha.UPA⁻¹ y las grandes explotaciones, de más de 100ha ocupan el 11% de las fincas de la provincia con un tamaño promedio de 442ha.UPA⁻¹, como se muestra en el cuadro 3 (Ministerio de la coordinación de la productividad, empleo y competitividad 2011).

Cuadro 3.- Estructura productiva agropecuaria en Pastaza.

Provincia	PEQUEÑOS PRODUCTORES		
	HAS	UPAS	HA/UPA
PASTAZA	6.350	1.469	4,3
PASTAZA (% DEL TOTAL)	1%	28%	
Provincia	MEDIANOS PRODUCTORES		
	HAS	UPAS	HA/UPA
PASTAZA	165.389	3.209	52
PASTAZA (% DEL TOTAL)	38%	61%	
Provincia	GRANDES PRODUCTORES		
	HAS	UPAS	HA/UPA
PASTAZA	258.564	584	442
PASTAZA (% DEL TOTAL)	60%	11%	
Provincia	TOTAL PRODUCTORES		
	HAS	UPAS	HA/UPA
PASTAZA	430.302	5.262	82
PASTAZA (% DEL TOTAL)	100%	100%	

Según Ecuador en cifras (2012) la producción de leche ha experimentado grandes cambios, como lo demuestran los datos en el cuadro 4, donde se registra la producción de leche en la Región Amazónica del Ecuador (RAE) a partir a partir del año 2004 hasta el año 2012, durante estos 9 años se observa el valor de 408337 litros considerado como el más bajo al año 2009, mientras que al siguiente año, 2010, la producción aumentó a 498762 litros.

Cuadro 4.- Producción de leche en la RAE durante el último decenio.

Cantidad de leche producida en la RAE									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Producción total, litros	451591	449559	483589	460800	413431	408337	498762	842415	446308

2.5. Sistemas de manejo existentes

En la región Amazónica ecuatoriana existen varios sistemas de explotación ganadera con pastoreo: a campo abierto, sogueo y semiestabulado, en terrenos poco fértiles, con pastos no adaptados a las condiciones climáticas los mismos que presentan un deterioro muy visible y progresivo con baja productividad de biomasa, disminuyendo significativamente la producción animal (INIAP 2011).

2.6. Importancia de Uso Nuevas Tecnologías

El total de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a las cadenas productivas de la ganadería ascienden a 7,1 gigatoneladas (Gt) de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) por año, lo que supone el 14,5 por ciento de todas las emisiones de GEI de origen humano. Estas emisiones de gases de efecto invernadero del sector ganadero se podrían reducir hasta en un 30 por ciento gracias a un uso más extendido de las mejores prácticas y tecnologías existentes (FAO 2013),

Las principales fuentes de emisión de GEI son: la producción y procesamiento de alimentos (45 por ciento del total), las emisiones de GEI durante la digestión de las

vacas (39%) y la descomposición del estiércol (10%). El resto se debe al procesado y el transporte de productos de origen animal.

Una adopción más amplia de las mejores prácticas y tecnologías existentes en la alimentación, sanidad y cría del ganado y de la gestión del estiércol, así como un mayor uso de las tecnologías poco utilizadas actualmente como generadores de biogás y dispositivos de ahorro de energía, podría ayudar al sector ganadero mundial a reducir su producción de gases causantes del calentamiento global hasta en un 30 por ciento, haciéndose más eficiente y reduciendo el desperdicio de energía.

Dentro de los sistemas de producción pecuaria existe un estrecho vínculo entre la eficiencia en el uso de los recursos y la intensidad de las emisiones de GEI. El potencial para lograr reducir las emisiones, radica en permitir que todos los productores pecuarios se cambien a las prácticas que ya están siendo utilizadas por los operadores más eficientes (FAO 2013).

2.7. Recursos forrajeros para la Amazonía

El INIAP (1997), recomienda como especies forrajeras promisorias para la Amazonía ecuatoriana, a las especies que se describe a continuación:

2.7.1. Pasto Gramalote (*Axonophus scoparius*)

Es una gramínea originaria de América del Sur. Es una planta perenne, de crecimiento erecto, tallos achatados, frondosos y succulentos con abundante agua, las hojas son largas, lanceoladas de 40 a 60 cm y de 20 a 30 mm de ancho; en el extremo del tallo aparece la inflorescencia en forma de panícula de 15 a 20 cm de largo.

Crece bien en zonas comprendidas entre 600 y 2200 msnm. Se adapta a suelos pobres, ácidos, con mal drenaje. Sus mejores rendimientos se obtienen en lugares donde las precipitaciones van de 1000 a 3500mm anuales. Se encuentra presente en la selva alta de las provincias del Napo, Pastaza, Moro Santiago y Zamora Chinchipe de la Región Amazónica, donde predomina en más del 90% de las áreas establecidas de pastizales.

La forma más generalizada de establecimiento es por material vegetativo (tallos o cepas), a distancia de 0,5 a 1,0 m en cuadro; los tallos deberán estar bien maduros y colocados en forma extendida en el suelo y ser cubiertos completamente y están listo para el primer pastoreo a los 10 meses después del establecimiento.

Esta gramínea se utiliza bajo el sistema de pastoreo al sogueo, donde los animales permanecen en el área asignada hasta que es consumido todo el forraje y luego son cambiados de lugar, tratando que consuman ordenadamente todo el área y volviéndolos al punto de partida después de 7 meses de descanso. La calidad nutricional se encuentra variable en función de la edad, ver cuadro 5.

Cuadro 5.- Rendimiento de Materia Seca, Proteína Cruda, Fósforo y Digestibilidad *in vitro*, en cuatro frecuencias de cortes de *Axonophus scoparius*, Palora 1992.

Variable	Frecuencia de cortes (Semana)			
	3	6	9	12
Materia seca kg/ha/año	20.892	23.304	26,534	28.632
Proteína cruda, %	18,8	9,4	9,0	6,5
Fósforo, %	0,24	0,18	0,18	0,16
Digestibilidad <i>in vitro</i> %	58.53	54,28	52.92	51,46

Fuente: Programa de Ganadería Bovina y Pastos. E.E. Napo-Payamino, (INIAP 1991)

En la zona de montaña alta del Puyo, la utilización por sogueo cada 7 meses conduce a una muy baja utilización del forraje (menos del 20% de forraje ofrecido), no obstante, bajo las condiciones del suelo hiper húmedo permanentemente saturado con agua, este sistema impide la destrucción de la estructura del suelo por el pisoteo de los animales, formando un “colchón” de material vegetal del pasto que impide el contacto de las patas de los animales con el suelo. Por la misma razón la carga animal usada es baja (0,7 a 0,8 UBA.ha⁻¹); que al aumentar la carga animal o la frecuencia de pastoreo, la pastura se destruye rápidamente y se pierde la estructura del suelo (Ramírez *et al* 1996).

2.7.2. Pasto Dalis (*Brachiaria decumbens*)

Es una gramínea perenne originaria del Este del África Tropical, muy difundida en la selva baja y alta de la Amazonía ecuatoriana. Su crecimiento es rastrero, posee estolones largos cuyos nudos enraízan al estar en contacto con el suelo, sus hojas son lanceoladas de color verde brillante de 15 a 20 cm de largo y 8 a 10 mm de ancho, los tallos pueden estar postrados o semierectos frondosos que forman una buena cobertura; la altura oscila entre 50 y 70 cm, y la inflorescencia es una panícula con tres a cinco racimos ramificados.

Se comporta muy bien en zonas localizadas desde el nivel del mar hasta los 1 000msnm con temperaturas de 20 a 25°C y precipitación de 1000 a 4000mm, persiste en suelos rojos, ácidos y de baja fertilidad, resiste la sequía no muy prolongada y la quema. Se lo encuentra distribuido en las Provincias de Napo y Sucumbíos, zonas que van de los 250 a 300msnm y en Pastaza y Morona Santiago hasta los 900msnm. En época lluviosa se recomienda pastorear a los 35-45 días, en período de mínima precipitación cada 50 o 60 días en un sistema de pastoreo rotacional, se espera que la pradera soporte de 0,8 a 1,8 UBA.ha⁻¹.año⁻¹. La materia seca se presenta variable de acuerdo al lugar y edad (ver cuadro 6)

Cuadro 6.- Rendimiento de materia seca (kg/ha/año), del *Brachiaria decumbens* en dos localidades de la Amazonía ecuatoriana.

Localidades	Período de lluvia	Frecuencia de corte (Semanas)			
		3	6	9	12
Payamino / 84	máxima	15.640	25.347	26.750	33.658
	mínima	10.858	9.761	22.133	16.460
Payamino / 85	máxima	13.642	21.924	20.590	24.312
	mínima	14.146	16.347	13.183	20.434
Palora / 91	máxima	10.423	12.354	9.466	16.228
	mínima	32.956	16.347	17.440	19.204
Promedio	máxima	13.235	19.875	18.935	24.733
	mínima	19.320	14.152	17.585	18.699

Fuente: Programa de Ganadería Bovina y Pastos E.E. Napo-Payamino, (INIAP 1991)

En estado de prefloración, esta gramínea tiene buena aceptación por los bovinos. Preferentemente es pastoreado por el ganado lechero de la zona, su valor nutritivo disminuye a medida que aumenta la edad (Ver cuadro 7).

Cuadro 7.- Contenido de proteína cruda, fósforo y digestibilidad in vitro de la materia Seca de *Brachiaria decumbens* con cuatro frecuencias de corte. Palora 1991.

variable	Frecuencia de corte (Semanas)			
	3	6	9	12
Proteína Cruda %	12,35	12,70	10,62	9,32
Fósforo, %	0,22	0,20	0,18	0,15
Digestibilidad <i>in vitro</i>	50,63	48,11	44,46	38,50

Fuente: Programa de ganadería Bovina y Pastos. E.E. Napo-Payamino, INIAP 1991

2.7.3. Maní Forrajero (*Arachis pintoi*)

Leguminosa originaria de Brasil, es perenne, rastrera, forma rápidamente cobertura en el suelo, tallos glabros cilíndricos, de color que varía de parda a verde, en el tallo se forman muchos estolones que emiten raíces y dan lugar a la formación de nuevas plantas, tiene raíz pivotante y en las que se forman una gran cantidad de nódulos nitrificantes de cepas nativas de la zona. Las hojas si color verde intenso, cada pecíolo cuenta con cuatro folíolos de forma ovoide, sin pubescencia, presenta flores axilares de color amarillo papilionadas, que salen de los nudos de las plantas. El fruto una vaina parecida al maní, con una o dos semillas por vaina de color blanco, rozado o marrón, normalmente la producción de semilla es subterránea.

Este pasto se adapta al clima tropical muy húmedo con precipitaciones superiores a 2000mm anuales y con temperaturas que oscilan entre 22 a 25°C, persiste muy bien en suelos ácidos y de baja fertilidad. Se recupera rápidamente después del corte o pastoreo, necesita la sombra provista por la gramínea para desarrollarse adecuadamente. La calidad cambia de acuerdo a la edad, al lugar de establecimiento y fertilidad del suelo (Ver cuadros 8 y 9).

Cuadro 8.- Porcentaje de proteína cruda, fósforo y digestibilidad in vitro de la materia seca del *Arachis pinto* en tres localidades y cuatro frecuencias de corte.

Variables	Localidad	Frecuencia de corte (semanas)			
		3	6	9	12
Proteína cruda, %	Archidona	21,99	20,69	20,18	19,68
	Misahuallí	18,95	18,67	19,36	19,01
	Palora	19,55	21,27	18,79	19,23
	Promedio	20,16	20,21	19,44	19,31
Fósforo, %	Archidona	0,22	0,19	0,15	0,20
	Misahuallí	0,35	0,31	0,28	0,31
	Palora	0,26	0,26	0,21	0,21
	Promedio	0,28	0,25	0,21	0,24
Digestibilidad in vitro, %	Archidona	60,88	61,50	63,36	57,72
	Misahuallí	47,86	60,40	58,98	61,56
	Palora	49,20	46,84	55,44	58,47
	Promedio	52,65	56,25	59,26	59,25

Fuente: Programa de Producción Animal. E.E. Napo-Payamino, INIAP 1991

Cuadro 9.- Rendimiento promedio de materia seca (kg.ha⁻¹.año⁻¹) del *Arachis pinto* en tres localidades de la Amazonía ecuatoriano

Localidades	Períodos	frecuencia de corte(semanas)				Promedio
		3	6	9	12	
Misahuallí	mínima	14,633	12,659	12,835	8,957	12,271
	máxima	10,337	8,778	7,940	8,338	8,848
Archidona	mínima	10,788	3,732	3,996	2,348	5,216
	máxima	6,212	3,184	2,778	2,657	3,708
Palora	mínima	7,534	6,551	4,159	4,089	5,583
	máxima	9,205	5,559	5,991	2,632	5,847

Fuente: Programa Ganadería Bovina y Pasto. E.E. Napo-Payamino, INIAP 1991

2.7.4. PASTO INIAP-711 (*Brachiaria brizantha*) cv. Marandú.

Brachiaria brizantha es una gramínea perenne originaria de África tropical, de reciente introducción a la Amazonía ecuatoriana. De crecimiento erecto y suberecto, produce buena cantidad de raíces profundas de color blanco amarillento y de consistencia blanda. Los nudos de los tallos son prominentes, glabros y poco radicantes cuando están en contacto con el suelo. Las hojas son glabras o pilosas, linear lanceoladas de 15 a 40 cm de longitud y de 6 a 15 mm de ancho. Su altura va de 1 a 1,5 m. presenta rizomas cortos de 30 a 40 mm de largo, cubiertos de escamas

de color amarillo brillante. La inflorescencia está formada de 3 a 4 racimos de 5 a 10cm de largo.

Se adapta bien desde los 250 a 1200msnm, temperaturas de 18 a 25°C y precipitaciones de 800 a 4000mm al año. Se desarrolla bien en diferentes tipos de suelos, particularmente en suelos ácidos, de baja fertilidad y con buen drenaje; además, tolera sequías no prolongadas. Al momento se la considera como una de las mejores gramíneas de pastoreo sola o asociada, en condiciones de buena humedad. La calidad nutricional se presenta en el cuadro 10 donde se observan variaciones de acuerdo a la edad y lugar de establecimiento.

Cuadro 10.- Efecto de cuatro frecuencias de corte sobre el contenido de proteínas crudas de fósforo y digestibilidad in vitro de la materia seca del *Brachiaria brizantha* en tres localidades de la Amazonía ecuatoriana.

VARIABLES	LOCALIDAD	FRECUENCIA DE CORTE (SEMANAL)			
		3	6	9	12
Proteína cruda, %	Archidona	13,31	12,35	12,71	9,69
	Misahuallí	11,01	7,78	7,40	7,35
	Palora	13,61	12,94	9,89	9,68
	Promedio	12,64	11,02	10,09	8,91
Fósforo %	Archidona	0,18	0,17	0,17	0,14
	Misahuallí	0,33	0,25	0,21	0,19
	Palora	0,24	0,22	0,17	0,18
	Promedio	0,25	0,21	0,18	0,17
Digestibilidad <i>in vitro</i> %	Archidona	54,14	47,54	45,93	47,26
	Misahuallí	49,07	49,15	41,47	43,30
	Palora	46,10	43,96	44,93	44,02
	Promedio	49,77	46,88	44,11	44,86

Fuente: Programa de Ganadería Bovina y Pastos. E.E. Napo-Payamino, INIAP 1991

2.8. *Pennisetum Purpureum*.

La década de 1950-1960 fue una de las de mayor actividad en el campo de la sistemática de las gramíneas, fundamentalmente, porque brindó evidencias acerca de la filogenia de este grupo de plantas, así como de aspectos de anatomía, entomología, citología, histología, bioquímica y fisiología (Gold 1968).

Si se toman en cuenta los criterios de Gold (1968) y Anon (1997) la taxonomía de esta especie es como sigue:

Reino:	Planta
Tipo:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Paniceae
Género:	Pennisetum
Especie:	<i>Pennisetum purpureum</i>

Además, para poder informar lo mejor posible, acerca de los elementos más necesarios para llegar a la especie se consultó un conjunto de información procedente de especialistas de reconocido prestigio (Hitchcock 1936, León 1946, Luces 1963, Gold 1968, Henty 1969, Tothill y Hacker 1973, Ayala 1988, Daher 1993 y Martínez et al 1996) de diferentes áreas geográficas como América, África y Australia.

Es un género de plantas anuales o perennes, con hojas comúnmente planas y panículas densamente espiciformes. Espículas en grupos de 2 o 3 o solitarias, con un involucre de cerdas unidas sólo en la misma base y cayendo junto con la espícula; primera gluma más corta que la espícula, a veces diminuta o ausente; la segunda gluma igual a la lemna estéril o más corta; lemna fértil lampiña, el margen delgado encerrando la pálea.

Según Herrera (1990) posee hojas anchas y largas que alcanzan un valor de 3.5 y 105 cm, respectivamente y su grueso es de 0.21 cm. Su color varía desde el verde claro (joven) al verde oscuro (maduro). Tiene vellosidades suaves y no muy largas que pueden alcanzar hasta 122 pelos por campo de observación. El ángulo de inserción

de la hoja con el tallo, medido en la cuarta hoja completamente abierta a partir del ápice es de 20,5 grados.

En cada planta se pueden encontrar 13 hojas completamente abiertas y a partir de los 60 días de rebrote comienza la aparición de hojas cloróticas o marchitas (2,4 hojas por planta) en las secciones más próximas al nivel del suelo.

Puede alcanzar hasta 4m de altura, pero en condiciones normales de explotación llega a 190cm. Su crecimiento diario es de 1,07 cm. El tallo tiene un diámetro de 1,2 cm y su color varía por las condiciones antes señaladas. Es flexible en estadio joven y rígido cuando alcanza su madurez. La distancia entre nudos es de 17,2 cm y tiene 10 nudos a lo largo del tallo.

Las yemas son grandes, sobresalen del entrenudo donde se insertan, sobre todo las de las secciones inferiores del tallo; hacia la parte apical del tallo el número relativo de yemas aumenta por la menor longitud de los entrenudos. Las yemas están protegidas por la vaina que alcanza hasta 20,7 cm de longitud y se envuelve 57% alrededor del tallo. Sin embargo, esta envoltura disminuye hacia la base del tallo e incluso puede no estar presente a medida que la edad de la planta aumenta.

2.9.Maralfalfa

2.9.1. Descripción Botánica

Según Correa *et al.* (2004) las raíces del cultivar Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*) son fibrosas y 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 (imagen 1a). La lígula, que corresponde al punto de encuentro de la vaina con el limbo, se presenta en corona de pelos (imagen 1b). 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 (Häfliger & Scholz 1980). La presencia de pelos en el borde de las hojas, es otro elemento fundamental en la descripción de esta especie (imagen 1c).

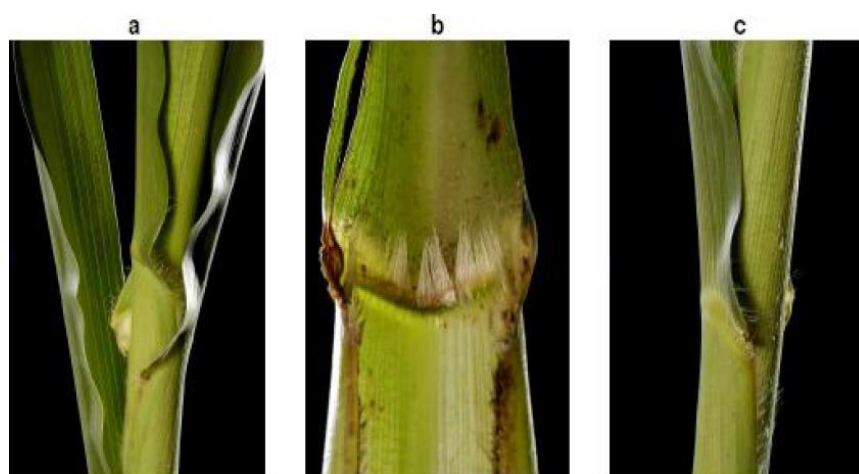


Imagen 1.- Morfología de las hojas de Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*)

Los órganos reproductivos consisten en espiguillas típicas del género *Pennisetum*, presenta seis brácteas: dos glumas, dos lemas y dos paleas (imagen 3). Algunas claves para su clasificación a partir de las estructuras que se pudieran hallar, son las siguientes: las flores bajas pueden ser 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, glabra, con márgenes redondeados o planas, sin aristas; la palea de la flores superiores están presentes. Poseen tres estambres y las anteras son oscuras o grises (imagen 2) (Dawson y Hatch, 2002)



Imagen 2.- Inflorescencia del pasto Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*).

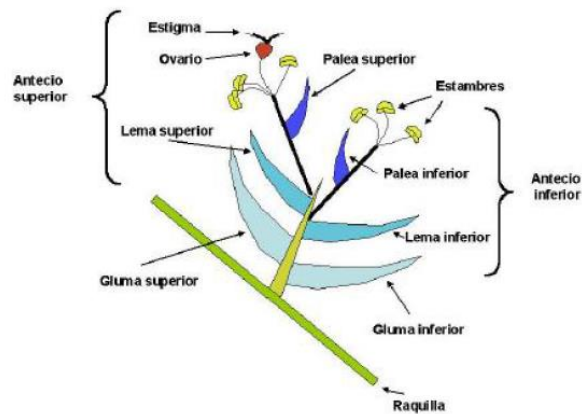


Imagen 3.- Esquema de las espiguillas del pasto Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*)

2.9.2. Requerimiento Agrometeorológicos

2.9.2.1. Clima.- Benítez (1980), señala que este tipo de pastos como el *Pennisetum purpureum* son propios de climas tropicales y subtropicales. Para Porras y Castellanos (2006), Maralfalfa (*Pennisetum* sp) se adapta muy bien a zonas de bosque húmedo pre Montano.

2.9.2.2. Altitud.- Benítez (1980), recomienda que *Pennisetum purpureum* se cultive hasta los 2400m.s.n.m. Según Maralfalfa (2008), esta gramínea crece bien desde el nivel del mar hasta los 2700-3000 metros. En alturas superiores a los 2200 metros su desarrollo es más lento y la producción es inferior. Existe una particularidad de la

superficie de las hojas, que es lisa a partir de los 900msnm y por debajo de esta altura desarrolla pubescencia.

2.9.2.3. **Temperatura.**- Debido al rango de adaptación climática bastante amplia, la temperatura a la que se desarrolla es variada. Según el INIAP (1999), las temperaturas deben ser superiores a 10°C para *Pennisetum purpureum*. Bernal (1984), las temperaturas de adaptación oscilan entre 18 a 30°C, siendo la más adecuada en alrededor de 24°C.

2.9.2.4. **Requerimientos Hídricos.**- Benítez (1980), menciona que *Pennisetum purpureum* prospera con precipitaciones mínimas de 700 a 800mm bien distribuidos durante el año. Maralfalfa (2008), señala que tiene buena resistencia a la humedad pero no resiste el encharcamiento.

La ventaja del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) está principalmente en su capacidad de mantener su producción en épocas de déficit hídrico, esta particularidad se puede atribuir a que es una planta tropical y posee características propias de un *Pennisetum* como el King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) o el pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), lo cual significa que los productores pueden recurrir a la producción de este pasto para evitar su desabastecimiento en la época seca (Heredia 2007).

2.9.2.5. **Suelos.**- *Pennisetum purpureum* en el Ecuador está adaptado a suelos francos y franco-arcillosos con un pH de 5,6 – 7 (INIAP 1999). Maralfalfa se comporta bien en suelos con fertilidad media o alta y de pH bajos. Su mejor desarrollo se obtiene en suelos con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje (Maralfalfa 2008).

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. En condiciones de suelos degradados, el pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) puede incrementar su desarrollo radical y foliar (Ramírez *et al* 2006).

2.9.3. Métodos de Propagación

Para Benítez (1980), *Pennisetum purpureum* puede propagarse con semilla o material vegetativo. Según Bernal (1984), esta especie no se propaga por vía sexual; aunque se ha encontrado semilla viable en un porcentaje del 10%. Se acostumbra propagarla vegetativamente.

El hombre a más de los métodos naturales para propagar vegetativamente las gramíneas utiliza otros como: la estaca, caña y corona. El método por cañas comprende el tallo entero, despuntada desprovisto de hojas de la gramínea; se tira la caña al fondo del surco y se tapa con tierra. En la parte aérea de cada nudo emitirá nuevas plantas y en la interna, raíces (Flores 2008).

Para Ramos *et al.* (1979), en el pasto King Grass (*Pennisetum purpureum* X *Pennisetum typhoides*) es aconsejable utilizar material vegetativo de la parte central del tallo, obteniendo mejores resultados en cuanto a calidad y germinación.

2.9.4. Establecimiento del cultivo

Según Padilla *et al.* (2006) la siembra y establecimiento de los pastos de gramíneas constituye una tarea de primer orden en la mejora de las praderas tropicales. Así la vida útil y productiva de un pasto comienza con la siembra o plantación. Si esta se realiza con calidad, se garantizan poblaciones adecuadas, que permiten disminuir el tiempo de establecimiento y perdurabilidad del pastizal. Por el contrario, si la siembra es deficiente, en muchas ocasiones el pasto no llega a establecerse y de hacerlo necesita de un tiempo muy prolongado que conspira con un adecuado uso de la tierra. Lo anterior, por lo general, va acompañado de una corta vida útil, lo que incuestionablemente conspira con la rentabilidad de los sistemas ganaderos.

Los riesgos que pueden ocurrir de las fallas para lograr una buena siembra o renovación de pastizales pueden ser reducidos si se tienen en cuenta los principios siguientes:

- Hacer una correcta selección del área a sembrar de acuerdo al programa de regionalización de pastos.

- Disponer de suficiente semilla con la calidad requerida de las especies recomendadas para la región.
- Efectuar una correcta preparación de suelo para la siembra y seleccionar la especie adecuada.
- Usar los métodos de siembra o plantación adecuados teniendo en cuenta los requerimientos de las especies, que garanticen un determinado grado de protección de las semillas de acuerdo con las necesidades del lugar y la especie a sembrar.
- Realizar la siembra o plantación en la época correcta de manera de garantizar lluvias moderadas durante el período de establecimiento.
- Garantizar la densidad de siembra, o plantación que propicien las poblaciones óptimas que requieren los pastos para su establecimiento.
- Propiciar una correcta profundidad de siembra o plantación que favorezcan una buena emergencia de la semilla y sobrevivencia de las plántulas.
- Garantizar un buen manejo durante el establecimiento y diferir el pastoreo o cosecha hasta que las plántulas se encuentren bien establecidas, proteger las áreas sembradas de los animales y las malezas.
- Reponer los nutrientes que son extraídos por los animales en el proceso productivo.

Estos principios estratégicos no siempre se cumplen, lo que provoca fallas y pérdida de los pastizales durante el establecimiento. También la falta de recursos puede limitar un desarrollo más favorable en la recuperación de los pastizales a través de las siembras de nuevas especies mejoradas.

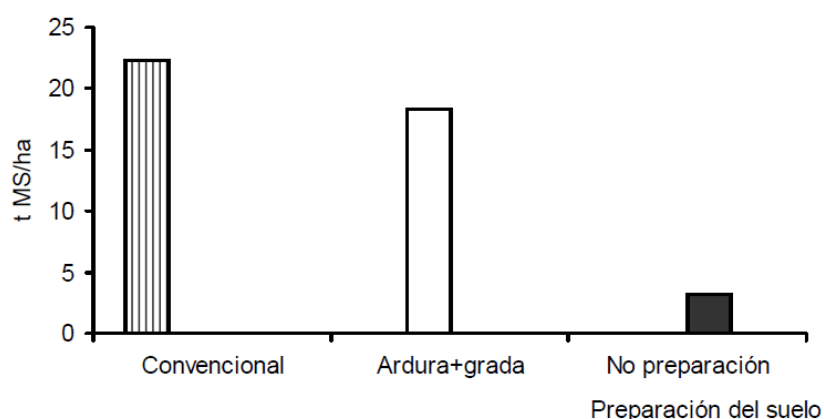
2.9.4.1. Selección del suelo y preparación

Ayala (1990) y Martínez (2001) afirman que en un criterio generalizado, el género *Pennisetum* exige de suelos profundos, bien drenados y de fertilidad media a alta para lograr la mejor respuesta biológica de la planta. No obstante, este puede crecer en suelos pedregosos y en una gama amplia de ellos, siempre que se le repongan los

nutrientes y el drenaje superficial e interno sean buenos. Existe el criterio arraigado que esta especie requiere la preparación convencional del suelo antes de plantar, que incluye el surcador y tapado con cultivador que implica realizar 6 labores al suelo durante el proceso de establecimiento

Cuando se comparó el método tradicional de siembra con el de mínima y sin labranza, Padilla et al. (2004) señalaron que se alcanzaron buenos resultados cuando el *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115 se plantó a vuelta de arado en el mes de junio, previo al pase de grada media (figura 2). Sin embargo, no resultó beneficioso plantar sin preparar el suelo ya que se obtuvo el menor rendimiento y el mayor costo de la tonelada de MS.

Figura 2.- Efecto de la preparación del suelo en el rendimiento del CUBA CT-115 plantado a vuelta de arado.



2.9.4.2. Profundidad de Plantación

Ayala (1990) en condiciones cubanas demostró que los mayores rendimientos de forraje para el primer corte y total se obtuvieron cuando la profundidad de tapado fue de 5 a 10 cm y estas diferencias desaparecieron para el segundo corte (cuadro 11). Esto último puede ser importante para decidir que 10 cm es una buena profundidad de plantación para esta especie, ya que garantiza la germinación de yemas más vigorosas y mejor enraizamiento, lo que propicia mayor persistencia de la planta y, por ende, mayor vida útil del pastizal.

Cuadro 11.- Efecto de la profundidad de tapado en el rendimiento

Profundidad, cm	Rendimiento, t MS/ha		
	Corte 1	Corte 2	Total
5	5.6 ^a	6.4	12.0 ^a
10	6.5 ^a	7.0	13.5 ^a
15	3.2 ^b	4.8	8.0 ^b
EE ±	0.5*	0.5	1.0*

Los resultados encontrados indicaron que la mejor profundidad de plantación de la hierba elefante fue de 10 cm, ya que se logró mayor germinación, altura y población y, como consecuencia, mayor producción de biomasa en la fase de establecimiento. Esta profundidad de plantación se puede lograr cuando los tallos se depositan en el fondo del surco de 20 cm de profundidad y se cubrieron con una capa de suelo de 10 cm mediante métodos manuales o mecanizados. En suelos pesados, debe tenerse cuidado de no enterrar demasiado los tallos, pues puede afectarse la germinación.

2.9.4.3. Densidad y distancia de plantación

Uno de los factores que más encarece el establecimiento de las especies que se reproducen por semilla vegetativa, es el gran volumen de semillas que se debe cortar, recoger y transportar, así como el esparcimiento en el campo. Por lo tanto, cualquier reducción en las dosis de plantación constituye un ahorro de recursos humanos y materiales (Herrera *et al* 2006).

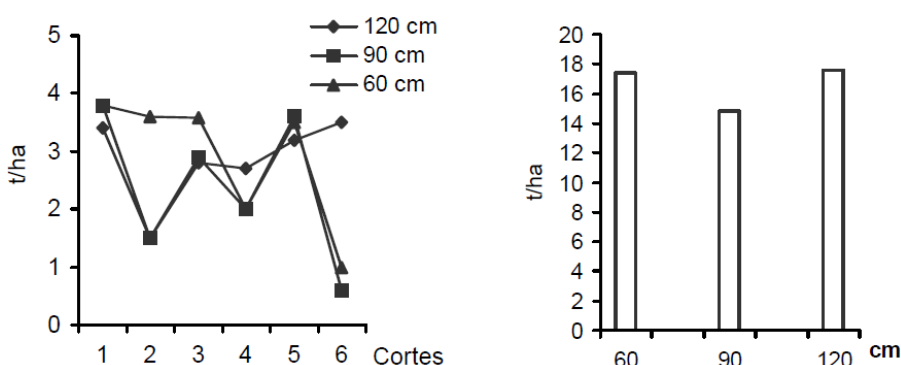
En una investigación realizada en la provincia de Azuay; la producción y el manejo del pasto Maralfalfa fue superior con 23,66kg.m⁻² de carga forrajera (materia verde) por cada metro cuadrado, sembrada a 0,50cm x 0,50cm (Cunuhay y Choloquina 2011)

En Colombia se trabaja con distancias de 0,25cm, con el objetivo de lograr el mayor número de nudos brotados (Tierra pastos y ganado 2012).

Los trabajos realizados por Padilla *et al.* (2005) así lo indican, pues el costo de la semilla y la mano de obra representaron el 48 y 22%, respectivamente de los gastos totales cuando *Pennisetum purpureum* se plantó por el método tradicional de preparación convencional del suelo. Si se emplea labranza mínima (aradura más grada) y se planta a vuelta de arado, los gastos de semilla se pueden elevar a 53% y los de mano de obra 22% debido a que se reducen los gastos de maquinaria y combustible aunque se mantienen los de mano de obra y semilla.

No se han realizado trabajos específicos para determinar la densidad óptima de plantación en hierba elefante. En Cuba se acepta que con dosis entre 4 y 6 t.ha⁻¹ se logran buenos establecimientos y este concepto más bien se utiliza para calcular el área que se necesita como banco de semilla, de acuerdo con el plan de plantación que tiene el productor primario. Por ello, los estudios se han encaminado a investigar la distancia de plantación y se asume una buena distribución de los tallos en los surcos. En los estudios realizados con la distancia de plantación no existe absoluta coincidencia, no obstante, prevalece el criterio de que no existen diferencias para la población y el rendimiento (Ayala 1990) con distancias de 60, 90 y 120 cm (figura 3).

Figura 3.- Efecto de la distancia de plantación en el rendimiento de materia seca por corte y total.



Así, al considerar la correcta distancia de plantación en *Pennisetum purpureum* se debe tener en cuenta la disponibilidad de implementos y de las características que se

disponga, no sólo para el momento de plantación, sino también para las labores de cultivo y corte de esta especie. Por otra parte, no se pueden olvidar los gastos de semilla entre la plantación que se realiza a 60 ó 120 cm, pues se gasta el doble de semilla en el primer caso y, por ende, más necesidad de fuerza de trabajo y de maquinaria.

Lo anterior evidencia que esta especie debe ser plantada entre 100 y 120 cm entre surcos, siempre que se garantice la abundante y distribuida germinación a todo lo largo de los surcos, pues con esto, el ahijamiento que produce esta planta asegura las poblaciones necesarias para obtener altos rendimientos, además de facilitar las labores de cultivo.

2.9.5. Rendimiento y composición de forraje

www.pastomaralfalfa.wordpress.com afirma en el cuadro 12 que en Colombia y México obtienen excelentes resultados:

Cuadro 12.- Rendimiento y valor nutritivo de Maralfalfa.

Trat.	Especie	Madurez (Días)	Rendimiento (ton/ha/año)	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	Proteína ton/ha/año
1	Maíz silo	100	60-80	35	8.75	2.14
2	Sorgo forrajero	100	85	32	7.88	2.14
3	Avena forrajera	90	40	31.7	9.2	1.17
4	Alfalfa	45	50	27.2	19.3	2.62
5	Rye Grass	45	57	33	11	2.07
6	Maralfalfa (México)	120	300	21.08	13-16	9.17
7	Maralfalfa Colombia	90	900	20	16-21	33.30

En el Ecuador país se registran investigaciones en *Pennisetum purpureum* cv. Maralfalfa donde reportan ciertos indicadores:

En la provincia de Chimborazo, Alzamora (2011) obtiene una producción promedio de forraje verde a los 75 días de edad de 64,68tn FV.ha⁻¹. Mientras que Andrade (2009) alcanza una producción de 127335 kg.ha⁻¹ del mejor de sus tratamientos. Presenta los resultados de los análisis bromatológicos (cuadro 13) más representativos de Maralfalfa.

Cuadro 13.- Análisis bromatológico a los 70 y 90 días de rebrote para Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*).

Componente	Días	
	70	90
Humedad	82,60%	77,22%
Materia Seca	17,40%	22,78%
Proteína Cruda	15,68%	11,92%
Extracto Etéreo	1,66%	1,51%
Fibra Cruda	42,18%	44,03%
Cenizas	11,30%	10,89%
Materia Orgáni.	88,70%	89,11%
FDN	52,29%	53,78%
FDA	32,14%	35,09%
LNA	7,14%	7,87%

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, 2009.

Guamanquishpe (2012) en la provincia de Tungurahua encuentra 12,890 kg.ha⁻¹ de materia verde en la interacción de factores; Tallos de Maralfalfa + Abono de bovino un rendimiento promedio 10tn.ha⁻¹.

En el cantón Paute, provincia de Azuay, Cunuhay y Choloquina (2011) encuentran 23,66kg.m⁻¹ de carga forrajera (materia verde) y su composición química se muestra en el cuadro 14.

Cuadro 14.- Composición química del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.), en el cantón Paute-Azuay.

HUMEDAD	CENIZAS	E.E	PROTEÍNA	FIBRA	E.L.N
82,88%	12,58%	2,54%	13,50%	30,40%	40,99%

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad del INIAP, Santa Catalina, Quito-Ecuador, 2011.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y Duración del Experimento

La investigación se desarrolló en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica, ubicado en el km. 44 vía Puyo - Tena, Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, provincia de Napo. Geográficamente se encuentra con las siguientes coordenadas: 01 ° 14' 4,105 ' ' Latitud Sur y 77 ° 53 ' 4,27 ' ' Longitud Oeste, a una altura de 584 msnm.

El estudio tuvo una duración de 5 meses, a partir de la preparación del terreno el 07 de diciembre de 2012 hasta la cosecha el 01 de mayo de 2013.

3.2. Condiciones Agrometeorológicas.

El clima del territorio se clasifica como tropical húmedo (Holdridge 1979), con precipitaciones que oscilan desde 4000 a 5000 mm.año⁻¹. La temperatura promedio es 24°C a alturas que van de 443 a 1137msnm.

En el cuadro 15 se presenta el comportamiento mensual de las variables del clima durante el período del tiempo que se condujo el estudio. Estos datos fueron registrados mediante una estación meteorológica inalámbrica; modelo: WH-1081PC, con batería recargable mediante panel solar, frecuencia de 433MHz, con un alcance de 100m. La misma que fue instalada al inicio del experimento (Anexo 4)

Cuadro 15.- Comportamiento de variables climatológicas durante el experimento.

Variables	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Precipitación, mm	418	400	395	415
Temperatura, °C	21,2	22,4	23,1	21,2
Humedad, %	95	90	85	75
Velocidad del Viento, m.s ⁻¹	0.1	0.2	0.2	0.3

Fuente: Subestación meteorológica del CIPCA-UEA.

3.2.1. Suelo

El suelo se clasificó como Inseptisol subtipo Flavaquentic Eutrudepts. Se realizó una calicata de 1m de profundidad para determinar los horizontes, donde el horizonte “A” tuvo un espesor de 15cm, a continuación se diferenciaba claramente 2 coloraciones diferentes cada 30cm cada vez más amarillentas. Para determinar la composición química del suelo se envió una muestra de suelo para análisis, los resultados se observan en cuadro 16:

Cuadro 16.- Resultados del Análisis de Suelos

ANALISIS	Valor
pH extracto suelo:agua 1:2,5	5,50
C.E. extracto suelo:agua 1:2,5(us/cm)	51,6
Textura	Franco Arcilloso
Arena, %	44
Limo, %	26
Arcilla, %	30
M.O, %	26,8
N – TOTAL, %	1,3
P, ppm	2,5
K, meq/100 g	0,6
Ca, meq/100 g	7,0
Mg, meq/100 g	6,3
Cu, ppm	6,4
Fe, ppm	94,0
Mn, ppm	3,7
Zn, ppm	1,8
Ca/Mg, meq/100 g	1,1
Mg/K, meq/100 g	10,0
Ca+Mg/K, meq/100 g	21,3

Fuente: Laboratorio Universidad Técnica de Ambato.

3.3. Diseño Experimental.

Se utilizó un arreglo factorial (2x3) en Bloques al Azar con tres repeticiones, para evaluar el efecto del sistema de siembra con dos niveles: una y dos estacas y la

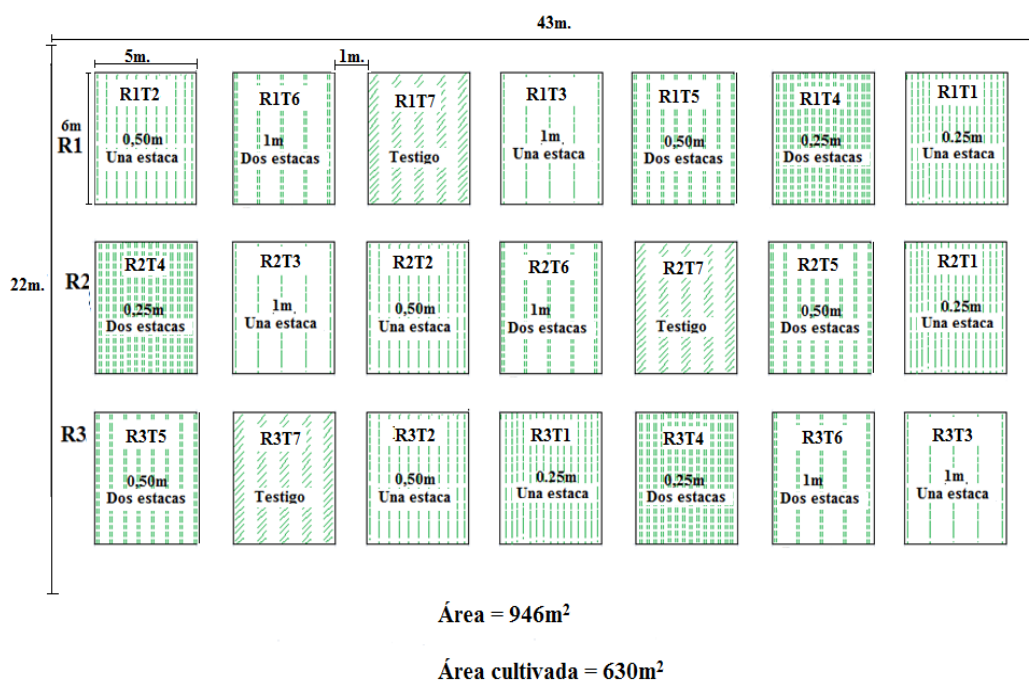
distancia de siembra con tres niveles: 0.25m, 0.50m y 1m de distancia entre surco. En la cuadro 17 se muestra los detalles de los tratamientos aplicados.

Cuadro 17.- Detalles de los tratamientos.

Tratamientos	Sistema de Siembra	Distancia de siembra
T1	Una estaca (tendida)	0,25 m
T2	Una estaca (tendida)	0,50 m
T3	Una estaca (tendida)	1 m
T4	Dos estacas (tendida)	0,25 m
T5	Dos estacas (tendida)	0,50 m
T6	Dos estacas (tendida)	1 m
T7 Testigo	Testigo (Semi-vertical 45°)	1m

En la imagen 4, se presenta un esquema de la disposición de los bloques y las unidades experimentales en el campo.

Imagen 4.- Arreglo ejecutado en el terreno.



3.4. Mediciones Experimentales

Las medidas observadas fueron: porcentaje de germinación, altura de planta (cm), número de tallos por planta, número de hojas por tallo, ancho de hoja, largo de hoja, diámetro de macolla (cm), área foliar (cm), diámetro tallo, composición química, producción forrajera (MS).

3.5. Análisis Estadístico

Los datos se analizaron según ANOVA, se utilizó el sistema “Statistica versión 8,1” (Statsoft 2005). Para comprobar la normalidad de los datos se utilizó la prueba Kolmogorov Emirnov y la prueba Newman–Keuls para determinar diferencias entre las medias

Para el análisis estadístico del crecimiento, se realizó algunos procedimientos para la estimación de sus principales índices en el análisis de población o comunidades de plantas según el método utilizado (clásico, funcional) (Herrera *et al* 2006)b, se muestra en el cuadro 18.

Cuadro 18.- Índices de crecimiento derivadas peso seco y área foliar

Índices	Métodos de estimación clásico	Valor instantáneo
Índice de área foliar (IAF)	$IAF=(A2+A1)/2x(1/S)$	A/S

A = área foliar y S = unidad de superficie de terreno

3.6. Manejo del Experimento.

3.6.1. Preparación del Terreno.

Se inició con la selección del terreno; topografía regular, libre de excesiva sombra y encharcamiento. Fue necesario un muestreo de suelo para el análisis químico del mismo. Anteriormente se trataba de un bosque secundario donde todavía se podía visualizar troncos, se procedió a destroncar (manualmente) y limpiar de malezas existentes, dejando completamente limpio el terreno.

Se cercó el área total de la parcela con alambre de púa, se realizó la separación de unidades experimentales con sus respectivos caminos de 1m de ancho.

Se realizó el sorteo de unidades experimentales según el diseño de bloques completos al azar.

La remoción de suelo se efectuó manualmente utilizando azadones en vista de no ser posible el uso de mecanización, seguido de la aplicación de enmienda previa al análisis de suelo, posteriormente rastrillado, nivelación y surcada a una profundidad comprendida entre 3 y 5 cm de acuerdo a las distancias anteriormente ya señaladas (0.25m, 0.50m y 1m)

Al finalizar la preparación, la parcela tuvo las siguientes características: largo de 22 m y un ancho de 43 m, el área total es de 946m^2 . Donde cada unidad experimental tiene una forma rectangular de 5m de ancho y 6m de largo con un área de 30m^2 , separados por caminos de 1m de ancho tanto las unidades experimentales entre sí como los bloques, (ver imagen 4).

3.6.2. Siembra

El corte y transporte de material de propagación tuvo lugar un día anterior a la siembra, desde el cantón Mera-Pastaza de la propiedad del Sr. Arturo Silva, de una pradera establecida hace aproximadamente 3 años. Las estacas fueron seleccionadas y cortadas de la parte media de la caña (tallo) de Maralfalfa con 3 nudos, con un largo entre 0.30 a 0.50m y peso entre 40 y 70 gr.

La plantación o siembra de las estacas seleccionadas se efectuó depositando respectivamente en los surcos de las parcelas según el número de estacas, distancias correspondientes en base al sorteo anteriormente desarrollado. Se realizó una desinfección del material vegetativo utilizando Vitavax a razón de 10g.l^{-1} de agua a través de una bomba de fumigar, para evitar el ataque de posibles plagas o enfermedades.

Se hizo un conteo de número de estacas en cada unidad experimental con su correspondiente peso e identificación mediante tarjetas individuales para cada unidad experimental.

3.6.3. Toma de mediciones

La altura y número de hojas por tallo se midió a partir de la segunda semana hasta el final del experimento, con una frecuencia de medición de cada semana (7 días). El porcentaje de prendimiento fue medido a los 40 días de edad. Posteriormente a la quinta semana se consideró el número de tallos por macollo, diámetro de macollo y diámetro de cobertura aérea, largo y ancho de hojas (parte media) y diámetro de tallo (cuarto entre nudo) con una frecuencia de una semana. Las mediciones se realizaron utilizando un flexómetro.

El rendimiento se midió a los 120 días de edad (4 meses), mediante el corte de 1m² de cada unidad experimental (21), donde se efectuó el pesaje total, la relación hoja-tallo y material muerto, mediante una balanza digital. Para analizar la composición química se envió una muestra representativa (1Kg) de pasto verde de planta completa de cada tratamiento, al laboratorio de Nutrición y Bromatología de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 19 se presenta el efecto de las distancias y número de estacas sobre las variables fenológicas del pasto. Se encontró interacción significativa ($P < 0,05$) entre las distancias de siembra y número de estacas plantadas, para las variables: porcentajes de germinación, ancho de hoja, largo de hoja, diámetro tallo, rendimiento de MS, porcentajes de; hojas, tallo y material muerto. Se presentó interacción significativa para los efectos de distancia de siembra y edad en las variables: altura de planta, número de hojas por tallo, tallos por macolla, área foliar y el diámetro de la macolla.

Cuadro 19.- Comportamiento de algunas variables fenológicas del *Pennisetum purpureum* cv Maralfalfa en condiciones de ecosistemas amazónicos

Distancia	I		II		III	
Número Estacas	1	2	1	2	1	2
Germinación, %	79,4 ^a	48,7 ^c	82,9 ^a	57 ^b	88 ^a	64,7 ^b
Ancho de Hoja, mm	27,7±0,4 ^b	25,7±0,4 ^b	31,9±0,5 ^a	30,3±0,3 ^a	31,7±0,3 ^a	30,7±0,1 ^a
Largo de Hoja, cm	106,8±2,2 ^{ab}	107±2,3 ^{ab}	103,7±2,0 ^b	109,6±2,1 ^a	105,3±1,6 ^b	107,1±2,4 ^{ab}
Diámetro Tallo, mm	11,6±0,2 ^c	11,1±0,2 ^c	14,3±0,2 ^b	13,6±0,2 ^b	15,2±0,2 ^a	14,2±0,1 ^a
Rendimiento MS, kg/m ²	1,91±0,5 ^b	1,56±0,17 ^b	2,3±0, ^a	2,3±0,41 ^a	3,14±0,19 ^a	3,44±0,35 ^a
Hojas, %	22,2 ^c	14,63 ^d	32,18 ^b	37,02 ^{ab}	32,48 ^b	40,65 ^a
Tallo, %	69,84 ^{ab}	73,17 ^a	63,21 ^c	55,81 ^d	65,08 ^b	56,04 ^d
Material muerto, %	7,93 ^b	12,19 ^a	4,59 ^d	6,97 ^c	2,43 ^c	3,29 ^c
Materia Seca, %	15,01	22,09	21,54	19,81	18,93	22,52
Proteína Bruta, %	9,83	8,29	6,99	9,80	7,79	8,03
Fibra Bruta, %	38,49	40,11	42,33	40,83	38,63	38,72

Medias en la misma fila con letras diferentes difiere a $P < 0,05$

El porcentaje de germinación fue mayor para los tratamientos donde se utilizó una estaca. Este indicador fue superior a lo encontrado por Ayala (1990), quien, al

realizar un estudio acerca del efecto de las diferentes partes o secciones del tallo en el porcentaje de germinación y su influencia en el rendimiento de *Pennisetum purpureum* reporta hasta el 49,9% de germinación. Este efecto puede explicarse en primer lugar, por la calidad de material vegetativo empleado en el presente trabajo, donde se utilizó la parte media de la caña, esto coincide con Ramos *et al.* (1979), quienes aconsejan utilizar material vegetativo de la parte central del tallo obteniendo mejores resultados en cuanto a calidad y germinación.

Por su parte Ayala (1990) citado por Herrera *et al.* (2006), afirma que la menor germinación se produce en la parte superior del tallo, que también tienen el inconveniente de que sus puntos de crecimiento se salen del suelo y produjeron plantas con sistemas radiculares más débiles. Por otra parte Andrade (2009) al realizar una investigación similar a la presente, encontró mejores resultados a los 70 días de edad cuando se utilizó dos estacas, pero, a los 90 días no se encontraban diferencias estadísticas. Similarmente no se encontraron diferencias sobre esta variable en el efecto de la siembra.

El ancho de hoja fue superior en los tratamientos con distancias de siembra entre surco mayores (50 cm.) sin encontrar diferencias atribuibles al número de estacas plantadas. Las plantas correspondientes a las distancias de siembra menores muestran los menores anchos de hojas.

El largo de hoja osciló entre 103,7cm a 109,6cm para una y dos estacas respectivamente. Se presentó diferencias entre los tratamientos observados las hojas más cortas en la densidad de 0,50m con dos estacas y 1m con una estaca, Guamanquispe (2012) reporta longitudes de hoja de 141,22 cm a la edad de 110 días al evaluar dos métodos de propagación y dos abonos orgánicos, esta misma autora manifiesta que la variable longitud de la hoja, es una característica varietal y depende también de su interacción genotipo – ambiente, de la nutrición y sanidad de las plantas, la cantidad y calidad de luz, índice de área foliar y entre otras. La mayor distancia, a pesar de poseer un largo de hoja inferior e intermedio presentó mayor

ancho de hoja es superior y la distancia menor poseen un ancho de hoja inferior al resto de los tratamientos.

Los diámetros de tallos de las plantas en los tratamientos con distancias mayores (1m), posee notablemente superioridad estadística en comparación con las demás distancias de siembra, seguida por la distancia de siembra de 0.50m y por último la menor distancia de siembra donde existe una alta densidad de siembra, donde se encontraron valores estadísticamente inferiores.

Las variables ancho de hoja y diámetro de tallo se presentan significativamente inferiores en los tratamientos de las distancias de siembra de 0,25cm. Esto se relaciona a un factor fisiológico de la planta, Herrera *et al.* (2006) argumentan que la causa de pobres establecimientos del pasto base, cuando se intercalan cultivos agresivos, se debe a la dosis excesiva de siembra, que causan poblaciones elevadas que al competir por agua, luz y nutrientes provocan el deterioro del pasto y pobres rendimientos de los cultivos.

En lo relativo a la composición química del cultivo bajo los diferentes tratamientos, se observan porcentajes de Materia Seca (MS) superiores en los tratamientos con distancia de 1m, que oscilan de 18,93 y 22,52 con una y dos estacas respectivamente con un promedio de 20,71, este valor es inferior a resultados encontrados por Andrade (2009) quien reporta 22,07 a la edad de 90 días, pero superiores a los encontrados por Cruz (2008) indica 17.40 a los 105 días y 18.19 a la edad de 135 días.

Este efecto alcanzado por las plantas de los tratamientos con distancias de 1m se puede deber a la mayor amplitud de espacio, menor competencia por nutrientes y mayor radiación recibida. Las plantas C₄, por razones bioquímicas y anatómicas, fotosintetizan más por unidad de radiación absorbida y alcanzan la saturación lumínica a valores superiores, con eficiencias de hasta 6 % (Nelson y Moser 1994). Sin embargo, en condiciones normales de explotación las hojas superiores reducen la radiación recibida por el resto del follaje y sólo una parte de ellas alcanzan su

potencial fotosintético, lo que hace que en estas condiciones sea probable que se alcance la saturación lumínica a intensidades superiores Herrera *et al.* (2006)b. Este fenómeno se ve claramente reflejado en las distancias de siembra de 0,25m, donde se encontraba una alta densidad de plantas que competían por luz y un reducido número de hojas realizaban fotosíntesis.

La proteína bruta (PB) se observa superior en las distancias de 0.25 con una y dos estacas y 0.50m a excepción de la segunda distancia con una estaca (6,99), pero supera notablemente a la distancia de 1m que van de 7,79 a 8,03. Los bajos porcentajes se deben, a la edad del pasto. La reducción del N explica Norton (1981) quien concluyó que la edad es el principal factor que afecta la concentración de N en las partes de la planta. Por su parte Correa (2006) afirman que Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) como cualquier otro pasto, reduce su calidad nutricional a medida que avanza la edad de rebrote, este comportamiento de los minerales es necesario tenerlo en cuenta para la formulación de suplementos nutricionales para los animales.

Otras investigaciones realizadas en Ecuador en Maralfalfa muestran porcentajes de proteína bruta (PB) superiores, que van de 15,68 a los 70 días a 11,92% a la edad de 90 días de rebrote (Andrade 2009); coincidiendo con Cruz (2008) quien reporta 15,30% a los 75 días de edad y 13,30% a los 135 días. Estos indicadores se explican debido a que este autor enfocó su investigación al potencial forrajero de Maralfalfa utilizando diferentes niveles de fertilización química.

Los porcentajes de fibra bruta (FB) o fibra cruda (FC) no presentan variaciones importantes, estas van de 38,49% hasta 42,33% a los 120 días de edad. Los tratamientos con distancias menores (0.25 y 0.50m) presentan porcentajes superiores. Estos valores son inferiores a encontrados por Andrade (2009), en la provincia de Chimborazo-Ecuador, donde encontró 44,03% a la edad de 90 días. Este curioso fenómeno se puede atribuir al lugar donde se realizaron las investigaciones.

Baruch y Fisher (1991) afirman que *Pennisetum purpureum* tienen como temperatura óptima para su desarrollo de 37°C, con un mínimo de 7°C y un máximo de 59°C.

Cruz (2008) al evaluar el potencial forrajero del pasto con diferentes niveles de fertilización encontró 35,65% de FC en su mejor tratamiento a los 135 días. Este último autor recalca que el contenido de lignina es la mayor limitante en la digestibilidad del *Pennisetum* sp. La lignina es un polímero fenólico que no puede ser digerido por las enzimas de los mamíferos (Van Soest 1994) y, por mecanismos aún no completamente comprendidos, inhibe la digestión de los componentes de las paredes celulares siendo más pronunciado su efecto en forrajes maduros (Guevara 2004).

El rendimiento fue influenciado por la distancia entre surcos, siendo en las mayores distancias de siembra (0,50 y 1m), donde se obtuvieron mejores rendimientos, que oscilan entre 2,3 a 3,44 de kg.MS.m⁻², estos datos coinciden con Padilla y Ruiz (2006), quienes encontraron mejor comportamiento fenológico de la planta en la menores densidades de siembra. Por su lado Ayala (1990), luego de probar tres densidades con distancias de 60, 90 y 120cm entre surcos de *Pennisetum purpureum* cv King grass, demostró que esta especie debe ser plantada entre 100 y 120 cm entre surcos, siempre que se garantice la abundante y distribuida germinación a todo lo largo de los surcos, dado que el ahijamiento que produce esta planta, asegura las poblaciones necesarias para obtener altos rendimientos, además de facilitar las labores de cultivo. Es importante destacar que, este resultado se atribuye a los mejores comportamientos de efectos de algunas variables fenológicas anteriormente analizadas, como son el ancho de hoja, largo de hoja y diámetro del tallo que corresponden a esta distancia de siembra la cual presentó los mejores rendimientos.

Los resultados del rendimiento están relacionados con los efectos fenológicos del cultivo. Así, al realizar la relación hoja, material muerto y tallo; el porcentaje de hojas cosechadas fue superior en mayores distancias de siembra (0.50 y 1m), este efecto se debe a la evidente exposición mayoritaria de las hojas de plantas a la energía lumínica con distancias más amplias a esto Herrera *et al.* (2006)b afirman que la conversión de energía solar en biomasa en los pastos es variable y depende de las vías metabólicas a través de las cuales se efectúa la fotosíntesis, por lo que la tasa

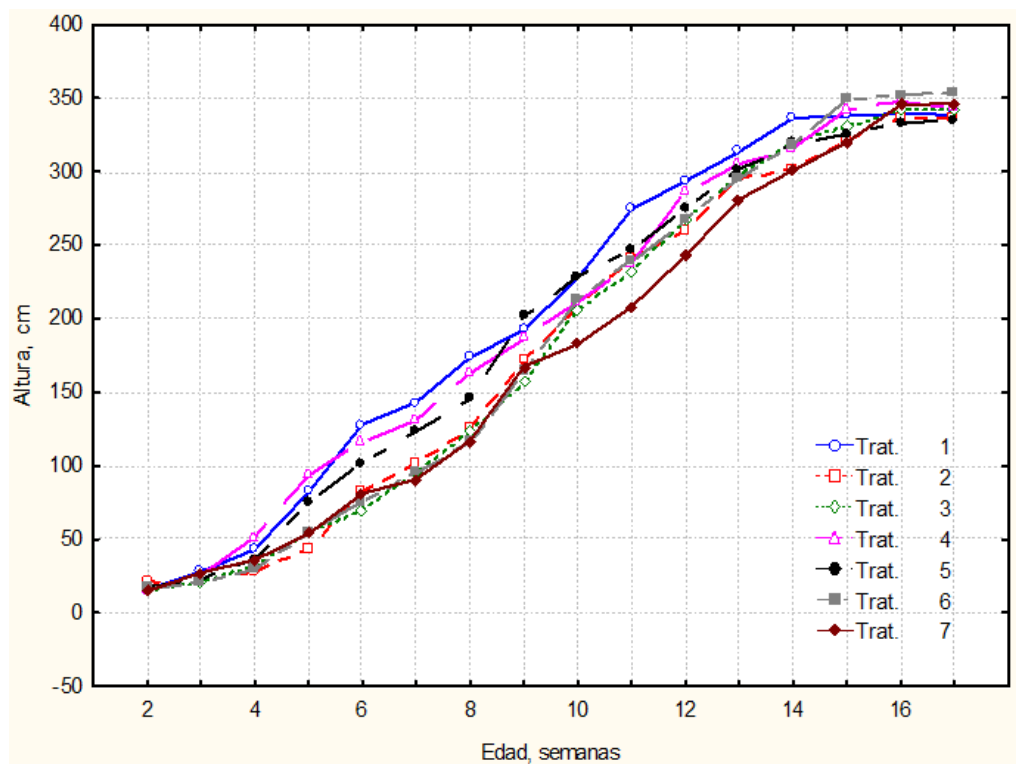
fotosintética de los pastos es una función de la energía disponible. Sumándose a esto la competencia por nutrientes y agua disponibles en el suelo.

El porcentaje de material muerto se observa valores opuestos, esta variable fue superior en la menor distancia (0,25m) de siembra, éste comportamiento aparentemente se debe a la elevada humedad y temperatura que se generó entre las plantas con alta densidad de siembra, viéndose afectados varios procesos bioquímicos, así Baruch y Fisher (1991) informaron que en las gramíneas tropicales, el óptimo fotosintético se encuentra entre los 35-39°C y en las leguminosas entre los 30-35°C, con alta sensibilidad a las bajas temperaturas, cuyos efectos negativos en el crecimiento ocurren entre los 0 y 15°C y en algunas especies a los 20°C, cuando la humedad no es un factor limitante; lo cual está determinado por la baja conversión de azúcares en los tejidos de las plantas, como resultado de la disminución de los procesos de biosíntesis y por déficit energético producido por la reducción en la tasa respiratoria.

El porcentaje de tallo cosechado fue superior en la distancia de siembra 0,25m; en primer lugar donde se utilizó dos estacas seguido de los tratamientos con una estaca, demostraron esta distancia el mayor valor, seguido por la tercera distancia, la segunda distancia (0,50m) presentó valores inferiores con una y dos estacas, esto se efecto se explica por la escasa energía lumínica que ingresaba en las plantas de los tratamientos con alta densidad de siembra. De esta manera Taiz y Zeiger (2006) afirman que hay muchos factores que influyen en la velocidad de la expansión de la pared celular. La edad y el tipo de células son factores de desarrollo importantes. También lo son las hormonas como auxinas y giberelinas. Las condiciones ambientales como la disponibilidad de luz (fototropismo) y de agua pueden así mismo modular la expansión celular por pérdida de rigidez de la pared celular, que así se extienden de manera plástica (irreversiblemente). Estos mismos autores señalan en otro capítulo, que las plantas normalmente compiten por la luz del sol. Sostenidas en la parte de superior de tallos y troncos, las hojas forman una copa que absorbe la luz e influye en la tasa fotosintética y en el crecimiento bajo ella.

En la figura 4 se observa el ritmo de crecimiento del pasto Maralfalfa de los diferentes tratamientos durante el tiempo duración del experimento, donde se forma una curva con tendencia sigmoidea. En condiciones ambientales no limitantes, el crecimiento de los pastos expresado a través del aumento de peso seco o la altura, describe una curva sigmoide (Voisin 1963). Aunque Herrera *et al.* (2006)b, afirman que se debe considerar que en condiciones naturales no siempre es frecuente encontrar la típica curva sigmoidea del crecimiento.

Figura 4.- Dinámica de crecimiento del *Pennisetum purpureum* cv Maralfalfa en condiciones de ecosistemas amazónicos.



En el cuadro 20 se presentan el comportamiento de las variables fenológicas que estuvieron influenciadas por la edad.

Cuadro 20.- Comportamiento de algunas variables fenológicas del *Pennisetum purpureum* cv Maralfalfa en condiciones de ecosistemas amazónicos.

Distancias	I			II			III		
Semanas	5	12	16	5	12	16	5	12	16
Altura de Planta, cm	87,7 ±5,5 ^c	289,9 ±5,5 ^b	343,9 ±2,6 ^a	39,44 ±8,6 ^c	247,2 ±14 ^b	334,7 ±5,4 ^a	54,23 ±3,25 ^c	259,2 ±6,28 ^b	346,6 ± 4,4 ^a
Número de hojas por tallo	9 ±0,2 ^c	11 ±0,39 ^b	12 ±0,6 ^b	8 ±0,5 ^c	11 ±0,4 ^b	15 ±0,6 ^a	8 ±0,2 ^c	12 ±0,3 ^b	16 ± 0,4 ^a
Tallos por macolla	5,5 ±0,6 ^c	5 ±0,3 ^c	7 ±0,4 ^c	5 ±0,3 ^c	8 ±0,8 ^b	11 ±0,9 ^a	4 ±0,3 ^c	10 ±0,1 ^b	15 ± 0,8 ^a
Área Foliar	5,2 ± 0,1 ^c	13,3 ±0,8 ^b	17,5 ±0,4 ^a	5,6 ±0,3 ^c	13,7 ±0,8 ^b	19,4 ±1,6 ^a	5 ±0,1 ^c	14,06 ± 0,5 ^b	21,2 ± 0,9 ^a
Diámetro Macolla, cm	5,3 ±0,1 ^d	9,7 ±0,6 ^c	13,1 ±0,3 ^b	4,9 ±0,1 ^d	13,8 ±1,1 ^b	18,7 ±1,5 ^a	3,8 ±0,1 ^d	14,6 ±0,8 ^b	22,1 ±1,7 ^a

Medias en la misma fila con letras diferentes difiere a $P < 0,05$

La altura se vio influenciada por la edad, lo que coincide con Andrade (2009) a los 70 y 90 días, Molina (2005) y Cruz (2008) a los 80 y 105 días de edad respectivamente, quienes no encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos. En la menor distancia de siembra se observó un crecimiento rápido (0.25 y 0.50m) durante el inicio del experimento, pero al final de la prueba, la mayor distancia de siembra fue donde se encontraron las plantas de mayor altura, este comportamiento se atribuye a la competencia existente entre las plantas en altas densidades por lo nutrientes.

La velocidad de crecimiento de las plantas de los tratamientos en estudio se presenta un comportamiento similar al observarse un mayor crecimiento entre las semanas 5 y 12, frente al crecimiento demostrado entre la semana 12 y 16 donde se observa que la velocidad de crecimiento disminuye. Así, entre las semanas 5 y 12 la distancia I (0,25m.) demuestra un crecimiento de $28,8\text{cm.semana}^{-1}$, mientras que, entre las semanas 12 y 16 la velocidad de crecimiento se reduce a $13,5\text{cm.semana}^{-1}$, estos valores son inferiores a las mayores distancias. En las plantas de la distancia II (0,50m.) se aprecia un mayor crecimiento, de $29,6\text{cm.semana}^{-1}$ entre las semanas 5 y

12 a partir de esta última semana hasta la 16 el crecimiento disminuye al presentar $21,8\text{cm.semana}^{-1}$. La distancia III (1m.) experimenta un crecimiento muy similar; entre las semanas 5 y 12 donde se distingue $29,2\text{cm.semana}^{-1}$ y entre las semanas 12 y 16 un crecimiento de $21,8\text{cm.semana}^{-1}$.

El número de hojas por tallo, aumentó significativamente a medida que avanza la edad del pasto en distancias mayores (0.50m y 1m), estos datos coinciden a los reportados por Cunuhay y Choloquina (2011) en una investigación, donde se probó el pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en dos diferentes altitudes en la provincia de Azuay-Ecuador, no se registra que la variable número de hojas por tallo demuestre diferencias estadísticas entre tratamientos a los 60, 90 y 120 días de edad. Este comportamiento no se presenta en la distancia menor (0,25m.), donde, en la parte final del experimento se mantiene el número de hojas a medida que avanza la edad sin mostrar diferencias estadísticas, lo que se puede explicar por la evidente competencia por nutrientes, agua y luz entre plantas de los tratamientos con altas densidades de siembra.

En la variable fenológica; tallos por macolla, se observan diferencias estadísticas a favor las distancias mayores, las mismas que a medida que aumentan la edad, el valor sube, este efecto no se observa para la menor distancia, la misma que estadísticamente se mantiene a pesar de que aumenta la edad del pasto, estos datos coinciden con los reportados por Cunuhay y Choloquina (2011) quienes encontrando diferencias entre tratamientos a las edades de 60, 90 y 120 días.

El área foliar presenta un comportamiento similar a la altura de planta, al mostrar resultados que varían en dependencia a la edad, aunque las mayores distancias muestran un valor más alto en este indicador que las distancias inferiores, estadísticamente no presenta diferencias significativas. Sin embargo, en la parte basal de la planta, el diámetro de macolla es estadísticamente mayor para distancias mayores a medida que aumenta de edad. Estos resultados se podrían atribuir a razones anteriormente descritas, como son competencia por nutrientes, agua, luz. Corbea y Martínez (1982) sostienen, que luego de realizar un ensayo sobre distancias se siembra en el pasto King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*)

a 60, 90, 120 cm, la mayor distancia era la más aconsejable, obteniendo en ella, un mejor macollamiento y mayor altura de plantas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El pasto *Pennisetum purpureum* cv Maralfalfa es un pasto promisorio para las condiciones edafoclimáticas de la Amazonía ecuatoriana, es de ciclo corto con una elevada capacidad de producción de biomasa en una reducida área de terreno; para aumentar la carga animal, reducir el crecimiento de la frontera agrícola, mitigando el deterioro ambiental de los sistemas pastoriles amazónicos.
- Para las condiciones amazónicas el método de una estaca en el surco durante la plantación resulta el mayor porcentaje de germinación de estacas ante el uso de dos estacas con una alta densidad de siembra.
- El uso de la distancia de 1m entre surco con una estaca influyó estadísticamente superior sobre las variables fenológicas: ancho de hoja, número de hojas por tallo, tallos por macolla, diámetro de macolla; al igual que el rendimiento de forraje y su calidad de material aprovechable en condiciones de la Amazonía.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación del pasto *Pennisetum purpureum* cv Maralfalfa para aumentar la carga animal, reducir la expansión de la frontera agrícola, el deterioro ambiental y aumentar la productividad de los ecosistemas ganaderos amazónicos.
- Se recomienda el uso de una estaca y 1m de distancia entre surco en la plantación de Maralfalfa y por el porcentaje de germinación superior frente a uso de dos estacas, traducándose a un menor requerimiento de estacas para el establecimiento del cultivar Maralfalfa y donde se obtiene los mejores promedios de variables fenológicas: ancho de hoja, número de hojas por tallo, tallos por macolla, diámetro de macolla; al igual que el rendimiento de forraje y su calidad de material aprovechable para condiciones de la Amazonía ecuatoriana
- La continuidad de investigaciones en Maralfalfa es primordial, se recomienda poner énfasis en trabajos sobre; evaluar el rendimiento y composición química mediante cortes a diferentes edades, determinar niveles de fertilización y digestibilidad en animales, evaluar el comportamiento de Maralfalfa sometido a pastoreo.

6. RESUMEN

Este trabajo se realizó en el CIPCA de la Universidad Estatal Amazónica. Se utilizó un arreglo factorial de bloques completos al azar con tres repeticiones para determinar la capacidad productiva del pasto *Pennisetum purpureum* cv Maralfalfa y el efecto del número de estacas (una y dos) con tres distancias (0,25-0,50-1m) entre surco en el establecimiento, sobre parcelas de 30m² en un suelo inseptisol. La preparación de suelo, encalado y enmienda se realizaron manualmente, previo un análisis de suelo. Las estacas seleccionadas, con tres nudos fueron colocadas a 5cm de profundidad. A los 40 días de edad se midió la germinación, se observaron diferencias estadísticas con ($P < 0,05$) donde los tratamientos con una estaca presentaron el mayor porcentaje. Las variables fenológicas: ancho de hoja, largo de hoja, diámetro del tallo hubo significancia entre distancias, donde los valores de la distancia de 1m se mostró superior. La altura de planta, número de hojas por tallo, tallos por macolla, área foliar diámetro de macolla se vieron influenciados por la edad, siendo superior para la distancia de 1m exceptuando la altura de planta y área foliar. A los 120 días de edad se realizó una cosecha demostrativa (1m²), para determinar el rendimiento, el peso total y la relación hoja, tallo, material muerto fue medido mediante una balanza digital. Resultados de los análisis bromatológicos de cada tratamiento demostraron que la materia seca se fue superior en las distancias de 1m; proteína se presentó con valores altos en tratamientos de 0,25m y fibra bruta que fue mayor en la distancia de 0,50m.

Palabras clave: Comportamiento fenológico, distancia de siembra, número de estacas, rendimiento.

7. SUMMARY

This work was conducted at the State University CIPCA Amazon. We used a factorial randomized complete block with three replicates to determine the productive capacity of the grass *Pennisetum purpureum* cv Maralfalfa and the effect of the number of poles (one and two) with three distances (0,25 - 0,50 - 1 m) between rows in the establishment, on plots of 30 m² on ground Inseptisol . The soil preparation, liming and amendments were made manually, after a soil test. Selected cuttings with three nodes were placed at 5cm deep . At 40 days of age was measured germination with statistical differences ($P < 0.05$), where a stake treatments had the highest percentage. Phenological variables: Leaf width, leaf length, stem diameter was significance between distances , where the values of the distance of 1m was superior. Plant height, number of leaves per stem, stems per clump, clump diameter leaf area were influenced by age, being higher for the distance of 1m except plant height and leaf area. At 120 days of age there was a demonstration harvest (1m²), to determine the yield, the total weight and the leaf, stem, dead material was measured using a digital scale . Chemical analyzes results of each treatment showed that dry matter was higher at distances of 1m; protein showed higher values in treatments of 0.25 m and crude fiber was higher in the distance of 0.50 m.

Key Words: Phenological behavior, planting distance, number of stakes, yield.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Alzamora, E. 2011. Evaluación del Comportamiento productivo forrajero del pasto *Pennisetum violaceum* (Maralfalfa) Bajo la Aplicación de diferentes niveles de Humus. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencia Pecuarias. Riobamba. Ecuador
2. Andrade, D. (2009). Evaluación de dos sistemas y tres distancias de siembra del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en la localidad de Chalguyacu, cantón Cumandá, provincia de Chimborazo. Ecuador. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencia Pecuarias. Riobamba Ecuador.
3. Anon 1997. Jerarquía taxonómica disponible en: <http://www.inbio.ac.cr/bims/ko3/p13/co46/00159/fo1382/g00868615027467.htm>.
4. Ayala, J. 1988. Quelques elements sur l'agrosbologie tropicale. (Ed. EDICA), Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
5. Ayala, J. 1990. Plantación y establecimiento. En: King grass. Plantación, establecimiento y manejo en Cuba. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical Ed. EDICA, Instituto de Ciencia Animal. La Habana.
6. Baruch, Z. & Fisher, M.J.1991. Factores climáticos de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el crecimiento. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Conceptos, experiencia y enfoques de la investigación, Red de Investigación y Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT. Colombia p. 103.
7. Benítez, A. 1980. Pastos y Forrajes. Editorial Universitaria Quito-Ecuador. 9, 35-39p.
8. Bernal, J. 1984. Manual de Pastos y Forrajes para Colombia. Cuarta Edición. Colombia.
9. Corbea, L y Martínez, L. 1982. Influencia de la densidad de siembra en el establecimiento del King Grass. Pastos y Forrajes. Cuba. 178 p.

10. Correa, H; Cerón, J; Arroyave, H; Enao, Y y López, A. 2004. Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades. Disponible en la web: www.agro.unalmed.edu.co/departamentospanimaldocsMaralfalfa.pdf. Consultado Enero 2012.
11. Correa, H. 2006. Calidad nutricional del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) cosechado a dos edades de rebrote. Disponible en Web: <http://cipav.org.co/lrrd18/6/corr18084.htm>. Consultado enero, 2008
12. Cruz, D. 2008. Evaluación del potencial forrajero del pasto Maralfalfa *Pennisetum violaceum* con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo con una base estándar de potasio. Chambo, Chimborazo, Ecuador. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencia Pecuarias.
13. Cunuhay, J y Choloquina, M. 2011. Evaluación de la adaptación del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.), en dos pisos altitudinales con tres distancias de siembra en el campus Juan Lunardi y Naste del cantón Paute. Azuay-Ecuador. Tesis de Ingeniero Agropecuario Industrial. Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ingeniería Agropecuaria y Ambientales.
14. Daher, R. 1993. Diversidade morfológica e isoenzimática en Capim elefante (*Pennisetum purpureum*). Viosa UFV. Tesis de maestrado.
15. Dawson, J and Hatch, S. 2002. A world wide web key to the grass genera of Texas. S.M. Tracy Herbarium, Department of Rangeland Ecology and Management, Texas A&M University. URL: <http://www.cSDL.tamu.edu/FLORA/taes/tracy/610/index.html>.
16. Ecuador en cifras. 2012. Información estadística. Disponible en la web: <http://www.ecuadorencifras.com/>. Consultado el Noviembre 2012.
17. FAO. 2009. Situación de los bosques del mundo. Viale delle Terme di Caracalla 00153 Roma, Italia. Disponible en la web: <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Situacion%20Bosques%2009.pdf>. Consultado noviembre 2013.
18. FAO. 2013. Gran potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de la ganadería. Disponible en la web:

- <http://www.fao.org/news/story/es/item/198166/icode/>. Consultado septiembre 2013.
19. Flores, J. 1986. Manual de Alimentación Animal. Editorial Limusa. Primera Edición
 20. Gold, K. 1968. Grass systematics. Mc. Grow-Hill Book Company. p. 13.
 21. Grijalva, J.; Ramos, R.; Vera, A. (2011). Pasturas para Sistemas Silvopastoriles: Alternativas para el desarrollo sostenible de la ganadería en la Amazonía Baja del Ecuador. Boletín técnico N° 156. Programa nacional de Forestería del INIAP. Impresión: NINA Comunicaciones. Quito. Ecuador.
 22. Guamanquishpe, L. 2012. Evaluación de la productividad del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.), mediante dos tipos de multiplicación asexual y dos abonos orgánicos en Cunchibamba, provincia de Tungurahua. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y Del Ambiente. Ecuador
 23. Guevara, P. 2004. Principios de Nutrición de Rumiantes y no Rumiantes. 5ª edición. Riobamba – Ecuador. P 35,45.
 24. Häfliger E and Scholz H. 1980. Grass weeds 1: weeds of the subfamily.
 25. Heredia, N. 2007. Respuesta del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) a la fertilización nitrogenada con dos distancias de siembra. Cayambe, Pichincha, 2006. Tesis Ingeniería Agrónoma. Quito. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Ecuador
 26. Henty, E. 1969. A manual of the grasses of New Guinea. Dep. of Forests. Botany Bulletin No.1 LAE. New Guinea.
 27. Herrera, R. 1990. Introducción y características botánicas En: King grass. Plantación, establecimiento y manejo en Cuba. Ed. EDICA. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. p. 1.
 28. Herrera, R.; Febles, G.; Crespo, G. 2006. *Pennisetum Purpureum* para la ganadería tropical. Instituto de Ciencia Animal. Cuba.
 29. Herrera, R.; Del Pozo, P.; Blanco, F. 2006b. Bases ecofisiológicas del crecimiento de los pastos. Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Agraria de la Habana, Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Cuba.

30. Holdridge, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica: (Colección Libros y Materiales Educativos/IICA; N° 83. Disponible en la web. <http://www.inbio.ac.cr/bims/ko3/p13/co46/00159/fo1382/g00868615027467.htm>.
31. Hitchcock, A. 1936. Manual of the grasses of the West Indies. U.S.D.A. Miscellaneous publications No. 243. Washington D.C.
32. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 1999. Guía de Cultivos. Octubre 1999. Quito-Ecuador. INIAP. 118-124p.
33. INIAP. 1997. Manual de pastos tropicales para la Amazonía ecuatoriana. Manual N° 33. Quito-Ecuador Disponible en la web: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CDQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.comaga.org.ec%2Findex.php%2Fcomponent%2Fdocman%2Fdoc_download%2F33-manual-de-pastos-tropicales-rae%3FItemid%3D27&ei=C19MUqf_I-KYyAHijIHgDg&usg=AFQjCNGfR780d3VFXVS-xu2FI5VHg7jahg&bvm=bv.53371865,d.eWU
34. INIAP-EEN, (Estación Experimental Napo-Payamino). 1997. Manual de Pastos Tropicales Para la Amazonía Ecuatoriana, Manual No 33, Quito – Ecuador.
35. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 1991. Informes Técnico Anuales 1984-1992. Programa de Ganadería Bovina y Pastos Estación Experimental Napo-Payamino. Quito, Ecuador.
36. INIAP. 2011. Desarrollo de alternativas silvopastoriles para rehabilitar pastizales en la zona norte de la región amazónica ecuatoriana. Disponible en la web: http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/DESARROLLO_ALTERNATIVAS_SILVOPASTORILES_REHABILITAR_PASTIZALES_ZONA_NORTE_REGI%C3%93N_AMAZONICA_ECUATORIANA.pdf. Consultado Marzo 2013.
37. León, H. 1946. Flora de Cuba. Contribuciones ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio de la Salle. Cultural S.A. La Habana. vol. 1.

38. Luces, Z. 1963. Las gramíneas del Distrito Federal. Instituto Botánico. D.R. Naturales y Renovables. Ministerio de Agricultura y Cría. Venezuela.
39. Maralfalfa. 2008. Página comercial. Disponible en Web: www.maralfalfa.com (Consultado Enero 2008).
40. Martínez, R.O.; Herrera, R.S.; Cruz, R. y Torres, V. 1966. Tissue culture and mutation breeding in tropical pasture. *P. purpureum*: another example for obtaining new grasses. Cuban J. Agric.
41. Martínez, R. 2001. Como guardar comida para la seca. Hierba elefante CT-115. Instituto de Ciencia Animal. Consejo de Iglesia de Cuba. Ciudad de La Habana, Cuba.
42. Meneses, E. 2011. Conviértase en empresario ganadero. Grupo Latino. D´vinni S.A. Colombia. p 271.
43. Ministerio de coordinación de la productividad, empleo y competitividad. 2011. Agenda para la transformación productiva territorial: Provincia de Pastaza. Ecuador.
44. Molina, S. 2005. Evaluación Agronómica y Bromatológica del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) cultivado en el valle del Sinú. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Colombia
45. Nelson, C.J. y Moser, L. E. 1994. Plant factors affecting forage quality. In: Forage quality. Evaluation and utilization. American Society Agronomy Crop Science Soc. Madison, USA, p. 115.
46. Norton, B. 1981. Differences between species in forage quality. In: J. Hacker (ed.). Nutricional limits to animal production from pastures. Commonwealth Agric. Bureau, Farnham Royal, UK., 89-110 .
47. Padilla, C.; Ruiz, T.; Herrera, R.; Crespo, G. 2006. Pastos Tropicales. Instituto de Ciencia Animal. Editorial del Instituto de Ciencia Animal (EDICA). La Habana. Cuba.
48. Padilla, C.; Sardiña, G.; Cino D. M. y Curbelo, F. 2004. Efecto de la preparación del suelo y métodos de plantación de CT-115 (*Pennisetum purpureum* Schum) en el control de espartillo (*Sporobolus indicus* L.R. Br.). Rev. Cubana Cienc. Agric. 38:431.

49. Padilla, C.; Sardiña, G.; Cino D. M. y Curbelo, F. 2005. Efecto del momento de inicio de la preparación del suelo en el establecimiento de hierba elefante Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum*) y el control de espartillo (*Sporobolus indicus* L R. Br.). Rev. Cubana Cienc. Agric.
50. Porras, D y Castellanos, L. 2006. Efecto de tres dosis de Nitrógeno y tres edades de corte sobre el comportamiento de pasto Maralfalfa en zona de bosque húmedo premontano. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/congresos/memorias_xiiicongreso/pdfs/07rumiantes/castellanos_nitrogeno.pdf (consultado febrero 2012)
51. Ramírez, N. Izquierdo, C. Paladino. 1996. Producción y utilización de pastizales, cinco zonas agroecológicas del Ecuador MAG, REPAAN. 1996.
52. Ramírez, R; Londoño, I; Ochoa, J y Morales, M. 2006. Evaluación del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) como recuperador de un Andisol degradado por prácticas agrícolas. Disponible en web: www.unalmed.edu.co/~esgeociendocumentosrramirezevaluacion_del_pasto_maralfalfa_pennisetum_sp._como_r... (Consultado enero del 2008)
53. Ramos, N. Herrera, R. Curbelo, F. 1979. Reseña descriptiva del King Grass en Cuba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba.
54. Sistema Nacional de Información Disponible en la web: <http://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=truehttp://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=true&bookmark=Document/BM56> Consultado julio 2013.
55. Socio Bosque. 2013. Página pública. Ecuador Disponible en la web: <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/?q=node/44> (Consultado Julio 2013).
56. Statsoft. 2005. Statistica versión 8,1. Electronic statistic textbook. Gran Bretaña. Disponible en la web: <http://www.statsoft.com/Textbook>. Consultado Noviembre 2013.
57. Taiz, L. y Zeiger, E. 2006. Plant Physiology, Third Edition. Publicaciones de la Universidad Jaume I, D.L. Editorial: Book Print Digital. USA. 618 p.

58. Tierra pastos y ganado. 2012. Memorias Seminario Internacional Campo Suelo Ecológico – Pasto verde – Carne verde – Leche verde. Universidad Estatal Amazónica. Puyo – Ecuador.
59. Tothill, J. y Hacker J. 1973. The grasses of southeast Queensland. Univ. of Old. Press. La mayor distancia, a pesar de poseer un largo de hoja inferior e intermedio presentó mayor ancho de hoja es superior y la distancia menor poseen un ancho de hoja inferior al resto de los tratamientos Australia.
60. Van Soest, P. 1994, Nutritional ecology of the ruminal, Comstock publishing Associates, 2ª edition, U.S.A.
61. Voisin, A. 1963. Productividad de la hierba, Editorial TECNOS. S. A. Madrid. España

9. ANEXOS

Anexo 1.- Materiales y Equipos empleados en la investigación

Materiales de campo	Equipos	Insumos	Materiales de oficina
Machetes, palas, azadones, sacos, flexómetro, regla, piolas, cuadrante, rollo de alambre de púa y postes, tarjetas de identificación, libreta de campo y esferos,	Bomba de fumigar de mochila, balanza digital	Estacas de Maralfalfa (aproximadamente 100 Kg), cal, fertilizantes, desinfectante	Computadora, papel, impresora, cámara fotográfica, flash memoria

Anexo 2.- Análisis de suelos del área de establecimiento de la pradera



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Castilla: +593-01-334 Telfs. 03 2746151 - 03 2746171
Fax: 03 2746231 Cevallos - Tungurahua
fiagrua@hotmail.com

Datos del cliente:

NOMBRE:	Universidad Estatal Amazónica		
ATENCIÓN:	Universidad Estatal Amazónica	COD. LAB	88 2012
DIRECCIÓN:	Via Puyo - Tena	MUESTRA:	Suelo
PROVINCIA:	Napo	MATRIZ :	5
CANTÓN:	Carlos Julio Arosemena Tola	ANÁLISIS:	Completo

Datos de la muestra:

DIRECCIÓN:	Carlos Julio Arosemena Tola	FECHA DE TOMA DE MUESTRA :
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Universidad Estatal Amazónica	INGRESO AL LAB. : 11/12/2012
LOTE:		SALIDA: 28/12/2012
CULTIVO ANTERIOR:	Bosque secundario	
CULTIVO A SEMBRAR:	Pasto Maralfalfa "pannicetum sp"	

ANÁLISIS	Unidad	Valor	Nivel
pH extracto suelo:agua 1:2,5		5,50	Ac
C.E. extracto suelo:agua 1:2,5	us/cm	51,6	NS
Textura	Clase	Franco Arcilloso	
Arena	%	44	
Limo	%	26	
Arcilla	%	30	
M.O	%	26,8	A
N- TOTAL	%	1,3	A
P	ppm	2,0	B
K	meq/100 g	0,6	A
Ca	meq/100 g	7,0	M
Mg	meq/100 g	6,3	A
Cu	ppm	6,4	A
Fe	ppm	94,0	A
Mn	ppm	3,7	B
Zn	ppm	1,8	B
Ca/Mg	meq/100 g	1,1	B
Mg/K	meq/100 g	10,0	M
Ca+Mg/K	meq/100 g	21,3	A

INTERPRETACION	
M Ac	Muy Acido
Ac	Acido
W Ac	Mediamente Acido
L Ac	Ligeramente Acido
P H	Mediamente Neutro
L AL	Ligeramente Alcalino
W AL	Mediamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Nitroso
B	Bajo
M	Medio
A	Alto
T	Toxico
N B	No Definido
L S	Ligeramente Salino
S	Salino
W S	Muy Salino
O	Optimo

Parámetro analizado	Método	Equipo
pH	Electroquímico	pH/Conductímetro Orion 550A
C.E	Electroquímico	pH/Conductímetro Orion 550A
Textura	Repiques	Liquidia Waywuna
M.O	Gravimétrico	105/20 AS2054
N-Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fósforo	Clase Mol	Espectrofotómetro Genesys 20
K,Ca,Mg	Clase Mol	Espectrofotómetro de A.A. Perkin Elmer 120
Fe,Cu,Mn,Zn	Clase Mol	Espectrofotómetro de A.A. Perkin Elmer 120

Quim. **Martha Buenano**

RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

"Sembramos juntos un futuro brillante"

Anexo 3.- Fotos de desarrollo del trabajo de campo

Delimitación del área



Remoción manual del suelo



Encalado.



Limpieza y destroncado de terreno



Nivelación de suelo.



Plantación de estacas-Maralfalfa



Pasto a la edad de 12 días.



Pasto a la edad de 60 días



Pasto a la edad de 90 días



Pasto a la edad de 120 días.



Pesaje-relación hoja tallo material muerto



Cosecha total del pasto

Anexo 4.- Instalación de la estación meteorológica inalámbrica.



Anexo 5.- Rendimiento de forraje verde

Rendimiento de forraje verde de Maralfalfa, kg/m ²	
T1	12,6
T2	10,4
T3	14,6
T4	7,8
T5	10,7
T6	15,2

Anexo 6.- Resultados del análisis bromatológico del tratamiento 1 (una estaca a 0,25m)

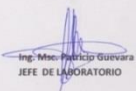

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA
Dirección: Km. 1,5 Panamericana Sur. Teléfono: 2980231

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha/Lugar	Puyo, 2013/05/13	Comprobante de ingreso	007098
Tipo de muestra	Maralfalfa T1	Código de muestra	Rm-13-025
Propietario	Ing. Hernán Uviedo	Análisis solicitado	Proximal

Parámetro	Resultado
Materia seca total	15,01%
Humedad total	84,99%
Materia orgánica	91,44%
Cenizas*	8,56%
Proteína *	9,83%
Fibra*	38,49%
Extracto etéreo*	2,05%
Extracto libre de nitrógeno	43,07%

* RESULTADOS EN BASE SECA


Ing. Msc. Patricia Guevara
JEFE DE LABORATORIO


L. N. A.
F.C.P. 15/OCH


BQF. Sandra López S.
TÉCNICA DE LABORATORIO

CONTRIBUYENDO EN LA ALIMENTACION ANIMAL

Anexo 7.- Resultados del análisis bromatológico del tratamiento 2 (una estaca a 0,50m)

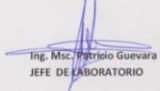
 **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA
Dirección: Km. 1,5 Panamericana Sur. Teléfono: 2998231

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha/Lugar	Puyo, 2013/05/13	Comprobante de ingreso	007098
Tipo de muestra	Maralfalfa T2	Código de muestra	Rm-13-025
Propietario	Ing. Hernán Uvidia	Análisis solicitado	Proximal

Parámetro	Resultado
Materia seca total	22,09%
Humedad total	77,91%
Materia orgánica	94,55%
Cenizas*	5,45%
Proteína *	8,29%
Fibra*	40,11%
Extracto etéreo*	3,82%
Extracto libre de nitrógeno	44,33%

*RESULTADOS EN BASE SECA


Ing. Msc. Patricio Guevara
JEFE DE LABORATORIO


BQF. Sandra López S.
TÉCNICA DE LABORATORIO

CONTRIBUYENDO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Anexo 8.- Resultados del análisis bromatológico del tratamiento 3 (una estaca a 1m)

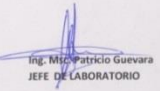
 **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA
Dirección: Km. 1,5 Panamericana Sur. Teléfono: 2998231

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha/Lugar	Puyo, 2013/05/13	Comprobante de ingreso	007098
Tipo de muestra	Maralfalfa T3	Código de muestra	Rm-13-025
Propietario	Ing. Hernán Uvidia	Análisis solicitado	Proximal

Parámetro	Resultado
Materia seca total	21,54%
Humedad total	78,46%
Materia orgánica	93,82%
Cenizas*	6,18%
Proteína *	6,99%
Fibra*	42,33%
Extracto etéreo*	1,93%
Extracto libre de nitrógeno	42,57%

*RESULTADOS EN BASE SECA


Ing. Msc. Patricio Guevara
JEFE DE LABORATORIO


BQF. Sandra López S.
TÉCNICA DE LABORATORIO

CONTRIBUYENDO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Anexo 9.- Resultados del análisis bromatológico del tratamiento 4 (dos estacas a 0,25m)

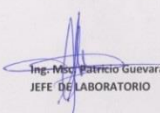
 **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA
Dirección: Km. 1.5 Panamericana Sur. Teléfono: 2998231

REPORTE DE RESULTADOS

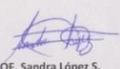
Fecha/Lugar	Puyo, 2013/05/13	Comprobante de ingreso	007098
Tipo de muestra	Maralfalfa T4	Código de muestra	Rm-13-025
Propietario	Ing. Hernán Uvidia	Análisis solicitado	Proximal

Parámetro	Resultado
Materia seca total	19,81%
Humedad total	80,19%
Materia orgánica	92,41%
Cenizas*	7,59%
Proteína *	9,80%
Fibra*	40,83%
Extracto etéreo*	1,48%
Extracto libre de nitrógeno	40,30%

* RESULTADOS EN BASE SECA


Ing. Msc. Patricio Guevara
JEFE DE LABORATORIO




BQF. Sandra López S.
TÉCNICA DE LABORATORIO

CONTRIBUYENDO EN LA ALIMENTACION ANIMAL

Anexo 10.- Resultados del análisis bromatológico del tratamiento 5 (dos estacas a 0,50m)

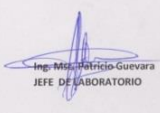
 **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA
Dirección: Km. 1.5 Panamericana Sur. Teléfono: 2998231

REPORTE DE RESULTADOS

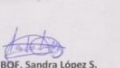
Fecha/Lugar	Puyo, 2013/05/13	Comprobante de ingreso	007098
Tipo de muestra	Maralfalfa T5	Código de muestra	Rm-13-025
Propietario	Ing. Hernán Uvidia	Análisis solicitado	Proximal

Parámetro	Resultado
Materia seca total	18,93%
Humedad total	81,07%
Materia orgánica	92,81%
Cenizas*	7,19%
Proteína *	7,79%
Fibra*	38,63%
Extracto etéreo*	1,61%
Extracto libre de nitrógeno	44,78%

* RESULTADOS EN BASE SECA


Ing. Msc. Patricio Guevara
JEFE DE LABORATORIO




BQF. Sandra López S.
TÉCNICA DE LABORATORIO

CONTRIBUYENDO EN LA ALIMENTACION ANIMAL

Anexo 11.- Resultados del análisis bromatológico del tratamiento 6 (dos estacas a 1m)



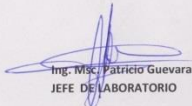
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA
Dirección: Km. 1.5 Panamericana Sur Telefax: 2998231

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha/Lugar	Puyo , 2013/05/13	Comprobante de ingreso	007098
Tipo de muestra	Maralfalfa T6	Código de muestra	Rm-13-025
Propietario	Ing. Hernán Uvidia	Análisis solicitado	Proximal

Parámetro	Resultado
Materia seca total	22,57%
Humedad total	77,43%
Materia orgánica	95,76%
Cenizas*	4,24%
Proteína *	8,03%
Fibra*	38,72%
Extracto etéreo*	1,78%
Extracto libre de nitrógeno	47,23%

*RESULTADOS EN BASE SECA



Ing. MSc. Patricio Guevara
JEFE DE LABORATORIO



BQF. Sandra López S.
TÉCNICA DE LABORATORIO

CONTRIBUYENDO EN LA ALIMENTACION ANIMAL