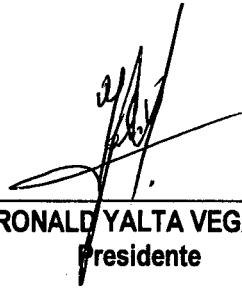


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

El aprobado en sustentación Pública el día 02 Agosto del 2014, por el jurado Ad-Hoc, nombrado por la Dirección de la Escuela de Formación Profesional de Gestión Ambiental, para optar el Título de:

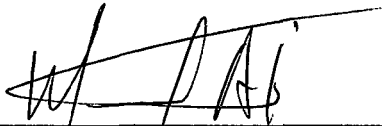
**INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**



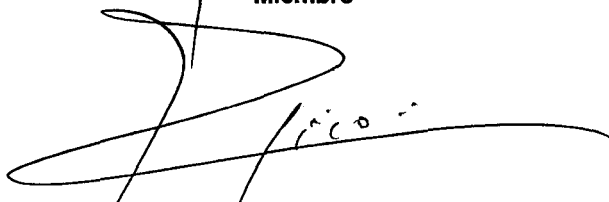
Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.  
Presidente



Ing. JORGE AQUILES VARGAS FASABI, M.Sc.  
Miembro



Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.  
Miembro



Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.  
Asesor



Ing. JUAN IMERIO URRELO COREA, M.Sc.  
Decano (e)



## **DEDICATORIA**

**A Dios**, por brindarme lo necesario y me dio la fortaleza para culminar esta gran meta, ya que, él todo lo puede y además, por ser mi guía y protector durante el recorrido de esta gran carrera universitaria.

**Con mucho amor a mis padres: Ricardo Villalobos Vega y Elva Salas Gonzales.** Por todo el apoyo incondicional que me dieron en las diferentes etapas de mi formación profesional. Ustedes queridos padres han apostado por la educación como estrategia de lucha contra la pobreza.

**Con un profundo afecto a mis hermanos y familiares**, por saber comprender y apoyar mis decisiones, pues ustedes fueron sin duda, el principal soporte desde lejos, para la culminación satisfactoria de mis estudios. Ahora les regalo esto con cariño y gratitud, por todo el apoyo que recibí.

## AGRADECIMIENTO

Quiero aprovechar la oportunidad para agradecer y expresar mi profundo reconocimiento a mi alma Mater, la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, por haber contribuido a la formación de buenos y excelentes profesionales con habilidad y capacidad de desempeño en el ámbito laboral.

A mi asesor: **Ing. Rafael Chávez Vásquez, Dr.** y al **Ing. Jhony Chumbe Ayllon**, por sus tolerancia, confianza y guía en la elaboración de este trabajo de investigación como también hasta las últimas correcciones de la tesis.

A todos y cada uno de los Docentes de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, y en especial a los de la Facultad de Agronomía. Por compartir su conocimiento, tiempo y experiencia para mi formación académica.

A mis compañeros de estudio y de trabajo, y a todos aquellos que lograron considerarme su amigo.

A todas las personas que no he nombrado pero que de una o de otra forma contribuyeron en mi formación.

## INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	03
AGRADECIMIENTO.....	04
INTRODUCCIÓN.....	09
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>10</b>
1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	10
1.1.1 Descripción del problema.....	10
1.1.2 Hipótesis.....	11
1.1.3 Identificación de las variables.....	11
1.1.4 Operacionalización de las variables.....	11
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.2.1 Objetivo general.....	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	13
1.3.1 Justificación.....	13
1.3.2 Importancia.....	13
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....</b>	<b>14</b>
2.1 MATERIALES.....	14
2.1.1 De campo.....	14
2.1.2 De gabinete.....	14
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA.....	14
2.2.1 Ubicación del campo experimental.....	14
2.2.2 Historia del terreno.....	15
2.2.3 Datos meteorológicos.....	15
2.3 METODOS.....	15
2.3.1 Características del experimento.....	15
2.3.2 Estadística.....	16
1. Factor en estudio.....	16
2. Tratamiento en estudio.....	16
3. Diseño experimental.....	17
4. Análisis de varianza.....	17
2.3.3 Conducción de la investigación.....	17
2.3.4 Observaciones realizadas.....	19

<b>CAPÍTULO III: REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
3.1 MARCO TEORICO.....	21
3.2 MARCO CONCEPTUAL .....	33
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
4.1 ALTURA DE PLANTA (cm), EN EL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu .....	37
4.2 PRODUCCION DE MATERIA VERDE (kg/9 plantas) EN EL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu.....	38
4.3 PRODUCCION DE MATERIA SECA (g/planta entera) EN EL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu.....	40
4.4 EFICIENCIA FOTOSINTETICA (%) EN EL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu .....	41
4.5 CAPTURA DE CARBONO (g/planta entera) EN EL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu.....	43
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	46
5.2 RECOMENDACIONES .....	46
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01: Análisis de varianza de altura de planta (cm) en el pasto <i>Brachiaria</i> <i>brizantha</i> cv Marandu.....	37
Cuadro N° 02: Prueba de Duncan de altura de planta (cm) en el pasto <i>Brachiaria</i> <i>brizantha</i> cv Marandu.....	37
Cuadro N° 03: Análisis de varianza de materia verde (kg/9 plantas) en el pasto <i>Brachiaria</i> <i>brizantha</i> cv Marandu.....	39
Cuadro N° 04: Prueba de Duncan de materia verde (kg/9 plantas) en el pasto <i>Brachiaria</i> <i>brizantha</i> cv Marandu.....	39
Cuadro N° 05: Análisis de varianza de materia seca (g/planta entera) en el pasto <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu.....	40
Cuadro N° 06: Prueba de Duncan de materia seca (g/planta entera) en el pasto <i>Brachiaria</i> <i>brizantha</i> cv Marandu.....	40
Cuadro N° 07: Análisis de varianza de eficiencia fotosintética (%) en el pasto <i>Brachiaria</i> <i>brizantha</i> cv Marandu.....	42
Cuadro N° 08: Prueba de Duncan de eficiencia fotosintética (%) en el pasto <i>Brachiaria</i> <i>brizantha</i> cv Marandu.....	42
Cuadro N° 09: Análisis de varianza de captura de carbono (g/planta entera) en el pasto <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu.....	43
Cuadro N° 10: Prueba de Duncan de captura de carbono (g/planta entera) en el pasto <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu.....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1A: Datos climatológicos y meteorológicos del año 2013.....	52
ANEXO 2A: Análisis físicos y químicos de suelo del experimento.....	53
ANEXO 3A: Croquis del campo experimental.....	54
ANEXO 4A: Datos originales de la altura de planta (cm) del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu.....	55
ANEXO 5A: Datos originales de la materia verde (kg/9 plantas) del pasto <i>Brachiaria</i> <i>brizantha</i> cv Marandu.....	55
ANEXO 6A: Datos originales de materia seca (g/planta entera) del pasto <i>Brachiaria</i> <i>brizantha</i> cv Marandu.....	55
ANEXO 7A: Datos originales de la eficiencia fotosintética (%). del pasto <i>Brachiaria</i> <i>brizantha</i> cv Marandu.....	55
ANEXO 8A: Datos originales de captura de carbono (g/planta entera) del pasto <i>Brachiaria</i> <i>brizantha</i> cv Marandu.....	56

## ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto N° 01: Pasto en estudio.....	57
Foto N° 02: Medición de la altura del pasto.....	57
Foto N° 03: Corte del pasto de 9 plantas de la parcela.....	57
Foto N° 04: Traslado del pasto para su respectivo pesaje.....	57
Foto N° 05: Pesaje de la materia verde.....	58
Foto N° 06: Apunte del respectivo pesaje de la materia verde.....	58
Foto N° 07: Traslado de la materia verde.....	58
Foto N° 08: Semilla del pasto en estudio.....	58

## INTRODUCCIÓN

Los pastos naturales en la amazonia de selva baja peruana, carecen de calidad nutritiva en comparación con los pastos y forrajes introducidos en nuestra región, se sabe que los pastos naturales no satisfacen las necesidades nutritivas de los animales especialmente de los poligástricos en la Amazonía, por lo que se viene intensificando la introducción de pastos mejorados porque son necesarios y vitales en la alimentación del ganado bovino, bubalino, porcino, cunícula, etc., estos pastos introducidos que provienen de los centros de producción de semillas mejoradas vienen a suplir en algo esta carencia, en la actualidad el medio ambiente juega un papel importante en la calidad nutricional de las especies forrajeras, ya que según la capacidad de eficiencia fotosintética que tienen las plantas el valor nutricional varia en estas especies, y de igual manera la cantidad de captura de carbono es variable, ya que a mayor eficiencia fotosintética mayor será el desarrollo vegetativo y valor nutricional del forraje. El tiempo de corte es una práctica que se realizan en las especies forrajeras, para determinar cuál de ella es la más eficiente y presenta mayor producción y calidad nutricional para el animal. El pasto Marandu es una especie mejorada de pastoreo, de la cual se tiene muy poca información de su comportamiento en nuestra amazonia, especialmente de su capacidad fotosintética y captura de carbono que presenta esta especie en nuestro trópico húmedo.

En tal sentido, considerando la importancia que tienen los pastos forrajeros en la actualidad, además de ser la forma alimenticia más barata para alimentar a los poligástricos y como servicio ambiental que presta a la humanidad, nos planteamos el presente estudio de carácter preliminar, determinar la captura de carbono y eficiencia fotosintética del pasto *brachiaria brizantha* cv Marandu, a la 3<sup>era</sup>, 6<sup>ta</sup>, 9<sup>na</sup> y 12<sup>ava</sup> semana en zungarococha-iquitos?.



## CAPITULO I

### PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 PROBLEMA, HIPOTESIS Y VARIABLE

##### 1.1.1 Descripción del problema

Los impactos negativos del efecto invernadero a nivel mundial es preocupante debido a las grandes repercusiones que ejerce sobre la naturaleza y ecosistemas, afectando considerablemente todos los sistemas productivos y al ser humano, ante este panorama existen muchos acuerdos y cumbres, donde se discute sobre este fenómeno que aqueja a la humanidad y que esto va ir en aumento gradualmente haciendo cada vez más agresivo y cambiante, afectando a todos los seres vivos, pero existe una alternativa de mitigar en algo este fenómeno y uno de ellos es mejorar los sistemas de producción de tal manera que causen menos efecto negativo al ecosistema y dentro de esto se encuentra la producción de pastos forrajeros, el cual es la base fundamental para la alimentación de los animales poligástricos, pero también estos pastos son grandes reservorios de carbono lo cual lo toman de la atmosfera para cumplir sus funciones vitales como su desarrollo y proceso fotosintético liberando oxígeno el cual beneficia al medio ambiente convirtiéndose en un Servicio Ambiental para la humanidad.

Ante este panorama el pasto *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, es una especie forrajera de pastoreo que esta difundida en las regiones ganaderas tropicales, resistentes a las condiciones de baja fertilidad y acidez de nuestros suelos amazónicos. Actualmente no se tiene reporte alguno sobre trabajos de investigación sobre evaluaciones de carbono y eficiencia fotosintética de esta especie; por ello, el presente trabajo proporcionará información de sus cualidades agronómicas, que servirán para determinar estos parámetros.

### **1.1.2 Hipótesis**

#### **Hipótesis general**

El pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu tiene buenos rendimientos en cuanto a porcentaje de captura de carbono y eficiencia fotosintética en condiciones de selva baja.

#### **Hipótesis específica**

Las evaluaciones de altura, producción de materia verde y producción de materia seca del pasto Marandu responden favorablemente a las condiciones de selva baja según los parámetros evaluados.

### **1.1.3 Identificación de las variables**

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE (X)**

X1: Tiempo de evaluación 3<sup>era</sup>, 6<sup>ta</sup>, 9<sup>na</sup> y 12<sup>ava</sup> semana.

#### **VARIABLE DEPENDIENTE**

Y1: Características agronómicas (altura, materia verde y materia seca).

Y2: Eficiencia Fotosintética.

Y3: Captura de Carbono.

### **1.1.4 Operacionalización de las variables**

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE**

X1. Tiempos de corte.

#### **INDICADORES:**

X1.1. 3<sup>era</sup> semana.

X1.2. 6<sup>ta</sup> semana.

X1.3. 9<sup>na</sup> semana.

X1.4. 12<sup>ava</sup> semana.

#### **VARIABLE DEPENDIENTE**

Y1: Características agronómicas (altura, materia verde y materia seca).

#### **INDICADORES:**

Y1.1: Altura de Planta (cm.)

Y1.3: Materia Verde (Kg/9 plantas)

Y1.4: Materia Seca (g/planta entera)

Y2: Eficiencia Fotosintética (%).

#### **INDICADORES:**

Y2.2: Eficiencia Fotosintética (3<sup>era</sup>, 6<sup>ta</sup>, 9<sup>na</sup> y 12<sup>ava</sup> semana).

Y3: Captura de Carbono (g/planta entera).

#### **INDICADORES:**

Y3.3: Captura de Carbono (3<sup>era</sup>, 6<sup>ta</sup>, 9<sup>na</sup> y 12<sup>ava</sup> semana).

## **1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Objetivo general**

Determinar el porcentaje de captura de carbono y la eficiencia fotosintética del pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu en condiciones de selva baja.

### **1.2.2 Objetivo específico**

Evaluar las características agronómicas del pasto en estudio como: Altura, Materia Verde y Materia Seca en Zungarococha, el cual servirá para determinar el porcentaje de carbono y la eficiencia fotosintética del pasto en estudio.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

### **1.3.1 Justificación**

La presente propuesta de investigación planteada en el presente trabajo de investigación es de buscar una alternativa que ayude a mitigar los efectos del cambio climático en nuestra región, ya que la actividad pecuaria es la segunda actividad que el poblador amazónico lo practica y el cultivo de especies forrajeras es importante para la alimentación de los animales, pero aparte de ello también es un cultivo que también ofrece un servicio ambiental (captura de carbono) el cual pudiese aprovecharse, ya que actualmente en otros países se viene promocionando la compra de este tipo de servicio, el cual pudiese beneficiar indirectamente al productor.

### **1.3.2 Importancia**

La importancia radica en la información que generará esta especie, de pastoreo sobre sus bondades ambientales, que pudiesen ayudar a mitigar los efectos del cambio climático, evaluadas bajo nuestras condiciones ambientales de trópico húmedo amazónico, y que esta sirva para incrementar los conocimientos sobre el manejo de esta especie (Marandu), en beneficio de la amazonia y del productor.

## CAPITULO II

### METODOLOGIA

#### 2.1 MATERIALES

##### 2.1.1 De campo

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| - Semillas vegetativas (pasto Marandu) | - Balanza digital.                  |
| - Wincha de 50 metros                  | - Regla milimetrada                 |
| - Sinchinas                            | - Alambre de puas                   |
| - Grapas                               | - Botas                             |
| - Palas                                | - Machete                           |
| - Azadón                               | - Sacos                             |
| - Carretilla                           | - Gallinaza (Fertilizante orgánico) |
| - Rafia                                |                                     |

##### 2.1.2 De gabinete:

- |                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| - Calculadora                      | - Computadora               |
| - Paquete Estadístico              | - Impresora                 |
| - Papel Bond                       | - Cámara Fotográfica        |
| - Cuaderno de apuntes y/o de campo | - Lapicero y Lápiz a carbón |
| - USB, etc.                        |                             |

#### 2.2 CARACTERISTICA GENERALES DE LA ZONA

##### 2.2.1 Ubicación del campo experimental

El presente ensayo se realizo en las instalaciones del Proyecto de Enseñanza e Investigación Jardín Agrostológico, ubicado en el Km. 5,800 Carretera Iquitos – Nauta, entre el poblado de Zungarococha - Puerto Almendra, Distrito de San Juan Bautista, Provincia de

Maynas, Departamento de Loreto, a 45 minutos de la ciudad de Iquitos, ubicada a una altitud de 122 m.s.n.m., 03°45' de latitud sur y 75°15' de longitud oeste.

La ubicación Agroecológica del campo experimental es de Bosque Tropical Húmedo (b – TM)

### **2.2.2 Historia del terreno**

El campo experimental del presente trabajo se ubico en la parte posterior del Proyecto, el cual se encuentra cubierto con *Centrocema macrocarpum* como cultivo de cobertura y protección del suelo.

El análisis físico-químico del suelo se realizo en el Laboratorio de Suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Molina, y con los resultados se procedió a su interpretación.

### **2.2.3 Datos meteorológicos**

Estos datos se obtuvieron de los meses correspondientes que dure el trabajo experimental, para ello se conto con el apoyo del SENAMHI.

## **2.3 MÉTODOS**

### **2.3.1 Características del área experimental**

#### **A. De las parcelas**

- |                |                    |
|----------------|--------------------|
| i. Cantidad    | : 12               |
| ii. Largo      | : 05m              |
| iii. Ancho     | : 02m              |
| iv. Separación | : 01m              |
| v. Área        | : 10m <sup>2</sup> |

**B. De los bloques**

- i. Cantidad : 03
- ii. Largo : 10m
- iii. Ancho : 05m
- iv. Separación : 01m
- v. Área : 50m<sup>2</sup>

**C. Del campo experimental**

- i. Largo : 17m
- ii. Ancho : 20m
- iii. Área : 340m<sup>2</sup>

**2.3.2 Estadísticas****1. Factor en estudio**

Cuál es el porcentaje de carbono y eficiencia fotosintética que presenta el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu, durante su desarrollo vegetativo, evaluadas a la 3<sup>era</sup>, 6<sup>ta</sup>, 9<sup>na</sup> y 12<sup>ava</sup> semana en Zungarococha?

**2. Tratamientos en estudio**

Los tratamientos en estudio se consignan en el cuadro siguiente

TRATAMIENTO		DESCRIPCION
Nº	CLAVE	
01	T <sub>1</sub>	Evaluación a la 3 <sup>era</sup> semana
02	T <sub>2</sub>	Evaluación a la 6 <sup>ta</sup> semana
03	T <sub>3</sub>	Evaluación a la 9 <sup>na</sup> semana
04	T <sub>4</sub>	Evaluación a la 12 <sup>ava</sup> semana

### 3. Diseño experimental

Para el análisis de los datos se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

### 4. Análisis de varianza

Para establecer los niveles de significación estadística con los grados de libertad correspondientes se utilizaron las siguientes fuentes de variación.

FV	GRADOS DE LIBERTAD		
Bloque	$r - 1$	$= 3 - 1$	$= 2$
Tratamiento	$t - 1$	$= 4 - 1$	$= 3$
Error	$(r - 1)(t - 1)$	$= (3 - 1)(4 - 1)$	$= 6$
<b>TOTAL</b>	<b><math>rt - 1</math></b>	<b><math>= 12 - 1</math></b>	<b><math>= 11</math></b>

#### 2.3.3 Conducción del trabajo experimental

##### a) Trazado del campo experimental

Consistió en la demarcación del área de acuerdo al diseño experimental planteado en el trabajo, luego se procedió a su delimitación en bloques y parcelas.

##### b) Muestreo del terreno

Se procedió a obtener 12 muestras, una por parcela de 2 x 5 a una profundidad de 0.20 cm., luego se uniformizó obteniéndose una sola muestra representativa, de 1 Kg., la misma que fue enviada al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para su análisis correspondiente, el muestreo se hizo antes de realizar el trabajo experimental.



**c) Preparación del terreno**

Una vez limpiado el terreno se procedió a mullirlo con la ayuda de azadones, palas y rastrillos, para darle una soltura adecuada y exista un buen prendimiento de la planta, luego se construyeron las camas con las medidas correspondientes (2 x 5) según el diseño.

**d) Control de malezas**

Esta labor se realizó a la segunda semana después de la siembra, y fue en forma manual, esto con la finalidad de evitar competencia por nutrientes, agua, etc., de las malezas con el pasto en estudio.

**e) Control fitosanitario**

Esta labor no se llevó a cabo debido a la baja incidencia de microorganismo que predisponga alguna enfermedad.

**f) Incorporación de materia orgánica (gallinaza)**

Antes de la siembra se incorporó por metro cuadrado 3 kg de gallinaza/por única vez, para facilitar el prendimiento del pasto.

**g) Siembra**

Preparado las camas se sembró el forraje a través de matas (material vegetativo), a un distanciamiento de 0.50 x 0.50, el material de propagación se extrajo del banco de germoplasma del Jardín Agrostológico.

#### **2.3.4 Observaciones realizadas**

##### **a) Altura de planta**

Este dato se obtuvo midiendo de la base del tallo (nivel del suelo) hasta el dosel de la planta, utilizando una wincha graduada.

##### **b) Producción de materia verde**

Este dato se obtuvo pesando el follaje cortado de 9 plantas, y luego se pesó el follaje cortado en una balanza portátil y se registró la lectura correspondiente en kg/9 plantas.

##### **c) Producción de materia seca**

Este dato se obtuvo en el laboratorio, se tomó una planta entera (parte aérea y radicular) de cada tratamiento obtenido en el campo y se lo llevó a una estufa a una temperatura de 70°C, hasta obtener un peso constante, la lectura fue registrada en gramos/planta entera.

##### **d) Captura de carbono**

Del peso seco obtenido en la estufa a través de una fórmula matemática se calculó la cantidad de carbono acumulado durante su desarrollo vegetativo. Fórmula aplicada; **Stephens, j (2006)**.

Una planta herbácea (parte aérea y raíces) o en 1 m<sup>2</sup> de pasto corte (parte aérea y raíces) está constituida químicamente por:

Agua = 90% = 9 kg  
 Nutrientes (macro y micronutrientes) = 10% = 1 kg (100%) materia seca  
**TOTAL** = 100% = 10 kg materia fresca

1 kg de materia seca = 100% = 1,000 g

C-H-O = 96.0 % (C=40.02% + H= 6.70% + O= 53-28%) = 100% = 960 g

Macronutrientes = 3.5 % = 35 g

Micronutrientes = 0.5 % = 5 g

**TOTAL= 1,000 g**

C= 40.02% de (960 g) = 384 g atmosférico

**RELACION:**

**En 1 kg de materia seca se tiene 0.384 g de C.**

**En 1 kg de materia seca se tiene 0.384 kg de C.**

#### e) Eficiencia fotosintética

Este dato se obtuvo a partir de la materia seca, y a través de una fórmula se obtuvo la eficiencia fotosintética. Para ello se aplicó la siguiente fórmula: Juan, B. (2003).

$$\text{Formula} = \frac{\text{PS} \times 3.74}{R \times (0.45 \text{ a } 0.50)} \times 100$$

**Dónde:** E F = Eficiencia Fotosintética en (%).

**PS** = Peso seco (gr) o productividad biológica, que es la variación de la producción de materia seca por unidad de terreno, por unidad de tiempo, expresado en g.m<sup>2</sup>/día o g/ (m<sup>2</sup>/día).

**3,74** = Indica que 1g de carbohidrato produce 3,740 cal o 3,74 kcal/g.

**R** = Radiación solar del lugar, expresada en kcal.m<sup>2</sup>/día<sup>-1</sup>. Estos valores van de 300 a 700 cal/cm<sup>2</sup>/día<sup>-1</sup> o cal/(cm<sup>2</sup>/día).

**(0,45-0,50)** = radiación fotosintéticamente activa – RFA – se usa del 45% al 50%.

## CAPITULO III

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 MARCO TEORICO

##### 3.1.1 Sobre el pasto en estudio

***Brachiaria brizantha* cv. Marandú:** Poacea (Gramínea) Perenne

- Tipos de suelo: Franco-Franco-Arenoso.
- Densidad de siembra: 5 – 7 kg/Ha.
- Adaptada a suelos con pH Ácido y deficientes en Fósforo.
- Altamente tolerante al salivazo.
- Compite hábilmente con las malezas
- Capacidad para crecer en condiciones de sombra (desmonte selectivo).
- Alta productividad: hasta 16 TN de materia seca/Ha

##### Calidad Forrajera

Datos obtenidos en primavera – Verano

Con la pastura de prefloración

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

FUENTE: Halley (1992)

En condiciones favorables de producción y buen manejo es posible obtener, con animales de 200 a 300 kg de peso, ganancias diarias promedios de peso de 750 g por animal, con producciones anuales por encima de 850 kg/Ha de carne y de 6000 kg/ha de leche. La producción anual de materia seca varía de 15 a 20 TN/Ha/año. Es un cultivo perenne y amacollado, con tallos vigorosos que alcanzan alturas de 1.50 a 1.60 m, es resistente a la mosca pinta o salivazo, se comporta bien en suelos de buena fertilidad. Aunque soporta la acidez, esta

no debe ser extrema. Requiere de suelos bien drenados, de textura media a ligera. No tolera heladas, encharcamientos, ni saturaciones prolongadas de humedad en el suelo.

INFORMACION GENERAL	
Adaptación pH	5.5 - 8
Fertilidad del suelo	Media a baja
Drenaje	Requiere buen drenaje
Altura	0 - 1800 m.s.n.m.
Precipitación	Mínima 800 mm.
Densidad de siembra, semilla botánica	6-8 kg/ha
Profundidad de siembra	1 - 2 cm
Fertilización de siembra	50 kg/Ha de N 50 kg/Ha de P
Fertilización de mantenimiento	100 - 200 kg/Ha de N 50 kg/Ha de P
Contenido de proteína	12 a 14 %
Digestibilidad	55 - 62 %
Manejo del Pastoreo	Rotacional intermitente
Carga animal	a) Época de lluvia b) Época seca 1 - 2 UA/Ha

FUENTE: Halley (1992)

**KELLER-GREIN, G. et al (1998):** Indica de que la *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, deriva directamente de la accesión *Brachiaria brizantha* cv xaraés la cual fue recolectada específicamente en la región de Cibitoke en Burundi entre 1984 y 1985, desde donde en si la *Brachiaria brizantha* cv. Marandú tuvo su origen en el germoplasma introducido en São Paulo (Brasil) en 1986, proveniente de la Estación de Investigación en Pasturas de Simbabwe, África, como cultivo in vitro en tubos de ensayo, mediante convenio de cooperación científica con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con sede en Cali, Colombia. Allí fue sometido a cuarentena por Embrapa Recursos Genéticos y Biotecnología. Su nombre es de origen tupiguaraní en homenaje al lugar donde se ha evaluado, en Mato Grosso do Sul.

**LUCAS JM. (2003):** Indica que la taxonomía del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú es la siguiente:

Nombre científico: *Brachiaria brizantha* cv. Marandú Stapf.

Nombre común: Marandú o Brizantha

Otros Nombres: Libertad, pasto libertad, marandú, brizantha, pasto alambre, etc.

Origen: África

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliophyta

Orden: Poales

Familia: Gramíneas

Subfamilia: Panicoideae

Género: *Brachiaria*

**MACHADO R, (2002):** Indica de que la *Brachiaria brizantha* cv. Marandú una planta que posee rizomas cortos y erectos o ligeramente decumbentes tallos 60 – 150 cm de altura (a veces a 200cm). Las hojas planas, de color verde brillante hasta 20 mm de ancho y 100 cm de largo para arriba con inflorescencia es un racemosa panícula compuesta de racimos de 2 – 16, 4 – 20 cm de largo y espiguillas elíptica de 4 – 6 mm de largo, sin pelos o algunos pelos en la punta. Las espiguillas son normalmente una sola fila, con una media luna en forma de un raquis. Son plantas anuales, laxamente cespitosas. Hojas con vaina pubescente; ligula representada por una línea de pelos; limbo plano. Inflorescencia formada por racimos unilaterales dispuestos a lo largo de un eje trígono y pubescente. Espiguillas cortamente pedunculadas, con flor inferior masculina y la superior hermafrodita. Glumas muy desiguales; la inferior membranosa, con nervios apenas marcados; la superior tan larga como la espiguilla, submembranosa, con 5 nervios y dorso convexo, setoso-pubescente. Flor inferior con lema submembranosa tan larga como la de la flor superior, pubescente; pálea más corta que la lema, membranosa. Flor superior con lema sin nervios aparentes, coriácea, glabra; pálea tan

larga como la lema, con 2 quillas, coriácea en la madurez. Cariopsiselipsoidea o subesférica. Hojas de dimensiones de hasta 45 cm de largo y 1,8 cm de ancho, su tipo de crecimiento es erecto, el hábito de crecimiento es en macollo, formando matas nuevas.

#### **Sobre Tiempo de Corte:**

**Rincón (2008)**, manifiesta que la alta intensidad de defoliación de los pastos, aceleran a la pérdida de cobertura del suelo. En este sentido, los cortes de los pastos realizados a ras del suelo, afectaron en forma significativa la disponibilidad de forraje en más de un 50%. De igual forma, los cortes de las plantas realizados a 5 cm afectaron la disponibilidad de forraje aunque en menor proporción.

**Clavero (1993)**, manifiesta que evaluando gramíneas tropicales para determinar sus características agronómicas y carbohidratos de reserva, encontró que los máximos valores de carbohidratos de reserva (6,9%) fueron obtenidos con una frecuencia de defoliación de 42 días y con una altura de corte de 30 cm. Esto pudo ser comprobado en el pasto 'Toledo', donde la mayor producción de biomasa se obtuvo a una altura de corte de 20 y 30 cm.

**Avalos M. (2009)**, evaluando cuatro tiempos de corte y su efecto en las características agronómicas y bromatológicas del pasto Taiwán enano, llegaron a la conclusión que la edad de la planta influye significativamente sobre las características agronómicas y bromatológicas del pasto Taiwán enano (*Pennisetum sp.*)

#### **Sobre Eficiencia Fotosintética:**

La atmosfera terrestre es un medio muy oxidante debido a su elevado contenido de oxígeno (21 por 100), este alto porcentaje de oxígeno que hace posible la vida en la tierra tiene su origen en la **fotosíntesis**. Al mismo tiempo mediante la fotosíntesis, se fija el CO<sub>2</sub> atmosférico

y se produce materia orgánica. No todas las plantas tienen la misma eficiencia a la hora de transformar el CO<sub>2</sub> atmosférico en materia orgánica. A parte de las diferencias que puede haber en función de los factores que afectan a la fotosíntesis, existen también variaciones en la **eficiencia fotosintética** entre las distintas especies. Así, aquellas que no fotorrespiran o que tienen valores muy bajos de fotorrespiración serán más eficientes que las que fotorrespiran, aunque puede haber excepciones como en el caso del girasol que, siendo una planta que fotorrespira, tiene una gran **eficiencia fotosintética**. En la evaluación general de la fotosíntesis podemos apreciar todos los parámetros que pueden influir sobre la intensidad fotosintética, pero además de esos, existen otros dos factores que no aparecen de forma explícita: la temperatura y los nutrientes. Todo este conjunto de factores que influyen sobre la reacción fotosintética podemos dividirlos en dos grupos: los inherentes a la planta sobre los cuales poco podemos hacer, y los procedentes del medio ambiente, que son quizás los que más nos interesan, también son los que más marcada influencia ejercen. De todos los factores ambientales, los que más hacen sentir sus efectos cuando hay déficit de los mismos son sin lugar a dudas el agua, la temperatura y los nutrientes minerales. Por ejemplo, en los desiertos apenas hay vegetación por falta de agua, aunque haya abundancia de nutrientes y temperatura adecuada. Las bajas temperaturas también afectan la actividad fotosintética, el efecto negativo de las bajas concentraciones de nutrientes puede observarse en los océanos donde la productividad por unidad de superficie en general es baja, ya que la mayor parte de los organismos marinos al morir se depositan en el fondo marino arrastrando consigo las sales minerales que lo integran. Así mientras que el fondo de los océanos es rico en fosfato, nitratos y otros nutrientes. La mayor parte de los océanos son auténticos desiertos fotosintéticos, excepto cuando un flujo de corriente hace ascender nutrientes del fondo y entonces hay un incremento enorme del fitoplancton oceánico. **LA INTENSIDAD LUMINOSA**.- a medida que aumenta la intensidad luminosa aumenta el valor de la tasa fotosintética en forma logarítmica, el punto de compensación de la luz, también varía y lo hace en función de diversos factores:



contenido de clorofila, grosor de la hoja, apertura estomática, tasa de respiración o fotorrespiración y el tipo de reacción de carboxilación. En luz muy intensa la fotosíntesis puede ser inhibida, bien por cierre de estomas, respiración acelerada o foto oxidación del aparato fotosintético. La luz muy intensa puede producir un aumento de la transpiración y, por tanto una pérdida de la turgencia y cierre de los estomas, además se calientan las hojas produciendo un aumento de la respiración y, si la temperatura aumenta en exceso, puede producir una inactivación de enzimas. **LA TEMPERATURA.**- no es posible proponer un mecanismo general para explicar el ajuste de las plantas a los cambios de temperatura debido a la diversidad genética, diferentes estrategias de crecimiento y desarrollo y a que los organismos responden más bien a cambios de temperatura que a temperaturas constantes. Los límites de temperatura entre los cuales puede realizarse la fotosíntesis son muy amplios, desde los líquenes antárticos que pueden fotosintetizar a  $-18^{\circ}\text{C}$  (psicrofilos) con un valor óptimo a  $0^{\circ}\text{C}$ , hasta bacterias que pueden realizar la fotosíntesis a  $70^{\circ}\text{C}$ , (termófilos), en plantas superiores se alcanzan óptimos que pueden oscilar entre  $25$  y  $35^{\circ}\text{C}$  (mesofilos). En general, las especies que crecen en climas cálidos soportan mejor las temperaturas altas que las que crecen en climas templados o fríos, siendo la temperatura óptima del orden de la temperatura media diaria a la cual crece la planta normalmente. Es frecuente que las plantas C4 tengan un óptimo más alto que las del tipo C3, esta diferencia está controlada por la fotorrespiración. La temperatura afecta principalmente a las reacciones bioquímicas que llevan a la reducción del  $\text{CO}_2$ , con lo que, al aumentar la temperatura, normalmente aumenta la tasa de la fotosíntesis hasta el cierre de los estomas o la desnaturalización de las proteínas (inactivación enzimática). **Juan Barcelo Coll "Fisiología Vegetal", ediciones Pirámide-Madrid (2003), 566 páginas.**

**Andrews y Raven (2005).** Los cambios en los niveles de radiación, del fotoperiodo, del suplemento de  $\text{CO}_2$ , agua y nutrientes inorgánicos, pueden afectar la distribución de materia seca entre el brote y la raíz.

**Jarvis y Leverenz (1983)**, Por otra parte, la productividad de biomasa de una comunidad de plantas puede estimarse como una función lineal de la cantidad de radiación interceptada por el canopy. En especies como *H. rosa-sinensis*, la productividades más dependiente de las variaciones en la cantidad de radiación solar incidente acumulada en cierto período.

**Micaela Carvajal (2007)** “Investigación sobre la absorción de  $\text{CO}_2$  por los cultivos”. Las plantas tienen la capacidad de captar el  $\text{CO}_2$  atmosférico y mediante procesos fotosintéticos metabolizarlo para la obtención de azúcares y otros compuestos que requieren para el normal desarrollo de su ciclo vital, en general, se puede concluir que, las plantas, a través de la fotosíntesis, extraen el carbono de la atmósfera (en forma de  $\text{CO}_2$ ) y lo convierten en biomasa. La biomasa al descomponerse se convierte en parte del suelo (en forma de humus) o en  $\text{CO}_2$  (a través de la respiración de los microorganismos que procesan la biomasa. Existen diversos factores que influyen sobre la cantidad de carbono acumulado tanto en la biomasa de las plantas como en el suelo. La tala de árboles y la quema de material vegetal que se aplican en los procesos de conversión de bosques a tierras agrícolas o ganaderas y, también, en la explotación maderera, liberan el carbono acumulado en las plantas y en el suelo y éste regresa a la atmósfera en forma de  $\text{CO}_2$ . En la actualidad, el exceso de  $\text{CO}_2$  modifica el balance final del ciclo de carbono descrito.

#### **Sobre Carbono:**

**Jesús Collazos “Manual de evaluación ambiental de proyectos”, (2009)**. El carbono está almacenado en el aire, agua y en el suelo, en forma de un gas llamado dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), en el aire está presente como gas, en el agua en forma disuelta de igual forma en el agua del suelo, el  $\text{CO}_2$ , está disponible en cantidades abundantes en el medio. Las plantas toman el  $\text{CO}_2$  y con la energía de la luz del sol producen alimentos (glucosa, sacarosa, almidón, celulosa, etc.), y liberan Oxígeno ( $\text{O}_2$ ) al aire, al agua o al suelo. Este proceso químico

se denomina **fotosíntesis**. En el ciclo del carbono las plantas juegan el rol más importante y una gran parte de la masa de las plantas está conformada por compuesto de carbono, azúcares, almidones, celulosa, lignina y compuestos diversos. Cada planta tiene miles de compuestos orgánicos elaborados en base a la fotosíntesis y procesos celulares posteriores. Las plantas y los animales al morir restituye el carbono al medio ambiente en forma de CO<sub>2</sub> y materia orgánica, que son aprovechados por otras plantas para reiniciar el ciclo, los organismos vivos que se encargan de la descomposición, proceso también denominado putrefacción, se denominan detritívoros y están conformados esencialmente por bacterias y hongos.

Al respecto **Kanninem (2000)**, manifiesta que la mayoría de los sumideros de carbono en la vegetación están localizados en los bosques tropicales de baja latitud (62%), mientras que la mayoría del carbono del suelo están localizados en los bosques de alta latitud (boreal 54%), en los trópicos, el carbono que está en los sumideros superficiales varía entre 60 y 230 ton C/ha en bosques primarios, y entre 25 y 120 ton C/ha en bosques secundarios. En otros sistemas de uso del suelo, tales como las agrícolas o ganaderos, los sumideros de carbono en el suelo son pequeños, los sistemas agroforestales pueden contener sumideros considerablemente grandes de carbono, en algunos casos los sumideros superficiales de carbono en sistemas agroforestales son similares a aquellos encontrados en bosques secundarios.

**FAO (1990)**, refiere que la prensa alude con frecuencia a los bosques tropicales como "pulmón del mundo", parece así implicar que dichos bosques absorben más anhídrido carbónico durante el día, en el proceso de la fotosíntesis, del que emiten en las noches respirando, eso es cierto en caso de bosques sanos en crecimiento. Los bosques que tienen un crecimiento neto son capaces de una absorción neta de CO<sub>2</sub>, mientras que los bosques maduros que crecen poco, retienen el carbono ya fijado, pero son incapaces de absorber más anhídrido

carbónico. Los bosques que experimentan una pérdida neta de biomasa, por la mortalidad debido al estado decadente de los árboles, a la enfermedad o al fuego, son emisores netos de CO<sub>2</sub>.

**UNESA (2005).** La captación de CO<sub>2</sub> por los ecosistemas vegetales terrestres constituye un componente importante en el balance global de Carbono. A escala mundial se considera que la biosfera terrestre fija cerca de 2.000.000 toneladas/año.

**Ávila (2000).** Encontró una tasa de fijación de carbono para el sistema silvopastoril *B. brizantha* y *E. deglupta* fue de 1,8 t/ha/año y para el sistema de *B. brizantha* – *Acacia mangium* de 2,2 t C/ha/año con densidades de árboles de 377 árboles por hectárea y la edad de las plantaciones de tres años.

**BRACK, A, et al (1994),** manifiesta que en general, toda la experiencia acumulada indica que los únicos sistemas con ganancia de sustentabilidad en la amazonia son los sistemas de producción agroforestales. En todas las zonas tropicales del mundo, los únicos sistemas de producción que han dado resultados halagadores en lo económico y ambiental, garantizando la sustentabilidad en base a la conservación de la fertilidad de los suelos en niveles adecuados son los sistemas agroforestales de rotación silvo-agropecuaria, los cultivos permanentes y heterogéneos y la combinación de árboles con la agricultura y la ganadería.

**A. Giraldo, M. Zapata, y E. Mont (2008)** “Captura y flujo de carbono en un sistema silvopastoril de la zona Andina Colombiana” Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Departamento de Producción Animal, en un trabajo de investigación llegaron a las siguientes conclusiones: La evaluación de los efectos de contrastantes densidades de siembra de árboles de *A. decurrens* en pasturas de *P. clandestinum*, usando una metodología apropiada para cuantificar la fijación de C, permitió obtener información considerada pionera en



088

Colombia. Su mayor virtud está en la precisión y la intensidad usada para su determinación. La biomasa aérea y radical de los árboles son las que marcan las diferencias en el stock de carbono respecto al testigo. Para sistemas silvopastoriles, se logró verificar que la densidad de siembra de árboles de *A. decurrens* en pasturas de kikuyo tiende a afectar la fijación de C por las pasturas y su retorno a través de las excretas de los animales en pastoreo anualmente.

**María Cristina phd.** Ecología de la Producción y Conservación de Recursos. Proyecto captura de carbono, cooperación holandesa (2001-2007). "Captura de carbono en sistemas de pasturas y silvopastoriles en cuatro ecosistemas de América tropical vulnerables al cambio climático. María Cristina Amézquita, artículo presentado en el foro ciencia, tecnología y biocombustibles: balances de carbono, usos del suelo y esquemas de certificación, organizado por el foro nacional ambiental, en Bogotá dc, universidad de los andes, junio 6 de 2008.

Este artículo documenta científicamente el alto potencial de los sistemas de pasturas, agropastoriles y silvopastoriles tropicales en la recuperación de áreas degradadas, en la captura y almacenamiento de carbono y, consecuentemente, en la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), particularmente de CO<sub>2</sub>, potencial comparable en algunos ecosistemas al del bosque nativo secundario. Presenta los resultados de cinco años de investigación realizada por un proyecto internacional, multi-institucional y multi-ecosistémico en cuatro ecosistemas tropicales de América Latina vulnerables a los efectos adversos del Cambio Climático: Laderas Andinas, Colombia; Bosque Tropical Húmedo, Amazonía, Colombia; Bosque Tropical Húmedo, Costa Atlántica de Costa Rica; y Bosque Tropical Sub-húmedo, Costa Pacífica de Costa Rica.

La difusión de este artículo tiene como fin contribuir a la reflexión sobre los riesgos ambientales en que se podría incurrir al transformar un ecosistema natural de pastizales (grasslands en inglés) – como los Llanos Orientales de

Colombia– en otros usos del suelo – ejemplo, cultivos para la producción de biocombustibles –, sin antes realizar un estudio y evaluación científica de los efectos ambientales de dicha transformación, en particular captura de C y flujos netos de GEI.

En términos de C acumulado en el sistema total (suelo + biomasa) el bosque nativo presenta los mayores niveles en todos los ecosistemas, seguido por sistemas mejorados de pasturas, sistemas silvopastoriles, regeneración natural de pasturas degradadas y, por último, por pastura degradada o suelo degradado.

En términos de C acumulado en el suelo, sin embargo, los sistemas de pasturas y silvopastoriles mejorados y bien manejados muestran niveles comparables o aún mayores que los del bosque nativo, dependiendo de las condiciones climáticas y ambientales del sitio. Esto se observó en los ecosistemas bajos, cálidos y húmedos como son el Bosque Húmedo Tropical de la Amazonia en Colombia y en Costa Rica.

En sistemas de pasturas y silvopastoriles, el C acumulado en el suelo representa un altísimo porcentaje del C total del sistema (90 por ciento en un sistema silvopastoril de *Acacia mangium* + *Arachispintoi*, y entre 95-98 por ciento en sistemas de pasturas). Por lo tanto, aún pequeños incrementos de C en el suelo asociados con el establecimiento de sistemas mejorados de pasturas y silvopastoriles en áreas degradadas contribuye significativamente a incrementar la captura de C.

Los sistemas mejorados de pasturas y silvopastoriles deben ser considerados como alternativas atractivas bajo el punto de vista socioeconómico y también ambiental, en especial por su capacidad de recuperar áreas degradadas y su potencial de captura de C.

**Micaela Carvajal (2007) "Investigación sobre la absorción de CO<sub>2</sub> por los cultivos"**. Con el aumento de las temperaturas puede inducirse un incremento de la fotorespiración que es un mecanismo de protección del aparato fotosintético y que no conlleva fijación del CO<sub>2</sub> (Sofa et al., 2005). La acción combinada de los diferentes factores medio ambientales (vapor de agua en la atmósfera y subida de las temperaturas) podría conducir a una mayor producción de biomasa, pero sólo si las plantas recibieran además un aporte de otros nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo o potasio (la acción antropogénica podría aportar nitrógeno a los ecosistemas naturales, ya que es un residuo de muchas de nuestras emisiones contaminantes). Se estima que la fijación de CO<sub>2</sub> se verá incrementada en los próximos 60 años debido al aumento en la temperatura. Se espera que la fijación de CO<sub>2</sub> se incremente el 1% por cada °C en regiones donde la temperatura media anual es de 30 °C y el 10% en regiones donde la temperatura media anual es de 10 °C. Las tasas fotosintéticas subirían un 25-75%, en las plantas de fotosíntesis C<sub>3</sub> (las más comunes en latitudes medias y altas), al duplicarse la concentración de CO<sub>2</sub>. Los datos son menos concluyentes en el caso de las plantas cuya modalidad fotosintética es la C<sub>4</sub>, típica de lugares cálidos, siendo los intervalos de respuesta desde 0% hasta un 10-25% de incremento (UNESA, 2005). Esta problemática implica la necesidad de realizar estudios que permitan conocer el efecto de las diferentes condiciones ambientales sobre la capacidad de captación de CO<sub>2</sub> y las necesidades hídricas y nutricionales de los cultivos. De todos estos gases, el CO<sub>2</sub> cobra especial relevancia por su efecto sobre las condiciones climáticas del planeta debido a que es un gas de larga permanencia, es decir, es un gas que permanece activo en la atmósfera durante mucho tiempo. Así, por ejemplo, del CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera, el 50% tardará 30 años en desaparecer, un 30% permanecerá varios siglos y el 20% restante durará varios millares de años.

### 3.2 MARCO CONCEPTUAL

**CAPTURA DE CARBONO.-** Es la extracción y almacenamiento de carbono atmosférico en forma de biomasa en los océanos, bosques o la tierra. También conocido como secuestro de carbono y fijación de carbono. Es considerado uno de los servicios ambientales de mayor importancia, ya que contribuye a mantener las temperaturas globales, así como la composición química del agua marina y de las zonas costeras.

Con un adecuado manejo de los sistemas forestales, puede incrementarse la capacidad de absorción de la tierra. La captura de carbono forma parte de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) impulsados por el **Protocolo de Kyoto**.

**EFICIENCIA FOTOSINTÉTICA.-** Es la energía derivada de la absorción de la luz, se utiliza en vías particulares, para lograr el resultado final de la síntesis de azúcares. Dado que se conocen las vías, se puede calcular la eficiencia máxima teórica. Se sabe que para reducir dos moléculas de  $\text{NADP}^+$ , deben ser absorbidos un total de 8 fotones de luz. Funcionando en el ciclo de Calvin, las dos moléculas de NADPH resultantes pueden producir una molécula de hexosa. La energía de un fotón de energía media a 600 nm es 2,07 eV, y para 8 moles de dichos fotones, la energía absorbida es:

$$(8 \text{ moles})(6,022 \times 10^{23}/\text{mol})(2,07 \text{ eV})(1,6 \times 10^{-19} \text{ J/eV})/(4184 \text{ J/Kcal}) = 381 \text{ Kcal}$$

Reducir un mol de  $\text{CO}_2$  a hexosa se lleva 114 Kcal, por lo que la eficiencia teórica es 114/381 o 30%, bajo condiciones de laboratorio se ha logrado el 25%. El rendimiento superior que se informó bajo condiciones de cultivo natural con onagras vespertinas en el Valle de la Muerte fue del 8% (¡si se puede llamar condiciones naturales al Death Valley Valle de la Muerte!). La caña de azúcar ha registrado un 7% EF, lo que es muy importante para un cultivo de alimentos. La caña de azúcar es una planta C4. Bajo condiciones de fuerte luz solar, por lo general superan a las plantas C3 y otras. Las plantas agrícolas cultivadas intensivamente dan un promedio del 3%



en la eficiencia fotosintética, y la mayoría de los cultivos varían entre 1 – 4%. Esto es también típico en las algas. **Moore, et al (1958)**

**TIEMPO DE CORTE.** Es el periodo de tiempo que se emplea para realizar las labores que se realizan para que el pasto sea cortado y traída al lugar en donde será suministrada a los animales para que la consuman.

**MATA.** Conjunto de macollos de una poacea que crecen muy próximos entre sí. Arbusto de poca altura o planta leñosa que no pasa de 50 cm de altura. Hierva cualquiera muy ramificada. Shrub y RAE.

**PASTO.** Con antecedentes en la lengua latina (*pastus*), pasto es el nombre general que reciben diversas hierbas. El pasto es el alimento vegetal que crece en el suelo de los campos y que se destina a la alimentación de los animales. **Julián Estrada Álvarez (2002)**

**FORRAJE.** Es toda masa vegetal que sirve como alimento a los animales domésticos. También es la masa vegetal frescamente cosechada, que se caracteriza por un elevado contenido de agua de vegetación.

**MATERIA SECA.** Se refiere a la cantidad de material que queda después de que el forraje o el alimento ha sido sometido a un proceso de secado, o sea cuando se le ha extraído el agua. En la Materia Seca es donde se encuentran los nutrimentos del forraje.

**MATERIA VERDE.** Se refiere a la cantidad total de material producido por un forraje una vez que es cortado. La materia verde involucra todas las partes de la planta que se cosechan para ser utilizadas.

**ANALISIS DE VARIANZA.** Es una potente herramienta estadística, de gran utilidad tanto en la industria, para el control de procesos, como en el laboratorio de análisis, para el control de métodos analíticos. Los ejemplos de aplicación son múltiples, pudiéndose agrupar, según el objetivo que persiguen, en dos principalmente: la comparación de múltiples columnas de datos y la estimación de los componentes de variación de un proceso.

**TRATAMIENTOS.** Es todo aquello que se aplica a una unidad experimental.

**BLOQUES.** Conjunto de elementos o unidades experimentales bajo tratamiento u observaciones que han sido agrupados para minimizar los efectos del medio ambiente u otras diferencias iniciales entre unidades.

**BLOQUE AL AZAR.** Diseño que se basa en el material experimental se divide en grupo, cada uno de los cuales constituye una sola prueba o repetición. El objeto en todas las etapas es mantener el error experimental dentro de cada grupo tan pequeño como sea posible en la práctica.

**VARIABLE.** Es una característica mensurable de la unidad experimental, variable dependiente es aquella variable cuyos valores están determinados por otra u otras variables (variable dependiente).

**UNIDAD EXPERIMENTAL.** Es cada uno de los elementos que componen la población. También es el conjunto de material al cual se aplica un tratamiento en un solo ensayo, que puede ser una parcela, porción de masa o un grupo de cerdos en un corral o un lote de semillas.

**Textura.** Thompson (1980) lo define como el porcentaje de peso de cada una de las fracciones minerales, arena, limo y arcilla, estas fracciones se definen según el diámetro de las partículas expresados en mm.

**PARCELA NETA.** Es cualquier unida experimental que es uniforme en alguna medida.

**FOTOSINTESIS.** Es la Formación, en las células verdes de una planta, de carbohidratos simples a partir de dióxido de carbono y agua, con desprendimiento de oxígeno. El proceso tiene lugar solo cuando la planta dispone de suficiente luz, actuando la clorofila como transformador de energía que permite a la planta hacer uso de la luz como fuente de energía.

**METABOLISMO VEGETAL.** Conjunto de cambios físicos y químicos que se producen constantemente en las plantas.

**EXPERIMENTO.** Dicese de la investigación controlada que se utiliza para ensayar u obtener hechos, para poner a prueba o establecer una hipótesis o para ilustrar una ley científica conocida.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 ALTURA DE PLANTA (cm), EN EL PASTO *Brachiaria brizantha* cv Marandu.

En el cuadro N° 01. Se indica el análisis de varianza de la altura de planta(cm) en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu, se reporta alta diferencia estadística significativa en la fuente de variación, tratamientos, mas no así entre bloques. El coeficiente de variación fue de 4.66%, indica confianza experimental de los datos obtenidos.

**CUADRO N° 01. Análisis de varianza de altura de planta (cm) en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloque	2	55.17	27.58	0.73	5.14	10.92
Tratamiento	3	19917.58	6639.19	174.59**	4.76	9.78
Error	6	228.17	38.03			
Total	11	20200.92				

\*\* Alta diferencia estadística, significativa al 0.05 y 0.01.

CV= 4.66 %

Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la prueba de rangos múltiples de Duncan, que se indica en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 02. Prueba de Duncan altura de planta (cm) en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu.**

OM	Tratamientos		Promedio (cm)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T <sub>4</sub>	12 <sup>ava</sup> semana de evaluación	165	a
2	T <sub>3</sub>	9 <sup>na</sup> semana de evaluación	159	a
3	T <sub>2</sub>	6 <sup>ta</sup> semana de evaluación	142	b
4	T <sub>1</sub>	3 <sup>era</sup> semana de evaluación	63	c

\*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente.

Según el cuadro N° 02, se observa un (01) grupo estadísticamente homogéneos entre sí; siendo el tratamiento T<sub>4</sub> (12<sup>ava</sup> semana de evaluación) que ocupa el primer lugar del ranking de mérito con promedio de altura de planta igual a 165 cm, siendo estadísticamente igual al T<sub>3</sub> (9<sup>na</sup> semana de evaluación) cuyo promedio de altura de planta es igual a 159 cm, superando ambos a los demás tratamientos, donde el tratamiento T<sub>1</sub> (3<sup>era</sup> semana de evaluación) ocupa el último lugar del ranking de mérito con promedio de altura de planta de 63 cm.

### **DISCUSIÓN**

Observando el cuadro N° 02 se puede apreciar que el T<sub>4</sub> (evaluación a la 12<sup>ava</sup> semana), es el que mejor promedio de altura obtuvo (165 cm), esto indica que la época de corte influye en la variable altura de planta, tal como lo indica Machado R, (2002) que evaluando la *Brachiaria brizantha* cv. Marandú indica que es una poacea que presenta rizomas cortos y erectos o también puede presentarlos ligeramente decumbentes y al mismo tiempo puede tener una altura de 60, 150 y hasta 200 cm.

#### **4.2 PRODUCCION DE MATERIA VERDE (kg/9 plantas) EN EL PASTO *Brachiaria brizantha* cv Marandu.**

En el cuadro N° 03. Se reporta en análisis de varianza de la producción de la materia verde(kg/m<sup>2</sup>) en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu, se reporta alta diferencia estadística significativa en la fuente de variación de tratamientos, mas no así entre bloques. El coeficiente de variación fue de 9.62% que indica confianza experimental de los datos obtenidos.

**CUADRO N° 03. Análisis de varianza de materia verde (kg/9 plantas) en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloque	2	0.65	0.32	0.54	5.14	10.92
Tratamiento	3	145.01	48.34	80.23**	4.76	9.78
Error	6	3.62	0.60			
Total	11	149.28				

\*\* Alta diferencia estadística, significativa al 0.05 y 0.01.

CV= 9.62 %

Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la prueba de rangos múltiples de Duncan, que se indica en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 04. Prueba de Duncan de materia verde (kg/9 plantas) en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu.**

OM	Tratamientos		Promedio(kg/9 plantas)	Significancia (*)
	Clave	Descripción		
1	T <sub>4</sub>	12 <sup>ava</sup> semana de evaluación	13.11	a
2	T <sub>3</sub>	9 <sup>na</sup> semana de evaluación	8.69	b
3	T <sub>2</sub>	6 <sup>ta</sup> semana de evaluación	6.96	b
4	T <sub>1</sub>	3 <sup>era</sup> semana de evaluación	3.46	c

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

Según el cuadro N° 04. Se observa un (01) grupo estadísticamente homogéneos entre sí; siendo el tratamiento T<sub>4</sub> (12<sup>ava</sup> semana de evaluación) que ocupa el primer lugar del ranking de mérito con promedio de materia verde igual a 13.11 kg/9 plantas. Superando a los demás tratamientos, donde el tratamiento T<sub>1</sub> (3<sup>era</sup> semana de evaluación) ocupa el último lugar del ranking de mérito con promedio de materia verde de 3.46 kg/9 plantas.

## DISCUSIÓN

Según el orden de mérito del cuadro N° 04, se puede notar que el T<sub>4</sub> (evaluación a la 12<sup>ava</sup> semana) es el tratamiento que mejor rendimiento mostro (13.11 kg/9 plantas), pero es conveniente tener en cuenta que a esta edad el pasto baja su nivel nutricional tal como lo indica Avalos M.

(2009) que evaluando cuatro tiempos de corte y su efecto en las características agronómicas del pasto Taiwán enano, llegó a la conclusión que la edad de la planta influye significativamente sobre las características agronómicas de los pastos forrajeros.

#### 4.3 REDUCCION DE MATERIA SECA (g/planta entera) EN EL PASTO *Brachiaria brizantha* cv Marandu.

En el cuadro N° 05. Se reporta el análisis de varianza de la producción de materia seca (g/planta entera), en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu, se reporta alta diferencia estadística significativa en la fuente de variación, tratamientos, mas no así entre bloques. El coeficiente de variación fue de 12.67% que indica confianza experimental de los datos obtenidos.

**CUADRO N° 05. análisis de varianza de materia seca (g/planta entera) en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloque	2	61316.17	30658.08	0.5	5.14	10.92
Tratamiento	3	3407943.72	1135981.24	18.52**	4.76	9.78
Error	6	368.03	61338.08			
Total	11	3469627.92				

\*\* Alta diferencia estadística, significativa al 0.05 y 0.01.

CV= 12.67 %

Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la prueba de rangos múltiples de Duncan, que se indica en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 06. Prueba de Duncan de materia seca (gr/planta entera) en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu.**

OM	Tratamientos		Promedio (g/p. entera)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T <sub>4</sub>	12 <sup>ava</sup> semana de evaluación	1,508	a
2	T <sub>3</sub>	9 <sup>na</sup> semana de evaluación	529	b
3	T <sub>2</sub>	6 <sup>ta</sup> semana de evaluación	306	b
4	T <sub>1</sub>	3 <sup>era</sup> semana de evaluación	130	b

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

Según el cuadro N° 06. Se reporta la prueba de Duncan de la producción de la materia seca, observándose (01) grupo estadísticamente homogéneo, donde T<sub>4</sub> (12<sup>ava</sup> semana de evaluación) ocupó el primer lugar del ranking de mérito con promedio de materia seca igual a 1,508 g/planta entera, mostrándose superior a los demás tratamientos, donde T<sub>1</sub> (3<sup>era</sup> semana de evaluación) ocupó el último lugar del orden de mérito con promedio de materia seca de 130 g/planta entera.

### DISCUSIÓN

En el cuadro N° 06, se observa que el T<sub>4</sub> (evaluación a la 12<sup>ava</sup> semana) ocupa el primer lugar con (1,508 g/planta entera, parte aérea y radicular), esto indica que ha mayor tiempo de corte el pasto manifiesta un incremento en peso seco por la mayor cantidad de follaje fresco y seco que presenta, pero esto no indica que es el tiempo adecuado de aprovechamiento del forraje, ya que a esta edad el valor nutricional especialmente el proteico decrece considerablemente afectando la calidad del forraje, tal como lo indica Avalos M. (2009), evaluando cuatro tiempos de corte y su efecto en las características agronómicas y bromatológicas del pasto Taiwán enano, llegaron a la conclusión que la edad de la planta influye significativamente sobre las características agronómicas y bromatológicas del pasto Taiwán enano (*Pennisetum sp.*)

#### 4.4 EFICIENCIA FOTOSINTÉTICA (%) EN EL PASTO *Brachiaria brizantha* cv Marandu.

En el cuadro N° 07. Se reporta el análisis de varianza de la eficiencia fotosintética (%), en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu, se reporta alta diferencia estadística significativa en la fuente de variación tratamientos, mas no así entre bloques. El coeficiente de variación fue de 9.53% que indica confianza experimental de los datos obtenidos.



**CUADRO N° 07. análisis de varianza de eficiencia fotosintética (%) en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloque	2	0.15	0.07	0.54	5.14	10.92
Tratamiento	3	34.56	11.52	80.90**	4.76	9.78
Error	6	0.85	0.14			
Total	11	35.56				

\*\* Alta diferencia estadística, significativa al 0.05 y 0.01.

CV= 9.53 %

Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la prueba de rangos múltiples de Duncan, que se indica en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 08. Prueba de Duncan de eficiencia fotosintética (%) en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu.**

OM	Tratamientos		Promedio (%)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T <sub>4</sub>	12 <sup>ava</sup> semana de evaluación	6.40	a
2	T <sub>3</sub>	9 <sup>na</sup> semana de evaluación	4.24	b
3	T <sub>2</sub>	6 <sup>ta</sup> semana de evaluación	3.39	c
4	T <sub>1</sub>	3 <sup>era</sup> semana de evaluación	1.68	d

\* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

Según el cuadro N° 08, se observa que todos los tratamientos son estadísticamente heterogéneos, siendo el tratamiento T<sub>4</sub> (12<sup>ava</sup> semana de evaluación) que ocupa el primer lugar del Ranking de Mérito con promedio de eficiencia fotosintética igual a 6.40 %. Superando a los demás tratamientos, siendo el T<sub>1</sub> (3<sup>era</sup> semana de evaluación) que ocupa el último lugar del Ranking de Mérito con promedio de eficiencia fotosintética de 1.68%.

## DISCUSIÓN

Mientras que el pasto siga con su desarrollo vegetativo este va nutriéndose a través de la luz solar para desarrollar sus procesos metabólicos esenciales para su desarrollo, tal como lo indica el cuadro N° 08, donde se observa que el T<sub>4</sub> (evaluación a la 12<sup>ava</sup> semana) presenta una

eficiencia fotosintética de (6.40 %), esto lo corrobora, Juan Barcelo Coll, que manifiesta que la atmosfera terrestre es un medio muy oxidante debido a su elevado contenido de oxígeno (21 por 100), este alto porcentaje de oxígeno que hace posible la vida en la tierra tiene su origen en la fotosíntesis. Al mismo tiempo mediante la fotosíntesis, se fija el CO<sub>2</sub> atmosférico y se produce materia orgánica. No todas las plantas tienen la misma eficiencia a la hora de transformar el CO<sub>2</sub> atmosférico en materia orgánica. A parte de las diferencias que puede haber en función de los factores que afectan a la fotosíntesis, existen también variaciones en la eficiencia fotosintética entre las distintas especies. Así, aquellas que no fotorespiran o que tienen valores muy bajos de fotorespiración serán más eficientes que las que fotorespiran, aunque puede haber excepciones como en el caso del girasol que, siendo una planta que fotorespira, tiene una gran eficiencia fotosintética.

#### 4.5 CAPTURA DE CARBONO (g/planta entera) EN EL PASTO *Brachiaria brizantha* cv Marandu.

En el cuadro Nº 09. Se reporta el análisis de varianza de captura de carbono (g/planta entera), en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu, se reporta alta diferencia estadística significativa en la fuente de variación, tratamiento, mas no así entre bloques. El coeficiente de variación fue de 21.96% que indica confianza experimental de los datos obtenidos.

CUADRO Nº 09. Captura de carbono (g/planta entera) en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloque	2	19320.16	9660.08	2.39	5.14	10.92
Tratamiento	3	534000.86	178000.28	44.14**	4.76	9.78
Error	6	24195.83	4032.63			
Total	11	577516.85				

\*\* Alta diferencia estadística, significativa al 0.05 y 0.01.  
CV= 21.96%

Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la prueba de rangos múltiples de Duncan, que se indica en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 10. Prueba de Duncan de captura de carbono (g/planta entera) en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandu.**

OM	Tratamientos		Promedio (g/planta entera)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T <sub>4</sub>	12 <sup>ava</sup> semana de evaluación	570	a
2	T <sub>3</sub>	9 <sup>na</sup> semana de evaluación	412	b
3	T <sub>2</sub>	6 <sup>ta</sup> semana de evaluación	123	c
4	T <sub>1</sub>	3 <sup>era</sup> semana de evaluación	52	d

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

Según el cuadro N° 10. Se observa que los promedios de captura de carbono son discrepantes estadísticamente, donde T<sub>4</sub> (12<sup>ava</sup> semana de evaluación) ocupó el primer lugar del ranking del orden de mérito (O.M) con promedio de 570 g/planta entera, superando a los demás tratamientos. Siendo el T<sub>1</sub> (3<sup>era</sup> semana de evaluación) que ocupa el último lugar del Ranking de Mérito con promedio de captura de carbono de 52 g/planta entera.

## DISCUSIÓN

Cuanta más materia orgánica produce la planta para su desarrollo o mantenimiento, mayor será la cantidad de CO<sub>2</sub> que esta utiliza para sintetizarlos, como se puede apreciar en el cuadro N° 10 donde según el orden de mérito el T<sub>4</sub> (evaluación a la 12<sup>ava</sup> semana) es el que ocupa el primer lugar con (570 g/planta entera), esto lo valida **Micaela Carvajal(2007)** que dice, las plantas tienen la capacidad de captar el CO<sub>2</sub> atmosférico y mediante procesos fotosintéticos metabolizarlo para la obtención de azúcares y otros compuestos que requieren para el normal desarrollo de su ciclo vital, en general, se puede concluir que, las plantas, a través de la fotosíntesis, extraen el carbono de la atmósfera (en forma de CO<sub>2</sub>) y lo convierten en biomasa. La biomasa al descomponerse se convierte en parte del suelo (en forma de humus) o en CO<sub>2</sub> (a través de la respiración de los microorganismos que procesan la biomasa), para **Jesús Collazos (2009)**. El

carbono está almacenado en el aire, agua y en el suelo, en forma de un gas llamado dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en el aire está presente como gas, en el agua en forma disuelta de igual forma en el agua del suelo, el CO<sub>2</sub>, está disponible en cantidades abundantes en el medio. Las plantas toman el CO<sub>2</sub> y con la energía de la luz del sol producen alimentos (glucosa, sacarosa, almidón, celulosa, etc.), y liberan Oxígeno (O<sub>2</sub>) al aire, al agua o al suelo, realizando un trabajo de investigación **Ávila (2000)** encontró una tasa de fijación de carbono para el sistema silvopastoril ***B. brizantha* y *E. deglupta*** de 1,8 t/ha/año y para el sistema de ***B. brizantha* – *Acacia mangium*** de 2,2 t C/ha/año con densidades de 377 árboles por hectárea y la edad de las plantaciones de tres años. Para **Brack, A, et al (1994)**, manifiesta que en general, toda la experiencia acumulada indica que los únicos sistemas con ganancia de sustentabilidad en la amazonia son los sistemas de producción agroforestales. En todas las zonas tropicales del mundo, los únicos sistemas de producción que han dado resultados halagadores en lo económico y ambiental, garantizando la sustentabilidad en base a la conservación de la fertilidad de los suelos en niveles adecuados son los sistemas agroforestales de rotación silvo-agropecuaria, los cultivos permanentes y heterogéneos y la combinación de árboles con la agricultura y la ganadería.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

Según las condiciones en que se condujo el experimento se asume las siguientes conclusiones:

1. Que existe efecto de la edad de evaluación sobre las características agronómicas (altura, materia verde y materia seca), eficiencia fotosintética y captura de carbono.
2. Que el tratamiento que alcanzo niveles superiores en el ensayo según las condiciones del experimento fue el tratamiento T<sub>4</sub> (12<sup>ava</sup> semana de evaluación), para las variables altura de planta, materia verde, materia seca, eficiencia fotosintética y captura de carbono.

#### **5.2 RECOMENDACIONES**

1. Sembrar pastos forrajeros de corte y pastoreo, asociados con fabácea herbáceas, arbustivas o arbóreas, ya que es una de las alternativas de minimizar el efecto invernadero, además de ser una actividad que presta un servicio ambiental a la humanidad, que en otras partes del mundo es reenumerado por la cantidad de Carbono acumulado por hectárea por año.
2. Se recomienda realizar investigaciones en sistemas Agrosilvopastoril con especies forrajeras de corte y pastoreo y determinar la cantidad de Carbono que puede acumular este sistema por hectárea por año.
3. Se recomienda asumir para otras investigaciones ampliar la edad de corte con la finalidad de determinar mayor captura de carbono y eficiencia fotosintética del pasto en estudio.

## BIBLIOGRAFIA

- ADJEI MB, MISLEVY P, KALMBACHER RS, BUSEY P. (1989).** Production, quality, and persistence of tropical grasses as influenced by grazing frequency. *ProcSoilCropSci* 48:1-6.
- AGRUCO (1999).** Enfoque agroecológico y la inclusión de la Agroforestería, el aumento de las prácticas de conservación de suelos.
- ANDREA C.S. Y R.H. VALLEJO (1948).** Fotosíntesis. Centro de estudios fotosintéticos y bioquímicos. Secretaria general OEA. Washington DC. Editora Eva V. Chesman. 64p.
- ANDRADE H.J, BROOK R, IBRAHIM M. (2008).** Growth, production and carbon sequestration of silvopastoral systems with native timber species in the dry lowlands of Costa Rica. *Plant and Soil* 308 (1-2): 11-22.
- ANDREWS, M.; RAVEN, J.A.; SPRENT, J.I. (2001).** Environmental Effects on Dry Matter Partitioning Between Shoot and Root of Crop Plants: Relations with Growth and Shoot Protein Concentration. *Annals of Applied Biology* 138: 57-68.
- ARAMAYO A.F. (2002).** Efecto de dos alturas y dos edades de corte en el pasto estrella (*Cynodonmilenfuensis*) y pasto Tanzania (*Panicum maximum*) en la producción de materia seca. Proyecto especial del programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria. Tegucigalpa, Zamorano.
- ARGEL P.J, HIDALGO C, LOBO P.M. (2000).** Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110). Gramínea de crecimiento vigoroso con amplio rango de adaptación a condiciones del trópico húmedo y sub húmedo. Boletín Técnico. San José: Consorcio Tropileche; Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
- ASOCIACIÓN DE AGRICULTURA AGROECOLÓGICA-PUERTO MALDONADO-PERÚ.**

- ÁVILA G. (2000).** Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas de café bajo sombra, café a pleno sol, sistemas silvopastoriles y pasturas a pleno sol (tesis de maestría). CATIE, Turrialba, Costa Rica, 99 p.
- AVALOS, M. (2009).** "Efecto de cuatro tiempos de corte sobre las características agronómicas y bromatológicas del pasto Taiwán enano (*Pennisetum sp.*) En Zungarococha-IQUITOS"
- BARCELLO, et al (1984).** Fisiología vegetal. Editorial pirámide. Barcelona-España. 813p.
- BUSTAMANTE G., A.; LÓPEZ F., R. (1990).** Efecto de 4 densidades de siembra y 2 métodos de siembra (estacas y surcos) en el establecimiento de los ecotipos de (*Pennisetum purpureum*) Taiwán var. A-144, Elefante, Merkeron y Taiwán var. A-146. Campo Experimental. Pecuario Pichucalco (Tabasco, México)
- CALZADA B. (1970).** "Métodos Estadísticos para la Investigación". 3era Edición. Editorial Jurídica S.A. Lima-Perú. 645 pag.
- CASTRO, P.R.C. y et al (1987).** Ecofisiología de la producción agrícola. Asociación Brasileira para la pesquisa da patassa o do fosfato. Piracicaba-SP. 320 p.
- CATASÚS, L. (1997).** Manual de Agrostología. Editorial Academia. La Habana, Cuba. 98 p.
- CHAMORRO, D. (1998).** Sistemas de evaluación de especies forrajeras: conceptos y procedimientos técnicos. Gramíneas y leguminosas: Consideraciones agrozootécnicas para ganaderías del trópico bajo. Boletín de investigación, CORPOICA, Regional 6. Centro de Investigación "Nataima". El Espinal, Tolima, Colombia. 21 p.
- CLAVERO T. (1993).** Effects of defoliation on non-structural carbohydrates levels in tropical pastures. Rev. Fac. Agron. (Luz) 10:126-132.
- DACCARETT M, BLYDENSTEIN J. (1968).** La influencia de los árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IIICA.
- DEL POZO P.P. (2004).** Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Anuario Nuevo. La Habana: Universidad Agraria de La Habana.

- FISCHER MJ, TRUJILLO W. (1999).** Fijación de carbono en pastos tropicales en sabanas de suelos ácidos neotropicales. En: Seminario Internacional Intensificación de la Ganadería Centroamericana: Beneficios Económicos y Ambientales. Turrialba, CR, FAO-CATIE.p 115-135.
- GARCÍA J. (2007).** Densidad de siembra, frecuencia de corte y su efecto sobre las características agronómicas en el Pasto King Grass (*Pennisetum merkeron*), en la zona de ZúngaroCocha, Tesis Ingeniero agrónomo.
- GIRALDO, M. ZAPATA, Y E. Mont (2008).** "Captura y flujo de carbono en un sistema silvopastoril de la zona Andina Colombiana". Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Departamento de Producción Animal
- GUENNI O, MARIN D, BARUCH Z. (2002).** Responses to drought of five *Brachiaria* species. Biomass production, leaf growth, root distribution, water use and forage quality. Plant and Soil 243: 229-241.
- HOLDRIDGE, L. 1978.** Ecología Basada en Zonas de Vida. Serie Libros y Materiales de Enseñanza. IICA, San José, Costa Rica.276 p.
- JARVIS, P. LEVERENZ, J.W. (1983).** *Productivity Oftemperate, Deciduous and Evergreen Forests.* Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 1-40.
- JULIÁN ESTRADA ALVAREZ (2002).** Pastos y forrajes para el trópico colombiano Colección Ciencias agropecuarias, Editorial Universidad de Caldas. 511 p
- JULIO SOPLIN RÍOS. (1999).** Análisis del crecimiento vegetal. 63 p.
- KELLER-GREIN G, MAASS BL, HANSON J. (1998).** Variación natural en *Brachiaria* y bancos de germoplasma existentes. En Miles JW, Maass BL, do Valle CB (Eds.) *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento.* CIAT Cali, Colombia. pp. 18-45.
- MACHADO, R. (2002).** Botánica de las gramíneas. Programa de Maestría en Pastos y Forrajes. Curso: Fundamentos de la Producción de pastos. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 21 p.



**MANUAL AGROPECUARIO (2008)** Tecnologías orgánicas de la Granja Forestal Autosuficiente.

Editorial Lexus. Págs. 863-864.

**MASERA, O. 1996.** Deforestación y degradación forestal en México. GIRA, A.C., Documentos de trabajo No. 19, México.

**NICIPOROVIC, A. A. (1960).** Fotosíntesis y la teoría de la obtención de altos rendimientos en la cosecha. *Fields Crop*. Vol. 13(3): 169-175 p.

**REYES F. (2009).** Producción de materia seca y concentración de proteína en 21 genotipos del pasto humidícola *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. *Universidad y Ciencia* 25(3):213-224.

**RINCÓN A, LIGARRETO GA, GARAY E. (2008).** Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv amargo y *Brachiaria brizantha* cv Toledo sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del Piedemonte llanero colombiano. *Rev Facul Nal Agr Medellín* 61(1):4336-4346.

**ROJAS-HERNÁNDEZ S, OLIVARES-PÉREZ J, JIMÉNEZ-GUILLÉN R, GUTIÉRREZ-SEGURA I, AVILÉS-NOVA F. (2011).** Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de *Brachiaria* en el trópico. *Avances Invest Agropec* 15(1):3-8 p.

**STEPHENS, J. 2006.** Growing interest in carbon capture and storage (CCS) for climate change mitigation. *Sustainability: Science, Practice, & Policy* 2(2):4-13 <http://ejournal.nbii.org/archives/vol2iss2/0604-016.stephens.html> Publicado online 29 de noviembre 2006.

**WILSON JR. (1982).** Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. En: Hacker JB, editor. *Nutritional limits to animal production from pastures*. Framham Royal, UK: CAB International. pp. 111-131.

**ZELADA E. (1996).** Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona atlántica de Costa Rica [Tesis de maestría]. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. 88 p.

<http://www.huallamayo.com.pe/bbxoraes.htm>

<http://www.alpasto.com/art2.html>

## **ANEXOS**

**ANEXON° 1A: DATOS CLIMATOLOGICOS Y METEOROLOGICOS DEL AÑO 2013.**

<b>DATOS DE LOS PROMEDIOS METEOROLOGICOS MENSUALES DE LA ESTACIÓN METEOROLOGIA PUERTO ALMENDRA-AÑO 2013</b>						
<b>MESES</b>	<b>PRECIPITACION mm</b>	<b>Qi (lesy/dia)</b>	<b>T° MAXIMA °C</b>	<b>T° MINIMA °C</b>	<b>HUMEDAD %</b>	<b>HORAS DE SOL HORAS</b>
ENERO	13,0	318,7	31,6	23,4	94,0	1,9
FEBRERO	8,7	321,5	31,4	23,3	93,5	1,0
MARZO	14	334,9	32	23,5	92,09	2,8
ABRIL	4,6	349,6	32,3	23	90,43	2,2
MAYO	13,9	298,1	31,6	23,2	89,54	2,6
JUNIO	8,1	289,5	31,4	22,9	87,9	2,9
JULIO	2,4	303,4	30,3	21,6	88,58	3,1
AGOSTO	7,4	339,9	31	21,7	92	4,9
SETIEMBRE	3,1	398,6	32,9	22,6	91,33	5,9
OCTUBRE	7,5	363,9	32,3	23,1	92,67	5,1
NOVIEMBRE	9,1	326,1	31,6	23,3	93,66	3,2
DICIEMBRE	11,8	319	31,7	23,3	92,87	3,4

Fuente: SENAMHI-LORETO (2013)

## ANEXON° 2A: ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE SUELO DEL EXPERIMENTO



## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA - DEPARTAMENTO DE SUELOS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

## ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN



Solicitante : WILFREDO PANAIFO SALAS

Departamento : LORETO

Provincia : MAYNAS

Distrito : IQUITOS

Predio :

Referencia : H.R. 16980-071C-10

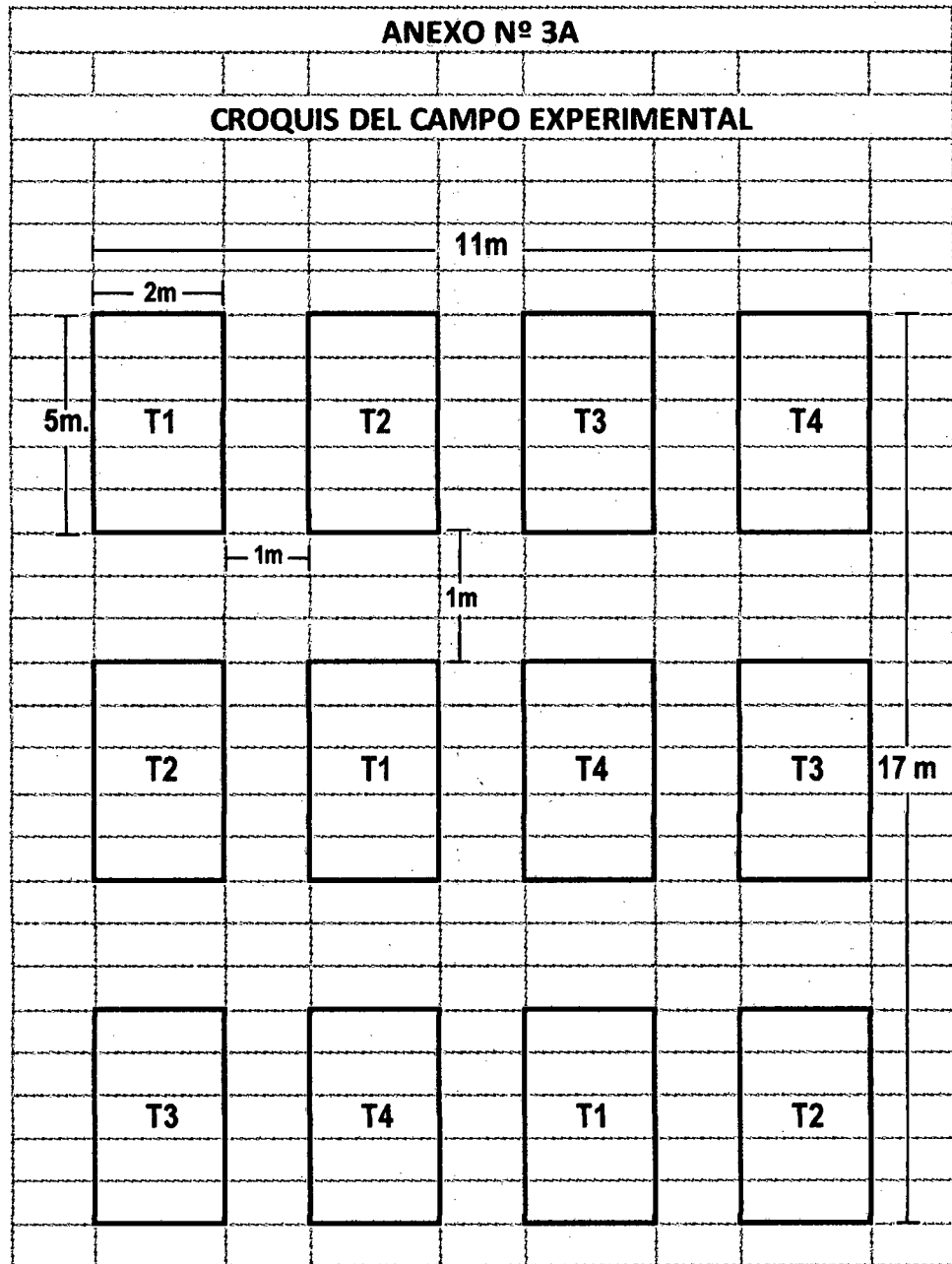
Bolt: 2569

Fecha : 26-08-2013

Número de Muestra		C.E.		Análisis Mecánico							Clase	CIC	Cambiables					Suma	%
Lab	Campo	pH	(1:1)	CaCO <sub>3</sub>	M.O.	P	K	Arena	Limo	Arcilla	Textural		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>	de	Saturación
		(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	%	%	%			me/100g					Bases	de Bases
6573	Jardín Agrostológico, Prof. 10-20 cm.	4.65	0.16	0.00	3.2	16.8	320	57	24	19	Fr.A.	11.5	2.01	1.21	0.65	0.23	1.80	4.1	35.65

A = arena ; A.Fr. = arena franca ; Fr.A. = franco arenoso ; Fr.L. = franco limoso ; L = limoso ; Fr.Ar.A. = franco arcillo arenoso ; Fr.Ar. = franco arcilloso ;

Fr.Ar.L. = Franco arcillo limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = arcillo limoso ; Ar. = Arcilloso



DATOS ORIGINALES DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv MaranduANEXO 4A: DATOS ORIGINALES DE LA ALTURA DE PLANTA (cm) DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv Marandu.

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL BLOQUE
	T1	T2	T3	T4	
I	61	155	160	164	540
II	64	139	161	166	530
III	65	133	156	165	519
<b>TOTAL TRATAMIENTO</b>	190	427	477	495	1589
$\bar{X}$	63	142	159	165	132

ANEXO 5A: DATOS ORIGINALES DE LA MATERIA VERDE (kg/9 plantas) DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv Marandu.

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL BLOQUE
	T1	T2	T3	T4	
I	3.63	6.32	8.84	14.35	33.14
II	3.35	7.35	8.59	13.29	32.58
III	3.39	7.21	8.65	11.70	30.95
<b>TOTAL TRATAMIENTO</b>	10.37	20.88	26.08	39.34	96.67
$\bar{X}$	3.46	6.96	8.69	13.11	8.06

ANEXO 6A: DATOS ORIGINALES DE MATERIA SECA (g/planta entera) DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv Marandu.

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL BLOQUE
	T1	T2	T3	T4	
I	131	325	316	1832	2604
II	119	325	632	1664	2740
III	139	269	640	1029	2077
<b>TOTAL TRATAMIENTO</b>	389	919	1588	4525	7421
$\bar{X}$	130	306	529	1508	618

ANEXO 7A: DATOS DE LA EFICIENCIA FOTOSINTETICA (%). DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv Marandu.

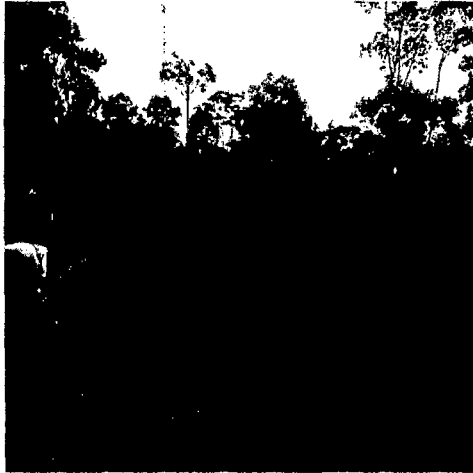
BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL BLOQUE
	T1	T2	T3	T4	
I	1.77	3.08	4.31	7.00	16.16
II	1.63	3.58	4.19	6.48	15.88
III	1.65	3.51	4.22	5.71	15.09
<b>TOTAL TRATAMIENTO</b>	5.05	10.17	12.72	19.19	47.13
$\bar{X}$	1.68	3.39	4.24	6.40	3.93

**ANEXO 8A: DATOS ORIGINALES DE CAPTURA DE CARBONO (g/planta entera). DEL PASTO**  
***Brachiaria brizantha* cv Marandu.**

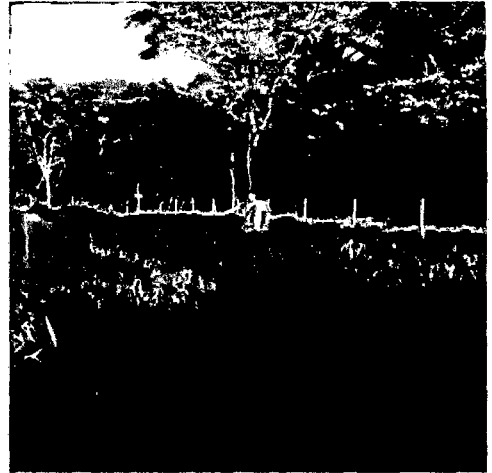
BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL BLOQUE
	T1	T2	T3	T4	
I	52	130	426	633	1242
II	48	130	453	666	1297
III	56	108	356	412	931
<b>TOTAL TRATAMIENTO</b>	156	368	1236	1711	3470
$\bar{X}$	52	123	412	570	289

**FOTOS DE CAMPO**

**Actividades realizadas**



**Foto N° 01. Pasto en estudio**



**Foto N° 02. Medición de la altura de Pasto.**



**Foto N° 03. Corte del pasto del m<sup>2</sup> de la parcela.**



**Foto N° 04. Traslado del pasto para su respectivo pesaje.**





Foto N° 05. Pesaje de la materia verde



Foto N° 06. Apunte del respectivo pesaje de la materia verde.



Foto N° 07. Traslado de la materia verde



Foto N° 08. Semilla del pasto en estudio