



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN GESTION AMBIENTAL



**“Producción fotosintética y servicio ambiental de tres especies forrajeras en el fundo Zungarococha – Iquitos 2015”**

TESIS

PRESENTADO POR

**MARIO AUGUSTO TREVEJO AMAT**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN  
AMBIENTAL**

IQUITOS – PERÚ

**2017**



**UNAP**

**FACULTAD DE AGRONOMIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
EN GESTION AMBIENTAL**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 006-EFPIGA-FA-UNAP-2016**

En Iquitos, a los 18 días del mes de FEBRERO del 2016, a horas 5:00 P.M. el Jurado designado por la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, intergrado por los Señores Miembros que a continuación se indica:

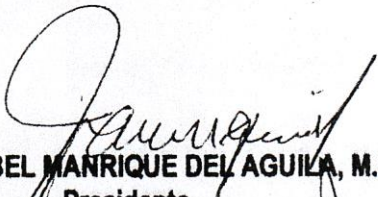
<b>Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, M.Sc.</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, Dr.</b>	<b>MIEMBRO</b>
<b>Ing. RONALD TELLO FERNÁNDEZ, Dr.</b>	<b>MIEMBRO</b>

Se constituyeron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía, para escuchar la sustentación de la Tesis titulada: **"PRODUCCIÓN FOTOSINTÉTICA Y SERVICIO AMBIENTAL DE TRES ESPECIES FORRAJERAS EN EL FUNDO ZUNGAROCOCHA – IQUITOS 2015"**, presentado por el Bachiller en Gestión Ambiental **MARIO AUGUSTO TREVEJO AMAT**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL** que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

Después de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

El Jurado después de las deliberaciones correspondientes en privado, llegó a las siguientes conclusiones:

La Tesis ha sido APROBADO POR MAYORIA  
Siendo las 6:20 P.M. se dio por terminado el acto FELICITANDO  
al sustentante por su trabajo.

  
**Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, M.Sc.**  
**Presidente**

  
**Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, Dr.**  
**Miembro**

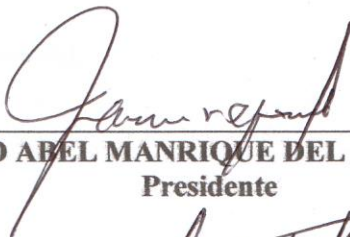
  
**Ing. RONALD TELLO FERNÁNDEZ, Dr.**  
**Miembro**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

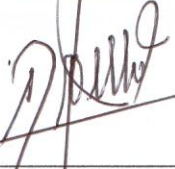
Tesis aprobada en sustentación pública el día jueves 18 de febrero del 2016. por el jurado Ad-Hoc, nombrado por la Dirección de la Escuela de Formación Profesional en Ingeniería en Gestión Ambiental, para optar el Título de:

**INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**


**JURADOS:**

  
Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL ÁGUILA, M.Sc.  
Presidente

  
Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, M.Sc.  
Miembro

  
Ing. RONALD TELLO FERNÁNDEZ, Dr.  
Miembro

  
Ing. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ, Dr.  
Asesor

  
Ing. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.  
Decano



## **DEDICATORIA**

Con gratitud a mis queridos padres;  
por haberme dado la vida, amor,  
cariño, la formación básica, espiritual  
y material hasta mí formación  
Profesional.

Con amor y cariño para Elmer Trevejo Chavez y  
Dalia Amat Ruiz, por su comprensión, confianza y  
apoyo moral, para cumplir mis metas a pesar de las  
dificultades que se presentaron.

## **AGRADECIMIENTO**

- Agradezco a Dios por su grande amor, guía, por darme la salud y las fuerzas necesarias en esmero del trabajo y seguir adelante.
  
- Al Dr. Rafael Chávez Vásquez, Catedrático de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana de la Facultad de Ciencias Agronómicas, como Asesor; por su acertada orientación, dedicación y colaboración en el trabajo de investigación de tesis.
  
- A todos los docentes de la Facultad de Agronomía, por transmitir y compartir conocimientos y experiencias profesionales que me serán útiles en el desenvolvimiento de mi carrera profesional en adelante.
  
- A todas aquellas personas que de una u otra manera me brindaron su total colaboración o aportaron en la ejecución del trabajo de investigación.

## INDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria	03
Agradecimiento	04
Introducción	11
CAPITULO I	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1. Problema, Hipótesis y Variables	12
a) El Problema	12
b) Hipótesis	14
Hipótesis General.	14
Hipótesis Específica.	14
c) Identificación de las Variables.	14
❖ IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	14
❖ OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	15
1.2. Objetivos de la Investigación	16
a) Objetivo General	16
b) Objetivo Específico	16
1.3. Justificación e Importancia	16
a) Justificación	16
b) Importancia	17

	<b>Pág.</b>
CAPITULO II	18
METODOLOGÍA	18
2.1 MATERIALES	18
a. De operaciones	18
b. De estudio	18
2.2 COMPONENTES EN ESTUDIO	19
a. ANÁLISIS DE VARIANZA	19
b. DISEÑO Y ESTADISTICA A EMPLEAR	19
c. TRATAMIENTO EN ESTUDIO	20
d. ALEATORIZACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	20
2.3 PARÁMETROS A EVALUARSE:	20
2.3.1 PRODUCCIÓN DE MATERIA VERDE	20
2.3.2 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA	21
2.3.3 PRODUCCION FOTOSINTETICA.	21
2.3.4 SERVICIO AMBIENTAL	22
2.4 CARACTERÍSTICA DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA	23
1. Ubicación del campo experimental	23
2. Historia del Terreno	23
3. Ecología	23
4. Condiciones climáticas	24
5. Suelo	24

	<b>Pág.</b>
2.6 MÉTODOS	24
a) Diseño	24
☞ De las parcelas.	24
☞ De los bloques	24
☞ Del campo experimental	25
b) Parámetros a evaluarse:	25
➤ Producción de Materia Verde	25
➤ Producción de Materia Seca	25
➤ Producción Fotosintética.	26
➤ Servicio Ambiental.	27
CAPITULO III	28
REVISIÓN DE LITERATURA	28
3.1 Marco Teórico	28
a) Generalidades	28
3.2 Marco Conceptual	42
CAPITULO IV	51
ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	51
4.1 Pasto Negro:	51
4.2 Pasto Toledo:	52



	<b>Pág.</b>
4.3 Taiwán enano.	54
CAPITULO V	56
DISCUSIÓN	56
Con respeto a la Producción:	56
Materia Verde y Materia Seca.	56
Producción Fotosintética.	56
Servicio Ambiental	57
CAPITULO VI	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
6.1 CONCLUSIONES	59
6.2 RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFIA	61

## **INDICE CUADROS**

	<b>Pág.</b>
<b>CUADRO N° 01:</b> ANVA de producción fotosintética, pasto negro.	51
<b>CUADRO N° 02.-</b> Prueba Estadística de DUNCAN.	52
<b>CUADRO N° 03:</b> ANVA de producción fotosintética, pasto Toledo.	53
<b>CUADRO N° 04.-</b> Prueba Estadística de DUNCAN.	53
<b>CUADRO N° 05:</b> ANVA de materia verde del pasto, Taiwán Enano.	54
<b>CUADRO N° 06.-</b> Prueba Estadística de DUNCAN.	55

## INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO N° 01: Datos Climatológicos y Meteorológicos del año 2014.	65
ANEXO N° 02: Análisis de suelo	66
ANEXO N° 03: Croquis del campo experimental	67
ANEXO N° 04: Datos originales del trabajo experimental	68
ANEXO N° 05: Fotos.	72

## INTRODUCCIÓN

Los pastos naturales cubren una gran extensión de nuestra amazonia y juegan un papel muy importante en la regulación del clima, el cual en estos tiempos tiene efectos en todos los sistemas de producción, 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 varía 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 evaluación es una práctica que se realiza en las especies forrajeras, para determinar cuál de ella es la más eficiente y presenta mayor producción fotosintética y Captura de Carbono (servicio ambiental), por lo tanto de acuerdo a ello el pasto negro, el pasto Toledo y el pasto Taiwán enano, son especies mejoradas forrajeras de pastoreo adaptadas a nuestras condiciones de trópico húmedo de las cuales se tienen muy poca información especialmente de su capacidad fotosintética y captura de carbono que presenta durante sus desarrollo vegetativo. 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 edad de evaluación más eficiente de estas tres especies y su efecto en su producción fotosintética y servicio ambiental en Zungarococha - Iquitos.

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Problema, Hipótesis y Variables

##### a) El Problema

La tala de los bosques amazónicos en la actualidad es preocupante, debido al impacto ambiental de los ecosistemas; ecólogos y científicos están de acuerdo en que una de las mejores formas de detener esta destrucción es la de desarrollar sistemas estables de producción, para esto es necesario mejorar los sistemas de explotación actuales sean estos agrícolas o pecuarios. Es también sabido que el cambio climático afecta a todos los sistemas de producción y los pastos forrajeros, son uno de los cultivos, que pudiese ayudar a mitigar este fenómeno, ya que para su desarrollo utilizan el Carbono, este se acumula y es transportado por difusión a través de pequeñísimos poros de las hojas conocidos como estomas, a los sitios donde se lleva a cabo la fotosíntesis, cierta cantidad de este CO<sub>2</sub> regresa a la atmosfera otra cantidad se fija y se convierte en carbohidratos, estos se acumulan en las hojas, tallos y raíces, por lo tanto el crecimiento anual de las plantas es el resultado de la diferencia entre el carbono fijado y el respirado. **Julia Martínez y Adrián Fernández “Cambio climático, una visión desde México”, 2004.**

Ante este panorama, los pastos forrajeros, *Paspalum plicatum* (pasto negro), *Brachiaria sp* (pasto Toledo) y *Pennisetum sp* (pasto Taiwán enano) son especies forrajeras de pastoreo y semipastoreo (pastoreo ligero) difundidas en las zonas ganaderas de nuestra región, resistente a las condiciones de baja fertilidad y acidez de nuestros suelos amazónicos, el cual podría ser beneficioso para el productor al cultivarlo, tanto como para alimento del ganado y también como fuente de captura de carbono, el cual es un servicio ambiental que puede comercializarse y esto puede ser remunerado, el cual beneficiaría al productor. Actualmente no se tienen muchos reportes sobre trabajos de investigación de estas especies; sobre su producción fotosintética y servicios ambientales que prestan a la humanidad, por ello, el presente trabajo proporcionará información preliminar sobre estas variables a evaluarse en beneficio de la mitigación de los efectos del cambio climático que en estos últimos tiempos está afectando al mundo entero.

**b) Hipótesis****Hipótesis General.**

- Los pastos, *Paspalum plicatum*, *Brachiaria sp* y *Pennisetum sp*, tiene buenos rendimientos en cuanto a su producción fotosintética y servicio ambiental (captura de carbono) en condiciones de selva baja.

**Hipótesis Específica.**

- Las evaluaciones de producción fotosintética y servicio ambiental (captura de carbono) de los pastos en estudio, responden favorablemente a las condiciones de selva baja según los parámetros evaluados.

**c) Identificación de las Variables.****❖ 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 (materia verde y materia seca)

Y2: Producción fotosintética.

Y3: Servicio ambiental (captura de carbono).

❖ **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 (materia verde y materia seca)

Y2: Producción fotosintética.

Y3. Servicio ambiental (captura de carbono)

**INDICADORES**

Y1.3: Materia Verde (Kg/m<sup>2</sup>)

Y1.4: Materia Seca (Kg/m<sup>2</sup>)

Y1.5: Producción fotosintética (%)

Y1.6: Servicio ambiental (captura de carbono, kg/m<sup>2</sup>)



## 1.2 Objetivos de la Investigación

### a) Objetivo General

- Determinar la producción fotosintética y el servicio ambiental (captura de carbono) del pasto, *Paspalum plicatum* (Pasto Negro) *Brachiaria sp* (Pasto Toledo) y *Pennicetum sp* (Pasto Taiwán enano) en condiciones de selva baja.

### b) Objetivo Específico

- Evaluar las características agronómicas de los pastos en estudio como: Materia Verde y Materia Seca, los cuales servirán para determinar la producción fotosintética y el servicio ambiental (captura de carbono) en Zungarococha.

## 1.3 Justificación e Importancia

### a) Justificación

La finalidad del 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 son cultivos 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. También con el presente trabajo de investigación se pretende demostrar que la explotación ganadera no es como muchos opinan una las actividades que más contamina al medio ambiente, sino que si se lo da un manejo adecuado a los pastos forrajeros estos pueden brindar un servicio ambiental a la humanidad.

**b) Importancia**

La importancia radica en la información que generarán estas especies, sobre sus producciones fotosintética y bondades ambientales, que pudiesen ayudar a mitigar los efectos del cambio climático, evaluadas bajo nuestras condiciones ambientales de trópico húmedo amazónico, y que estas sirvan para incrementar los conocimientos sobre el manejo de estas especies: Pasto Negro, Pasto Toledo y Pasto Taiwán enano, en beneficio de la amazonia y del productor pecuario.

## **CAPITULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 MATERIALES**

##### **a. De operaciones**

- Semillas vegetativas (pasto: Negro, Toledo y Taiwán enano)
- Balanza tipo digital.
- Wincha de 50 metros
- Rafia
- Palas
- Botas
- Machete
- Azadón
- Carretilla

##### **b. De estudio**

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

## 2.2 COMPONENTES EN ESTUDIO

### a. ANÁLISIS DE VARIANZA

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>

### b. DISEÑO Y ESTADÍSTICA A EMPLEAR

Para este ensayo se utilizó el diseño de bloques completos al Azar (D.B.C.A) con tres tratamientos y cuatro repeticiones (bloques). El modelo aditivo lineal es: Calzada B. (1970).

$$Y_{is} = \mu + \beta_j + t_i + \{i\}$$

$$Y_{is} = \text{Respuesta}$$

$$\mu = \text{Media general}$$

$$\beta_j = \text{Efecto bloque}$$

$$t_i = \text{Efecto tratamiento}$$

$$E_{ij} = \text{Error experimental}$$

**c. TRATAMIENTO EN ESTUDIO**

TRATAMIENTO		DESCRIPCION
N°	CLAVE	
01	T0	3 <sup>era</sup> semana de evaluación
02	T1	6 <sup>ta</sup> semana de evaluación
03	T2	9 <sup>na</sup> semana de evaluación
04	T3	12 <sup>ava</sup> semana de evaluación

**d. ALEATORIZACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

N°	I	II	III
	01	T0	T2
02	T2	T1	T0
03	T1	T3	T2
04	T3	T0	T1

**2.3 PARÁMETROS A EVALUARSE:**

**2.3.1 PRODUCCIÓN DE MATERIA VERDE**

Para medir este parámetro se obtuvo pesando el follaje cortado dentro del metro cuadrado, se pesó el follaje cortado en una balanza portátil y se tomó lectura correspondiente en Kg/m<sup>2</sup>.

### 2.3.2 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA

Se determinó en el laboratorio, se tomó 250 gramos de la muestra de materia verde de cada tratamiento obtenido en el campo para proceder a llevarlo a la estufa a 60° C hasta obtener el peso constante, la lectura (g) se convirtió en kg/m<sup>2</sup>.

### 2.3.3 PRODUCCION FOTOSINTETICA.

Se determinó con la materia seca obtenida en el laboratorio para ello se tuvo en cuenta la siguiente formula:

$$\frac{PS \times 3,74}{R}$$

$$R \times (0,45 \text{ a } 0,50)$$

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

**P S** = 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, expresar en kcal.m<sup>-2</sup>/dia<sup>-1</sup>. Estos valores van de 300 a 700 cal/cm<sup>-2</sup>/dia<sup>-1</sup> o cal/(cm<sup>2</sup>/día).

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

#### 2.3.4 SERVICIO AMBIENTAL (captura de carbono).

Esta variable fue determinada con la producción de materia seca de cada tratamiento (parte aérea) para ello se aplicó la siguiente fórmula para plantas C4. Una planta herbácea o en 1m<sup>2</sup> de pasto de corte o pastoreo está constituida químicamente por:

Agua	= 90% = 9 kg
Nutrientes (Macro y Micro)	= 10% = 1 kg (100% M.S)
<b>TOTAL</b>	<b>= 100% = 10 kg de M.V.</b>

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.)= 384.192 g de C atmosférico.

**RELACIÓN:** En 1 kg de Materia seca se tiene 0.384 g de C.

#### 2.4 CARACTERÍSTICA DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en base a evaluaciones a la 6<sup>ta</sup>, 8<sup>va</sup> y 10<sup>ma</sup> semana, después del corte de uniformización (50 días

después de la siembra) en parcelas de 10 m<sup>2</sup> de área en un suelo insectisol (serie chanchama), las variables estudiadas responden a una época húmeda (enero, febrero, marzo) en la cual se determinó materia verde (kg/m<sup>2</sup>), materia seca (g/ m<sup>2</sup>), producción fotosintética y Porcentaje de Carbono (g).

## **2.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA**

### **1. Ubicación del campo experimental**

El trabajo se desarrolló en el Proyecto de Enseñanza e Investigación Jardín Agrostológico, Fundo Zungarococha, 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.

### **2. Historia del Terreno**

El campo experimental del presente trabajo se instaló en la parte posterior del Proyecto Jardín Agrostológico de la Facultad de Agronomía.

### **3. Ecología**

Según **Holdrige** la zona de estudio está calificado como bosque húmedo tropical los cuales se caracterizan por presentar altas



temperaturas superiores a los 26°C y fuertes precipitaciones las cuales oscilan entre 2000 y 4000 mm/año.

#### **4. Condiciones Climáticas**

Estos datos fueron tomados de los meses que duro el trabajo experimental, para ello se contó con el apoyo del SENAMHI.

#### **5. Suelo**

El análisis físico-químico del suelo se determinó en el Laboratorio de Suelos de la UNALM.

## **2.6 MÉTODOS**

### **a. Diseño**

- **De las parcelas.**

1. Cantidad : 09
2. Largo : 05 m.
3. Ancho : 02 m.
4. Separación : 01 m.
5. Área : 10 m<sup>2</sup>

- **De los bloques**

1. Cantidad : 03
2. Largo : 10 m.

- 3. Ancho : 05 m.
- 4. Separación : 01 m.
- 5. Área : 50 m<sup>2</sup>

- **Del campo experimental**

- 1. Largo : 17 m
- 2. Ancho : 20 m.
- 3. Área : 340 m<sup>2</sup>

**b. Parámetros a evaluarse:**

➤ **Producción de Materia Verde**

Esta muestra se obtuvo pesando el follaje cortado dentro del metro cuadrado, se pesó el follaje cortado en una balanza portátil y se tomó la lectura correspondiente en kg/m<sup>2</sup>.

➤ **Producción de Materia Seca**

De cada muestra de materia verde de cada tratamiento se tomó 1 kg para luego colocarlo en la estufa a 70° C hasta que el forraje pierda toda su humedad y obtenga un peso constante, el dato se registró en g/m<sup>2</sup>.

➤ **Producción Fotosintética.**

Para determinar esta variable se obtuvo la materia seca u orgánica del pasto, la cual pudo ser convertida a porcentaje de radiación utilizada durante el ciclo de vida de estas. Para ello se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Fórmula: } \frac{\text{Pesó Seco} \times 3.74 \times 1}{3420 \times 0.48}$$

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

**P S** = Peso seco (g) 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, expresar 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 %.

**Fuente: Soplin Ríos, Julio. (1999).**

➤ **Servicio Ambiental (captura de carbono).**

Se tomó una planta entera de cada tratamiento el cual fue llevado al laboratorio donde se lo colocó en una estufa a 70°C, hasta encontrar un peso constante, realizada la tabulación de los datos de materia seca, se aplicó la siguiente fórmula para determinar la cantidad de Carbono acumulado durante su desarrollo vegetativo. Una planta herbácea está constituida químicamente por:

Agua = 90% = 9 kg

Nutrientes (Macro y Micro) = 10% = 1 kg (100% M.S)

**TOTAL = 100% = 10 kg de M.V.**

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.) = 384.192 g de C atmosférico.

**RELACIÓN:**

En 1 kg de Materia seca se tiene 0.384 g de C.

**Fuente: Soplín Ríos, Julio. (1999).**

## CAPITULO III

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Marco Teórico

##### a) Generalidades

**De las especies en estudio:**

##### *Paspalum plicatum* (Pasto Negro).

**Origen.** Esta especie es originaria de Brasil disputándose el origen con Guatemala, crece bien en suelos infértiles y con una precipitación mayor a 700 mm/año, responde bien a la fertilización química es resistente al anegamiento, no tolera las heladas, cuando este fenómeno se presenta las hojas se queman, rebrotando nuevamente en época de lluvia, esta especie es recomendable para sembrar pastizales que hayan sido sembradas con pasto gordura, arachis, etc. La producción de materia verde esta alrededor de 60 a 70 TN/año, crecen hasta una altura de 1.20 mt., manteniéndose las hojas en posición recta, es resistente al pisoteo del ganado, de muy buen rendimiento, buena adaptabilidad por lo cual el ganado lo consume con avidez. Una de las características especiales de este pasto es el color plateado de las hojas, esto es debido al estiércol de ganado el cual se adhiere a las hojas debido a la gran pubescencia que presentan. En nuestro medio se hace difícil la obtención de semilla botánica debido al ataque de Antracnosis en la floración y a la inclemencia del tiempo de nuestra región. Sin embargo en otras regiones se ha constatado que el requerimiento de semilla botánica es

de 2 a 4 Kg./ hectárea, también puede propagarse vegetativamente (por matas). <http://www.alpasto.com/art2.html>

***Brachiaria sp (Pasto Toledo).***

Es una gramínea tropical permanente originaria de Burundi, África del Este. Esta variedad introducida a Brasil en 1994 por cultivo in-vitro fue sometida a múltiples ensayos durante 10 años que demostraron su buena adaptación a regiones de clima tropical muy húmedo y con estación seca de 4 a 5 meses, permaneciendo siempre verde. De elevado potencial forrajero y alta velocidad de rebrote, posee plantas muy vigorosas que alcanzan 1.60 m. de altura, con hojas lanceoladas más largas que *Brizantha Marandu* con pocas vellosidades y color verde oscuro. Emite tallos postrados que enraízan al contacto con el suelo. Se desempeña bien en zonas que soportan fuertes lluvias y con suelos mal drenados que retienen alta humedad, pareciendo ser resistente al Complejo de Hongos de la Raíz. *Brizantha XARAES* se está evaluando en Perú en zonas de altitud elevada (hasta 2,000 msnm) y baja temperatura nocturna (Oxapampa - Villarrica) mostrando ser resistente a la sequía, buena velocidad de crecimiento y recuperación en comparación con *Brizantha Marandu*. De buena calidad nutricional se obtiene al pastoreo ganancias de peso de 600 gramos por animal al día y 500 Kg. por hectárea al año. Por sus características se convierte en una buena alternativa para evaluar su desempeño en tierras planas mal drenadas y con lluvias abundantes, donde *Brizantha Marandu* se vuelve amarilla y tiende a

desaparecer, y en zonas de transición con altitud entre 1,600 y 2000 msnm con baja temperatura nocturna, donde tienen limitaciones en crecimiento y producción otras gramíneas tropicales modernas.

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

### ***Pennisetum sp* (Pasto Taiwán enano)**

Es una planta perenne que produce pastizal abierto en forma de macollos, de tallos erectos, recubiertos por las vainas de las hojas en forma parcial o total. Las hojas son lanceoladas y pueden alcanzar una longitud de un metro, variando su ancho entre 3 y 5 centímetros. La inflorescencia se forma en los ápices de los tallos y es sostenida por un largo pedúnculo. La panícula es dorada, de forma cilíndrica, compuesta de espiguillas aisladas o reunidas en grupos de 2 a 7. La altura varía según la estación y la fertilidad del suelo; Rodríguez-Carrasquel et al., encontró en Maracay, trabajando con 6 cultivares, una altura promedio durante el período de invierno de 1,67 metros a los 60 días después del corte. En plantaciones más viejas se han encontrado alturas superiores a los 4,5 metros. **Variedades e híbridos.**- En el país existen muchas variedades e híbridos, introducidos de diferentes países. Entre los primeros se pueden mencionar; Pastoreo 1: (de difícil establecimiento), Pastoreo II: Gigante, Enano, Mineiro, Rey, Criollo, Merker, Merkeron, Cubano, Selección 534, Selección 532, Selección 169, Panamá, Miller, Candelaria' San Carlos, Uganda, Pusa Napier, y, entre los híbridos se pueden mencionar el Taiwán A-I44; Taiwán A-146; Taiwán A-

148; Taiwán A-121, 297 x 22 y 208 x 1. De los cultivares mencionados, los más difundidos en el país son: Taiwán A-146 y Napier. **Adaptación.-** Es una especie que se adapta bien a las condiciones tropicales y sub-tropicales, desde el nivel del mar hasta los 2.000 metros, obteniéndose su mejor desarrollo por debajo de los 1.500 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas entre 18 a 30.C, siendo la óptima 25., con una humedad relativa entre el 60 y el 80 por ciento. **Suelo.-** Se adapta bien a distintos tipos de suelos, es resistente a la sequía y a la humedad del suelo, pero no tolera el encharcamiento; en cuanto a la acidez y fertilidad, no es muy exigente, sin embargo, los mejores resultados se obtienen en suelos fértiles, arcillo-arenosos, no muy pesados y que conservan cierta humedad. En suelos arenosos sin materia orgánica su desarrollo es deficiente. **Uso.-** Es un pasto esencialmente para corte y ensilaje. Aunque también se puede utilizar bajo pastoreo y en asociaciones con leguminosas. Habiéndose obtenido en Barinas buenos resultados con el añil dulce (*Indigofera hirsuta*). Debe dársele un período de establecimiento entre 90 y 120 días después de la siembra para garantizar un buen desarrollo radicular, lo cual se traducirá en que este pasto tenga una larga vida productiva. La edad de corte apropiada para obtener un forraje tierno y de buena calidad es de 7 a 9 semanas cuando la planta alcanza una altura entre 145 y 165 cm. en pastoreo con buenas condiciones de humedad y fertilidad, se puede usar cada 35 a 40 días, con una altura de 0,90 a 1,00 metro. **Rendimiento.-** En condiciones óptimas de suelo, humedad y fertilidad, algunas variedades sobrepasan las 300



toneladas por año, sin embargo, lo más frecuente es esperar rendimiento que fluctúen entre 180 y 200 t/ ha/año de materia verde; de 35 a 40 toneladas/ha/año de materia seca, con 6 cortes al año. **Valor Nutritivo.-** Este varía con la época de corte y la edad, los contenidos de proteína, calcio y fósforo disminuyen con el incremento de la edad, mientras aumenta la materia seca.

**<http://www.ceniab.gov.ve./bdigital/fdivul/fd12/texto/basto%20elefante.htm>**,

#### **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), Bustamante (1990)**, 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.*)

#### **Variabilidad espacial de los cultivos.**

Existen tres criterios básicos que deben cumplirse para justificar el manejo sitio-específico: a) la existencia de importante variabilidad espacial en factores que influyen la productividad de los cultivos; b) la identificación y cuantificación de las causas de la variabilidad de estos factores; y c) el conocimiento científico-agronómico que permita utilizar la información recolectada para el logro de un beneficio productivo, económico o ambiental. Un sistema de manejo sitio-específico exitoso será aquel en el que los factores limitantes para una óptima productividad y protección ambiental pueden ser identificados, caracterizados y manejados en las zonas y momentos apropiados. La productividad de los cultivos, la disponibilidad de nutrientes y agua en el suelo, entre otros, son controlados por unos pocos procesos clave. La idea medular de la agricultura sitio-específica es, entonces, identificar estos procesos potencialmente limitantes y establecer

para cada uno de ellos los indicadores más críticos para su caracterización, los cultivos presentan alta variabilidad espacial y temporal. Una de las mayores complicaciones aparecen cuando los patrones de variabilidad espacial interactúan con las condiciones climáticas, por ejemplo zonas de altos rendimientos en años de precipitaciones por debajo de lo normal pueden transformarse en zonas de bajo rendimiento en años con precipitaciones excesivas. Por lo tanto, en estos casos, la variabilidad espacial del rendimiento cambia de una zafra a otra, con la liberación del sistema de posicionamiento global por satélite (GPS) para uso civil, fue posible desarrollar equipos inteligentes que permitieron el manejo localizado de las prácticas agrícolas, con una mayor eficiencia de aplicación de insumos, reduciendo el impacto sobre el medio ambiente y en consecuencia, disminuyendo los costos de la producción de alimentos. A ese conjunto de procesos y sistemas aplicados se los denomina Agricultura de Precisión (AP), el concepto “agricultura sitio-específica o agricultura de precisión”, implica el uso de información acerca de la variabilidad presente en las chacras de manera de delinear zonas y prácticas agronómicas adecuadas a las mismas. **Plant (2001); Roel, A. y Plant, R.E. (2004).**

### **Sobre la Producción 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  $\text{CO}_2$  atmosférico y se produce materia orgánica. No todas las plantas tienen la misma eficiencia a la hora de transformar el  $\text{CO}_2$  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**.

**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 fotooxidación 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  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (psicrofilos) con un valor óptimo a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hasta bacterias que pueden realizar la fotosíntesis a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (termófilos), en plantas superiores se alcanzan óptimos que pueden oscilar entre  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  (mesófilos). 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.**

**Sinclair y Horie (1989).**- La producción de los cultivos depende de la interceptación de la radiación solar y de su conversión en biomasa. La cantidad de radiación incidente que es interceptada por el cultivo está determinada por el área foliar, por la orientación de la hoja y por su

duración. El índice de área foliar (LAI) es importante para determinar la intercepción de la radiación hasta un valor cercano a 4 en el caso del maíz, después de este valor, el área adicional tiene poco efecto en la intercepción de la luz. La densidad de siembra es un factor determinante del LAI y de la intercepción de la radiación. Los cultivares de ciclo corto producen menos hojas para interceptar la radiación y requieren una mayor densidad de plantas para llegar a un rendimiento óptimo comparados con los cultivos tardíos.

**Muchow (1994).**- La cantidad total de radiación interceptada a lo largo de todo el periodo de cultivo depende del tiempo requerido para alcanzar la intercepción máxima (o LAI máxima) y también de la duración del área verde de la hoja, los factores experimentales que reducen la expansión de la hoja son, el déficit de agua y la baja disponibilidad de nutrientes. Por ejemplo la fracción de radiación total interceptada en el periodo de cultivo fue de 0.46, en el caso de un híbrido tropical en siete ambientes con bajo contenido de nitrógeno comparado con 0.60 en un tratamiento con alto contenido de nitrógeno, ambos tenían una población de 70,000 plantas/hectárea.

Un cultivo con un LAI máxima de cerca de 2 intercepto solo 37% de la radiación que recibió durante la estación, y un cultivo con alto contenido de nitrógeno con un LAI máximo de 4.5 intercepto 58%. Después de la

florezcan, el proceso de senescencia puede ser acelerada por enfermedades, estrés de agua, baja fertilidad y factores genéticos.

### **Sobre el Servicio Ambiental (Captura de Carbono):**

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  $\text{CO}_2$  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. **Jesús Collazos “Manual de evaluación ambiental de proyectos”, (2009).**

**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>.

**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.

**Jalexl (2007)**.- En su texto sobre captura de carbono establece que los árboles absorben dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico junto con los



elementos del suelo y aire para convertirlos en madera, que contiene carbono y forma parte de troncos y ramas. La cantidad de CO<sub>2</sub> que el tronco captura durante un año, consiste solo en un pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono. Aproximadamente el 42% a 50% de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono, hay una captura de carbono neta, únicamente mientras que el árbol se desarrolla para alcanzar su madurez. Cuando el árbol muere emite la misma cantidad de carbono que capturo, lo primordial es cuanto carbono (CO<sub>2</sub>) captura el árbol durante su vida.

**Robert (1996).**- Señala que la materia orgánica del suelo es un indicador clave de la calidad del suelo, tanto en sus funciones agrícolas, como en sus funciones ambientales, entre ellas captura de carbono y calidad del aire. La materia orgánica del suelo es el principal determinante de su actividad biológica. La cantidad, la diversidad y actividad de la fauna del suelo y de los microorganismos están directamente relacionadas con la materia orgánica. La materia orgánica y la actividad biológica que esta genera tienen gran influencia sobre las propiedades químicas y físicas de los suelos. La agregación y estabilidad de la estructura del suelo aumenta con el contenido de materia orgánica. Esta a su vez incrementa la tasa de infiltración y la capacidad de agua disponible en el suelo así como la resistencia a la erosión

hídrica y eólica, la materia orgánica del suelo también mejora la dinámica y la biodisponibilidad de los principales nutrientes de las plantas.

### 3.3 Marco Conceptual

**ADAPTACIÓN.-** Desajustes en los sistemas naturales o humanos a un nuevo cambio del medio ambiente. La adaptación al cambio climático se refiere al ajuste en respuesta a los estímulos climáticos reales, los estímulos esperados, todos los cuales moderan el daño o explotan las oportunidades beneficiosas. Se distinguen varios tipos de adaptación, incluida la adaptación preventiva y reactiva, la adaptación pública y privada, de carácter autónomo y la adaptación planificada.

**AMBIENTE:** El uso insostenible de la biomasa como combustible está causando la degradación ambiental en el tercer mundo, donde aunque se consume poca energía comparada con el mundo industrializado, el 90% de su energía es utilizada para cocinar los alimentos. Al comienzo del siglo XXI, la UN/FAO estimaba que la escasez del combustible afecta por lo menos a 2,4 mil millones de personas. La búsqueda de leña para combustible contribuye a la deforestación, erosión del suelo, contaminación del agua, pérdida de fertilidad de suelo y en última instancia, a la desertificación.

**ANÁLISIS DE SUELO.-** Métodos o técnicas que tienen como objeto determinar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; ello

ayuda a seguir la evaluación de la fertilidad del suelo y establecer los planes de abonamiento de un cultivo.

**ANÁLISIS DE VARIANCIA.-** Es una técnica estadística que sirve para analizar la variación total de los resultados experimentales de un diseño en particular, descomponiéndolo en fuentes de variación independientes atribuibles a cada uno de los efectos en que constituye el diseño experimental. Esta técnica tiene como objetivo identificar la importancia de los diferentes factores o tratamientos en estudio y determinar cómo interactúan entre sí.

**APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE.** Utilización de los recursos de flora y fauna silvestre de un modo y a un ritmo que no ocasione la disminución a largo plazo de la diversidad biológica, con lo cual se mantienen las posibilidades de ésta de satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones presentes y futuras.

**BIOMASA.-**Es la totalidad de sustancias orgánicas de seres vivos (animales y plantas): elementos de la agricultura y de la silvicultura, del jardín y de la cocina, así como excremento de personas y animales. La biomasa se puede utilizar como materia prima renovable y como energía material.

**CAMBIO CLIMÁTICO.-** Es el resultado de los cambios que se están generando en nuestro planeta debido a la acumulación en la atmósfera de gases causantes del efecto de invernadero.

Todo esto trae aparejado consecuencias muy graves como: el incremento de las temperaturas, derretimiento de los hielos, incremento del nivel del mar, desertificación, pérdida de la diversidad biológica. etc. Todo esto dará lugar a más hambre y miseria para la humanidad.

**CAPTURA DE CARBONO.-** Es un servicio ambiental basado en la capacidad de los árboles para absorber y almacenar el carbono atmosférico en forma de biomasa. Los niveles de absorción pueden ser mejorados con el manejo adecuado de los ecosistemas forestales, evitando su conversión en fuentes emisoras de gases de efecto invernadero.

**CARBOHIDRATO.-** Compuesto de carbono, hidrogeno y oxígeno en el cual los dos últimos están en la misma proporción que en el agua.

**CARBONO FIJADO.-** Se refiere al flujo de carbono de la atmósfera a la tierra producto de la recuperación de zonas (regeneración) previamente deforestadas, desde pastizales, bosques secundarios hasta llegar al bosque clímax. El cálculo por lo tanto, está definido por el crecimiento de la biomasa convertida a carbono. (Alpizar. 1997)

**CARBONO NO EMITIDO.-** Se refiere al carbono salvado de emitirse a la atmósfera por un cambio de cobertura. Se fundamenta en un supuesto riesgo que se tiene de eliminación de los bosques y por lo tanto emisor de carbono. El valor estimado que considera el carbono real y una tasa de deforestación.

**CARBONO POTENCIAL.-** Se refiere al carbono máximo o carbono real que puede contener determinado tipo de vegetación, asumiendo una cobertura total y original.

**CARBONO REAL.-** Se refiere al carbono almacenado considerando las condiciones actuales en cuánto al área y el estado sucesional; bosque primario, bosque secundario.

**CARBONO RESPIRADO.-** La respiración del suelo es un proceso que refleja la actividad biológica del mismo y se pone de manifiesto a través del desprendimiento de CO<sub>2</sub> resultante del metabolismo de los organismos vivos existentes en el suelo. Todos los organismos heterótrofos tienen la propiedad de degradar la materia orgánica, obteniendo la energía que necesitan para su desarrollo a través de la descomposición de compuestos orgánicos tales como celulosa, proteínas, nucleótidos y compuestos humificados. La respiración del suelo es, en definitiva, crucial para el balance de carbono del ecosistema terrestre y para el balance del carbono global. (GARCIA et al., 1988)

**DESARROLLO SOSTENIBLE.-** Es aquél desarrollo capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones. Intuitivamente una actividad sostenible es aquella que se puede mantener.

**DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>):** Es un gas natural, y también un subproducto de la quema de combustibles fósiles, de los cambios de uso de la tierra y de otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero que afecta el balance radiactivo de la Tierra y el gas de referencia contra la cual se miden los gases de efecto invernadero.

**EFICIENCIA FOTOSINTÉTICA.-** Es la cantidad de CO<sub>2</sub> asimilado por el área de superficie, esto también depende de otros factores como la apertura de los estomas.

**ESPECIE.** Entidad biológica caracterizada por poseer una carga genética capaz de ser intercambiada entre sus componentes a través de la reproducción natural.

**FORRAJE.-** Es el pasto, hierba de la que los animales se alimentan, especialmente la que el ganado come en el mismo terreno donde se cría.

**FOTOSÍNTESIS.-** La fotosíntesis es un proceso metabólico que llevan a cabo algunas células de organismos autótrofos para sintetizar sustancias orgánicas a partir de otras inorgánicas. Para desarrollar este proceso se convierte la energía luminosa en energía química estable.

**HÍBRIDOS.-** Son semillas obtenidas del cruce de dos variedades puras diferentes, son plantas uniformes de crecimiento más rápido, raíces más fuertes, tallos más robustos, frutos de alta calidad, amplia adaptación a diferentes climas, mayor productividad. Existen híbridos que son capaces de fructificar bien aun en condiciones climáticas adversas como ambientales muy calientes, fríos, secos, o húmedos y otros que se pueden sembrar antes o después de la época normal.

**INTENSIDAD LUMINOSA.-** Se define como la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido, su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades en la candela.

**LUMINOSIDAD.-** También llamada claridad, es una propiedad de los colores, da una indicación sobre el aspecto luminoso del color estudiado: cuanto más oscuro es el color, la luminosidad es más débil.



**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.

**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.

**MITIGACIÓN.-** Medidas de intervención dirigidas a reducir o atenuar el riesgo, es el resultado de una decisión política y social en relación con un nivel de riesgo aceptable, obtenido del análisis del mismo y teniendo en cuenta que dicho riesgo es imposible de reducir totalmente.

**POACEA.-** Nombre de la familia a la cual pertenecen las especies vegetales cuya característica principal es la de presentar nudos en los tallos. Anteriormente llamada gramínea.

**PRUEBA DE DUNCAN.-** Prueba de significancia estadísticas utilizadas para realizar comparaciones precisas, se aplica aun cuando la de la prueba de Fisher en el análisis de varianza no es significativa.

**SECUESTRO DE CARBONO.-** Se refiere al almacenamiento de carbono en una forma sólida estable, tiene lugar a través de la fijación directa e indirecta de CO<sub>2</sub> atmosférico. El suelo fija el carbono directamente mediante reacciones químicas inorgánicas en las que el CO<sub>2</sub> se transforma en carbohidratos. También lo fija en forma indirecta por acción de las plantas que utilizan CO<sub>2</sub> atmosférico en la fotosíntesis y lo convierten en biomasa vegetal que más tarde se incorpora al suelo en forma de carbono orgánico mediante los procesos de humificación. El balance entre la absorción y la liberación de carbono va condicionar la cantidad de carbono secuestrado.

**SEMILLA CERTIFICADA.-** Procede de una o más reproducciones de semillas base, certificada de primera reproducción o una generación anterior a la semilla se base, destinada a la producción de plantas con fines distintos a los de obtención de semilla, o a la obtención de otras generaciones de semilla certificada.

**SEMILLA MEJORADA.-** Semillas cuya característica, es haber sido seleccionadas con la ayuda del hombre mediante métodos más específicos (polinización controlada). Presenta propiedades específicas, tales como: precocidad, alta producción, resistencia a las plagas y enfermedades, así como la adaptación a otras regiones.

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.-** Son conjuntos de elementos interactuantes entre si cumpliendo una función de producción, cualquier alteración de uno de estos elementos afecta al sistema.

**SUELO ULTISOL.-** Suelo con buen desarrollo de perfil, ácidos, poco salinos y pobres en nutrientes, con un porcentaje de saturación de bases menor a un 35 % con alta saturación de aluminio y baja capacidad de bases cambiables.

**VARIETADES MEJORADAS.-** Especies forrajeras que son el resultado de cruzamientos genéticos entre la misma especie y, como resultado se obtiene una planta agronómica y nutricionalmente mejorada, utilizada en la nutrición animal.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 Pasto Negro:

En el cuadro N° 01, se muestra el modelo del ANVA que se utilizó para determinar (materia verde, materia seca, producción fotosintética y captura de carbono) a la 3<sup>era</sup>, 6<sup>ta</sup>, 9<sup>na</sup> y 12<sup>ava</sup> semana, del pasto negro, donde se reporta alta diferencia estadística significativa en la fuente de variación tratamientos, mas no así entre bloques. El coeficiente de variación fue de 13.28%, el cual indica confianza experimental de los datos obtenidos.

**CUADRO N° 01:** ANVA de la producción fotosintética y captura de carbono (g/planta entera) del pasto negro.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloque	2	5596.17	2798.08	1.99	5.14	10.92
Tratamiento	3	1513936.92	504645.64	359.53**	4.76	9.78
Error	6	8421.83	1403.63			
Total	11	1527954.92				

\*\* Alta diferencia estadística significativa

CV: 13.28%

Para mejor interpretación se hizo la Prueba de Duncan (cuadro 02. Promedios):

**CUADRO N° 02.- Prueba Estadística de DUNCAN del pasto negro.**

<b>OM</b>	<b>Evaluación</b>	<b>MV (kg/9 ptas)</b>	<b>MS (g/pta.)</b>	<b>PF (%)</b>	<b>C (g/pta.)</b>	<b>Sig</b>
1	T3 (12 semana)	7.92	1,243	3.86	427	a
2	T2 (9 semana)	7.32	799	3.56	320	b
3	T1 (6 semana)	4.05	449	2.87	179	c
4	T0 (3 semana)	1.97	329	1.97	132	d

En el cuadro 02, se observa que los promedios son discrepantes entre sí, donde T3 (corte a la 12<sup>ava</sup> semana) ocupa el 1<sup>er</sup> lugar del orden de mérito con promedio de 7.92 (kg/9 ptas) de materia verde, 1,243 (g/pta) materia seca, 3.86 (%) producción fotosintética y 427 (g/pta) de carbono, siendo el T0 (corte a la 3<sup>era</sup> semana) que ocupa el último lugar del Orden de Mérito.

#### **4.2 Pasto Toledo:**

En el cuadro N° 03, se muestra el modelo del ANVA que se utilizó para determinar (materia verde, materia seca, producción fotosintética y captura de carbono) a la 3<sup>era</sup>, 6<sup>ta</sup>, 9<sup>na</sup> y 12<sup>ava</sup> semana, del pasto Toledo, donde se reporta alta diferencia estadística significativa en la fuente de variación

tratamientos. El coeficiente de variación fue de 8.67%, el cual indica confianza experimental de los datos obtenidos.

**CUADRO N° 03:** ANVA de producción fotosintética y captura de carbono (g/planta entera) del pasto Toledo.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloque	2	0.75	0.376	2.32	5.14	10.92
Tratamiento	3	33.46	11.152	68.91**	4.76	9.78
Error	6	0.97	0.162			
Total	11	35.18				

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

CV= 8.67 %

Para mejor interpretación se hizo la Prueba de Duncan (cuadro 04):

**CUADRO N° 04.-** Prueba Estadística de DUNCAN del pasto Toledo.

OM	Evaluación	MV (kg/9 ptas)	MS (g/pta)	PF (%)	C (g)	Sig
1	T3 (12 semana)	20.96	957	6.26	383.12	a
2	T2 (9 semana)	16.03	593	5.92	237.18	b
3	T1 (6 semana)	8.91	362	4.35	144.73	c
4	T0 (3 semana)	4.16	206	2.03	82.30	d

En el cuadro 04, se observa que los promedios son discrepantes entre sí, donde T3 (corte a la 12<sup>ava</sup> semana) ocupa el 1<sup>er</sup> lugar del orden de mérito con promedio de 20.96 (kg/9 pta) de materia verde, 957 (g/pta) materia seca, 6.26 (%) producción fotosintética y 383.12 (g/pta entera) de carbono, siendo el T0 (corte a la 3<sup>era</sup> semana) que ocupa el último lugar del Orden de Mérito.

### 4.3 Taiwán enano.

En el cuadro N° 05, se muestra el ANVA de la materia verde, materia seca, producción fotosintética y captura de carbono a la 3<sup>era</sup>, 6<sup>ta</sup>, 9<sup>na</sup> y 12<sup>ava</sup> semana, del pasto Taiwán enano, observándose alta diferencia estadística en tratamientos, el coeficiente de variación de 11.03% indica confianza experimental de los datos obtenidos en el campo.

**CUADRO N° 05:** ANVA de producción fotosintética y captura de carbono (g/planta entera) del pasto Taiwán enano.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloque	2	2.18	1.09	0.96	5.14	10.92
Tratamiento	3	212.93	70.98	62.26**	4.76	9.78
Error	6	6.81	1.14			
Total	11	221.92				

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

CV= 11.03 %.

Para mejor interpretación se hizo la Prueba de Duncan (cuadro 06)

**CUADRO N° 06.- Prueba Estadística de DUNCAN del Taiwán enano.**

<b>OM</b>	<b>CLAVE</b>	<b>MV (kg/9 ptas)</b>	<b>MS (g/pta)</b>	<b>PF (%)</b>	<b>C (g)</b>	<b>Sig</b>
1	T3 (12 semana)	14.84	1,071	5.62	428	a
2	T2 (9 semana)	12.42	907	4.71	362	b
3	T1 (6 semana)	7.48	215	3.48	086	c
4	T0 (3 semana)	4.00	52	1.94	021	d

En el cuadro 06, se observa que los promedios son discrepantes entre sí, donde T3 (corte a la 12<sup>ava</sup> semana) ocupa el 1<sup>er</sup> lugar del orden de mérito con promedio de 14.84 (kg/9 pta) de materia verde, 1,071 (g/pta entera) materia seca, 5.62 (%) producción fotosintética y 428 (g/pta entera) de carbono, siendo el T0 (corte a la 3<sup>era</sup> semana) que ocupa el último lugar del Orden de Mérito.



## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN**

#### **Con respeto a la Producción:**

##### **Materia Verde y Materia Seca.**

En los cuadros 01, 03 y 05 de los pastos evaluados (pasto negro, pasto Toledo y pasto Taiwán enano) se observa que los T3 (evaluaciones a la 12.<sup>ava</sup> semana) ocupa el primer lugar con promedio de 7.92, 20.96 y 14.84 (kg/9 ptas) de materia verde y 1,243, 957, 1071 (g/pta entera) de materia seca, esto indica que ha mayor tiempo de corte los pastos manifiestan un incremento en peso seco por la mayor cantidad de follaje fresco y seco que presenta, tal como lo indica **Avalos M. (2009)**.

##### **Producción Fotosintética**

Mientras los pastos sigan con su desarrollo vegetativo este va nutriéndose a través de la luz solar para desarrollar sus procesos metabólicos esenciales para su desarrollo, tal como se observa en los T3 (evaluaciones a la 12.<sup>ava</sup> semana) donde se observa una eficiencia fotosintética de los pastos estudiados de (3.86, 6.26 y 5.62 %), esto lo corrobora, Juan **Barcelo Coll. (2003)**, 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 hace posible la vida en la tierra. 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. Así, aquellas que no foto respiran 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 foto respira, tiene una gran eficiencia fotosintética.

**Servicio ambiental (Captura de carbono)** de los pastos evaluados se puede observar también según el cuadro de DUNCAN que los T3 (evaluaciones a la 12<sup>ava</sup> semana) ocupa el primer lugar con un promedio de (427, 383.12 y 428 g/pta) por lo tanto cuanto más materia orgánica produce la planta para su desarrollo, mayor será la cantidad de CO<sub>2</sub> que esta utiliza para sintetizarlos, 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 ( $O_2$ ) al aire, al agua o al suelo.

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 CONCLUSIONES**

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

1. Que los pastos evaluados (pasto negro, pasto Toledo y pasto Taiwán enano) demuestran buen porcentaje de producción fotosintética y servicio ambiental (captura de carbono) evaluadas bajo nuestra condición de trópico húmedo amazónico en Zungarococha-Iquitos.
2. Que el mejor tratamiento según las condiciones del experimento fue el tratamiento T3 (12.<sup>ava</sup> semana de evaluación), para las variables, producción fotosintética y servicio ambiental (captura de carbono).

## 6.2 RECOMENDACIONES

1. Sembrar pastos forrajeros de corte y pastoreo, ya que es una de las alternativas viables para minimizar el efecto invernadero, además de ser una actividad que presta un servicio ambiental a la humanidad (captura de CO<sub>2</sub>), que en otras partes del mundo es reenumerado por la cantidad de carbono acumulado por hectárea por año.
2. Se recomienda realizar investigaciones con otras especies forrajeras y determinar su producción fotosintética y CO<sub>2</sub> que pueden acumular durante sus periodos vegetativo.

## BIBLIOGRAFIA

- Avalos, M. (2009).**- “Efecto de cuatro tiempos de corte sobre las características agronómicas y bromatológicas del pasto Taiwán enano (*Pennisetum sp.*) en Zungarococha-Iquitos”
- Barcelo Coll, Juan (2003)**, “Fisiología Vegetal”, ediciones Pirámide-Madrid (2003), 566 pág.
- Brack, W. (1996).** Experiencias Agroforestales Exitosas en la Cuenca Amazónica – tca.
- 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.
- Collazos, Jesús (2009)**, “Manual de evaluación ambiental de proyectos” 385 pág.

**FAO (1990)**, “Emisión de CO<sub>2</sub> y captura de carbono en los suelos”.

**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 Zúngaro Cocha, Tesis Ingeniero agrónomo.

**Holdridge, L. 1978**. Ecología Basada en Zonas de Vida. Serie Libros y Materiales de Enseñanza. IICA, San José, Costa Rica. 276 p.

**Jalexl (2007)**, “Captura de carbono. Buenas tareas.com, recuperado 04-2010 de <http://www.buenas tareas.com/ensayos/Captura-de-Carbono/209074.html>.

**Muchow, R.C. (1994)** “Effect of nitrogen on yield determination in irrigated maize in tropical and subtropical environments. Field Crops Res. 38. 1-13.

**Plant, R.E. 2001**. Site Specific Management: the application of information technology to crop production. Computers and Electronic in Agriculture 30: 9-29..

**Rincón A, (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.

**Robertd (1996).**- “Captura de Carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Universidad de Eduardo Mondlane. Facultad de Agronomía, 123 pág.

**Roel, A. y Plant, R.E. 2004.** Factors Underlying Yield Variability in Two California Rice Fields. Agronom y Journal 96: 1481-1494.

**Soplin Ríos, Julio. (1999).** Análisis del crecimiento vegetal. 63 p.

**Sinclair y Horie (1989).**- Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. Crop Sci., 29: 90-98.

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

**<http://www.ceniab.gov.ve./bdigital/fdivul/fd12/texto/basto%20elefante.htm>**,



# ANEXOS

**ANEXO N° 1: Datos Climatológicos y Meteorológicos del año 2015.**

<b>DATOS DE LOS PROMEDIOS METEOROLOGICOS MENSUALES DE LA ESTACIÓN METEOROLOGIA PUERTO ALMENDRA-AÑO 2015</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 (2015)**

## ANEXO N° 02: Análisis de suelo

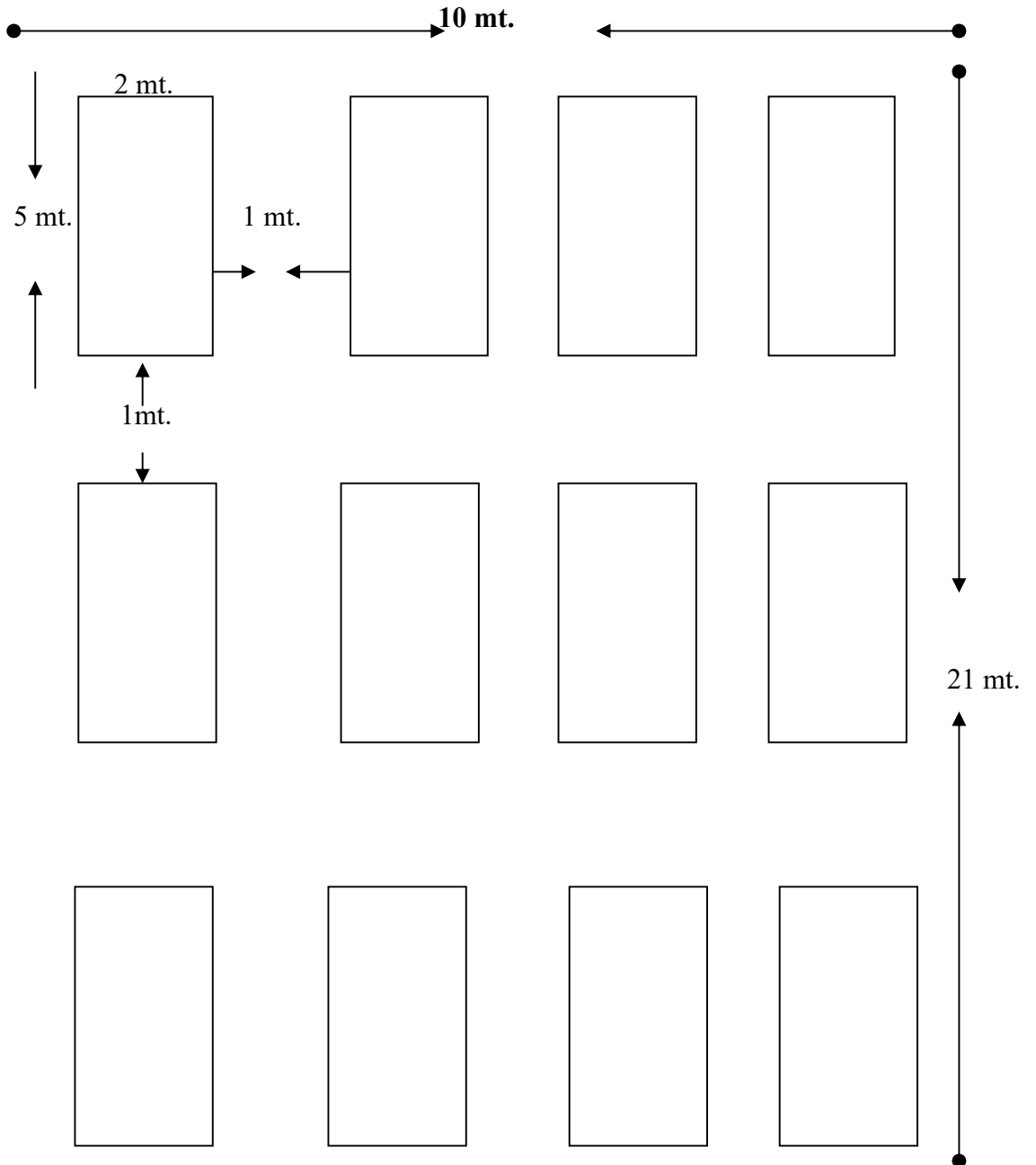
Número de Muestra		C.E.					Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cambiables					Suma de Bases	% Saturación de Bases	
Lab	Claves	pH (1:1)	(1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textural	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
												me/100g							
6589	Jardín Agrostológico Profundida 0-20 cm	5.2	0.16	0,00	3.8	16.8	320	57	24	19	Fr.A.	11.5	2.10	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

Av. La Universidad s/n. La Molina. Campus UNALM - Telfs.: 349 5669 349 5647 Anexo: 222 Telefax: 349 5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

ANEXO N° 03.

CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



**ANEXO N° 04**  
**DATOS ORIGINALES DEL TRABAJO EXPERIMENTAL**

**PASTO NEGRO**

**Materia verde (kg/m<sup>2</sup>) del Pasto negro.**

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T0	T1	T2	T3	
I	2.09	4.98	8.35	10.48	25.9
II	1.83	3.64	7.00	7.64	20.11
III	1.99	3.53	6.61	5.65	17.78
TOTAL	5.91	12.15	21.96	23.77	63.79
X	1.97	4.05	7.32	7.92	5.32

**Materia seca (g/planta entera) del Pasto negro.**

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T0	T1	T2	T3	
I	333	451	866	1292	2942
II	336	458	790	1185	2769
III	319	438	742	1251	2750
TOTAL	988	1347	2398	3728	8461
X	329	449	799	1243	705

**Eficiencia Fotosintética (%) del pasto negro.**

BLOQUES	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T0	T1	T2	T3	
I	1.01	2.43	4.07	5.11	12.62
II	0.89	1.77	3.41	3.72	9.79
III	0.97	1.72	3.22	2.75	8.66
TOTAL	2.87	5.92	10.7	11.58	31.07
X	0.95	1.97	3.56	3.86	2.58

**Captura de carbono (g/planta entera) del pasto negro.**

BLOQUES	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T0	T1	T2	T3	
I	133	180	347	517	1177
II	134	183	316	474	1107
III	128	175	297	501	1101
TOTAL	395	538	960	1492	3385
X	132	179	320	497	282

**PASTO TOLEDO****Datos originales de la materia verde (kg/m<sup>2</sup>) del pasto Toledo.**

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T0	T1	T2	T3	
I	4.90	10.45	15.65	21.45	52.45
II	3.55	7.03	15.58	21.15	47.31
III	4.04	9.26	16.86	20.29	50.45
TOTAL	12.49	26.74	48.09	62.89	150.21
X	4.16	8.91	16.03	20.96	12.52

**Datos originales de materia seca (g/planta entera) del pasto Toledo.**

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T0	T1	T2	T3	
I	234	380	568	964	2146
II	221	359	590	960	2130
III	162	346	620	948	2076
TOTAL	617	1085	1778	2872	6352
X	206	362	593	957	529

**Datos originales de la eficiencia fotosintética (%) del pasto Toledo.**

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T0	T1	T2	T3	
I	2.39	5.10	5.92	6.41	19.82
II	1.73	3.43	5.90	6.31	17.37
III	1.98	4.51	5.95	6.06	18.5
TOTAL	6.10	13.04	17.77	18.78	55.69
X	2.03	4.35	5.92	6.26	4.64

**Datos originales captura de carbono (g/planta entera) del pasto Toledo.**

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T0	T1	T2	T3	
I	89.90	145.99	218.22	370.36	824.47
II	84.91	137.92	226.67	368.82	818.32
III	62.24	132.93	238.20	364.21	797.58
TOTAL	237.05	416.84	683.09	1103.39	2440.37
X	79.02	138.95	227.7	367.80	203.36

**PASTO TAIWAN ENANO****Datos originales de materia verde (kg/m<sup>2</sup>) del Taiwán enano.**

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T0	T1	T2	T3	
I	4.75	6.63	13.85	14.59	39.82
II	3.81	6.84	10.81	14.84	36.30
III	3.44	8.96	12.60	15.01	40.01
TOTAL	12.00	22.43	37.26	44.44	116.13
X	4.00	7.48	12.42	14.81	9.67

**Datos originales de materia seca (gr/planta entera) del Taiwán enano.**

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T0	T1	T2	T3	
I	54	223	911	1109	2297
II	52	213	912	1078	2255
III	51	208	897	1026	2182
TOTAL	157	644	2720	3213	6734
X	52	215	907	1071	562

**Datos originales de la eficiencia fotosintética (%) del Taiwán enano.**

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T0	T1	T2	T3	
I	2.31	3.23	5.25	5.53	16.32
II	1.85	3.33	4.10	5.63	14.91
III	1.67	3.88	4.78	5.69	16.02
TOTAL	5.83	10.44	14.13	16.85	47.25
X	1.94	3.48	4.71	5.62	3.93

**Datos originales de la captura de carbono (g/planta) del Taiwán enano.**

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL
	T0	T1	T2	T3	
I	22	89	364	444	919
II	21	85	365	431	902
III	20	83	358	410	871
TOTAL	63	257	1087	1285	2692
X	21	86	362	428	224



**ANEXO N° 05.- FOTOS.**



**Foto N° 01.- Campo Experimental**



**Foto N° 02.- Semilla vegetativa**



**Foto N° 03.- Pasto negro**



**Foto N° 04.- Pasto Toledo**



**Foto N° 05.- Taiwan Enano**