

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA:

Evaluación del comportamiento agronómico de la mezcla forrajera de (*Pennisetum purpureum* cv. maralfalfa) con (*Arachis pintoi*), en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica.

Tesis previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIA

AUTOR

ADELMO RODOLFO PAUCHI CARRILLO

DIRECTOR

Dr. C. Edison Samaniego. PhD.

PUYO - PASTAZA - ECUADOR

2016

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

Dr. Hernán Uvidia. PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Diocles Benítez. PhD.
VOCAL DEL TRIBUNAL

Dr. Ismael Leonard. PhD.
VOCAL DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Adelmo Rodolfo Pauchi Carrillo egresado de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Estatal Amazónica, bajo mi supervisión.

Dr. C. Edison Samaniego. PhD.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios infinitamente, por haberme guiado mi camino, sobre todo por darme salud y vida para 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:

Tutor. Dr. C. Edison Samaniego PhD. Quien me ha brindado su apoyo en la culminación de este trabajo investigativo.

Dr. Hernán Uvidia PhD. Quien me ha brindado todo su apoyo y preocupación, para que este trabajo se desarrolle de la mejor forma.

A la empresa, Agip. Oil. Ecuador, por apoyar con una beca estudiantil hasta culminar mis estudios universitarios.

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

A mis compañeros estudiantes, y demás amigos, autoridades, docentes y empleados de la Universidad Estatal Amazónica por ser personas importante en la formación profesional universitaria.

“A todos ellos que Dios los bendiga”

Adelmo Pauchi

DEDICATORIA

Con profunda gratitud dedico este trabajo a mis padres; Sr. Juan Pauchi y Sra. Elvia Carrillo quienes perseveraron valores y consejos que me han ayudado a lograr mis metas y objetivos anhelados.

A mi esposa, persona que más directamente ha sufrido las consecuencias del trabajo realizado, por su paciencia y comprensión.

A mi querido hijo Luis P. Que es el motor que me obliga a funcionar y ser cada día mejor.

Adelmo Pauchi

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.

Adelmo Rodolfo Pauchi Carrillo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	I
DEDICATORIA	II
RESPONSABILIDAD	III
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	4
1.1.1. Objetivo General	4
1.1.2. Objetivo Específico.....	4
1.2. HIPÓTESIS	4
CAPITULO II	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. USO DE LA TIERRA Y PROBLEMAS EN PASTURAS Y GANADERÍA.....	5
2.2. PASTURAS MEJORADAS Y PRODUCCIÓN ANIMAL.....	6
2.3. Superficie en uso ganadero.....	7
2.4. Uso del suelo y cobertura vegetal.....	8
2.5. Gramíneas y leguminosas en sistemas silvopastoriles.....	9
2.6. MANÍ FORRAJERO (<i>Arachis pintoi</i>).....	9
2.6.1. Origen.....	9
2.6.2. Descripción morfológica	10
2.6.3. Adaptación.....	10
2.6.5. Producción de forraje	11
2.6.6. Valor nutritivo y rendimiento	12
2.6.7. Siembra	14
2.6.8. Manejo.....	14
2.6.9. Maní forrajero como cobertura vegetal	14
2.6.10. Palatabilidad.....	15
2.6.11. Potencial del maní forrajero.....	15
2.7. MARALFALFA (<i>Pennisetum purpureum</i>).....	15
2.7.1. Descripción Botánica.....	15
2.7.2. Plagas y enfermedades	16
2.7.3. Usos.....	17
2.7.4. Requerimiento Agro meteorológico.....	17

2.7.4.1. Clima.-	17
2.7.4.2. Altitud.-	17
2.7.4.3. Temperatura.-.....	17
2.7.4.4. Requerimientos Hídricos.-.....	18
2.7.4.5. Suelos.-	18
2.8. Métodos de Propagación.....	19
2.9. Establecimiento del cultivo	19
2.10. Selección del suelo y preparación	20
2.10.1. Profundidad de Plantación	21
2.10.2. Densidad y distancia de plantación.....	22
2.11. Altura de la maralfalfa.	24
2.12. Cobertura.....	24
2.13. Cobertura basal de la maralfalfa	24
2.14. Cobertura aérea en la maralfalfa.....	25
2.15. Altura de corte.....	25
2.16. Producción de forraje	25
2.17. LEGUMINOSAS EN ASOCIACIÓN	27
2.18. BENEFICIO DE LAS LEGUMINOSAS EN PRADERAS ASOCIADAS	28
a) Proceso de fijación de nitrógeno	28
b) Incremento de la calidad del forraje.....	28
2.19. RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FORRAJE EN ASOCIACIÓN	29
2.20. Evaluación del Pasto King grass (<i>Pennisetum purpureum</i> cv. King grass) en asociación con leguminosas forrajeras.....	29
2.21. Aumento en la producción de biomasa vegetal.....	29
2.22. Comportamiento agronómico y valor nutricional de seis leguminosas rastreras en el cantón Quevedo.	30
CAPITULO III	31
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1. Localización y duración del experimento.....	31
3.2. Condiciones meteorológicas.....	31
3.3. Materiales y equipos.....	33
3.3.1. Materiales.....	33

3.3.2. Equipos.....	33
3.5. Diseño de muestreo.....	34
3.6. Análisis estadísticos y cálculo.....	34
3.7. Mediciones experimentales.....	34
3.8. Manejo del experimento.....	34
3.8.1. Preparación del terreno.....	34
3.8.2. Siembra.....	35
3.8.3. Toma de mediciones.....	35
CAPITULO IV.....	36
4. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIONES.....	36
4.1. Comportamiento de variables durante el establecimiento según la semana.....	36
4.2. Composición botánica de maní forrajero, maralfalfa, otras especies y suelo desnudo.....	37
4.3. Cobertura basal de la Maralfalfa.....	38
4.4. Cobertura aérea de la maralfalfa.....	39
4.5. Altura de la planta de maralfalfa.....	40
5. CONCLUSIONES.....	42
6. RECOMENDACIONES.....	43
7. RESUMEN.....	44
8. SUMMARY.....	45
9. BIBLIOGRAFÍA.....	46
10. ANEXOS.....	55

LISTA DE CUADROS

	Página
1. Uso de suelo-pastos cultivados y naturales en la Amazonía.....	7
2. Producción de forraje verde y materia seca del <i>A. pintoi</i> en diferentes edades de corte.....	12
3. Porcentaje de Proteína Cruda, Fósforo y Digestibilidad in vitro de la Materia Seca del <i>Arachis pintoi</i> en tres localidades y cuatro frecuencias de corte.....	13
4. Composición química del <i>A. pintoi</i> en diferentes edades de corte.....	13
5. Temperatura óptima, mínima y máxima en las hojas para el desarrollo de la fotosíntesis en gramíneas y leguminosas tropicales.....	18
6. Efecto de la profundidad de tapado en el rendimiento de Materia Seca.....	22
7. Análisis bromatológico a los 70 y 90 días de rebrote para Maralfalfa (<i>Pennisetum purpureum</i>).....	26
8. Calidad del forraje obtenido durante 1997, del pasto <i>Brachiaria decumbens</i> solo y asociado con <i>Arachis pintoi</i> en Atenas, Costa Rica.....	28
9. Composición química del pasto King Grass solo y asociado con tres leguminosas....	29
10. Comportamiento de variables climatológicas durante el experimento.....	32
11. Resultados del Análisis de Suelos.....	33
12. Comportamiento de algunas variables durante el establecimiento según la semana...36	

LISTA DE FIGURAS

	Pagina
1. Uso de suelo en Pastaza.....	8
2. Uso de la frontera agrícola en la provincia de Pastaza.....	9
3. Efecto de la preparación del suelo en el rendimiento del CUBA CT-115 plantado a Vuelta de arado.....	21
4. Efecto de la distancia de plantación en el rendimiento de materia seca por corte y total.....	23
5. Composición botánica de las especies y suelo desnudo.....	38
6. Cobertura basal (%) de la maralfalfa en mezcla forrajera.....	39
7. Cobertura aérea (%) de la maralfalfa.....	40
8. Altura (cm) 35de la planta de maralfalfa.....	41

LISTA DE IMÁGENES

	Pagina
1. Maní forrajero como cobertura en el cultivo de palma africana.....	14
2. Partes del tallo de Pennisetum purpureum.....	15
3. Morfología de las hojas de Maralfalfa (Pennisetum purpureum).....	16
4. Altura de corte según la especie.....	25
5. Área de investigación.....	31

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En la producción de pastos influyen las condiciones naturales del entorno donde se lleva a cabo esta actividad. El clima es un componente esencial del sistema. Es de vital importancia tener en cuenta el efecto que este ejerce en los procesos fisiológicos que dan lugar al crecimiento y desarrollo de las plantas. Febles *et al.* (2009) afirmaron que el clima constituye una de las principales fuentes a partir de las que se garantiza la producción de semillas de pastos de alta calidad y por ende, la producción de biomasa, si se tiene en cuenta que la obtención de semillas es el primer eslabón de este proceso.

El gran reto de los productores que practican una ganadería moderna, consiste en incrementar la producción de carne y leche, en forma acelerada y sostenible, de tal manera que permita garantizar la demanda de la población y que además, garantice la conservación de los recursos naturales y del ambiente, al minimizar la compra de insumos químicos, reducir la contaminación y destrucción de los recursos naturales (Giraldo, 1999). Una ganadería moderna, necesariamente, tiene que ser sinónimo de rentabilidad y competitividad y si bien son muchos los factores envueltos en la empresa ganadera, el factor más importante es el componente de la alimentación animal y dentro de éste, lo relacionado con las gramíneas y leguminosas que constituyen la principal fuente de alimentación de los rumiantes.

En la Amazonía Ecuatoriana los pastizales se consideran como la actividad productiva más predatoria porque se tala grandes extensiones de bosques primarios para establecer gramíneas forrajeras sin tener en cuenta la fragilidad de los ecosistemas.

Según el Sistema Nacional de Información (2013) en la zona suroriente de la región Amazónica se incrementó la expansión de la frontera agrícola especialmente los pastizales a 102.933,50 hectáreas entre 2004 y 2010.

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), esto se debe al poco conocimiento técnico en el

manejo de pastizales, pasturas compuestas generalmente de gramíneas, alta competencia de malezas y escasa utilización de leguminosas.

En la provincia de Pastaza, la actividad ganadera ocupa grandes espacios de terreno de una manera poco tecnificada, lo que ha llevado a una tala irracional del bosque primario. Por consiguiente las nuevas especies de gramíneas y leguminosas mejorarían la dieta nutricional de los rumiantes, la fertilidad del suelo debido a la fijación del nitrógeno y acumulación de materia orgánica. Además es importante evaluar sistemáticamente la adaptación y productividad de nuevos materiales de leguminosas y gramíneas tomando en cuenta la actualidad de las investigaciones.

Está bien documentado que las leguminosas, seleccionadas para suelos ácidos, en asociación con gramíneas, contribuyen a aumentar entre 20 y 30 % la producción de leche y carne de animales alimentados en sistemas de pastoreos (Lascano y Ávila, 1991).

El Estado ecuatoriano tiene como prioridad el crecimiento económico del país, “el petróleo constituye el principal recurso de exportación, y como tal la principal fuente de divisas del País” (Ruiz, 2000). La necesidad obtener recursos inmediatos para satisfacer las crecientes necesidades de la población nacional, justificó las políticas colonizadoras impulsadas por el Estado desde mediados del siglo XX, a este fenómeno debe sumarse la continua movilización de personal en el sector hidrocarburífera (Little, 1992 y Pichón, 1993). La industria petrolera incrementó su actividad a inicios de los años setenta, al encontrarse reservas probadas de petróleo en la Amazonía. Esto lanzó en carrera al país, hacia la modernización de las actividades y de la infraestructura extractiva e institucional del Estado. Todos estos factores condujeron a una explotación acelerada de los recursos naturales; miles de hectáreas de bosques fueron taladas a causa de la actividad petrolera; y el comercio de madera creció favorecido por la apertura de carreteras (Ruiz, 2000).

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 y dar respuesta a la solución de la problemática en la alimentación ganadera con la mezcla de gramínea y leguminosa para la Amazonía ecuatoriana, identificando el siguiente problema

científico: “La expansión de la frontera agrícola, la degradación y deterioro de los pastizales, en ecosistemas tan frágiles como la Amazonia Ecuatoriana, conducen a la desertificación por la mala utilización de los mismos trayendo consigo el deterioro del entorno ambiental y la baja productividad de los sistemas”.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Establecer una mezcla forrajera (*Pennisetum purpureum* cv. maralfalfa) y maní forrajero (*Arachis pintoi*), con la finalidad de reducir la expansión de la frontera agrícola, la degradación y deterioro de los pastizales, con la introducción de especies de alta productividad en la Amazonía Ecuatoriana.

1.1.2. Objetivo Específico

Evaluar el establecimiento de la mezcla forrajera (*Pennisetum purpureum* cv. maralfalfa) y maní forrajero (*Arachis pintoi*) como una alternativa para los sistemas ganaderos de la Amazonía Ecuatoriana.

1.2. HIPÓTESIS

Mediante el establecimiento de las mezclas forrajeras acompañado de un manejo adecuado de las pasturas, superar la productividad de los sistemas pastoriles, podría contribuir a detener la expansión de la frontera agrícola y evitar la degradación de los sistemas.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. USO DE LA TIERRA Y PROBLEMAS EN PASTURAS Y GANADERÍA

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 (INIAP-EEN 1997); sin embargo, la realidad es que los niveles de producción, productividad e ingresos son bajos. Por ejemplo la producción promedio de forraje es apenas de 5 a 8 ton/ms/ha/año. Esta situación podría deberse entre otros a los siguientes factores (INIAP 2011):

- Suelos pobres en nutrientes.
- 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 sustentación de una pradera 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 talando bosques para el establecimiento de nuevas pasturas.

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

En el piedemonte amazónico se encuentra el mayor porcentaje de los hatos ganaderos en cambio en la zona baja se mantienen un solo grupo de animales, a pastoreo libre lo que motiva en algunos casos al cruzamiento entre parientes causando la degradación genética y por ende influencia en la baja producción, las principales causas 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 Amazonía.

Falta de un centro de capacitación y transferencia de tecnología con los cursos 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. PASTURAS MEJORADAS Y PRODUCCIÓN ANIMAL

Los pastos permanentes y los forrajes son la principal fuente de alimentación de la ganadería bovina en Centroamérica. Aproximadamente un 60.4% de la superficie agrícola disponible está cubierta por gramíneas nativas y/o naturalizadas de baja producción tales como Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), Ratana (*Ischaemum ciliare*) y gramas de los géneros *Paspalum* y *Axonopus*. Estas gramíneas producen entre 8–10 tMS/ha/año, lo que representa entre 30–35 por ciento del potencial de producción de una pastura de *Brachiaria* bien

manejada CATIE (1989). Además una característica de las pasturas nativas es el pobre en valor nutritivo representado por baja digestibilidad de la materia seca (40–55%) y bajos contenidos de proteína cruda (generalmente < 7%). (FAO, 2011)

Por otro lado, la mayoría de las pasturas se encuentran en procesos de degradación debido principalmente al sobrepastoreo y la falta de fertilización. El uso de leguminosas es limitado y la fertilización con nitrógeno se utiliza en casos muy contados. Por esta razón, los índices productivos de la ganadería son bajos, tales como edad al primer parto > 36 meses, intervalo entre partos > 18 meses, índice anual de parición < 50 %, producción promedio de leche por vaca/día < 3.5 litros en sistemas de doble propósito y producción de leche por ha/año < 900 kg. (FAO, 2011)

2.3. Superficie en uso ganadero

En el cuadro 1 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) citado por (Buestán, 2013)

Cuadro 1. 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) citado por Buestán, (2013) en la figura 1, 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.

Figura 1. Uso de suelo en Pastaza.

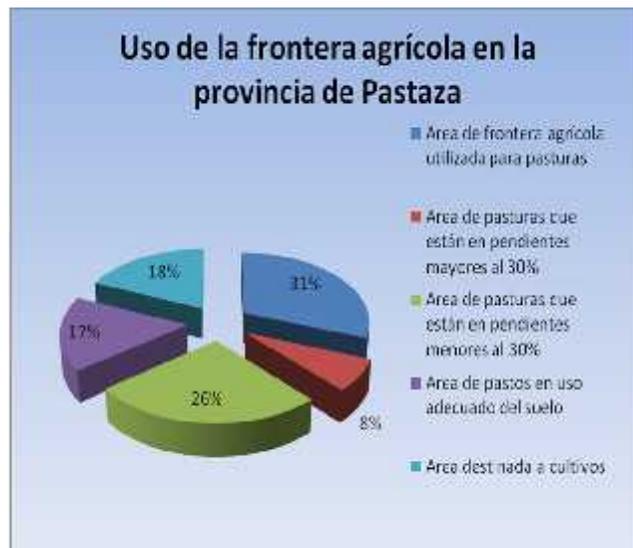


2.4. Uso del suelo y cobertura vegetal

La Provincia de Pastaza tiene una superficie de 2.964.151,97 hectáreas aproximadamente, de las cuales 2.612.822,65 hectáreas es decir el 88,15 % corresponde al bosque primario de la Amazonia, el 6,93 % es decir 205.470,43 hectáreas se utilizan en actividades agropecuarias, el 3,26 % o sea 96.562,15 hectáreas corresponde a humedales. Otros usos del suelo corresponden a la vegetación arbustiva y herbácea con el 1,16 % es decir 34.328,79 hectáreas, en el rubro otras áreas se ubica el 0,09 % es decir 2.691,75 hectáreas, mientras que las zonas urbanas ocupan 2.454,73 hectáreas lo que significa el 0,08 %, el área indeterminada corresponde a 9.821,47 hectáreas lo que significa 0,33 %; de acuerdo al estudio realizado en el año 2008 por parte del TNC, sobre uso del suelo y cobertura vegetal (Grijalva *et al.* 2011).

En la provincia de Pastaza el 28% de la tierra dedicada a los sistemas ganaderos, se ubica en áreas no propias para desarrollar el pastoreo, lo que incrementa el disturbio de esta actividad antrópica, en una zona cuyo uso es para bosques protectores o para la silvicultura. En la Tabla 1, se presentan las características de las fincas, en una muestra de 284 sistemas ganaderos diagnosticados en la frontera agrícola. En el 8,41% de los casos evaluados, la tierra no presenta actitud para conducir el pastoreo. La pendiente donde se ubican las fincas es de 61.7 ± 13.9 , dedican 22.1 ± 19.5 ha al pastoreo, con solo el 0,3% del área con actitud para conducir esta actividad, mantienen un rebaño de 18 ± 10 cabezas de ganado vacuno, de las que el 33% son vacas (Benítez *et al.* 2015).

Figura 2. Uso de la frontera agrícola en la provincia de Pastaza



La vulnerabilidad de la Región Amazónica a los riesgos de degradación causada por la actividad agropecuaria es superior a la de otros biomas, lo que se asocia a la estructura de los suelos, el relieve y las características climáticas. La abundancia de lluvias predispone al sobre-humedecimiento del suelo, al lavado de nutrientes y a la erosión (INIAP 2010; Grijalva *et al* 2011). Las características del relieve y climatológicas de la frontera agrícola de Pastaza, propician la vulnerabilidad al impacto ambiental negativo por la actividad agropecuaria, especialmente en los suelos en uso ganadero, no aptos para esta actividad productiva, sin la aplicación de programas de gestión ambiental, como capacidad de respuestas a los riesgos ambientales (Díaz 2010; ECORAE 2011) citado por (Benítez *et al.* 2015)

2.5. Gramíneas y leguminosas en sistemas silvopastoriles.

Según INIAP (2011), los sistemas silvopastoriles bien manejados mejoran las condiciones nutricionales de las gramíneas por la incorporación de materia orgánica del sistema y la influencia de las leguminosas en la mejora del suelo.

2.6. MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoi*)

2.6.1. Origen

Según Rincón *et al.* (2011) el género *Arachis* es originario de América del Sur donde se encuentra distribuido al este de los Andes, entre los ríos Amazonas y La Plata. *Arachis*

pintoi fue recolectado en 1954 por Gerardo C. P. Pinto, cerca de la ciudad de Belmonte, Bahía, Brasil.

Entre 1976 Y 1978, el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT introdujo al Centro de Investigaciones ICA-CIAT Carimagua, Llanos Orientales de Colombia, más de 40 accesiones de *Arachis* provenientes de colecciones de germoplasma de Estados Unidos (Univ. de Florida y USDA) y de Australia (CSIRO). De estas accesiones sobresalió *A. pintoi*. (Rincón *et al.* 2011).

2.6.2. Descripción morfológica

El Maní Forrajero es una leguminosa herbácea, perenne, de crecimiento rastrero y estoloníferas. Tiene una altura entre 20 y 40 cm, posee raíz pivotante que crece hasta 30 cm de profundidad. Las hojas son alternas, compuestas, con cuatro folíolos aovados, de color verde claro a oscuro. El ápice de los folíolos es mucronado, con estípulas envainadoras, adheridas al pecíolo y bifurcadas en forma de hoz, pubescentes, que cubren las yemas en los nudos (Rincón *et al.* 2011).

Presenta floración indeterminada y continua, las inflorescencias son axilares en espigas, con un tubo calicinal (hipanto) de color rojizo, pubescente y fistulado que sostiene el perianto y los estambres; en el interior de este tubo está el estilo. Presenta un cáliz bilabiado y pubescente, con un labio inferior simple y acuminado ubicado bajo la quilla, y un labio superior amplio con cuatro dientes pequeños en el ápice, provenientes de cuatro sépalos fusionados. La corola es de forma amariposada, y comprende el estandarte de color amarillo; las alas igualmente amarillas, pero más delgadas que el estandarte; la quilla que es puntiaguda, curvada y abierta ventralmente en la base, muy delgada y de color amarillo pálido, casi transparente. El androceo está compuesto por ocho estambres funcionales y dos estaminodios. El gineceo presenta un ovario ubicado en la base del tubo calicinal, y contiene dos o raramente tres óvulos (Rincón *et al.* 2011)

2.6.3. Adaptación

Según Rincón *et al.* (2011) *Arachis pintoi* es una planta que crece bien en regiones tropicales desde el nivel del mar hasta 1800 m de altura, con 1500 a 3500 mm de precipitación anual bien distribuida. Se adapta bien a suelos de mediana fertilidad, tolera

suelos ácidos con alta saturación de aluminio, comunes en las sabanas tropicales. Su mejor desarrollo y producción se obtiene en suelos de textura franca hasta arcillosa y con materia orgánica superior a 3%. Su tolerancia a la sequía es moderada. Tolera bien la sombra, por lo tanto se usa como cobertura para los cultivos y también podemos asociar con las gramíneas para establecer pastizales y aumentar la producción de materia verde en un área determinado.

2.6.4. Persistencia

Maní forrajero se caracteriza, a diferencia de otras leguminosas (*Kudzú, Capica, Vichada*) por la excelente persistencia en las asociaciones bajo pastoreo con las especies rastreras e invasoras. Existen praderas de *Brachiaria* sp, asociadas con maní forrajero en los Centros de investigación la Libertad y Carimagua con una edad superior a 12 años y en fincas de productores de la Orinoquía con más de tres años de haber sido establecidas o renovadas con esta leguminosa. A medida que pasa el tiempo, estas praderas tienen una producción animal sostenida y el gasto en fertilizantes se reduce por los beneficios brindados por la leguminosa y la persistencia bajo circunstancias adversas, como sobrepastoreo o quema, las semillas que quedan en el suelo son las reservas para posterior establecimiento (CORPOICA 1999).

Según INIAP-EEN (1997) en la Amazonía ecuatoriana, el cultivo de *Arachis pintoii* no se presenta ataques de plagas (comedores de hojas) y no se observa incidencia de enfermedades.

Las plagas más comunes que atacan esta leguminosa son los comedores de hojas (crisomélidos), hormigas y algunas larvas de lepidópteros. La presencia de éstas ocurre en forma localizada dentro de las pasturas y no afecta su persistencia y productividad (Rincón *et al.* 2011).

2.6.5. Producción de forraje

Según Rincón *et al.* (2011) menciona que en la altillanura esta leguminosa ha alcanzado producciones hasta de 1.4 t/ha de materia seca por año y en el piedemonte llanero produce entre 3.8 y 5.5 t/ha. En general, la producción de forraje de esta especie aumenta con el tiempo y tiende a ser mayor cuando crece asociada con una gramínea y Godoy *et al.* (2012)

muestran que la producción de forraje verde y materia seca por m² y en MS kg⁻¹ por hectárea, da mejores resultados de producción a los 75 días, (cuadro 2).

Cuadro 2. Producción de forraje verde y materia seca del *A. pinto* en diferentes edades de corte.

Variables	30 días	45días	60días	75 días	Error	
					estándar	Prob.
No. Observaciones	4	4	4	4		
Producción de FV, (kg ha ⁻¹)	11,230c	24,950b	28,750b	47,730a	652.07	0.001
Producción de MS, kg ha ⁻¹	2,469d	6,479c	7,084b	12,480a	163.70	0.001

Medias en las misma fila seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas (Tukey, p<0.05).

Fuente. (Godoy et al. 2012)

2.6.6. Valor nutritivo y rendimiento

Rincón *et al.* (2011) menciona que el Maní Forrajero tiene un alto valor nutritivo, en términos de proteína, digestibilidad y consumo por el animal con adaptación previa. El nivel de proteína cruda en las hojas presenta entre 13 y 18% en las épocas seca y lluviosa, respectivamente. Los tallos entre 9 y 10% de proteína en ambas épocas. El promedio de digestibilidad de las hojas en la época seca de 67% y en la época lluviosa de 62%. En promedio, el contenido de calcio es de 1.77% y el de fósforo de 0.18%.

Las gramíneas en asociación con las leguminosas contienen más proteína. En la altillanura, *B. humícola* contiene en promedio, 3 a 6% de proteína y en asociación con *A. pinto* este porcentaje llega a 9%, lo cual aumenta el consumo de forraje de los animales en pastoreo (Rincón *et al.* 2011).

Mientras que INIAP (1991), considera al *A. pinto* como una leguminosa muy apetecible por el ganado. El contenido de proteína cruda oscila de 20,2 a 19,3%, descendiendo a medida que aumenta su madurez; la digestibilidad in vitro varía de 53,0 a 59,3% lo que le da una buena aceptabilidad por los animales. (Cuadro 3)

Cuadro 3. Porcentaje de Proteína Cruda, Fósforo y Digestibilidad in vitro de la Materia Seca del *Arachis pintoi* 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
	Misahualí	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
Fosforo %	Archidona	0,22	0,19	0,15	0,20
	Misahualí	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
	Misahualí	47,86	60,40	58,98	61,56
	Palora	49,20	46,84	55,44	58,47
	Promedio	59,65	56,25	59,26	59,25

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

La composición química, el contenido de proteína bruta disminuye con la edad de corte, así entonces a menor estado vegetativo de la planta mayor contenido de proteína bruta y menor contenido de fibra bruta. (Godoy *et al.* 2012). (Cuadro 4)

Cuadro 4. Composición química del *A. pintoi* en diferentes edades de corte

Variable	30 días	45días	60días	75 días	Error estándar	Prob.
No. de observaciones	4	4	4	4		
Materia orgánica, %	87,79a	88,97a	89,88a	90,05a	0,154	0,59
Proteína bruta, %	24,50a	21,02b	17,84c	14,65d	0,193	0,001
Fibra bruta, %	21,69a	23,76b	26,12c	29,45d	0,194	0,001
Extracto etéreo, %	6,10a	5,62a	4,66b	3,41c	0,073	0,001
Extracto libre de nitrógeno, %	37,50c	40,57b	42,26a	42,54a	0,141	0,001

Fuente. (Godoy *et al.* 2012).

2.6.7. Siembra

Esta especie se puede propagar por dos medios: vegetativo y por semilla. Cuando se siembra vegetativamente se prefiere estolones de 20 cm de longitud aproximadamente, este material se siembra el mismo día de su cosecha, de lo contrario se debe almacenar a la sombra y humedecerse para evitar su deshidratación. Para sembrar una hectárea se requiere de 8 m³ cúbicos, la siembra se realiza a 50 cm en cuadro, enterrándola 15 cm bajo el suelo y el resto fuera, esto si es monocultivo (INIAP 2011).

Cuando se asocia con una gramínea se requiere de 3 m³/ha y se siembra a un metro cuadrado. Cuando se dispone de semilla se requiere de 8 a 12 kg/ha en cada sitio de 2-3 semillas a distancia de 0,5 y 1 m² respectivamente.

2.6.8. Manejo

Según INIAP-EEN (1997) menciona que el maní forrajero recupera rápidamente la cobertura después de pastoreo. En la asociación con gramíneas, el pastoreo se debe realizar cada 50 días en épocas de precipitación normal y en épocas de mayor precipitación se debe aplicar carga animal baja y el pastoreo deberá ser rápido, de este modo tienen rápida recuperación y se evita el riesgo de perderla.

2.6.9. Maní forrajero como cobertura vegetal

El uso de la leguminosa como cobertura en cultivos perennes es una práctica ampliamente recomendable para la conservación y mejoramiento de los suelos y para el control de malezas. En el Centro de Investigación “La Libertad”, después de 4 años de evaluación, se encontró una cobertura del suelo de 100% en palma africana (imagen 1) y una reducción significativa en los costos de manejo del cultivo, debido a la competencia con maleza y el aporte de nitrógeno de la leguminosa (Rincón *et al.* 2011).



Imagen 1. Maní forrajero como cobertura en el cultivo de palma africana

2.6.10. Palatabilidad

Es la preferencia en consumirlo por el ganado; el *Arachis* es muy apetecible por los animales adultos, pero no así por los terneros (Granja Ganadera Calzada, 2013).

2.6.11. Potencial del maní forrajero

Esta leguminosa incluida en las pasturas de *Brachiaria* ha producido un incremento de 20 % más de leche; aparte de mejorar el suelo. Este pasto tiene una fuerte demanda, se usa como cobertura en los cultivos de café, pero en el caso de la producción animal, se debe de incluir solo o asociado; es una de las pocas leguminosas que se puede asociar con gramíneas (Granja Ganadera Calzada, 2013).

2.7. MARALFALFA (*Pennisetum purpureum*)

2.7.1. Descripción Botánica

Según Correa *et al.* (2004) citado por Buestán (2013), 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. (Imagen 2). La maralfalfa desarrolla nuevos tallos a partir de sus yemas basales y laterales localizadas en los nudos. A éste fenómeno se le conoce como ahijamiento o amacollamiento. El potencial de producción de biomasa está determinado por su capacidad de ahijamiento. En los nudos también se localizan los primordios que darán origen a las raíces.



Imagen 2. Partes del tallo de *Pennisetum purpureum*

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 3a). La lígula, que corresponde al punto de encuentro de la vaina con el limbo, se presenta en corona de pelos (imagen 3b). 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 3c).

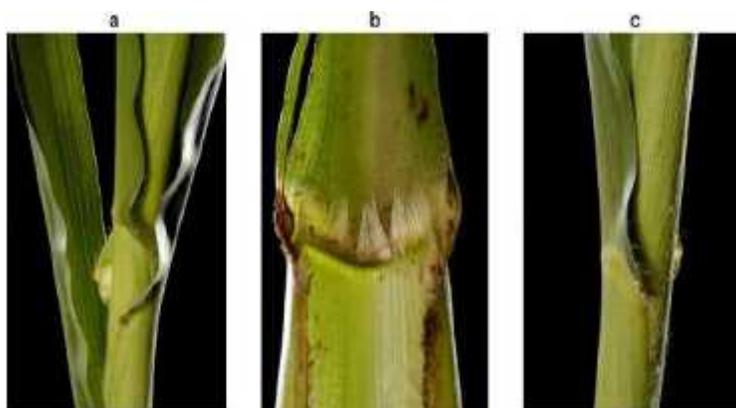


Imagen 3. Morfología de las hojas de Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*)

Esta especie es perenne y de crecimiento erecto, y puede alcanzar hasta 3 m de altura. El tallo es similar al de la caña de azúcar. Puede alcanzar 2 cm de diámetro. Las hojas son anchas y largas con vellosidades suaves y no muy largas, verdes claro cuando son jóvenes y verde oscuro cuando están maduras (CORPOICA, 2013).

2.7.2. Plagas y enfermedades

Se han reportado muchas enfermedades causadas por hongos, la más común es la causada por *Helminthosporium sacchari*. Además la atacan bacterias y nematodos (CORPOICA, 2013).

2.7.3. Usos

Forraje picado, heno y ensilaje (CORPOICA, 2013).

2.7.4. Requerimiento Agro meteorológico

2.7.4.1. Clima.-

Según 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.

2.7.4.2. 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.

2.7.4.3. Temperatura.-

Debido al rango de adaptación climática bastante amplia, la temperatura a la que se desarrolla es variada. Según INIAP (1999) las temperaturas deben ser superiores a 10°C para *Pennisetum purpureum* por Bernal (1984) las temperaturas de adaptación oscilan entre 18 a 30°C, siendo la más adecuada en alrededor de 24°C, mientras que 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 (cuadro 4), 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.

Cuadro 5. Temperatura óptima, mínima y máxima en las hojas para el desarrollo de la fotosíntesis en gramíneas y leguminosas tropicales

Especie	Temperatura, °C		
	Óptima	Mínima	Máxima
Gramíneas C ₄			
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	38	9	56
<i>Cenchrus ciliaris</i>	39	6	61
<i>Cynodon dactylon</i>	35	-	-
<i>Panicum maximum</i>	38	10	58
<i>Pennisetum purpureum</i>	37	7	59
<i>Sorghum almum</i>	40	5	52
<i>Sorghum spp.</i>	35	-	-
Leguminosas C ₃			
<i>Neonotonia wigthii</i>	31	5	50
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	30	6	50

Fuente: (Baruch y Fisher 1991)

2.7.4.4. 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 excesivo.

La ventaja del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) está principalmente en su capacidad de mantener su producción en épocas de baja precipitación, 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).

2.7.4.5. 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). Se requiere suelos con fertilidad media a alta. Su mejor desarrollo se obtiene en suelos con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje, de preferencia como franco arcilloso y de pH cercano a la neutralidad.

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).

2.8. 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, 1986).

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. Establecimiento del cultivo

Según Padilla *et al.* (2006) citado por Buestán (2013) 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.

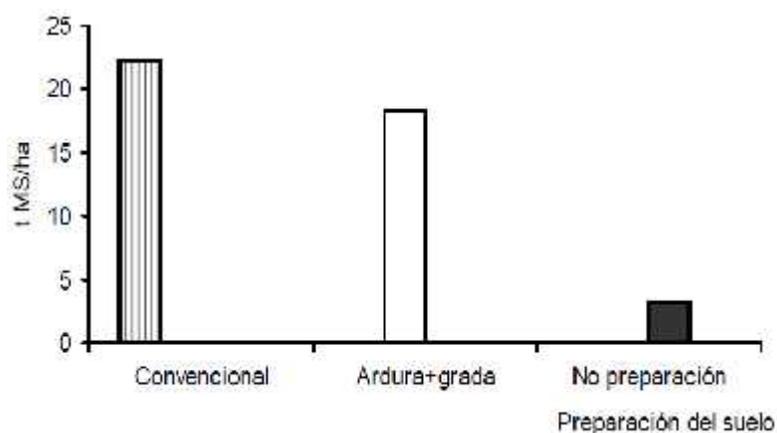
2.10. Selección del suelo y preparación

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. Se inicia con un control de malezas y luego se

procede a surcar, en posible con labranza mínima, a profundidades que varían entre 15 y 25 centímetros. Se procura la labranza mínima como una buena práctica agrícola, que causa poca perturbación en el suelo, buscando el mínimo daño tanto a su estructura como a su biodiversidad microbiológica.

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



2.10.1. Profundidad de Plantación

Ayala (1990), citado por Buestán (2013), menciona que en condiciones cubanas, el mayor rendimiento de forraje se obtuvo cuando la profundidad de tapado fue de 5 a 10 cm (cuadro 6).

A los 10 cm de profundidad de plantación es una mejor opción 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 (CORPOICA, 2013).

Cuadro 6. Efecto de la profundidad de tapado en el rendimiento de Materia Seca.

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 (Ayala, 1990).

2.10.2. 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 $23,66\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 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

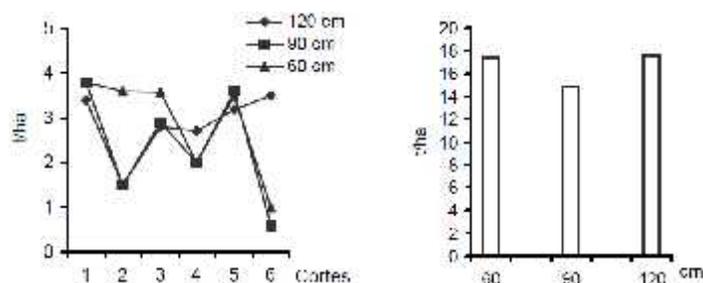
reducen los gastos de maquinaria y combustible aunque se mantienen los de mano de obra y semilla.

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 4).

Mientras que Uvidia *et al.* (2014) mencionan que la mejor distancia de siembra para establecer *Pennisetum purpureum* vs Maralfalfa en ecosistemas amazónicos es a un metro entre los surcos y una estaca a chorrillo y CORPOICA, (2013) recomienda que las estacas deben proceder de tallos de 90 a 120 días de edad a una distancia de 1 a 1,5 m entre surcos para obtener mejores resultados.

Figura 4. 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 a 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 (Ayala, 1990)

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.

Según Leonard *et al.* (2014) sembrado a una distancia de 70cm entre calle y 25cm entre estacas a una inclinación de 45° y acostada encontró 9, 23 t/ha/corte a los 45° y 5,06 para cero grados de inclinación en condiciones de la amazonia ecuatoriana.

2.11. Altura de la maralfalfa.

Uvidia *et al.* (2014), plantean que la maralfalfa puede alcanzar hasta cuatro metros de altura, pero en condiciones normales de producción llega a 190 cm. Su crecimiento diario es de 1,07 cm.

2.12. Cobertura

Mide la “extensión” de la vegetación en términos de superficie de suelo cubierta por las plantas; en general se expresa en porcentaje o fracción del área de estudio. Más en detalle, la cobertura de una especie se define a partir de la superficie que ocupa su proyección sobre el suelo la de su área basal o la de su copa en el caso de un árbol. No hay que confundir la cobertura con la densidad o número de individuos por unidad de superficie.

2.13. Cobertura basal de la maralfalfa

Tothill (1978) y Sierra (1980) citados por Samaniego (1992) definen a la cobertura basal como el espacio ocupado por la planta en una superficie de suelo cubierta, por la corona de la planta.

Beltrán (2012). En su investigación evaluación de tres abonos orgánicos aplicados en dos tiempos post corte en la producción de maralfalfa (*Pennisetum* sp) obtuvo un porcentaje de la cobertura basal de 67.65 % a los 60 días en la Región Sierra.

2.14. Cobertura aérea en la maralfalfa

Carambula (1997) indica que la cobertura aérea a diferentes alturas es de interés porque a través de ello se deduce la producción de pasto que será removido por los animales en pastoreo, Samaniego (1992) menciona que la cobertura aérea es mayor que la basal teniendo una relación media debido al crecimiento del pasto mientras que Beltrán (2012) en su investigación encontró una media de 100% a los 60 días

2.15. Altura de corte

PROMEGA (2007), menciona que el pasto de crecimiento bajo como la Alicia, Swazi, Estrella, Pangola, deben ser cortados a una altura no menor de cinco centímetros del suelo; mientras que los pastos de crecimiento medio como las *Brachiaria decumbens*, *brizantha* o *Brachiaria* híbrido Mulato, se cortan a alturas entre 15-20cm del suelo (imagen 4a), y las pasturas de crecimiento alto como los pastos de corte Elefante, Taiwán, Indiana o Guinea se cortarán entre 45-60 cm. del suelo (imagen 4b).



Imagen 4. Altura de corte según la especie.

2.16. Producción de forraje

Las zonas con suelos pobres en materia orgánica, que va de franco- arcilloso a franco – arenoso, en un clima relativamente seco, con pH de 4,5 a 5, a una altura de aproximadamente de 1,750 m.s.n.m. y en lotes de tercer corte, se han obtenido cosechas a los 75 días con una producción promedio de 28,5 kilos por metro cuadrado, es decir,

285t/ha, con una altura promedio por caña de 2,50 mts. Los cortes se deben realizar cuando el cultivo alcance aproximadamente un 10% de espigamiento (<http://www.adoos.com.co>, 2005) citado por (Cruz, 2008).

Según Alzamora (2011), en la provincia de Chimborazo obtiene una producción promedio de forraje verde a los 75 días de edad de 64,68tn F.V. ha⁻¹. Mientras que Andrade (2009) alcanza una producción de 127335 kg. ha⁻¹ del mejor de sus tratamientos.

PROMEGA (2007) menciona que la producción de forraje de una pastura depende de la localidad, fertilización y época del año. El rendimiento de forraje verde de los pastos es de 70% durante la estación lluviosa y de 30% durante la estación seca.

Puede producir hasta 26,3 t/ha de materia seca con cortes cada 75 días sin fertilizar, y hasta 37,7 t/ha de materia seca fertilizado con 200 kg/ha de N (CORPOICA, 2013).

2.17. Composición química y rendimiento de forraje

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 7) más representativos de Maralfalfa

Cuadro 7. 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 Orgánica.	88,70 %	89,11 %
FDN	52,29 %	53,78 %
FDA	32,14 %	35,09 %
LNA	7,14 %	7,87 %

2.17. LEGUMINOSAS EN ASOCIACIÓN

Las asociaciones de leguminosas con gramíneas, se pueden definir como la interrelación armónica y equilibrada entre dos o más especies, de gramíneas y leguminosas. Estas asociaciones se pueden realizar con leguminosas nativas, que se encuentran en el pastizal o con especies introducidas y aprobadas (Sánchez, 1998). El establecimiento de una asociación gramínea – leguminosa, requiere de ciertos arreglos de siembra, para evitar los efectos de competencia, que provoquen el dominio o desplazamiento de alguno de los componentes botánicos, lo que aseguraría mantenerlos estables en el tiempo y en el espacio en la pradera. La proporción de la leguminosa en la pradera, para obtener el máximo beneficio de las asociaciones, debe ser una disponibilidad entre 30 a 40 % de dicha especie, ya que valores mayores o menores a estos porcentajes, traen como consecuencia, disminución en la producción de forraje y por tanto, en la producción animal. Para alcanzar la proporción adecuada, los arreglos de siembra pueden ser mezcla al voleo y mezcla en surcos. En surcos, los arreglos pueden ser 1:1, 2:1 y 3:1, esto es uno, dos o tres surcos de gramínea por uno de leguminosa (Enríquez *et al.* 1999; Sánchez, 1998).

Según INIAP-EEN (1997) el maní forrajero debe asociarse con gramíneas de porte alto y de lenta recuperación tales o *Axonopus seoparius* y otras; y con las de rápida recuperación como: *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria dictyoneura* y *Brachiaria ruziziensi* leguminosa sola crece muy lentamente.

Según CORPOICA (1999) maní forrajero tiene excelente compatibilidad con todas las gramíneas, especialmente con aquellas de crecimiento erecto o semierecto como el *B. decumbens*, *B. brizantha* y *P. máximum*. Con estas especies no estoloníferas, el maní forrajero tiene un establecimiento rápido especialmente en donde los suelos son más fértiles y cubre totalmente los espacios dejados por las gramíneas evitando así el suelo descubierto que puede sufrir deterioro en sus características físicas por el pisoteo del ganado o ser fácilmente invadido por malezas.

2.18. BENEFICIO DE LAS LEGUMINOSAS EN PRADERAS ASOCIADAS

a) Proceso de fijación de nitrógeno

Es bien conocido que las leguminosas suministran nitrógeno al suelo por medio de la fijación simbiótica de este elemento. La fijación del nitrógeno ocurre por la asociación simbiótica, que establece la planta con algunas bacterias de la familia Rhizobiaceae, estas bacterias infectan las raíces de la planta e inducen la formación de nódulos radicales, en el interior de los cuales se realiza la fijación, con la intervención de la enzima nitrogenasa, localizada en el interior de los rizobios. Las bacterias le ceden el nitrógeno fijado a la planta y a su vez ésta le suministra al nódulo los carbohidratos que producen la energía necesaria para el proceso de fijación (Sylvester *et al.* 1987).

La fijación simbiótica de nitrógeno ambiental, en las regiones tropicales tiene problemas por la acidez del suelo y la disponibilidad de nutrimentos, también, los altos niveles de fertilización nitrogenada inhiben ésta fijación biológica, por lo que la recomendación es no aplicar fertilizantes nitrogenados a las leguminosas (Vázquez, 1996).

b) Incremento de la calidad del forraje

Las leguminosas asociado con gramíneas (*Arachis pintoi* + *Brachiaria decumbens*) mejora la calidad de forraje aumentando el contenido de proteína. (Cuadro 8). Villaquirán y Lascano (1986), mencionan que las gramíneas tropicales presentan contenidos de proteína total bajos, inferiores al 7 % durante la época seca, cuando el aporte de nitrógeno es deficiente, lo cual afecta el consumo voluntario y consecuentemente y por ende la producción animal.

Cuadro 8. Calidad del forraje obtenido durante 1997, del pasto *Brachiaria decumbens* solo y asociado con *Arachis pintoi* en Atenas, Costa Rica.

Atributo	<i>B. decumbens</i> solo	<i>B. decumbens</i> + <i>A. pintoi</i>	Diferencias (%)
Proteína total (%)	11.6	13.4	15.5
DIVMS (%)	62.4	62.0	-0.5

Fuente: (Romero y González, 1999)

2.19. RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FORRAJE EN ASOCIACIÓN

Según Espinoza *et al.* (2001) al realizar el estudio del valor nutritivo del pasto King Grass solo y asociado con tres leguminosas herbáceas (*Macropilium atropurpureum*, *Centrosoma macrocarpum* y *Centrosema pubescens*; se determinó que el contenido de proteína, fosforo y calcio fue mayor en los tratamientos asociados. (Cuadro 9).

Cuadro 9. Composición química del pasto King Grass solo y asociado con tres leguminosas.

Pastos	P. total (%)	E. Etéreo (%)	Calcio (gr)	Fosforo (gr)
King Grass	8.7	2.6	0.39	0.34
King Grass + <i>M. Atropurpureum</i>	98.7	2.6	0.46	0.30
King Grass + <i>C. Macrocarpum</i>	9.8	4.4	0.36	0.41
King Grass + <i>C. Pubescens</i>	10.5	2.5	0.36	0.50

Fuente: (Espinoza *et al.* 2001)

2.20. Evaluación del Pasto King grass (*Pennisetum purpureum* cv. King grass) en asociación con leguminosas forrajeras

Pennisetum fue muy evaluado durante la década de los 70 y la primera parte de los años 80, siendo posteriormente relegado, motivado a la introducción de otras especies de gramíneas, entre la que destacó las del género *Brachiaria* (Espinoza *et al.* 2001).

Las especies del género *Pennisetum*, en su mayoría, presentan rendimientos de 40 t de materia seca (MS) ha⁻¹ corte⁻¹ y más de 120 tMV ha⁻¹ año⁻¹ con porcentajes de proteína que oscilan entre 6 y 8.5%. Varios autores han encontrado rendimientos de materia seca que oscilan entre 72 y 85 t MS ha⁻¹ año⁻¹. Sin embargo, son sensibles a la baja fertilidad del suelo, por lo que son muy exigentes en fertilización, especialmente nitrógeno (Espinoza *et al.* 2001).

2.21. Aumento en la producción de biomasa vegetal

Según INIAP (1997) las leguminosas incrementan la producción de materia seca en las praderas cuando éstas se asocian con gramíneas. Esta disponibilidad de forraje incrementa la carga animal por unidad de superficie. Al respecto Costa *et al.* (1991) evaluaron tres

gramíneas forrajeras, asociadas con cinco leguminosas, en el periodo de máxima precipitación, donde las asociaciones expresaron mayor rendimiento de forraje que las gramíneas en monocultivo, mientras que Baar y Jenkins (1996) obtuvieron mayor producción de materia seca en la asociación de *B. decumbens* + *C. macrocarpum* (4.9 t/ha)

2.22. Comportamiento agronómico y valor nutricional de seis leguminosas rastreras en el cantón Quevedo.

La investigación comportamiento agronómico y valor nutricional de seis leguminosas rastreras en el cantón Quevedo planteo los objetivos establecer el comportamiento y la productividad de las leguminosas rastreras y determinar el valor nutricional de las leguminosas. Se desarrolló en la finca experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Las leguminosas bajo estudio fueron Kudzu, Mucuna, Maní Forrajero, Clitoria, Canavalia, Centrosema y como edades de corte 45, 60 y 75 días, se emplearon dos unidades experimentales, se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), en arreglo factorial 6 x 3, las variables a evaluar fueron: la biomasa forrajera (g), longitud y peso de la raíz (cm), morfoespecies, grupos funcionales y poblaciones totales, composición química y valor nutritivo. El mayor peso de raíz se encontró en la Clitoria ternera, los mayores pesos de forraje y longitud de raíz se reportaron en la mucuna y canavalia, la morfoespecies encontrada fue *Glomus Acaulospora* de color rojizo, además la leguminosa mucuna reportó la mayor cantidad de esporas viables por 100 gramos de suelo seco. Los mayores niveles de proteína se presentaron a los 45 y 75 días en la leguminosa Mucuna (Briones, 2012) citado por Rivera, (2014).

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA) ubicado en el Km. 44 vía Puyo – Tena, Cantón Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo.

El estudio tuvo una duración de 6 meses, a partir de la preparación del terreno el 25 de marzo 2014 hasta la cosecha el 30 de septiembre de 2014, en un área de 15000 m².



Imagen 5. Área de investigación

3.2. Condiciones meteorológicas

Según Holdridge (1979) citado por Buestán (2013) el clima del territorio se clasifica como tropical húmedo con precipitaciones que oscilan desde 4000 a 5000 mm. La temperatura promedio es 24°C, la altitud de 443 a 1137msnm.

Los datos climáticos del área experimental aparecen en el cuadro 10. Se registraron los valores medios mensuales de las precipitaciones, temperatura y humedad relativa, velocidad del viento, punto de rocío en el período enero a diciembre del 2014, a partir de la medición diaria. Los registros se realizaron con microestaciones multifuncionales inalámbricas WH-1081 PC con el software de análisis Wolfram CDF Player 10.0.2.

Cuadro 10. Comportamiento de variables climatológicas durante el experimento.

Mes	Humedad a la intemperie (%)	Temperatura afuera (°C)	Velocidad del viento (m/s)	Punto de rocío (°C)	Precipitación total (mm)
Enero	87,50	23,10	0,20	19,65	370,50
Febrero	85,48	23,66	0,18	20,79	300,49
Marzo	84,71	22,79	0,28	19,78	414,00
Abril	81,37	23,14	0,29	19,37	380,50
Mayo	86,91	24,35	0,30	20,07	385,12
Junio	85,48	23,66	0,20	20,80	300,52
Julio	86,37	23,14	0,21	18,30	362,50
Agosto	85,48	24,50	0,23	21,70	300,49
Septiembre	87,37	25,42	0,22	22,40	415,50
Octubre	85,30	24,54	0,25	19,30	400,10
Noviembre	86,50	25,30	0,21	21,39	380,50
Diciembre	83,45	26,20	0,21	22,40	390,10

Fuente: Estaciones Meteorológicas CIPCA (2014)

3.2.1. Suelo

Para determinar la composición química del suelo se envió una muestra de suelo para análisis, los resultados se observan en el cuadro 11. El suelo se clasificó como Inseptisol subtipo Flavaquentic Eutrudepts.

Cuadro 11. Resultados del Análisis de Suelos

<i>ANÁLISIS</i>	<i>Valor</i>
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: Buestán (2013)

3.3. Materiales y equipos

3.3.1. Materiales

Machete, desbrozadora (moto guadaña), una barra, alambre de púas, alicates, grapas, letrero, estacas de la maralfalfa, flexómetro de 3m, cinta métrica de 20m, cuadrante de 1m², carretilla para el transporte de las estacas de maralfalfa y libreta de campo.

3.3.2. Equipos

Balanza digital, cámara fotográfica y computadora.

3.4. Factor de estudio

Dinámica al establecimiento de las mezclas forrajeras en las condiciones amazónicas a la 2, 4, 6, 8, 10 y 11 semanas.

3.5. Diseño de muestreo

De ser un diseño de muestreo aleatorizado permite seleccionar 10 unidades de muestreo cada 6, 8 y 11 semanas.

En la parcela experimental se utilizó el método de Línea de Canfield o transecto lineal para seleccionar las unidades de muestreo que fueron 3 en cada semana

3.6. Análisis estadísticos y cálculo

Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple y las medias se compararon con la prueba de rangos múltiples de Duncan, para cada semana (2, 4, 6, 8, 10 y 11) con 10 repeticiones para cada una.

Para determinar las diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey.

3.7. Mediciones experimentales

Las medidas observadas fueron: Composición botánica, cobertura basal (%), cobertura aérea (%), altura (cm) y el rendimiento de materia verde (t/ha/corte) de la mezcla forrajera.

3.8. Manejo del experimento

3.8.1. Preparación del terreno

Se inició con la selección del terreno; topografía regular, libre de excesiva sombra y encharcamiento, anteriormente se trataba de un pastizal donde se presentaba un 50% de maní forrajero y el resto de otras especies, se utilizó la moto guadaña para realizar un corte de igualación y eliminación de plantas fuera de lugar dejando el área en las mejores condiciones para la respectiva siembra.

En la adecuación del terreno se eliminaron las malezas o pasturas naturales no deseadas y eliminando los obstáculos como troncos, piedras, etc., que afecten posteriormente al área destinada para el establecimiento de la mezcla forrajera. El control de la vegetación se la realizó de forma manual usando machete; para la vegetación arbórea presente en el perímetro de experimento se realizó el corte de ramas, cercó el área con alambre de púa.

3.8.2. Siembra

El corte y transporte de material de propagación tuvo lugar un día anterior a la siembra, desde las parcelas que fueron investigadas por Buestán (2013), las estacas fueron seleccionadas y cortadas de la parte media de la caña (tallo) de Maralfalfa con 3 a 4 nudos, con un largo entre 30 a 50cm y peso entre 40 y 70 gramos, para la plantación o siembra se removió la tierra con la ayuda de una barra y un machete en puntos señalados de un metro por un metro, luego se ubicó las estacas seleccionadas en cada uno de los puntos señalados una a dos estacas en cada uno.

3.8.3. Toma de mediciones

Para determinar la composición botánica de la maralfalfa, maní forrajero, otras especies y suelo desnudo, se utilizó el método del transecto lineal o línea de Canfield, que consiste en utilizar una cinta métrica de 20m ubicándolo en la vegetación que se va a evaluar (tres transectos) tomando en consideración un alto, medio y bajo contenido de especies, luego de lo cual se establece la media de las observaciones efectuadas y por medio de regla de tres se tienen los resultados en porcentaje de la vegetación existente. Para la altura de la planta se utilizó un flexómetro que se ubicó desde el ras del suelo hasta la hoja bandera en el caso de la maralfalfa.

Para comparar el rendimiento de materia verde se utilizó el método de cuadrantes de 1m² escogiendo al azar a la segunda, cuarta, sexta, octava, décima y onceava semana con 10 repeticiones para cada una, donde se efectuó el pesaje en una balanza digital, los datos registrados fueron en kilogramos para cada especie y luego llevada a tMV/ha.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIONES

4.1. Comportamiento de variables durante el establecimiento según la semana

En el cuadro 12 se muestra el comportamiento de la asociación durante el establecimiento. La producción de forraje verde presento un aumento significativa entre semanas 6 y 11 alcanzando en la última semana con un total de 52,7 tMV/ha, Godoy *et al.* (2012), menciona que la producción de forraje verde de maní forrajero aumenta según la edad de crecimiento llegando a un valor de 47,73 tMV/ha a los 75 días sin asocio con otras especies. Este comportamiento depende de la fertilidad natural del suelo, precipitación y de mantenimiento de las mismas, Cruz (2008) encontró una producción promedio de 33,80 tMV/ha a los 75 días y a 105 días 50,10 tMV/ha en el pasto maralfalfa sin asocio con otras especies, estos valores son inferiores a los datos obtenido en la presente investigación esto explica Sánchez (1998) la producción de forraje verde aumenta cuando esta se asocia con gramínea y leguminosas tomando en cuenta ciertos arreglos de siembra para mantenerlos estables en el tiempo y en el espacios de una pradera.

Cuadro 12. Comportamiento de algunas variables durante el establecimiento

Semanas	6	9	11
Variables			
Producción de forraje verde, tMV/ha.	17,6 a	32,4 b	52,7 c
Altura Maralfalfa, cm	112,18	132,21	154,52
Composición Botánica			
Maralfalfa, %	5,63	7,17	18,87
Maní forrajero, %	78,70	79,05	80,80
Otras Especies, %	8,35	8,15	0,20
Suelo desnudo, %	7,32	5,63	0,11
Coberturas			
Cobertura basal Maralfalfa, %	10,62	12,38	31,36
Cobertura aérea Maralfalfa, %	99,29	101,12	124,14

La presencia de maralfalfa alcanzó a un valor de 18,87% en la semana 11, maní forrajero a un valor de 80,80% y la presencia de otras especies y suelo desnudo disminuyeron paulatinamente alcanzando a un valor de 0,20 y 0,11% en la semana 11, esta disminución

se debe al crecimiento de maní forrajero ya que esta leguminosa produce abundantes estolones generando nuevas plantas en los nudos, favorece una cobertura rápida del suelo y toleran a la sombra mientras que la maralfalfa a medida que crece aumenta la cobertura aérea dando sombra a gran cantidad de espacios por lo cual impiden el crecimiento y desarrollo de otras especies.

La altura de maralfalfa se incrementa de 112,18cm en la semana 6 hasta 154,52cm en la semana 11 mientras que Cruz (2008) obtuvo alturas de 133,17cm a los 75 días estas diferencias se puede deber a que las condiciones agroecológicas de los ensayos fueron diferentes a la presente investigación.

La cobertura basal en la semana 11 alcanzó a un valor de 31,36% mientras que Beltrán (2012) encontró una cobertura basal de 64,19% a los 60 días en la parcela donde aplicó abono orgánico (humus), como se puede comparar estos datos resultan superior en relación a los obtenidos en este trabajo debiéndose quizá a que al emplear humus en los pastos de acuerdo a <http://www.infoagro.com> (2008), este ayuda a la formación de suelo, enriquece a los microorganismos benéficos, regenerando su vida microbiana y su micro fauna, además de incrementar la mineralización mejora las características fisiológicas de las plantas, logrando que el suelo este ligero y no compacto, permitiendo que las raíces crezcan rápido y aumente la cantidad de hijuelos por ende la cobertura basal. Mientras que en este trabajo tenemos valores inferiores por lo que la cantidad de maní forrajero impidieron el desarrollo de los hijuelos y la cobertura aérea fue superior a la cobertura basal alcanzando a un valor de 124,14% en la semana 11.

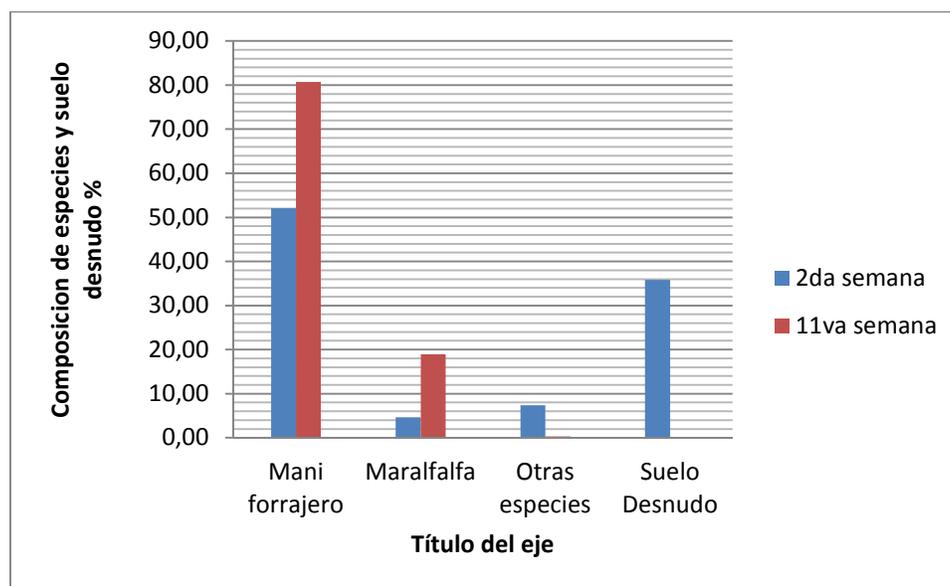
4.2. Composición botánica de maní forrajero, maralfalfa, otras especies y suelo desnudo

La composición botánica de maní forrajero fue cubriendo significativamente de acuerdo a la edad esto se debe a la presencia de esta especie en un 50% antes de la siembra de maralfalfa por ende pues cubrió el área en un 80,70% en la semana 11. (Figura 5). Mientras que la maralfalfa alcanzó a 18,87% en la semana 11, esto se puede deberse a que no se tomó en cuenta ciertos arreglos de siembra, Sánchez (1998) menciona que el establecimiento de una asociación gramínea-leguminosa, requiere de ciertos arreglos de siembra, para evitar los efectos de competencia, que provoquen el dominio o

desplazamiento de alguno de los componentes botánicos, lo que aseguraría mantenerlos estables en el tiempo y en el espacio en la pradera.

La proporción de la leguminosa en la pradera, para obtener el máximo beneficio de las asociaciones, debe ser una disponibilidad entre 30 a 40% de dicha especie, ya que valores mayores o menores a estos porcentajes, traen como consecuencia, disminución en la producción de forraje y por lo tanto en la producción animal (Sánchez, 1998).

Figura 5. Composición botánica de las especies y suelo desnudo



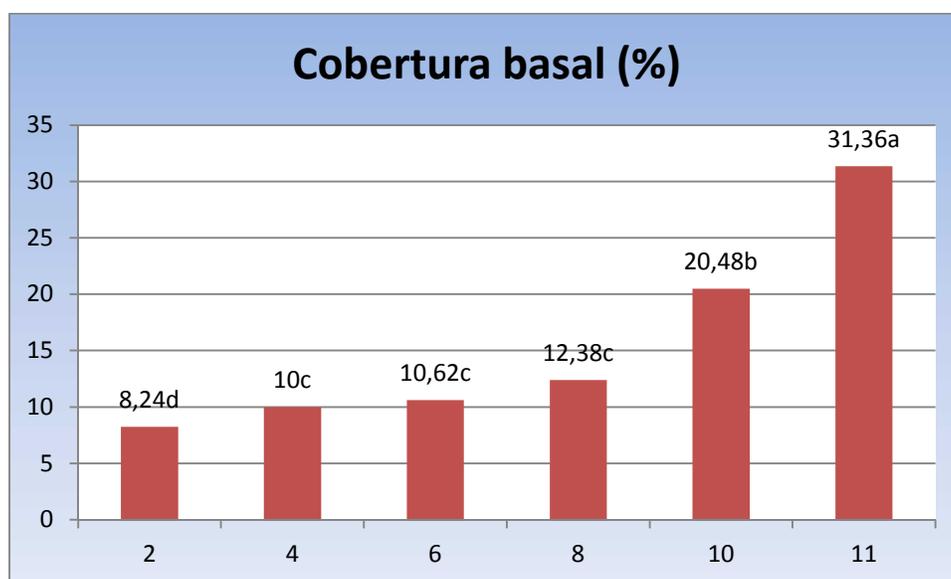
Las otras especies y el suelo desnudo a medida del creció el maní forrajero y la maralfalfa fueron disminuyendo significativamente según la semana por lo que la leguminosa tiene rápida recuperación y desarrollo esto impide el crecimiento y desarrollo de las mismas. La ventaja de asociar gramínea y leguminosa es por lo que brinda protección al suelo, aumenta la producción de forraje, facilita su conservación y mejoramiento, ayuda a la fijación de nitrógeno, disminuye los costos de manejo de malezas, provoca un menor uso de maquinaria y herbicidas, con el consiguiente ahorro mano de obra.

4.3. Cobertura basal de la Maralfalfa

Los resultados obtenidos para el porcentaje de cobertura basal, mostrado en el cuadro 6, la planta durante el establecimiento tuvo diferencias estadísticamente significativas entre las semana 2, 8, 10 y 11, alcanzando a un valor de 31,36% en la última semana mientras que

4, 6 y 8 se vio influenciada numéricamente, Beltrán (2012) aplicando abonos orgánicos en dos tiempos de corte obtuvo la mejor cobertura basal en la parcela donde aplico el abono orgánico (humus) con un valor de 59,46% a los 60 días y Abarca (2011) encontró una cobertura de 64,63% a los 60 días aplicando abono orgánico (casting), como se puede apreciar estos valores son superiores a los datos obtenidos en este trabajo, es por lo que la presencia de maní forrajero impidieron el crecimiento de la macolla de las plantas por ende no tuvo un aumento en la parte basal, Mosquera et al. (2004) Señalaron que el crecimiento de una planta depende de la relación que se establece entre la tasa de fotosíntesis y la respiración, la producción bruta y la senescencia de sus órganos y entre la tasa de renovación de los vástagos y la densidad de estos por planta. También podría ser a razón de competencia de nutrientes, agua y luz solar.

Figura 6. Cobertura basal (%) de la maralfalfa en mezcla forrajera.

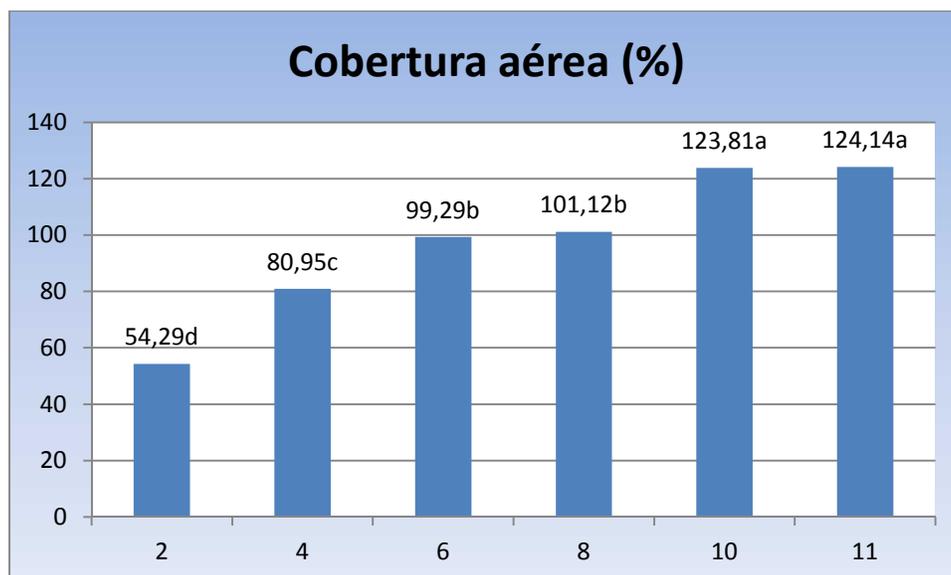


4.4. Cobertura aérea de la maralfalfa

La cobertura área presenta un comportamiento similar a la altura de planta, al mostrar resultados que varían en dependencia a la edad, se obtuvo un valor más alto en la semana 11 con 124,14% este indicador es superior a los encontrado por Beltrán (2012), mediante la evaluación de tres abonos orgánicos, obtuvo una cobertura aérea de 100% a los 60 días. Los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede deberse a la asociación de la leguminosa ya que estas suministran nitrógeno al suelo por medio de la fijación simbiótica

de este elemento para ser aprovechado, en gran parte, por la gramíneas para mejorar su calidad y productividad de forraje, Costa *et al.* (1991) al evaluar tres gramíneas forrajeras, asociadas con cinco leguminosas, en el periodo de máxima precipitación, obtuvieron mayor rendimiento de la cobertura aérea, que las gramíneas en monocultivo. En la figura 7 se aprecia diferencias significativas de acuerdo a las semana 2, 4, 6 y 10 mientras que el resto de las semanas se vio influenciada numéricamente y Chalán (2009) menciona que a medida que se incrementa la cobertura basal habrá un incremento en la cobertura aérea, pero siempre manteniendo una relación no elevada con la cobertura basal, debido al tipo de crecimiento del pasto.

Figura 7. Cobertura aérea (%) de la maralfalfa.

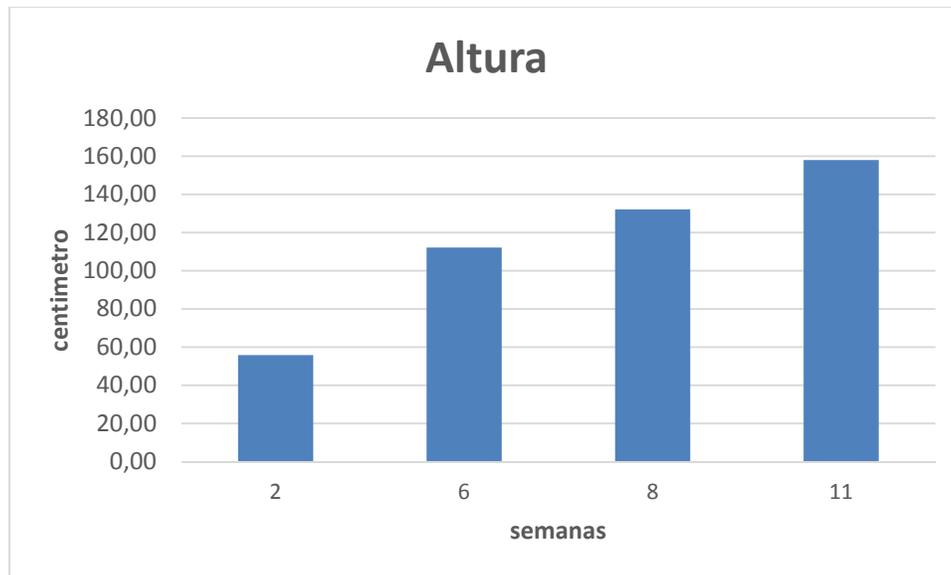


4.5. Altura de la planta de maralfalfa.

Se observó que la altura de la maralfalfa se vio influenciada con la edad, alcanzando a 158,03 cm en la semana 11, figura (8), Chimbo (2014) obtuvo en las condiciones amazónicas una altura de 183,6 cm a los 45 días, Ramírez *et al.* (2006) informan que a los 60 días de corte con una fertilización inorgánica de (15-15-15) en cantidad de 100 Kg/ha obtuvo una altura de 187 cm, Romero (2010), al abonar con 2.5 litros/ha de micorrizas obtiene alturas del 126.13 cm a los 60 días y Alzamora (2011) obtuvo 112 cm a los 45 días estos valores son casi similares a lo investigado ya que el pasto crece de acuerdo a la edad por lo cual aumenta la altura de la planta, Uvidia *et al.* (2014) plantean que el pasto

maralfalfa puede alcanzar hasta cuatro metros de altura, pero en condiciones normales de producción llega a 190 cm con un crecimiento diario de 1,07 cm.

Figura 8.Altura (cm) de la planta de maralfalfa.



5. CONCLUSIONES

Estableció a las 11 semanas de plantación de la mezcla forrajera (*Pennisetum purpureum* cv. maralfalfa) y maní forrajero (*Arachis pintoi*), especies con un alto potencial de adaptación y producción bajo las condiciones edafoclimáticas de la Amazonía Ecuatoriana.

La mezcla forrajera *Pennisetum purpureum* cv maralfalfa y *Arachis pintoi* es una de las alternativas para reducir la expansión de la frontera agrícola, la degradación y deterioro de los pastizales en estos ecosistemas.

6. RECOMENDACIONES

Realizar pruebas con animales donde se diseñen sistemas de alimentación y pastoreo utilizando diferentes mezclas forrajeras para la producción de leche y carne en condiciones de la Amazonía ecuatoriana.

Implementar nuevas asociaciones de gramíneas y leguminosas de alta productividad, como alternativa forrajera de la región, para reducir el impacto ambiental que produce la expansión de la frontera agrícola en ecosistemas frágiles como el amazónico.

Continuar estudios donde se relacionen las variables climáticas y de rendimiento forrajero para determinar la adecuada capacidad de carga, utilizando germoplasma propio de la Amazonía.

7. RESUMEN

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado. Los tratamientos fueron las edades de rebrote de la semana 2, 4, 6, 8, 10 y 11. La preparación de suelo, se inició con la selección del terreno; topografía regular, libre de excesiva sombra y encharcamiento. Anteriormente se trataba de un pastizal donde se presentaba un 50% de maní forrajero y el resto de otras especies, se utilizó la moto guadaña para realizar un corte de igualación y eliminación de plantas fuera del lugar. Las estacas seleccionadas, con tres a cuatro nudos fueron colocadas de 5 a 10cm de profundidad y a una distancia de 1m entre planta y planta. Desde la segunda hasta la semana 11 se midió la presencia de Maralfalfa, maní forrajero, otras especies, suelo desnudo, cobertura basal, cobertura aérea y altura de la maralfalfa utilizando método de la Línea de Canfield o transecto lineal. Para determinar el rendimiento de forraje verde se utilizó el método de cuadrantes de 1m² a las 6, 8, y 11 semanas, en donde se observaron diferencias estadísticas con ($P < 0,001$). Llegando a mayor valor a la semana 11 con 52.7tMV/ha. El comportamiento de la composición botánica, el maní forrajero fue cubriendo significativamente el área total impidiendo el crecimiento y desarrollo de otras especies. En el caso de la maralfalfa, la cobertura basal tuvo un aumento en la semana 11 con 31,36%, la cobertura aérea con 124,14% y la altura con 158,03 cm. La mezcla forrajera utilizada, por los resultados obtenidos se puede considerar como una alternativa para reducir la expansión de la frontera agrícola, la degradación y deterioro de los pastizales en este ecosistema.

Palabras claves: establecimiento, composición botánica, rendimiento.

8. SUMMARY

A completely randomized design was used. The treatments were the regrowth ages of week 2, 4, 6, 8, 10 and 11. The preparation of soil began with site selection; Regular topography, shadow and free from excessive flooding. Formerly it was a pasture where it had a 50% forage peanut and the rest from other species; bike scythe was used to make a cut equalization and elimination of offsite. Selected stakes, with three to four knots were placed 5 to 10cm depth at a distance of 1m between plants. From the second to the 11th week Maralfalfa the presence of forage peanut was measured, other species, bare soil, basal cover, air cover and height maralfalfa line method using Canfield or linear transect. To determine the forage yield method quadrants of 1m² was used at 6, 8 and 11 weeks, where statistical differences (P <0.001) were observed. Reaching greater value to week 11 52.7tMV / ha. The behavior of the botanical composition, forage peanut was significantly covering the total area preventing the growth and development of other species. In the case of maralfalfa, basal cover was an increase in week 11 with 31.36%, the air cover with 124.14% and 158.03 cm height. The forage mixture used, the results obtained can be considered as an alternative to reduce the expansion of the agricultural frontier, degradation and deterioration of grasslands in this ecosystem.

Keywords: accommodation botanical composition, performance.

9. 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. Abarca, J. 2011. Evaluación del Comportamiento productivo forrajero del pasto *Pennisetum* sp (Maralfalfa) aplicando diferentes niveles de casting. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencia Pecuarias. Riobamba. Ecuador.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Baars, R. M. y Jenkins, E. 1996. Establecimiento de leguminosas forrajeras en asociación con gramíneas en fincas de Tilarán, Costa Rica. *Pasturas Tropicales*. 18(3): 54-59
7. Benítez, A. 1980. Pastos y Forrajes. Editorial Universitaria Quito-Ecuador. 9, 35-39p.
8. Benítez, D., Vargas, J., Torres, V., Ríos, S., Soria, S., & Navarrete, H. 2015. Herramientas para ordenar la ganadería en la provincia Pastaza de la Amazonia Ecuatoriana. Obtenido de <http://www.lrrd.org/lrrd27/1/beni27013.html>

9. Bernal, J. 1984. Manual de Pastos y Forrajes para Colombia. Cuarta Edición. Colombia.
10. Beltrán, X. 2012. Evaluación de tres abonos orgánicos aplicados en dos tiempos post corte en la producción de maralfalfa (*Pennisetum* sp). Tesis de grado, Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador p. 37-38.
11. Buestán, D. 2013. Evaluación de tres distancias y dos sistemas de siembra del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp). Tesis de grado, Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador.
12. Briones, C. 2012. Comportamiento agronómico y valor nutricional de seis leguminosas rastreras en el cantón Quevedo. Tesis previa la obtención del título de ingeniera agropecuaria. Unidad de Estudios a Distancia. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 75p.
13. Carambula, M. 1977 Producción y manejo de pasturas sembradas. Edit. Hemisferio Sur, Montevideo. pp. 464.
14. CATIE, 1989. Sistemas silvopastoriles para el trópico húmedo bajo. Informe Final Primera Fase, MAG-IDA-CATIE/CIID. CATIE, Costa Rica. pp. 56-89.
15. CORPOICA. 1999. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Maní forrajero (*Arachis pintoi*), La leguminosa para Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Colombia
16. CORPOICA. 2013. Corporación colombiana de investigación agropecuaria. *Pennisetum purpureum* x *P. typhoides* (King grass morado, Pasto hindú). Disponible en: http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_71.pdf
17. Correa, H; Cerón, J; Arroyave, H; Eno, Y y López, A. 2004. Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades. Recuperado de, www.agro.unalmed.edu.co/departamentospanimaldocsMaralfalfa.pdf.
18. Costa, N. De L., Goncalves, C. A. y Oliveira, J. R. Da C. 1991. Avaliação agronômica de gramíneas e leguminosas forrageiras associadas em Rondonia, Brasil. *Pasturas Tropicales*. 13 (3): 35-38

19. 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.
20. Chalan, M. 2009. Evaluación de diferentes niveles de bokashi en la producción de forraje y semillas de *Arrhenatherum pratense* (pasto avena). Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 41-42.
21. Chimbo, C. 2014. Evaluación de la producción forrajera del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* sp) a diferentes edades de corte. Tesis de grado, Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador.
22. Cruz, D. 2008. Evaluación del potencial forrajero del pasto Maralfalfa *Pennisetum violaceum* con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fosforo con una base estándar de potasio. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-ecuador.
23. Díaz T 2010 Desafíos para la conservación para la producción sostenible de leche en América Latina en el nuevo contexto del cambio climático, En: 11° Congreso Pan Americano do Leite Bello Horizonte Minas Gerais, Brasil 10p.
24. Enríquez, Q. F. J., Meléndez, N. F. y Bolaños, A. E. D. 1999. Tecnología para la Producción y Manejo de Forrajes Tropicales en México. INIFAP. Libro Técnico No. 7. p. 261.
25. Espinoza, F., P. Argenti, J. Gil, L. León, E. Perdomo. 2001. Evaluación del pasto King grass (*Pennisetum purpureum* cv. *King grass*) en asociación con leguminosa forrajeras, [en línea]. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Maracay, Venezuela. Zootecnia Trop., 19(1): 59-71.
26. Ecuador en cifras. 2012. Información estadística. Disponible en la web: <http://www.ecuadorencifras.com/>. Consultado el Noviembre 2012.

27. ECORAE. 2011. Última versión del plan integral de la circunscripción territorial especial amazónica, 564p.ESPAC 2014 Bases de datos. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (BBD) www.ecuadorencifras.gob.ec/encuestas-de-superficie-y-producción-agropecuaria-continua-bbd/
28. FAO. 2011. Intensificación de la Ganadería en Centroamérica. Recuperado el 28 de enero 2016 de, <http://www.fao.org/3/a-x6366s/x6366s12.htm#TopOfPage>
29. Flores, J. 1986. Manual de Alimentación Animal. Editorial Limusa. Primera Edición. Tomo I. México. 232p.
30. Febles, G., Ruiz, T.E. & Baños, R. 2009. Effect of climate on production of seeds from tropical pastures of grasses. Cuban J. Agric. Sci. 43:103
31. Granja Ganadera Calzada, 2013. Pastos y forrajes tropicales introducidos y experimentados en alto mayo. Volumen II.
32. Giraldo, V. L. A. 1999. Potencial de la arbórea Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica.
33. 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.
34. Godoy Espinosa, V., Barrera Álvarez, A., Viras Moreira, R., Zamora Quintana, J., Gáelas Peña, M., González Villota, L., Cevallos Avellaneda, j. (2012). evaluación fenológica y digestibilidad in vivo de la leguminosa forrajera (*Arachis pintoi*) en diferentes edades de corte. Ciencia y Tecnología, 9-10.
35. Häfliger E and Scholz H. 1980. Grass weeds 1: weeds of the subfamily.
36. Herrera, R.; Febles, G.; Crespo, G. 2006. Pennisetum Purpureum para la ganadería tropical. Instituto de Ciencia Animal. Cuba.

37. Heredia, N. 2007. Respuesta del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) a la fertilización nitrogenada con dos distancias de siembra. Cayambe, Pichincha. Tesis Ingeniería Agrónoma. Quito. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Ecuador.
38. 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: <http://www.inbio.ac.cr/bims/ko3/p13/co46/00159/fo1382/g00868615027467.htm>.
39. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 1991. Informes Técnico Anuales 1984-1992. Programa de Ganadería Bovina y Pastos. Estación Experimental Napo-Payamino. Quito, Ecuador.
40. INIAP-EEN, (Estación Experimental Napo-Payamino).1997. Manual de Pastos Tropicales Para la Amazonía Ecuatoriana, Manual No 33, Quito –Ecuador.
41. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 1999. Guía de Cultivos. Octubre 1999. Quito-Ecuador. INIAP. 118-124p.
42. INIAP 2010 Mejoramiento y recuperación de la investigación, soberanía, seguridad alimentaria y desarrollo agropecuario sostenible en la amazonia ecuatoriana, [www,iniap.gob.ec](http://www.iniap.gob.ec)
43. INIAP. 2011. Desarrollo de alternativas silvopastoriles para rehabilitar pastizales en la zona norte de la región amazónica ecuatoriana. Recuperado de, http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/DESARROLLO_ALTERNATIVAS_SILVOPASTORILES_REHABILITAR_PASTIZALES_ZONA_NORTE_REGIONAL_AMAZONICA_ECUATORIANA.pdf
44. Lascano, C.E. y Ávila, P. 1991 Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. Pasturas Tropicales. pp. 2-10.
45. Leonard, I., Uvidia, H., Torres, V., Andino, M., Benitez, D., & Ramirez, L. (2014). La curva de crecimiento del *Pennisetum purpureum* vc King grass en la Amazonia Ecuatoriana. REDVET, 4-10.

46. Little, P. 1992. Ecología Política de Cuyabeno. El Desarrollo No Sostenible de la Amazonía. Quito, Abya Yala, ILDIS, 202 p.
47. Maralfalfa. 2008. Página comercial. Recuperado de, Web:www.maralfalfa.com
48. 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.
49. Mosquera L.M.R., González, R.A. & Rigueiro, R.A. 2004. Ecología y manejo de praderas. Editora Tórculo S.A. Santiago de Compostela, España. 214 pp.
50. Ministerio de coordinación de la productividad, empleo y competitividad. 2011. Agenda para la transformación productiva territorial: Provincia de Pastaza. Ecuador.
51. 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. Recuperado de, http://www.avpa.ula.ve/congresos/memorias_xiiicongreso/pdfs/07rumiantes/castellanos_nitrogeno.pdf
52. 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.
53. 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.
54. 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.
55. Pichón, F. 1993 “Colonización y deforestación en la frontera agrícola de la región amazónica ecuatoriana. Resultados preliminares de una encuesta de hogares en el nororiente”, en Amazonía: escenarios y conflictos, Quito, CEDIME, pp. 337-374.

56. PROMEGA. (2007). Suministrar suplemento alimenticio asegura más producción en la finca. Instituto Pro-mejoramiento de la Ganadería, 2-5.
57. Ramírez, Y; Londoño, I; Ochoa, J y Morales, M. 2006. Evaluación del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) Como recuperador de un Andisol degradado por prácticas agrícolas. Recuperado de, www.unalmed.edu.co/~esgeociendocumentosrramirez/evaluacion_del_pasto_maralfalfa_pennisetum_sp.
58. Ramos, N. Herrera, R. Curbelo, F. 1979. Reseña descriptiva del King Grass en Cuba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba. Romero, F. y González, J. 1999. Produciendo más leche mediante pasturas asociadas con *Arachis pintoii*. Tropileche. Hoja informativa No. 6
59. Rincón C., A.; Cuesta M., P. A.; Pérez S., R.; Lascano, C. E. y Ferguson, J. 2011. Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoii*; Krapovickas y Gregory): Una alternativa para ganaderos y agricultores. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín técnico ICA No. 219.
60. Rivera, C. 2014. Comportamiento agronómico y valor nutricional de la asociación del pasto King grass morado (*Pennisetum purpureum*) con dos leguminosas en tres tiempos de corte. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador
61. Romero, J. 2010. Evaluación del grado de adaptación y utilización de biofertilizantes en la producción de forraje de maralfalfa *Pennisetum* sp en la estación experimental Tunshi. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. p 35.
62. Romero, F. y González, J. 1999. Produciendo más leche mediante pasturas asociadas con *Arachis pintoii*. Tropileche. Hoja informativa No. 6.
63. Ruiz, L. 2000. Amazonía Ecuatoriana. Escenario y Actores del 2000, Quito, Ecociencia, Comité Ecuatoriano de la UICN, 95 p.

64. Sánchez, A. 1998. Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina. FONAIAP. Estación Experimental del Estado de Falcón. Venezuela. (<http://www.Ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd50/leguminosas.htm>)
65. Samaniego, E. 1992. Producción de semilla del pasto avena (*Arrhenatherum pratense*) con dos sistemas de fertilización. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. pp. 49 – 54.
66. Sylvester, B. R., Kip, N. J. A. y Harris, D. J. 1987. Simbiosis leguminosas – Rizobio: Evaluación, Selección y Manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia.
67. Sierra, J. 1980. Determinación de la Cobertura Basal por el Método del micro parcelas. Vol. 1. No. 1. Quito, Ecuador. Serie Técnica Científica. p 75.
68. Sistema Nacional de Información, 2013. 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 noviembre 2015.
69. Tierra pastos y ganado. 2012. Memorias Seminario Internacional Campo Suelo Ecológico – Pasto verde – Carne verde – Leche verde. Universidad Estatal Amazónica. Puyo – Ecuador.
70. Tothill, H. 1978. Measuring botanical composition. Ed. Measuring of grassland vegetation and animal production. Edit. England. pp.32-35.
71. Uvidia, H., Buestán, D., Leonard, I., & Benítez, D. (2014). La distancia de siembra y el número de estacas en el establecimiento del *Pennisetum purpureum*. REDVET, 3-4.
72. Vázquez, G. J. 1996. La fertilidad del suelo para la producción sostenible bajo pastoreo intensivo. Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales. Primer Foro Internacional, Banco de México. FIRA. Veracruz, México de 7 al 9 de Noviembre.
73. Villaquirán, M. y Lascano, C. 1986. Caracterización nutritiva de cuatro leguminosas forrajeras Tropicales. Pasturas Tropicales. Boletín. 8(2):2-6.

74. <http://www.adoos.com.co>, 2005. El suelo y sus macronutriente.
75. <http://www.infoagro.com> 2008. Beneficios del Humus.

10. ANEXOS

Anexo 1. Materiales y equipos empleados en la investigación

Materiales de campo	Equipos	Insumos	Materiales de oficina
Machete, , una barra, alambre de púas, alicates, grapas, letrero, flexómetro de 3m, cinta métrica de 20m, cuadrante de 1m ² , carretilla para el transporte de las estacas de maralfalfa y libreta de campo.	Balanza digital y moto guadaña	Estacas de la maralfalfa con 3 a 4 nudos (yemas), de 30 50cm con un peso de 40 a 70 gramos	Cámara fotográfica, computadora, papel, Impresora y flash memoria.

Anexo 2. Fotos de desarrollo de trabajo de campo.



Alambrado del área de investigación



Limpieza y destronado del área



Eliminación de plantas fuera del lugar



Siembra de Maralfalfa a 45° de inclinación.



Toma de datos desde la 2da semana.



Método de cuadrante a las 6, 8 y 11 semanas



Corte a las 6, 8 y 11 semanas



Pesaje de Forraje Verde.



Asociación de gramíneas y leguminosas



Maní forrajero y maralfalfa a la 8 semana

Anexo 3. Producción de forraje en la mezcla de gramínea y leguminosa.

semanas	Forraje verde ton/ha
6	17,6 a
9	32,4 b
11	52,7 c
EE y sign	±3,4 (P<0,001)

a,b,c indican diferencias significativas según Tukey

Anexo 4. Comportamiento de la cobertura basal, aérea y la altura de la maralfalfa.

Variabes	2	6	8	11
Cobertura basal	57,27	76,82	122,91	690,25
Cobertura aérea	2552,28	6561,18	7064,76	10267,29
Altura.	55,86	112,18	132,21	154,52