

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA  
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL  
CARRERA AGROPECUARIA**

**TESIS DE GRADO**

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y VALORACIÓN  
NUTRICIONAL DE LA ASOCIACIÓN DE MATARRATÓN  
(*Gliricidia sepium*) CON PASTO SABOYA (*Panicum maximun*),  
Y PASTO BRACHIARIA DECUMBENS (*Brachiaria decumbens*)**

**AUTOR**

**MANUEL ANTONIO MORA SALTOS**

**DIRECTOR**

**Ing. GEOVANNY SUAREZ FERNÁNDEZ, M.Sc.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2012**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA  
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL  
CARRERA AGROPECUARIA**

**TESIS DE GRADO**

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y VALORACIÓN  
NUTRICIONAL DE LA ASOCIACIÓN DE MATARRATÓN  
(*Gliricidia sepium*) CON PASTO SABOYA (*Panicum maximun*),  
Y PASTO BRACHIARIA DECUMBENS (*Brachiaria decumbens*)**

Presentado al Honorable Comité Técnico Académico Administrativo de la  
Unidad de Estudios a Distancia, como requisito previo para la obtención  
del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**MIEMBROS DE TRIBUNAL**

**Ing. Lauden Rizzo Zamora  
PRESIDENTE DE TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

**Ing. Guido Álvarez Perdomo Msc  
MIEMBRO DE TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

**Ing. M.Sc. Geovanny Suárez  
DIRECTOR DE TESIS**

\_\_\_\_\_

**Quevedo - Ecuador  
2012**

## **DECLARACIÓN**

Yo, **MANUEL ANTONIO MORA SALTOS**, declaro que la tesis aquí descrita es de mi autoría que va en acorde a la carrera de Ingeniería Agropecuaria y que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias que se incluyen en este documento han sido consultadas.

A través de esta declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual y de campo correspondiente a este trabajo, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

**MANUEL ANTONIO MORA SALTOS**

## CERTIFICACIÓN

**Ing. GEOVANNY SUAREZ FERNANDEZ**, M.Sc Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia, **CERTIFICO** que los Sr. **MANUEL ANTONIO MORA SALTOS**, bajo mi dirección realizó la Tesis de Grado titulada: **COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y VALORACIÓN NUTRICIONAL DE LA ASOCIACIÓN DE MATARRATÓN (*Gliricidia sepium*) CON PASTO SABOYA (*Panicum maximun*), Y CON PASTO BRACHIARIA DECUMBENS (*Brachiaria decumbens*)**

Habiendo cumplido con todas las disposiciones y reglamentos legales establecidas por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para optar por el Título de Ingeniero Agropecuario.

---

**Ing. . GEOVANNY SUAREZ FERNÁNDEZ, M.Sc**  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **RESPONSABILIDAD**

El autor deja constancia que los resultados, conclusiones y recomendaciones son responsabilidad directa y pertenecen a su autoría.

---

**MANUEL ANTONIO MORA SALTOS**

## **AGRADECIMIENTO**

El autor de esta obra deja constancia de su agradecimiento a las siguientes personas:

- La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, especialmente a la Unidad de Estudios a Distancia por las facilidades brindadas.
- Ing. M. Sc Roque Vivas Moreira Rector de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su loable labor educativa.
- Ing. M. Sc. Guadalupe Murillo de Luna, Vicerrectora Administrativa y ex Directora de la Unidad de Estudios a Distancia, por ser visionaria de la educación.
- Eco. M. Sc Roger Yela Director de la Unidad de Estudios a Distancia por el desarrollo académico y científico.
- Ing. M. Sc. Geovanny Suárez Fernández Coordinador del Programa Carrera Agropecuaria por la orientación brindada.
- Ing. Ricardo Luna Murillo, por su ayuda incondicional en el desarrollo de esta investigación
- A mis padres, los cuales siempre me brindaron su apoyo moral e incondicional que recibí de ellos.
- A familiares que de una u otra forma me ayudaron para la realización de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se la dedico a mi familia que gracias a sus consejos y palabras de aliento como persona. A mis padres por su apoyo, confianza y amor. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante, por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejarme siempre.

**MANUEL ANTONIO MORA SALTOS**

## ÍNDICE GENERAL

Capítulo	Página
<b>I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Objetivos</b>	<b>2</b>
1.1.1. General	2
1.1.2. Específicos	3
<b>1.2. Hipótesis</b>	<b>3</b>
<b>II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
2.1. Matarratón	4
2.1.1. Descripción	4
2.1.2. Distribución	5
2.1.3. Clima	6
2.1.4. Suelos y topografía	7
2.1.5. Establecimiento	7
2.1.6. Manejo	8
2.1.7. Composición nutricional en aminoácidos del matarratón	8
2.1.8. Producción de semilla y propagación vegetativa	9
2.2. <i>Panicum maximun</i> Jacq.	9
2.2.1. Descripción botánica	12
2.2.2. Calidad nutricional	12
2.2.3. Producción de semilla	13
2.2.4. Plagas y enfermedades	13
2.2.5. Métodos de propagación	14
2.2.6. Producción de materia seca	14
2.3. <i>Brachiaria decumbens</i>	19
2.3.1. Descripción	19

2.3.2. Adaptación	20
2.3.3. Establecimiento	20
2.3.4. Manejo	20
2.3.5. Productividad y calidad del suelo	21
2.3.6. Producción de semillas y propagación vegetativa	21
2.3.7. Valor nutritivo	21
2.4. Microorganismos del suelo	22
2.4.1. Bacterias	22
2.4.2. Actinomicetes	24
2.4.3. Hongos	25
2.4.4. Microorganismos fijadores de nitrógeno no simbiótico	25
2.4.5. Microorganismos que transforman el fósforo	27
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>29</b>
3.1. Localización y duración del experimento	29
3.2. Condiciones meteorológicas	29
3.3. Materiales y equipos	30
3.4. Factores de estudio	30
3.5. Diseño experimental y prueba de rangos múltiples	30
3.6. Unidades experimentales y esquema del experimento	31
3.7. Mediciones experimentales	32
3.7.1. Peso de raíz (g)	32
3.7.2. Peso de forraje (g)	32
3.7.3. Peso de hojas (g)	32
3.7.4. Peso de tallo (g)	32
3.7.5. Relación Hoja / tallo	33
3.7.6. Relación parte aérea / parte radicular	33
3.7.7. Composición química y valor nutritivo	33
3.7.8. Composición microbiológica	33

<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>34</b>
	4.1. Análisis de suelo	34
	4.2. Efecto simple de las asociaciones pastos-leguminosas	35
	4.3. Efecto de las edades	35
	4.4. Interacción de leguminosas por edades	37
	4.4.1. Peso de raíz (kg)	37
	4.4.2. Peso de forraje (kg)	38
	4.4.3. Peso de hojas (kg)	39
	4.4.4. Peso de tallos (kg)	40
	4.4.5. Relación hoja/tallo	41
	4.4.6. Relación parte aérea/parte radicular	42
	4.5. Composición bromatológica	43
	4.6. Composición microbiológica	45
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>47</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>50</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>51</b>
<b>VIII.</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>52</b>
<b>IX.</b>	<b>SUMMARY</b>	<b>54</b>
<b>X.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>56</b>
<b>XI.</b>	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Principales características del <i>Gliricidia sepium</i>	4
2	Composición nutricional en aminoácidos del matarratón.	9
3	Principales características del <i>Panicum maximun</i>	10
4	Tiempo de recuperación de los pastizales por época del año (días) y el número de utilizaciones	15
5	Efecto de la carga (vacas ha-1), sobre los indicadores agroquímicos del suelo en pastizales de Guinea cv Común en pastoreo racional	16
6	Disponibilidad de materia seca (t ms/rotación); rendimiento anual (t ms); altura (cm); aprovechamiento del pasto (%) y estructura del pasto (%), en Guinea cv. Común	18
7	Persistencia del pasto Guinea cv Común (%), manejado a tres cargas	18
8	Principales características del <i>Brachiaria decumbens</i>	19
9	Condiciones meteorológicas y agroecológicas de la finca “La Maria”.	29
10	Esquema del Análisis de Varianza	31
11	Esquema del experimento.	31
12	Análisis de Suelo de la parcela experimental de las asociaciones de gramínea-leguminosa de la finca La María de la UTEQ (2010).	34
13	Efecto simple de las asociaciones pasto - leguminosa y edades en el comportamiento agronómico y nutricional.	36

UTEQ – UED Finca “La María” 2010.

- |    |   |    |
|----|---|----|
| 14 | Composición bromatológica de dos asociaciones de pastos con leguminosas.  | 43 |
| 15 | Composición microbiológica de dos asociaciones de pastos con leguminosas. | 45 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Peso de raíz (kg), en la interacción de dos asociaciones de pastos con leguminosas por edades.	37
2	Peso de forraje (kg), en la interacción de dos asociaciones de pastos con leguminosas por edades.	38
3	Peso de hojas (kg), en la interacción de dos asociaciones de pastos con leguminosas por edades.	39
4	Peso de tallos (kg), en la interacción de dos asociaciones de pastos con leguminosas por edades.	40
5	Relación hoja/tallo, en la interacción de dos asociaciones de pastos con leguminosas por edades.	41
6	Relación parte aérea/parte radicular, en la interacción de dos asociaciones de pastos con leguminosas por edades.	42
7	Relación de la proteína y fibra a los 80 (a), 110 (b) y 140 (c) días en dos asociaciones de pastos con leguminosas.	44
8	Porcentajes de colonización y densidades de endófitos en dos asociaciones de pastos con leguminosas rastreras a los 80 (a) y 140 días (b).	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Figura**

**Página**

## I. INTRODUCCION

La investigación realizada es muy importante porque me ayuda a conocer como está la economía y generación de empleos. Debido al crecimiento poblacional y la presión por el desarrollo urbano, los pastos y forrajes son la base de la alimentación del ganado y de otros herbívoros, pero con bajos rendimientos, dado a que no se los trata como un cultivo lo cual no permite expresar el potencial de producción en carne y leche de nuestra ganadería. Entre las principales causas está la diferencia entre el potencial y la producción real, además se mencionan al mal manejo de la pastura y la falta de reposición de los nutrientes extraídos.

Estos elementos interactúan y tienen un marcado efecto en el crecimiento de las especies y variedades de pastos en los diferentes meses del año, provocando un desbalance estacional en los rendimientos, que ocasiona un déficit de alimento principalmente en el período poco lluvioso. A esta situación hay que añadir, que los suelos destinados al cultivo de pastos en su mayoría son de baja fertilidad y mal drenaje, que conjuntamente, con el clima ejercen efectos negativos en la productividad, calidad y persistencia de las especies de pastos. RedVet (2006).

Uno de los pastos más utilizados por su resistencia y calidad productiva es el *Panicum maximum* de origen Africano, el cual ha dominado durante las últimas décadas, creando nuevas expectativas. Sin embargo con el mejoramiento genético, existen en la actualidad diferentes variedades con características productivas y de adaptabilidad diferentes. Adicionalmente, hay que considerar que los contenidos nutricionales de los pastos varían de acuerdo a las edades de corte, pues es conocido que conforme se acercan a la madurez, los pastos aumentan la cantidad de fibra, a la vez que disminuyen los contenidos de proteína y nutrientes digestibles totales.

La *Brachiaria decumbens* es la especie más cultivada del género *Brachiaria*, por sus altos rendimientos en materia seca y capacidad de pastoreo. RedVet (2006).

En estudios realizados por el CIAT en Colombia han reportado contenidos de 12 a 15% de proteína cruda y hasta un 60% de digestibilidad de la materia seca, superando a numerosas forrajeras tropicales. Otros experimentos realizados en el trópico Mexicano demuestran su potencial alcanzando ganancias diarias por animal de 219 gramos y ganancia anual por animal de 80 Kg. RedVet (2006).

Al implementar el uso de leguminosas arbustivas tales como el Matarratón (*Gliricidia sepium*), que muestra capacidad de adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad, fijación del nitrógeno del aire, sistema radicular extenso y profundo, y alta persistencia, en asociaciones con gramíneas como el Pasto Saboya (*Panicum maximum*) y el Pasto Brachiaria (*Brachiaria decumbens*) en los que predomina alta resistencia y calidad. Esto incentiva a realizar investigaciones para establecer los rangos de alcance en producción de biomasa y longitud de raíz, contando con las condiciones requeridas: terrenos abandonados e improductivos y la disponibilidad de la especie. (CIAT. 2006).

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

- Evaluar el comportamiento agronómico y valoración nutricional de la asociación de Matarratón (*Gliricidia sepium*) con pasto Saboya (*panicum maximum*), y con pasto Brachiaria decumbens (*brachiaria decumbens*)

### 1.1.2. Específicos

- Determinar el comportamiento agronómico de las asociaciones gramínea-leguminosa: Matarratón con pasto Saboya, y Matarratón con pasto Brachiaria en los diferentes estados de madurez.
- Realizar los análisis bromatológicos para determinar el valor nutricional de la leguminosa: Matarratón, y las gramíneas: pasto Saboya y pasto Brachiaria.

### 1.2. Hipótesis

La asociación gramínea-leguminosa Matarratón (*Gliricidia sepium*) con pasto Saboya (*Panicum maximum*) mostrará la mayor producción de biomasa.

El valor nutritivo de la asociación gramínea-leguminosa Matarratón (*Gliricidia sepium*) con pasto Saboya (*Panicum maximum*) en los diferentes estados de madurez será superior.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Matarratón

CIAT (2003). Las principales características de la *Gliricidia sepium* en rendimiento, crecimiento, comportamiento y adaptación se detallan en el siguiente cuadro 1:

**Cuadro 1. Principales características del *Gliricidia sepium***

---

<b>Nombre científico:</b>	Gliricidia sepium
<b>Nombres comunes:</b>	Matarratón, cacao, cocoite, madero negro
<b>Familia:</b>	Leguminosa
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Perenne
<b>Adaptación pH:</b>	5.0 – 8.0
<b>Fertilidad del suelo:</b>	Baja a media
<b>Drenaje:</b>	Necesita buen drenaje
<b>m.s.n.m:</b>	0 – 1600 mm
<b>Precipitación:</b>	800 - 2300 mm
<b>Densidad de la siembra:</b>	10.000 plantas /ha
<b>Profundidad de la siembra:</b>	2 cm
<b>Valor nutritivo:</b>	Proteína 20 – 30%, digestibilidad 50 – 75%
<b>Utilización:</b>	Cercas vivas, barreras vivas, banco de proteína, soporte, sombrío, melífera, rodenticida, medicinal, madera, sistemas agroforestales, pigmento, corte y acarreo.

---

Fuente: CIAT (2003),

#### 2.1.1. Descripción

CORPOICA (1994). El matarratón, cuyo nombre científico es *gliricidia sepium* pertenece a la familia Fabaceae. Es un árbol originario de Centroamérica y de la zona norte de Sur América. Esta planta es una especie nativa conocida

también con los nombres de madre cacao, madero negro, piña cubao, rabo de ratón, entre otros. La altura oscila entre 7 y 15 metros, es de crecimiento mediano a rápido, su copa es extendida y poco densa y el periodo de vida es mediano. El tronco es usualmente torcido, con una corteza gris rojiza, de madera ruda, pesada y resistente, además de buen poder calórico 5000 kcal/Kg.

Las raíces son nitrificantes, (fijadoras de nitrógeno), superficiales y con un esquema pivotante. Las hojas semionduladas, colocadas generalmente en forma alterna, compuestas de 7 a 15 folios opuestos redondeados de 5 centímetros de largo, con un color verde intenso en su raíz y además caducifolias. Sus flores son vistosas, de color rosado blanquesino y agrupadas en ramilletes. Los frutos están dispuestos en vainas planas de 10 a 15 cm de largo por 2 de ancho y la semilla de 1.5 cm de largo, es de color ocre.

**Abad (1994).** La altura oscila entre 7 y 15 metros, es de crecimiento mediano a rápido, su copa es extendida y poco densa y el periodo de vida es mediano. El tronco es usualmente torcido, con una corteza gris rojiza, de madera ruda, pesada y resistente, además de buen poder calórico 5000 kcal/Kg.

**Abad (1994).** Sus flores son vistosas, de color rosado blanquesino y agrupadas en ramilletes. Los frutos están dispuestos en vainas planas de 10 a 15 cm de largo por 2 de ancho y la semilla de 1.5 cm de largo, es de color ocre.

### **2.1.2. Distribución**

Parrotta (2000). La información más confiable disponible al momento sugiere que el matarratón es nativo a México y la América Central en un área que abarca 18° de latitud, desde la 25°30' N. en el noroeste de México hasta la 7°30' N. en Panamá. También se le ha descrito como nativo al norte de la América del Sur hasta Venezuela y las Guayanas.

Desde la época pre-colombina la especie se ha cultivado e introducido extensamente mucho más allá de su área de distribución natural. Se ha naturalizado en las Indias Occidentales desde Cuba y Jamaica hasta las Antillas Menores, Trinidad y Curaçao, y en Hawaii, África Occidental, el sur de África, la India, Sri Lanka, Tailandia, las Filipinas, Indonesia y Australia.

En Puerto Rico es común encontrar árboles plantados a las márgenes de los caminos, en cercos y como una planta de ornamento en las regiones costeras húmedas y secas, en las regiones húmedas de piedra caliza y en las regiones montañas bajas.

### **2.1.3. Clima**

Parrotta (2000). La mayoría del área de distribución natural del matarratón se caracteriza por un clima sub-húmedo, con una precipitación anual promedio de entre 900 y 1500 mm y una estación seca de 5 meses de duración entre diciembre y abril. Las áreas más secas de su área de distribución natural reciben de 600 a 700 mm de precipitación anual con una estación seca de 7 a 8 meses de duración.

Las áreas más húmedas de su área de distribución natural reciben hasta 3500 mm de precipitación anual con una estación seca bien definida pero de menor duración.

El matarratón ha sido cultivado en climas más húmedos que carecen de una estación seca definida. El mejor crecimiento ocurre en áreas que reciben entre 1500 y 2300 mm de precipitación anual. En Puerto Rico, el madre de cacao crece en áreas que reciben entre 1000 y 1900 mm de precipitación al año.

La especie se reporta como tolerante a la sequía e intolerante a las heladas. Unas temperaturas anuales promedio de entre 22 y 28 °C son características de las áreas de distribución natural y artificial de la especie, con unas temperaturas máximas promedio de 34 a 41 °C durante los meses más

calientes y unas temperaturas mínimas promedio de 14 a 20 °C durante los meses más fríos.

#### **2.1.4. Suelos y topografía**

Parrotta (2000). En su área de distribución natural, el matarratón crece en una variedad de tipos de suelo, desde arenas puras hasta regasoles pedregosos sin estratificación y Vertisoles negros profundos, y se cultiva en suelos desde arcillas hasta francos arenosos.

Los suelos son predominantemente bien drenados y altamente perturbados como resultado de ya sea la remoción de la vegetación o la erosión, y a menudo regasoles pedregosos y superficiales de origen volcánico reciente. A veces se pueden encontrar rodales extensos en dunas costeras ligeramente salinas con un nivel de agua subterránea durante la estación seca hasta una profundidad de 10 m.

La especie es intolerante a las condiciones pantanosas o a la compactación del suelo en vertisoles negros y muy alcalinos. El pH del suelo en la mayoría del área de distribución del matarratón es de 5.5 a 7.0.

#### **2.1.5. Establecimiento**

CIAT (2003). Se establece por semilla o por estaca. La distancia entre plantas depende del fin y del uso. Por semilla, se puede establecer directa en vivero, a una profundidad de siembra de 2 cm. En vivero se deja crecer hasta 20 – 30 cm antes de trasplantar al campo. Se usa distancias de 0.5 – 1m entre plantas; para siembra directa se utiliza dos semillas por sitio, con este sistema se necesita de mucho tiempo para obtener árboles.

El establecimiento por estacas es más rápido, éstas deben tener más de 5 a 6 meses (no utilizar estacas viejas) y deben tener 1.5 m de largo y de 3.5 a 4 cm de diámetro; si hay buena humedad los rebrotes salen a las 4 semanas. Para

cerca viva se usa estacas de 1.5 a 2.5 m de longitud, con diámetros de 5 a 10 cm separadas entre 1.5 – 5 m y enterradas 20 cm.

Para banco de proteína se utiliza estacas de 50 cm, las cuales deben proceder de ramas maduras (6 meses de edad). Se pueden usar diferentes arreglos de surcos (doble surco, triángulo o sencillo). En total, se recomienda 10.000 plantas/ha y se debe tomar en cuenta la orientación del sol, preferiblemente se siembra de oriente a occidente por la exigencia de luminosidad.

**Peters, Franco, Schimdt, Hincapié (2003).** Para cerca viva se usa estacas de 1.5 a 2.5 m de longitud, con diámetros de 5 a 10 cm separadas entre 1.5 – 5 m y enterradas 20 cm. Para banco de proteína se utiliza estacas de 50 cm, las cuales deben proceder de ramas maduras (6 meses de edad). Se pueden usar diferentes arreglos de surcos (doble surco, triángulo o sencillo).

#### **2.1.6. Manejo**

CIAT (2003). La cosecha depende del objetivo, si es para forraje o leña o una combinación de los dos. El primer corte se hace a los 8 – 12 meses después de la siembra, dependiendo del desarrollo de la planta.

La altura de corte es de 0.5 a 1m, a intervalos de 2 a 3 meses y dependiendo del crecimiento. Para evitar la caída de hojas en la época seca es necesario cortar al final del invierno.

#### **2.1.7. Composición nutricional en aminoácidos del matarratón**

CORPOICA (1994). La composición nutricional de aminoácidos referentes al matarratón (*gliricidia sepium*) se especifica en el cuadro 2:

**Cuadro 2. Composición nutricional en aminoácidos del matarratón**

<b>Aminoácido</b>	<b>Miligramos/gramos de nitrógeno</b>
Arginina	399
Cistina	99
Histidina	127
Isoleucina	300
Leucina	603
Licina	282
Metionina	105
Metionina-Cistina	204
Fenilalanina	386
Treonina	300
Tirosina	280
Valina	401

**Fuente:** CORPOICA (1994)

### **2.1.8. Producción de semilla y propagación vegetativa**

Peters, Franco, Schimdt, Hincapié (2003). *Pueraria phaseloides* es una especie de días cortos que produce la semilla en las épocas secas, necesita de soporte para mayores producciones; los mayores rendimientos ocurren en suelos fértiles de textura liviana y buen contenido de materia orgánica. Los rendimientos varían de 400 a 500 Kg/ha.

### **2.2. *Panicum maximum* Jacq.**

CIAT (2003). Las principales características de la *Panicum maximum* en rendimiento, crecimiento, comportamiento y adaptación se detallan en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Principales características del *Panicum maximun*.**

---

<b>Nombre científico:</b>	Panicum maximun
<b>Nombres comunes:</b>	Pasto guinea
<b>Familia:</b>	Gramínea
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Perenne, persistente
<b>Adaptación pH:</b>	5.0 – 8.0
<b>Fertilidad del suelo:</b>	Media alta
<b>Drenaje:</b>	Necesita buen drenaje
<b>m.s.n.m:</b>	0 – 1500 mm
<b>Precipitación:</b>	1000 - 3500 mm
<b>Densidad de la siembra:</b>	6 – 8 kg/ha
<b>Profundidad de la siembra:</b>	Sobre el suelo, ligeramente tapada
<b>Valor nutritivo:</b>	Proteína 10 - 14%, digestibilidad 60 - 70%
<b>Utilización:</b>	Pastoreo, corte y acarreo, barreras vivas.

---

Fuente: CIAT (2003),

Rolando *et al.*, (1989). El pasto *Panicum maximum Jacq.* es una planta de porte mediano a alto, que puede alcanzar hasta 2.5 m de altura en avanzado estado de desarrollo, es de crecimiento erecto y matoso, produce abundantes hojas lineales lanceoladas de aproximadamente 80 cm de largo y 3.5 cm de ancho, las cuales se vuelven ásperas con la madurez.

La panícula o parte floral tiene de 30 a 60 cm de largo con varias ramificaciones donde se encuentran las semillas de 3 a 4 mm de largo. El sistema radicular es fino y bien ramificado, la mayoría de las raíces están concentradas en la capa superior del suelo lo que ayuda para un rápido desarrollo con ligeras lluvias o ligeros riegos

Crece vigorosamente desde el nivel del mar hasta los 1100 m de altitud, prefiriendo los suelos de mediana a alta fertilidad, donde su desarrollo y persistencia son excelentes. La época seca demasiado acentuada, así como también los periodos de inundaciones le perjudican notablemente tendiendo a

desaparecer. Presenta una buena recuperación después de las quemas y es tolerante a la sombra

Por lo general bajo pastoreo es raro observar ataques de enfermedades e insectos, pero sea en pastoreo, en descanso y en especial en las hojas viejas se presenta una ligera incidencia de Cercóspora sin importancia económica. En cuanto a insectos en rebrotes muy jóvenes puede presentarse eventualmente ataques de Falsa Langosta o Cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

Esta especie posee buena aceptación por parte de los animales, su valor nutritivo en términos de proteína, minerales, y digestibilidad de materia seca dependerá, entre otros factores, principalmente de la edad o frecuencia de utilización. En estado tierno los valores de proteína y digestibilidad son altos, pero, con la madurez estos valores se reducen afectando su palatabilidad y consumo voluntario. La productividad del pasto *Panicum maximum Jacq.* está en función del manejo (solo o asociado) y de la clase de animales que se tenga.

El manejo del pastizal bien establecido dependerá de la localidad y de la época del año, en zonas donde el crecimiento no tiene problemas de fertilidad y humedad en el suelo, en época lluviosa se puede pastorear con una frecuencia de alrededor de 4 semanas, en tanto que para la época seca, período de descanso, cada cinco o siete semanas entre pastoreo, son más convenientes para la persistencia del pasto. Un criterio práctico es considerar antes de la floración como la época apta para introducir animales en un potrero

El descanso adecuado del pastizal tomando en consideración la época del año y la carga animal (números de animales que puede soportar una área); de acuerdo con la disponibilidad del forraje, evitando en parte la proliferación de malezas en los potreros. No obstante siempre es recomendable realizar 2 controles de malas hierbas, a entrada y salida de la época lluviosa, sean estos manuales o con herbicidas, para tener un pastizal limpio.

Baque y Tuárez, (2010), reportan para el pasto Saboya un peso de forraje de 2880 g, peso de hoja de 1310 g, peso de tallo de 1430 g y una relación hoja:tallo de 1,24.

### **2.2.1. Descripción botánica**

Giraldo, (2005). Las plantas de *P. maximum* son perennes, cespitosas y forman matas que alcanzan hasta 3 m de altura y 1 m de diámetro de la macolla. Los tallos son erectos y ascendentes sin vellosidades y contienen hasta 12 nudos. Las hojas alcanzan entre 25 y 80 cm de largo y de 0.5 a 3.5 cm de ancho, son planas y erectas en la porción próxima a la inserción del tallo, con márgenes ligeramente aserradas, presentan una ligera membrana, pilosa y no poseen aurículas.

Las raíces son fibrosas y ocasionalmente tienen rizomas cortas. La inflorescencia se presenta en forma de una panoja abierta de 12 a 40 cm de longitud con espiguillas bifloras, donde la flor inferior es masculina o estéril y la superior hermafrodita

### **2.2.2. Calidad nutricional**

Giraldo, (2005). El *P. maximum* como en la mayoría de las gramíneas, la calidad disminuye con la edad. La proteína cruda varía de 11% a las doce semanas de edad hasta 5.5% con cortes a los tres meses. La disminución en la calidad nutritiva de este pasto es más acentuada en época seca. La digestibilidad in vivo de *P. maximum* es alta, en comparación con la de otras gramíneas tropicales.

En promedio es de 70% con pequeñas fluctuaciones entre épocas lluviosa y seca. Como resultado del buen valor nutritivo de esta especie, es posible obtener con ella una alta productividad animal. Sin fertilización las ganancias diarias de peso animal oscilan entre 100 y 175 g animal<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>, lo que equivale a 200 ó 400 kg de PV ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>. En suelos ligeramente ácidos la ganancia diaria

de peso vivo en pasturas de guinea fue superior a 450 g animal<sup>-1</sup> en un periodo de 3 años

### **2.2.3. Producción de semillas**

Giraldo, (2005). *Panicum maximum* es una especie de propagación facultativa con cerca del 1% de reproducción sexual, o sea que las plantas tienen características idénticas a las de la planta madre. Las plantas de pasto guinea producen semillas durante todo el año, pero lo hacen en forma abundante en la época seca y en áreas con climas cálidos.

La producción de panículas con diferentes grados de desarrollo dificulta la cosecha de semilla madura. Los bajos porcentajes de germinación que normalmente ocurren con esta gramínea, se deben a la cosecha de semilla inmadura y de espiovillas, cuya cariósida madura se desprendió antes de la cosecha.

La germinación de las semillas recién cosechadas es aproximadamente de 5% y mejora a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento, siendo mayor entre 160 y 190 d después de la cosecha.

Las condiciones óptimas para el almacenamiento de las semillas son: 10°C y baja humedad relativa. En general, el periodo entre la floración y la maduración de semillas es de 32 d dependiendo del ecosistema. Los rendimientos de semilla cruda de este pasto son muy variables (entre 200 y 250 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)

### **2.2.4. Plagas y enfermedades**

Giraldo, (2005). No se conocen plagas o enfermedades de importancia económica que afecten a *P. maximum*. No obstante, en América Tropical se han observado dos enfermedades fungosas, que atacan esta gramínea: el carbón causado por *Tilletia amressi* y la mancha foliar producida por *Cercospora fusimaculans*).

### 2.2.5. Métodos de propagación

Giraldo, (2005). *Panicum maximum* puede establecerse con semilla sexual o material vegetativo. Cuando se usa semilla, la siembra se hace al voleo y se utilizan entre 10 y 12 kg semilla ha<sup>-1</sup> clasificada con una germinación mínima de 20% y un mínimo de pureza del 70%.

Para garantizar el buen establecimiento de este pasto, el suelo se debe preparar con suficiente anticipación para controlar las malezas y asegurar la descomposición de la materia orgánica. Se recomienda el uso de arado de cincel y rastrillo californiano al final de la época de lluvias y una rastrillada pocos días antes de la siembra.

### 2.2.6. Producción de materia seca

**Giraldo (2005).** En la variable producción de MS/ha la mayor producción la obtuvo *P. maximum* (CIAT 673) en los municipios de Teruel (H) y Rivera (H), logró una producción de 1731 y 6334 kg/MS/ha, a las 12 semanas en mínima y máxima precipitación respectivamente.

En la persistencia de pastos tropicales manejados intensivamente en condiciones de bajos insumos. Guinea cv. Común (*Panicum maximum*, Jacq) utilizó como especie el pasto Guinea cv Común (*Panicum maximum*, Jacq). El sitio experimental fue la vaquería 5-27 ubicada en áreas de la Empresa Pecuaria Triángulo 1 en el municipio de Jimaguayú, en la provincia de Camagüey, Cuba, a los 21° 17' y 31" de latitud norte y 77° 47' y 30" de longitud oeste.

**Guevara et al (2002).** La topografía del suelo (Cambisol, Clasificación FAO-Unesco) es ligeramente ondulada. Se utilizaron 6 réplicas de cada variante experimental (3,01; 6,22 y 9,06 vacas/ha) que consistieron en parcelas de pastoreo donde se alcanzó un rango de intensidades de pastoreo de 137, 278 y 415 unidades de ganado mayor (UGM ha<sup>-1</sup>) para las tres cargas,

respectivamente. Se practicó un reposo variable del pasto con períodos fijos de ocupación de dos días.

Con periodicidad semestral se muestreó el suelo y se midieron los contenidos de materia orgánica, N<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K y pH de cada variante. Se midió la disponibilidad de materia seca de cada variante contando 10 marcos en los diagonales de cada réplica, antes de usarse y después de la salida de los animales. A partir de allí se calcularon los rendimientos anuales. Se tomaron mediciones de altura en cada rotación y también la estructura del pasto en hoja y material muerto.

**Cuadro 4. Tiempo de recuperación de los pastizales por época del año (días) y el número de utilizaciones**

Índices	Época	Carga (vacas ha <sup>-1</sup> )		
		3,01	6,22	9,06
Tiempo de Recuperación del pastizal	Lluvia	21+52	26-49	20-46
	Seca	30-65	33-72	38-66
Número de ocupaciones	Lluvia	6	6	6
	Seca	4	4	4

Fuente: Guevara *et al* (2002)

**Guevara *et al* (2002).** Se determinó la persistencia de la especie cada 6 meses por el método de los pasos. Se utilizó un diseño de bloques al azar; así mismo se realizaron análisis de varianza y las diferencias entre medias se determinaron por la prueba de Tukey. En todos los casos se utilizó el programa Systat (1997) para el procesamiento estadístico de los datos.

**Guevara, *et. al.* (1999).** En ninguna época del año se encontró diferencias para el tiempo de recuperación de los potreros según la carga animal (Cuadro 1), ni tampoco para el número de utilizaciones, lo cual parece estar ligado a las capacidades de reservas de esta planta, cuando se le permite una

recuperación adecuada en el tiempo con independencia de la intensidad de pastoreo, cuestión esta que tiene que ver con su capacidad fotosintética y de rebrote, aun en condiciones de alta defoliación y de limitado abastecimiento de agua, como ocurre en el período seco.

**Cuadro 5. Efecto de la carga (vacas ha<sup>-1</sup>), sobre los indicadores agroquímicos del suelo en pastizales de Guinea cv Común en pastoreo racional**

Indicadores agroquímicos	Carga (vacas ha <sup>-1</sup> )			Significación
	3.01	6.22	9.06	
pH	5.3	5.10	5.30	ns
Materia orgánica (%)	2.69	2.55	2.40	ns
Nitrógeno (g/100g)	0.08	0.07	0.07	ns
Fósforo (g/100g)	3.18	2.93	2.71	ns
Potasio (g/100g)	14.65	13.80	14.22	ns

Fuente: Guevara *et al* (2002)

**Guevara *et al* (2002).** La recuperación de la especie, aun en la carga más alta, está relacionada muy probablemente con la mayor tasa de reciclaje de nutrientes, que influyó compensando la más alta utilización del pasto en este tratamiento, fenómeno que ha sido observado en sistemas de uso intensivo del pastizal.

En los índices agroquímicos del suelo (Cuadro 4) no se encontraron diferencias significativas entre las cargas, lo que se explica por el incremento de las áreas cubiertas por las micciones y las bostas y el consiguiente reciclaje de nutrientes en las tres cargas.

En nuestro criterio la racionalidad del sistema en el manejo de los tiempos de reposo influyó en modo compensatorio en la carga más alta, en el sentido del contenido de nutrientes del suelo.

**Guevara et al (2002).** Las menores disponibilidades de materia seca (Cuadro 3) encontradas en la carga de 9,06 vacas ha<sup>-1</sup> con diferencias significativas (P<0,05), obedecen en nuestro criterio a una afectación de las reservas de nutrientes orgánicos para el rebrote, que redujo el rendimiento anual (P<0,05) y a la altura del pastizal (P<0,01).

Estos efectos se han reportado como consecuencia de altas defoliaciones, que reducen el área foliar fotosintéticamente activa en esta y otras especies para condiciones de reposo variable del pasto.

Una consecuencia de lo anterior es que el aprovechamiento del pasto fue significativamente mayor en las cargas más altas (P<0,05), y en cierta medida esto pudo influir en la pequeña reducción de la persistencia (Cuadro 4) en la carga mayor (3 unidades %), aunque la misma no fue significativa.

La estructura del pastizal no sufrió variaciones significativas en ninguna de sus fracciones; solo desde el punto de vista biológico se manifestó una ligera tendencia al incremento de los tallos en la carga mayor, lo que responde a la preferencia conocida por el componente hoja en el consumo del rumiante en pastoreo, cuestión esta señalada para métodos rotacionales, donde el residuo después del consumo generalmente presenta mayor porcentaje de tallos.

**Cuadro 6. Disponibilidad de materia seca (t ms/rotación); rendimiento anual (t ms); altura (cm); aprovechamiento del pasto (%) y estructura del pasto (%), en Guinea cv. Común**

Indicadores	Carga (vacas/ha)				
	3,01	6,22	9,06	E. S.	Sig.
Disponibilidad por rotación	2,47a	2,18a	1,79b	0,32	*
Rendimiento anual	12,86a	12,82a	11,90b	1,55	*
Altura del pastizal	119,00a	96,00b	72,00c	7,00	**
Aprovechamiento del pasto	65,00a	79,00b	82,00b	8,00	*
Hoja	62,00	66,00	59,00	5,00	ns
Tallo	30,00	25,00	34,00	7,00	ns
Material muerto	8,00	9,00	7,00	2,00	ns

Fuente: Guevara *et al* (2002)

**Cuadro 7. Persistencia del pasto Guinea cv Común (%), manejado a tres cargas**

Cargas	Inicio	Final	Dif	CV	Sig.
3,01	88	93	5	16,2	ns
6,22	81	84	3	11,9	ns
9,06	86	83	3	14,3	ns

Fuente: Guevara *et al* (2002)

**Guevara *et al* (2002).** El manejo con pastoreo racional flexible de pastizales de Guinea cv. Común, permitió incrementar la persistencia del pasto a pesar del incremento de la carga hasta 6,22 vacas/ha; sin embargo un aumento de este indicador hasta 9,06 vacas ha<sup>-1</sup> redujo la población del pasto en 3 unidades porcentuales, por lo que se debe ser cuidadoso en el manejo de este factor al momento de poner en práctica el método de pastoreo.

## 2.3. *Brachiaria decumbens*

### 2.3.1. Descripción

CIAT (2003). Las principales características de la *Brachiaria decumbens* en rendimiento, crecimiento, comportamiento y adaptación se detallan en el cuadro 4.

**Cuadro 8. Principales características del *Brachiaria decumbens*.**

---

<b>Nombre científico:</b>	<i>Brachiaria decumbens</i>
<b>Nombres comunes:</b>	Pasto braquiaria, pasto alambre, pasto amargo, pasto peludo
<b>Familia:</b>	Gramínea
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Perenne, persistente
<b>Adaptación pH:</b>	3.8 – 7.5
<b>Fertilidad del suelo:</b>	Baja
<b>Drenaje:</b>	Necesita buen drenaje
<b>m.s.n.m:</b>	0 – 1800 mm
<b>Precipitación:</b>	800 - 2300 mm
<b>Densidad de la siembra:</b>	2 – 3 kg/ha, escarificada
<b>Profundidad de la siembra:</b>	1 - 2 cm
<b>Valor nutritivo:</b>	Proteína 10 - 12%, digestibilidad 50 - 60%
<b>Utilización:</b>	Pastoreo.

---

Fuente: CIAT (2003),

CIAT (2003). Planta herbácea perenne, semi-erecta a postrada y rizomatosa, produce raíces en los entrenudos, las hojas miden de 20 a 40 cm de longitud de color verde oscuro y con vellosidades. La inflorescencia es en racimos y su semilla es apomítica

### **2.3.2. Adaptación**

CIAT (2003). Se adapta a un rango amplio de ecosistemas, en zonas tropicales crece desde el nivel del mar hasta 1800 m y con precipitaciones entre 1000 y 3500 mm al año y temperaturas por encima de los 19 °C.

Crece muy bien en regiones de baja fertilidad con sequías prolongadas, se recupera rápidamente después de los pastoreos, compite bien con las malezas, y no crece en zonas mal drenadas.

### **2.3.3. Establecimiento**

CIAT (2003). Se establece por semilla sexual y la cantidad depende del sistema de siembra y su calidad o en forma vegetativa, es necesario escarificar las semillas (mecánica o químicamente) antes de sembrar.

Cubre rápidamente el suelo, tiene buena persistencia y productividad, los estolones enraízan bien. En el establecimiento es necesario y dependiendo del análisis de suelo hacer fertilización. Si el pasto está en monocultivo es necesario aplicar 20 kg/ha de N cuando este alcance 20 a 30 cm.

### **2.3.4. Manejo**

CIAT (2003). Aunque es una especie que se adapta bien a los suelos de baja fertilidad, responde a la aplicación de P y N; es necesario realizar fertilizaciones de mantenimiento cada dos o tres años de uso.

Se puede manejar bajo pastoreo continuo o rotacional, su agresividad limita la capacidad de asociación con la mayoría de las leguminosas, sin embargo, utilizando diferentes estrategias de siembra es posible establecer asociaciones estables con *Pueraria*, *Arachis* y *Desmodium* y en suelos arenosos con *Stylosanthes capitata*

### **2.3.5. Productividad, y calidad del suelo**

CIAT (2003). La productividad de MS de esta especie es variable dependiendo de las condiciones climáticas, época del año y de fertilidad del suelo. Durante todo el periodo de lluvias alcanza hasta 6 t de MS/ha, reduciéndose en la época seca hasta en 70%.

Moyano y Ramón (2008), reportan para el pasto *Brachiria*, un peso de hojas de 228,71 g, para el peso de tallos 146,79 g y una relación hoja: tallo de 2,68.

El valor nutritivo se puede considerar intermedio en términos de digestibilidad, composición química y consumo; el contenido de PC disminuye rápidamente con la edad del pasto desde el 10% a los 30 días a 5% a los 90 días.

### **2.3.6. Producción de semillas y propagación vegetativa:**

CIAT (2003). Aunque las espiguillas no maduran en forma homogénea la cosecha se puede realizar en forma manual o mecánica, su rendimiento varía de 10 a 40 kg/ha; es sensible a foto periodo.

Presenta una latencia más compleja que la presentada por *B. humidicola*, posee dos mecanismos: uno fisiológico, necesitando un periodo de almacenamiento después de la cosecha y otro físico, reponiendo positivamente a la escarificación. En el caso de estolones o cepas se requiere de 60 bultos de material vegetativo por ha.

### **2.3.7. Valor Nutritivo:**

Forrajes tropicales (2008). Moderadamente alto pero dependiente del estado de fertilidad del suelo. Intermedio a alta digestibilidad (50-80%), composición química. Los rangos de PC son de 9-20% dependiente de la fertilidad y manejo del suelo, pero puede declinar rápidamente con la edad de la hoja, del 10% en 30 días al 5% en 90 días.

## 2.4. Microorganismos del suelo

Bolaños, *et al.* (2001). Los microorganismos son seres microscópicos, invisibles al ojo humano, sólo perceptibles a través de microscopios con aumento mínimo de ochocientas mil doscientas veces. Ellos existen en poblaciones extremadamente grandes. Son de reproducción muy rápida. En un periodo de treinta minutos a dos horas se forma nacer doce a cuarenta y ocho generaciones, lo que en términos humanos llevaría de trece a doce siglos.

Coyne (1999). La velocidad de multiplicación depende de la especie, pero principalmente, de las condiciones del medio en que viven. Las condiciones óptimas se dan en una temperatura de 25 a 30°C, con riqueza en minerales, suficiente humedad y materia orgánica. Este grupo lo integran las bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras.

### 2.4.1. Bacterias

Bolaños, *et al.* (2001). Son los microorganismos más abundantes y pequeños (0,1 a 1 micras). Pueden ser aerobias (crecen con oxígeno), anaerobias (crecen sin oxígeno) o facultativas (crecen con o sin oxígeno). Pueden tolerar pH ácido (acidófilas), pH básico (basófilas) o pH neutro (neutrófilas).

En suelos ácidos algunas bacterias neutrófilas tienen la capacidad de neutralizar el lugar donde se están desarrollando para cumplir su función. Si las bacterias se alimentan de compuestos orgánicos son heterótrofas. Si se alimentan de inorgánicos son autótrofas.

IBO (2010). Las que se desarrollan a temperaturas medias (15 a 40 grados centígrados) son mesófilas, a temperaturas menores a 15 grados centígrados son psicrófilas y a temperaturas mayores a 40 grados centígrados son termófilas. La mayoría de las bacterias del suelo son heterótrofas, aerobias y mesófilas.

Algunas bacterias producen endosporas y quistes latentes que les proporcionan resistencia a las variaciones de temperatura, los niveles extremos de pH y a la desecación del suelo. Así les permite crecer de nuevo cuando encuentran condiciones favorables. Otras se protegen de la depredación y de la desecación emitiendo una cápsula de sustancias mucoides.

Otras se desplazan en la solución del suelo mediante un flagelo para encontrar más fácilmente el sustrato alimenticio. Su capacidad de multiplicación les permite crear poblaciones muy grandes en un tiempo muy corto, colonizando rápidamente los sustratos a degradar. La clase y abundancia de bacterias presentes en una fracción de suelo dependen de los sustratos que la compongan y de sus condiciones (suelo ácido, con materia orgánica alta, anegado, de sabana, etc).

IBO (2010). Los grupos bacterianos que actúan primero sobre los sustratos disponibles son dominantes hasta que termina su acción y luego dan oportunidad a que otros grupos crezcan en el residuo del metabolismo de los primeros. Por lo tanto hay grupos bacterianos que permanecen y otros que entran en latencia hasta que encuentran condiciones favorables para su crecimiento.

Las bacterias tienen especial importancia en la relación suelo-planta y son responsables del incremento o disminución en el suministro de nutrientes. Los suelos agrícolas que están sometidos a la mecanización continua, al monocultivo, al riego, a la aplicación de agroquímicos y fertilizantes de síntesis, a la compactación y a las quemas, tienen una flora microbiana muy baja que afecta su fertilidad.

Entre los géneros bacterianos más importantes agrícolamente por la degradación de los compuestos orgánicos e inorgánicos y por lo tanto que favorecen la nutrición de las plantas están: Bacillus, Pseudomonas, Azotobacter, Azospirillum, Beijerinckia, Nitrosomonas, Nitrobacter, Clostridium, Thiobacillus, Lactobacillus, y Rhizobium

### **2.4.2. Actinomicetos**

Coyne (1999). Son microorganismos que se parecen a los hongos y a las bacterias. Crecen a manera de micelio radial, forman conidias como los hongos pero las características morfológicas de sus células son similares a las de las bacterias. Se encuentran en el suelo, las aguas estancadas, el lodo y los materiales orgánicos en degradación. Se nutren de materiales orgánicos (heterótrofos).

Degradan desde azúcares simples, proteínas, Ácidos orgánicos hasta substratos muy complejos compuestos por hemicelulosas, ligninas, quitinas y parafinas. Por esto son importantes en el proceso de transformación hasta la obtención del humus en el suelo.

IBO (2010). Además son considerados como los mejores agregadores del suelo, pues son muy eficientes produciendo sustancias húmicas. En suelos bien aireados con alto contenido de materia orgánica alcanzan poblaciones muy altas. Constituyen del 10 al 50% de la comunidad microbiana del suelo. Se desarrollan bien en suelos con pH desde 5 hasta 7.

Se reproducen por conidias y estas son resistentes a condiciones difíciles de temperatura, acidez y humedad. Esto les permite germinar cuando se restablecen las condiciones favorables para su desarrollo. En suelos secos los actinomicetos se comportan muy bien.

Algunos actinomicetos producen antibióticos que actúan sobre patógenos de plantas. Al agregar conidias de actinomicetos en un suelo contaminado con bacterias y hongos fitopatógenos, crecen inhibiendo las poblaciones de los patógenos regulando los problemas hasta alcanzar un balance que le permita a las plantas obtener nutrientes y desarrollarse.

Los géneros de actinomicetos del suelo más importantes para la nutrición de las plantas son: *Streptomyces*, *Nocardia*, *Micromonospora* *Thermoactinomyces*, *Frankia*, y *Actinomyces*.

### **2.4.3. Hongos**

Bolaños, *et al.* (2001). Representan una importante fase del comportamiento de los microorganismos en el suelo pues son los que se manifiestan primero dentro de los procesos de transformación de materiales orgánicos.

Forman redes y generan enzimas y metabolitos que ablandan materiales muy duros, como las celulosas y las ligninas presentes en materiales orgánicos de origen vegetal. A su vez, las raicillas y los micelios de los hongos ayudan a conservar los agregados, e igual ocurre con los exudados gelatinosos segregados por las plantas y muchos otros organismos.

IBO (2010). Algunos hongos entran en simbiosis con las raíces llamados micorrizas interviniendo en los procesos de nutrición principalmente con los fosfatos.

Los hongos de mayor importancia asociados al suelo y a las plantas son *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* y *Trichoderma*. El *Aspergillus* y el *Penicillium* movilizan el fósforo y el nitrógeno del suelo. El *Trichoderma* es antagónico de muchos fitopatógenos y ayuda a ablandar materiales orgánicos vegetales. Existen algunas levaduras que producen alcoholes que son utilizados por otros microorganismos como fuentes de energía. Entre las más importantes están el *Saccharomyces* y el *Rhodotorula*.

### **2.4.4. Microorganismos fijadores de nitrógeno no simbiótico**

IBO (2010). Son la fuente primaria de suministro de nitrógeno a las plantas. Son fijadores del nitrógeno atmosférico. Algunas bacterias, actinomicetos y algas verde azules (cianoféceas) reducen el nitrógeno atmosférico a nitrógeno

amoniaco y lo incorporan al suelo. Entre los géneros de bacterias aerobias nitrificadoras están *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Derxia*, *Azomonas*, y *Oscillatoria*.

La mayor actividad de las nitrificadoras se alcanza con una humedad adecuada en el suelo y con una fuente de carbono accesible como el material vegetal en descomposición (soca). Por esto siempre están acompañadas por bacterias celulolíticas. Necesitan de alcoholes, azúcares o ácidos orgánicos que se les suministran por otros microorganismos degradadores.

El desarrollo de las nitrificadoras se estimula con las exudaciones que emite la planta cuando se encuentra bien nutrida. Las bacterias del género *Azotobacter* tienen movimiento y forman quistes cuando encuentran condiciones difíciles.

Coyne (1999). Pueden fijar 40 kilogramos de nitrógeno por hectárea equivalente a 200 kilogramos de sulfato de amonio. Se han encontrado en suelos ácidos (5.5 de pH) y alcalinos, pero prefieren los neutros. Las bacterias del género *Azospirillum* son móviles y crecen en suelos con pH cercanos a neutro. En gramíneas actúan muy bien *A. lipoferum* y *A. brasilense*. No solo están en la superficie de las raíces sino que las penetran e influyen en la nutrición de las plantas. Además producen sustancias promotoras del crecimiento vegetal.

Las bacterias del género *Clostridium pasteurianum* son anaerobias y se reproducen por esporas cuando encuentran condiciones difíciles. Crecen en suelos anegados, compactados y en sitios donde se dificulta la circulación de aire en el suelo. Toleran una acidez alta (hasta 4) y fijan entre 3 y 10 miligramos de nitrógeno por gramo de fuente de carbono consumido. Son importantes en suelos saturados de agua como el cultivo del arroz donde suministran nitrógeno en el anegamiento.

IBO (2010). Las algas realizan fotosíntesis y fijan al suelo entre 25 y 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea en un año. También agregan sustancias

carbonadas al suelo que estimulan el desarrollo de otros microorganismos. En cultivos de arroz se comportan muy bien por la humedad, iluminación y temperatura adecuadas. Las bacterias nitro fijadoras también actúan en las hojas de las plantas.

Se desarrollan poblaciones de las bacterias *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Beijerinckia* y también del actinomiceto *Streptomyces*. A partir de las exudaciones foliares estas forman nódulos en las hojas para fijar el nitrógeno, degradan los materiales orgánicos que se depositan sobre ellas, producen enzimas de crecimiento para la planta y segregan antibióticos que protegen las hojas de los ataques de los fitopatógenos. Se han reportado fijaciones hasta de 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

#### **2.4.5. Microorganismos que transforman el fósforo**

Bolaños, *et al.* (2001). La movilización del fósforo en la naturaleza lo hacen los microorganismos, ya que participan en la disolución y transformación del elemento hasta combinaciones asimilables por las plantas y también en la fijación temporal. Cuando se incorporan al suelo residuos de cosecha, materiales orgánicos, enmiendas, estiércol, se agregan gran cantidad de compuestos organofósforados.

El fosfato orgánico es hidrolizado por la enzima fosfatasa que segregan los microorganismos y libera el fosfato, para que sea asimilado por la planta. Las bacterias *Bacillus megaterium*, *Bacillus mesentericus* y *Pseudomona putida* solubilizan las formas orgánicas del fósforo (ortofosfato) y las transforman a fosfatos asimilables por las plantas. Los hongos del género *Aspergillus*, *Penicillium* y *Rhizopus* degradan ácidos nucleicos y glicerofósforatos a fosfatos simples.

Coyne (1999). Las levaduras del género *Saccharomyces* y *Rhodotorula* cumplen la misma función que los hongos. El actinomiceto *Streptomyces* destruye las moléculas orgánicas fosfatadas liberando así el fósforo. En los

suelos de reacción ácida predominan los fosfatos insolubles de hierro y de aluminio. Cuando se han utilizado enmiendas cálcicas se fija el fósforo como fosfato tricálcico.

Las bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Aerobacter* solubilizan fosfatos inorgánicos en el suelo. Los hongos *Aspergillus*, *Penicillium* y *Rhizopus* solubilizan fosfatos tricálcicos y rocas fosfóricas.

En condiciones aeróbicas la degradación de la materia orgánica libera grandes cantidades de CO<sub>2</sub> como producto de la actividad respiratoria de los microorganismos y que al reaccionar con el agua y los fosfatos insolubles los transforma en fosfatos solubles.

IBO (2010). En condiciones anaerobias (anegamiento, compactación) en la degradación de la materia orgánica se liberan ácidos orgánicos como el ácido mólico, ácido tartárico, ácido cítrico, ácido butírico, los cuales solubilizan los fosfatos de hierro y aluminio. Estos ácidos también solubilizan la roca fosfórica.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en la finca experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo – El Empalme. En el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Se encuentra entre las coordenadas geográficas de 01° 06’ de latitud Sur y 79° 29’ de longitud Oeste. A una altura de 73 metros sobre el nivel del mar.

La investigación tuvo una duración de 90 días de trabajo de campo.

#### 3.2. Condiciones meteorológicas

La Finca “La María” presenta las siguientes condiciones meteorológicas, las cuales se detallan en el Cuadro 8.

**Cuadro 9. Condiciones meteorológicas y agroecológicas de la finca “La María”.**

<b>Datos Meteorológicos</b>	<b>Promedios</b>
Temperatura, máxima °C	29.33
Humedad Relativa, %	86,00
Heliofanía, horas/luz/año	994,40
Precipitación, cc/año	1587,50
Clima	Tropical Húmedo
Zona Ecológica	Bosque Húmedo Tropical (BhT)
Topografía	Ligeramente Ondulado

Fuente: INAMHI; Anuario meteorológico de la Estación Experimental Pichilingue, 2010.

### 3.3. Materiales y equipos

Los materiales que se utilizaron en la investigación son:

Concepto	Cantidad
Material vegetativo de Clitoria (g)	200
Material vegetativo de Pasto Saboya (g)	200
Material vegetativo de Pasto Brachiaria (g)	200
Flexómetro	1
Balanza con capacidad de un kilogramo	1
Fundas plásticas de quintal	90
Fundas plásticas y de papel	300
Cuadernos	1
Análisis bromatológicos	10
Latillas de caña	90
Cartulina	15
Cinta de embalaje transparente (rollos)	3

### 3.4. Factores en estudio

La investigación planteó la evaluación de dos factores en estudio: El factor (A), dos asociaciones gramínea-leguminosa (a1: *Gliricidia sepium* con Pasto Saboya (*Panicum maximum*); a2: *Gliricidia sepium* y *Bachiaria decumbens*); y el factor (B), tres edades de cosecha: (80, 110 y 140 días).

### 3.5. Diseño experimental y prueba de rangos múltiples

Para el presente estudio se empleó un diseño completamente al azar, en arreglo factorial 2 x 3 tomando las dos asociaciones pasto-leguminosa, y las tres edades de cosecha. Se utilizó tres repeticiones por tratamiento. El análisis de varianza y el esquema del experimento se presentan en el Cuadro 9. Para la

diferencia entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad.

**Cuadro 10. Esquema del Análisis de Varianza**

<b>Fuente de variación</b>		<b>G. L</b>
Tratamientos	t-1	5
Factor A	a – 1	1
Factor B	b - 1	2
Interacción	(a-1)(b-1)	2
Error	T (n -1)	10
<b>Total</b>	<b>r.t - 1</b>	<b>17</b>

### 3.6. Unidades experimentales y esquema del experimento

La unidad experimental estuvo constituida por una planta sembrada en la funda de un quintal, a la cual se le asignaron al azar la fecha de la cosecha (80, 110 y 140 días). El esquema del experimento se detalla en el Cuadro 10.

**Cuadro 11. Esquema del experimento.**

<b>Leguminosas</b>	<b>Edades (días)</b>	<b>Unidad Experimental</b>	<b>Repetición</b>	<b>Total</b>
<b>Matarratón +</b>	80	1	3	3
<b>Saboya</b>	110	1	3	3
<i>(Panicum maximun)</i>	140	1	3	3
<b>Matarratòn + B.</b>	80	1	3	3
<b>decumbens</b>	110	1	3	3
<i>Bachiaria decumbens)</i>	140	1	3	3
<b>Total</b>				<b>18</b>

### **3.7. Mediciones Experimentales**

Para efectuar la evaluación, de las siguientes variables se procedió a través del método de separación, el que consistió en la utilización de la unidad experimental (una planta) para efectuar la medición de cada variable en todas las edades de corte (80, 110 y 140 días.)

#### **3.7.1. Peso de raíz (g)**

En la realización de esta variable se consideró el peso de la raíz de las unidades experimentales después de haber realizado el corte en los tres estados de madurez bajo estudio. Se utilizó una electrónica gramera.

#### **3.7.2. Peso de Forraje (g)**

Se registró para el uso de la variable, el peso del forraje de las unidades experimentales en las tres edades establecidas.

#### **3.7.3. Peso de Hojas (g)**

Para el parámetro referido, se tomó en cuenta el peso de hojas de cada unidad experimental después de cada corte.

#### **3.7.4. Peso de tallo (g)**

En la realización de este factor, se registró los pesos de tallos de las unidades experimentales bajo estudio en las tres edades de cosecha.

### **3.7.5. Relación Hoja / Tallo**

Para esta prueba se tomó el peso de las hojas dividido para el peso de los tallos y de esta forma se establecerá la relación hoja – tallo.

### **3.7.6. Relación parte aérea / parte radicular**

En esta variable se tomó el peso del forraje dividido para el peso de la raíz y se calculará la relación parte aérea – parte radicular

### **3.7.7. Composición química y valor nutritivo**

Se efectuó el análisis de la composición química mediante el análisis proximal propuesto por la AOAC (2001), fracciones de fibra (Van Soest *et al.*, 1991).

### **3.7.8. Composición microbiológica**

El análisis de la composición microbiológica consistió en el cultivo y conteo de las poblaciones de bacterias, hongos, actinomicetes, celulolíticos, fijadores de N asimbiótico, y solubilizadores de P, así como también del porcentaje de colonización y densidad de endófitos, a partir de la raíces de las unidades experimentales.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis de suelo

Los análisis de suelo reportaron que la zona perteneciente a la parcela experimental es de una clase textural franco limoso con una materia orgánica del 4,98% y con un nitrógeno total del 0,25%. Las concentraciones de Potasio, Calcio, Magnesio y Fósforo corresponden al 0,91 cmol k/kg, 4,15 cmol Ca/kg, 0,58 cmol Mg/kg, y 11,0 mg/kg P respectivamente. Las concentraciones de minerales más altas se reportan con 16,0 mg/kg Fe de Hierro y 9,0 mg/kg Mn de Manganeseo.

El cuadro 11 muestra los parámetros pertenecientes a los análisis de suelo de la parcela experimental de las asociaciones pasto-leguminosa en estudio: Matarratón (*Gliricidia sepium*) con pasto Saboya (*Panicum maximun*) y Matarratón con pasto Brachiaria (*Brachiaria decumbens*)

**Cuadro 12. Análisis de Suelo de la parcela experimental de las asociaciones de gramínea-leguminosa de la finca La María de la UTEQ (2010).**

Parámetros	Unidad	
Clase textural		Franco
Materia orgánica	%	4,98
Nitrógeno total	%	0,25
Potasio (asimilable)	cmol k/kg	0,91
Calcio (asimilable)	cmol Ca/kg	4,15
Magnesio	cmol Mg/kg	0,58
Fósforo	mg/kg P	11,0
Hierro	mg/kg Fe	16,0
Manganeseo	mg/kg Mn	9,0
Cobre	mg/kg Cu	3,0
Zinc	mg/kg Zn	5,1

Fuente: Grande X.(2010).

## **4.2. Efecto simple de las asociaciones pastos-leguminosas**

Al analizar el efecto simple de las asociaciones pastos-leguminosas, se observa que el mayor peso de forraje (159,18), peso de hojas (61,97) y peso de tallo (81,00) se reportó en la asociación Matarratón (*Gliricidia sepium*) con pasto Saboya (*Panicum maximun*). El mejor peso de raíz (183,12) se presentó en cambio, en la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria (*Brachiaria decumbens*).

La mejor relación hoja: tallo se presentó en la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria con 1,04 y la mejor relación peso forraje: raíz con 1,34 en la asociación de Matarratón con pasto Saboya. El Cuadro 13 muestra los valores correspondientes al efecto simple de las leguminosas.

## **4.3. Efecto de las edades**

Se observó que a los 80 días de edad se registra que el mejor resultado se encuentra en la variable relación peso forraje: raíz con 1,21 presentándose diferencias relevantes con las otras edades.

En la edad de 110 días, los valores más altos se presentaron en casi todas las variables exceptuando la relación peso forraje: raíz. En el peso de raíz se obtuvo 146,58 Kg, en peso de forraje 191,48 Kg, para el peso de hojas 80,55 Kg, peso de tallos con 75,53 Kg y relación hoja: tallo con 1,09.

Para la edad de 140 días, en cambio se mostraron los menores índices en todas las variables bajo estudio como se indica a continuación. En el peso de raíz se obtuvo 199,63 g, peso de forraje 89,60 g, peso de hojas 23,50 g, peso de tallos con 43,98 g, relación hoja/tallo 0,62 y relación peso forraje: raíz con 0,83. El Cuadro 9 muestra los valores correspondientes al efecto de las edades de las dos variedades de leguminosas analizadas. Cuadro 13.

**Cuadro 13. Efecto simple de las asociaciones pasto - leguminosa y de las edades en el comportamiento agronómico y nutricional. UTEQ – UED Finca “La María” 2010.**

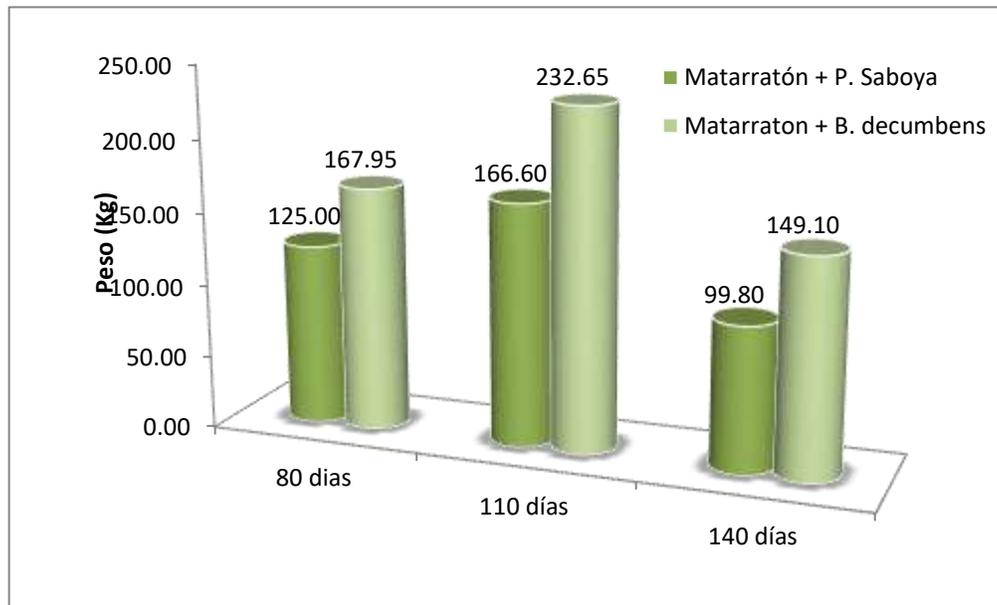
<b>Tratamientos</b>	<b>Peso de raíz (g)</b>	<b>Peso de forraje (g)</b>	<b>Peso hojas (g)</b>	<b>Peso tallo (g)</b>	<b>Relación hoja/tallo</b>	<b>Relac. PF:PR</b>
Matarratón + P. Saboya	130,53 a	159,18 a	61,97 a	81,00 a	0,75 b	1,34 a
Matarratón + B. decumbens	183,23 a	129,55 a	47,15 a	41,03 b	1,04 a	0,72 a
<b>Edades</b>						
80	146,58 a	152,03 a	59,63 a	63,55 a	0,99 a	1,21 a
110	199,63 a	191,48 a	80,55 a	75,53 a	1,09 a	1,04 a
140	124,45 a	89,60 a	23,50 a	43,98 a	0,62 b	0,83 a
CV(%)	46,05	49,12	52,88	44,59	12,75	43,91

\*Medias con una letra común no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.4. Interacción de las asociaciones pastos-leguminosas por edades

##### 4.4.1. Peso de raíz (g)

En la interacción de las asociaciones pastos-leguminosas por las edades podemos observar que a los 80, 110 y 140 días el mayor peso de raíz lo presenta la asociación pasto-leguminosa Matarratón con pasto Brachiaria con 167,95; 232,65 y 149,1 g respectivamente. (Figura 1).

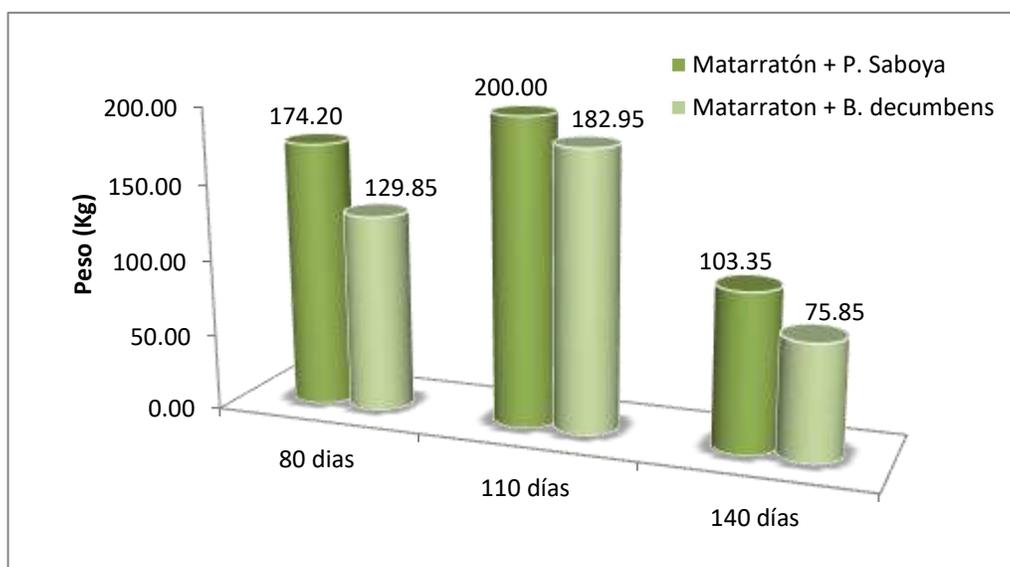


**Figura 1. Peso de raíz (g), en la interacción de dos asociaciones de pastos con leguminosas por edades.**

Los resultados más bajos se registran para la asociación pasto-leguminosa Matarratón con pasto Saboya con 125; 166,6 y 99,8 Kg para las tres edades de cosecha.

#### 4.4.2. Peso del forraje (g)

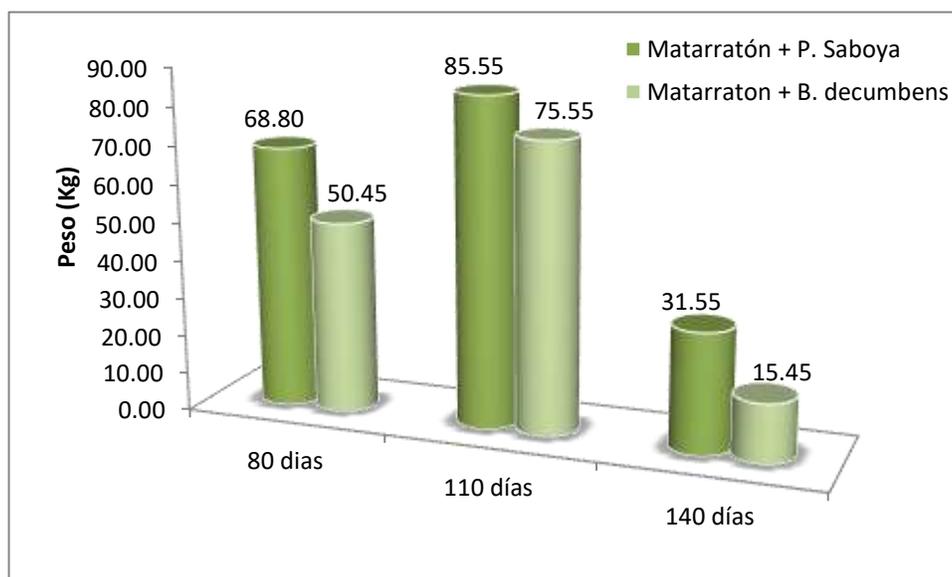
El mayor peso de forraje se presenta en la asociación pasto-leguminosa Matarratón con pasto Saboya a los 80, 110 y 140 días con 174,2; 200 y 103,35 g, respectivamente. Las cifras más bajas se reportan en la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria. (Figura 2).



**Figura 2. Peso de forraje (g), en la interacción de dos asociaciones de pastos con leguminosas por edades.**

#### 4.4.3. Peso de hojas (g)

En el peso de hojas de igual manera se observa que las cifras más altas corresponden a la asociación pasto-leguminosa Matarratón con pasto Saboya a los 80, 110 y 140 días con 68,8; 85,55 y 31,55 g. Los valores más bajos se reporta en la asociación pasto-leguminosa Matarratón con pasto Brachiaria. (Figura 3)



**Figura 3. Peso de hojas (kg), en la interacción de dos asociaciones de pastos con leguminosas con pastos por edades.**

#### 4.4.4. Peso de tallo (g)

En relación al peso de tallo, los valores más altos también se registran en la asociación pasto-leguminosa Matarratón con pasto Saboya a los 80, 110 y 140 días con 83,25; 92 y 67,75 g. Inferior a estas cifras se reportan en la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria en las tres edades de cosecha. Figura 4.

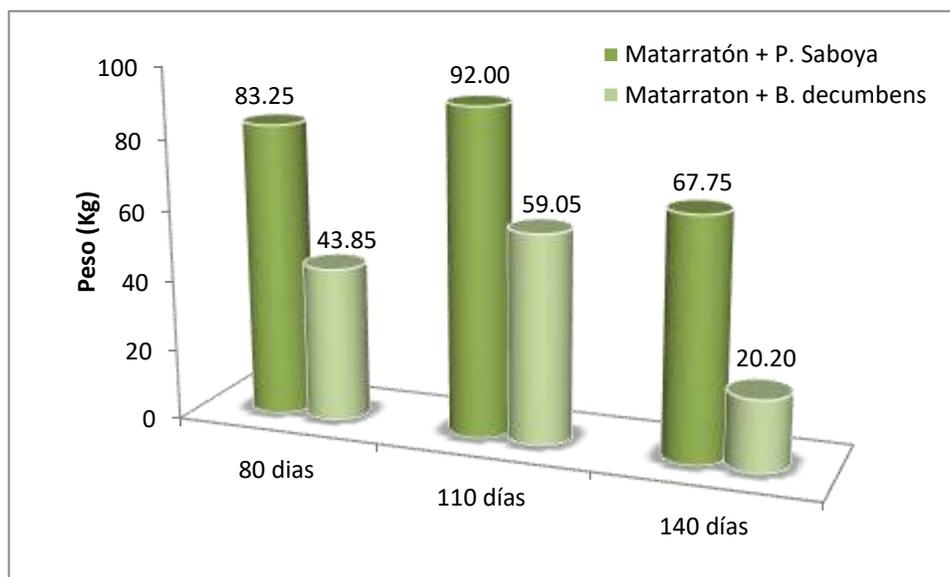


Figura 4. Peso de tallos (g), en la interacción de dos variedades de leguminosas por edades.

#### 4.4.5. Relación hoja/tallo

En la relación hoja: tallo a los 80, 110 y 140 días el mayor índice se presentó en la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria con 1,13; 1,23 y 0,76 en su orden, mientras la asociación pasto-leguminosa Matarratón con pasto Saboya mostró las menores cifra en las tres edades de cosecha. (Grafico 5).

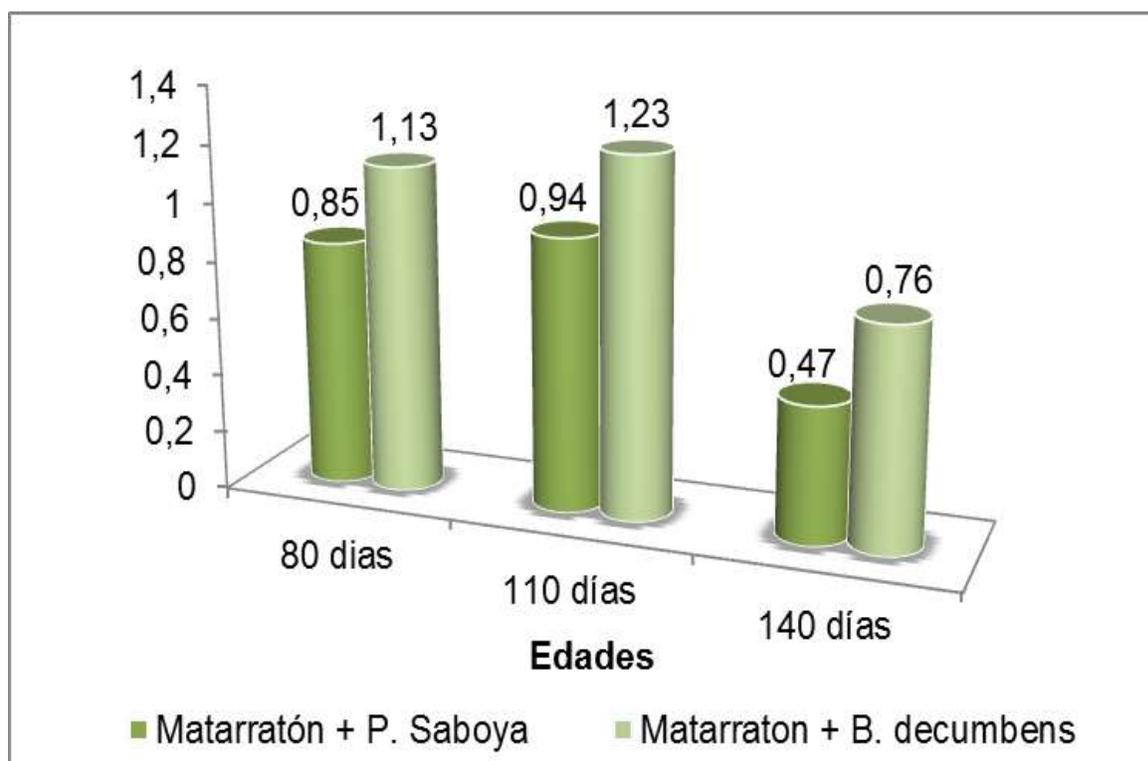
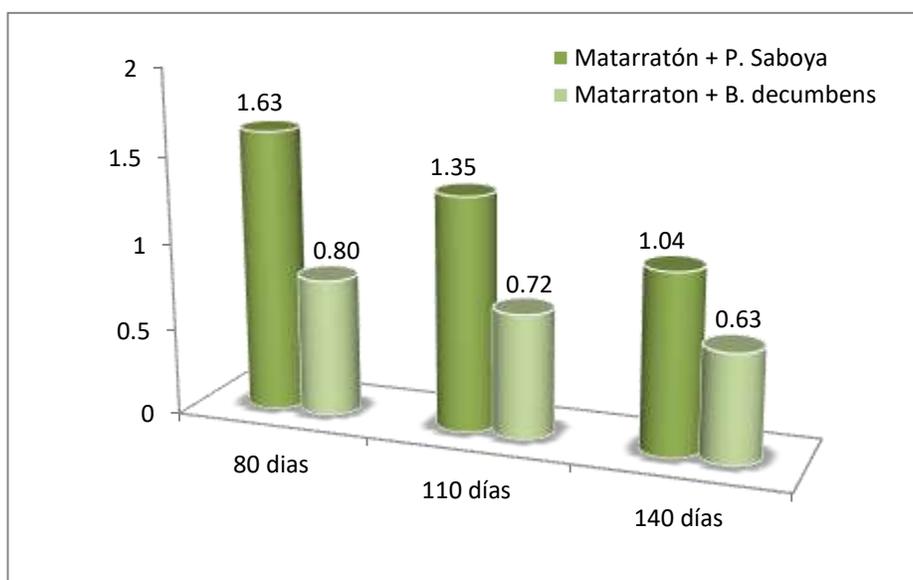


Figura 5. Relación hoja/tallo, en la interacción de dos variedades de leguminosas por edades.

#### 4.4.6. Relación parte aérea/parte radicular

En la relación parte aérea: parte radicular los mejores resultados a los 80 días (1,63), a los 110 días (1,35) y a los 140 días (1,04) se presentó en la asociación pasto-leguminosa Matarratón con pasto Saboya. Las cifras inferiores a las mencionadas corresponden a la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria. (Figura 6).



**Figura 6. Relación parte aérea/parte radicular, en la interacción de dos variedades de leguminosas por edades.**

#### 4.5. Composición bromatológica

Los análisis bromatológicos de las asociaciones de pastos con leguminosas estudiadas se realizaron en los Laboratorios Agrolab de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas. Se puede observar que la asociación de Matarratón con pasto Saboya los niveles de proteína van desde 9,17 al 14,5% registrándose el mayor nivel a los 80 días.

Para la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria los valores de proteína van desde el 7,92 al 11,88% reportándose el valor más alto a los 110 días y el índice más bajo a los 80 días.

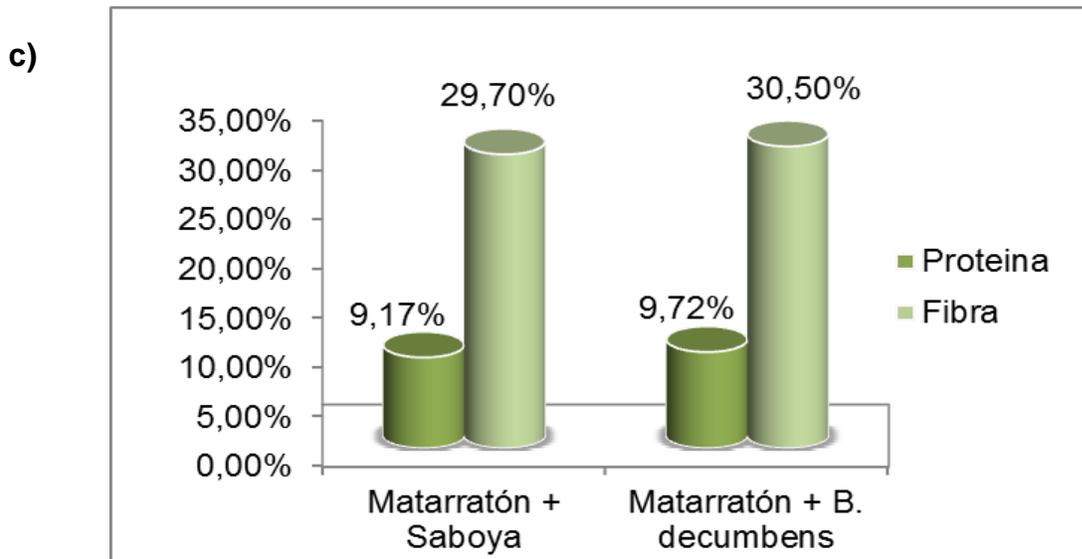
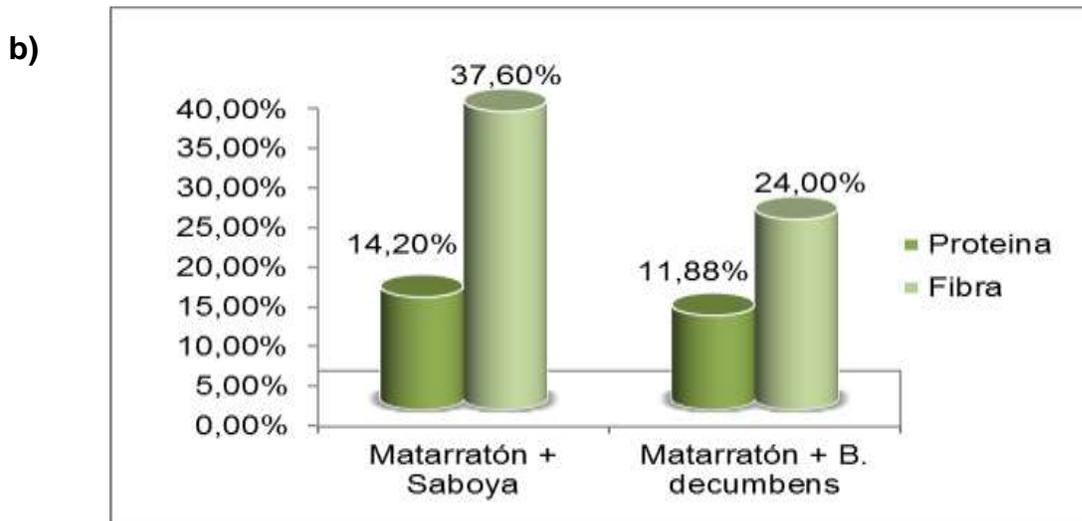
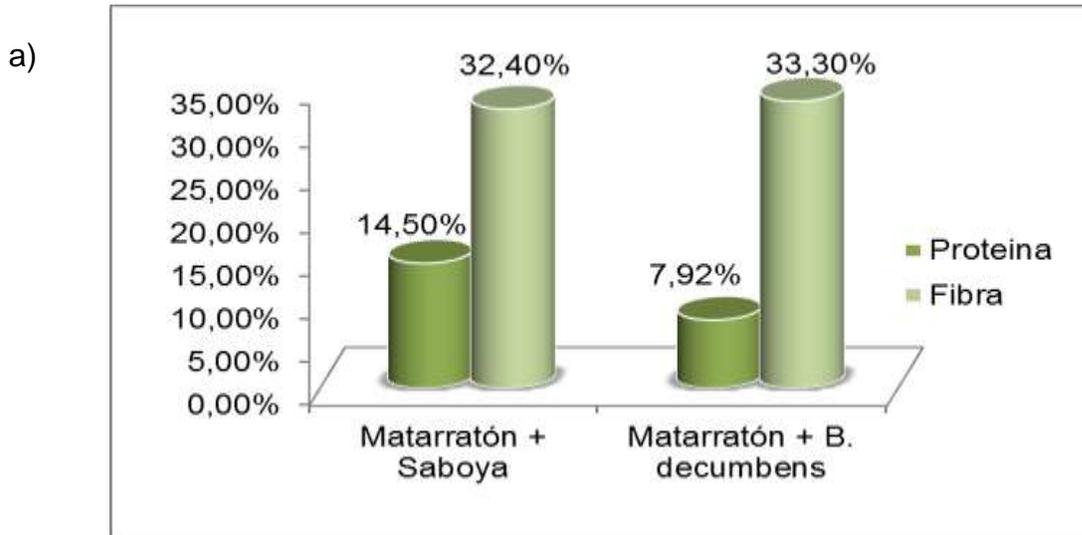
El Cuadro 10 muestra los resultados correspondientes a la composición bromatológica de las dos variedades de leguminosas bajo estudio.

**Cuadro 14. Composición bromatológica de dos asociaciones de pastos con leguminosas.**

Asociación	Edad	Humedad	Materia seca	Proteína	Ext. Etereo	Ceniza	Fibra	E.L.N.N.
Matarraton	80	78,11	21,89	14,5	2,49	11,31	32,40	39,30
+ Saboya	110	78,62	21,38	14,20	3,75	10,88	37,60	33,57
	140	74,04	25,96	9,17	4,11	10,88	29,70	46,14
Matarraton	80	70,85	29,15	7,92	3,82	10,11	33,30	44,85
+ Brachiaria	110	66,54	33,46	11,88	2,58	10,28	24,00	51,26
decumbens	140	60,95	39,05	9,72	4,55	10,7	30,50	44,53

Fuente: Laboratorio AGROLAB Santo Domingo de los Tsáchilas. 2011

En relación a la fibra se observó que la asociación de Matarratón con el pasto Brachiaria mostró un mayor porcentaje a los 80 y 140 días con el 33,30 y 30,50%. Y a los 110 días el mejor resultado se mostró en la asociación pasto de Matarratón con pasto Saboya con el 37,60%. Figura 7.



**Figura 7. Relación de la proteína y fibra a los 80 (a), 110 (b) y 140 (c) días en dos asociaciones de pasto con leguminosas.**

#### **4.6. Composición microbiológica**

Los análisis microbiológicos de las asociaciones pasto-leguminosa estudiadas se realizaron en los laboratorios de ANCUPA ubicado en el Km 37 ½ vía Sto. Domingo – Quinindé. De los resultados obtenidos se puede observar que a los 80 días la asociación de Matarratón con pasto Saboya presenta la población de bacterias, hongos y fijadores de N asimbiótico más alta con  $1,6 \times 10^6$ ;  $3,5 \times 10^4$  y  $1,0 \times 10^4$  respectivamente. Para la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria en la misma edad le corresponde las poblaciones más altas de actinomicetes, celulolíticos y solubilizadores de P con  $5,7 \times 10^6$ ,  $5,4 \times 10^5$  y  $2,6 \times 10^5$ . El porcentaje de colonización y densidad de endófitos fue mayor en la asociación de Matarratón y pasto Brachiaria con 25,50% y 0,23% a los 80 días.

El cuadro 11 muestra la composición microbiológica de las asociaciones de Matarratón con pasto Saboya y Matarratón con pasto Brachiaria a los 80 y 140 días.

**Cuadro 15. Composición microbiológica de dos asociaciones de pasto-leguminosa.**

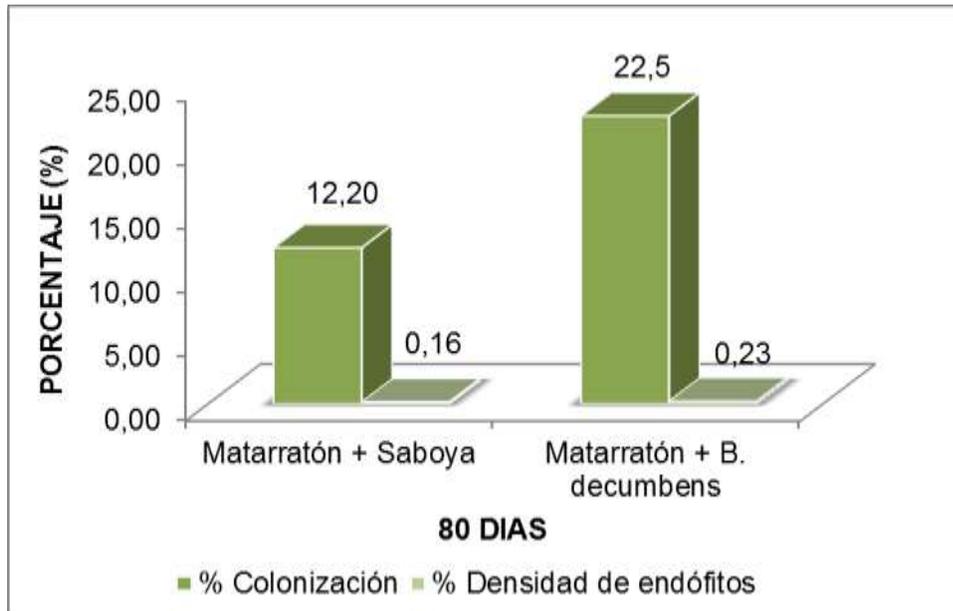
Reporte de poblaciones	Matarratón/Saboya (Días)		Matarratón/Decumbens (Días)	
	80	140	80	140
Bacterias	$1,6 \times 10^6$	$2,2 \times 10^6$	$1,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^5$
Actinomicetes	$1,5 \times 10^7$	$1,9 \times 10^7$	$5,7 \times 10^6$	$7,9 \times 10^6$

Hongos	$3,5 \times 10^4$	$4,7 \times 10^4$	$2,7 \times 10^4$	$3,7 \times 10^4$
Celulolíticos	$2,0 \times 10^6$	$6,5 \times 10^6$	$5,4 \times 10^5$	$7,6 \times 10^5$
Solubilizadores de P	$1,4 \times 10^5$	$2,9 \times 10^5$	$2,6 \times 10^5$	$3,3 \times 10^5$
Fijadores de N asimbiótico	$1,0 \times 10^4$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$

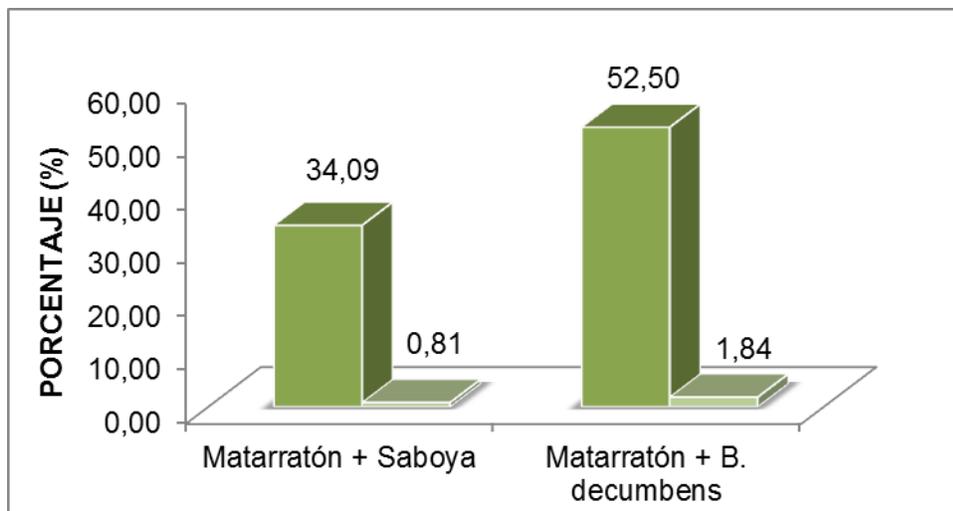
Fuente: Laboratorio AGROLAB Santo Domingo de los Tsáchilas. 2011

A los 140 días, también el mayor reporte de poblaciones de bacterias ( $2,2 \times 10^6$ ) hongos ( $4,7 \times 10^4$ ), y fijadores de N asimbiótico ( $1,1 \times 10^5$ ) se encontró en la asociación pasto-leguminosas Matarratón y pasto Saboya. También en la misma edad las poblaciones más numerosas de actinomicetes ( $7,9 \times 10^6$ ), celulolíticos ( $7,6 \times 10^5$ ) y solubilizadores de P ( $3,3 \times 10^5$ ) se presentaron en la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria. El mayor porcentaje de colonización y densidad de endófitos fue superior en la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria con el 52,50% y 1,84% en su orden a los 140 días. (Figura 8).

a)



b)



**Figura 8. Porcentajes de colonización y densidades de endófitos en dos asociaciones de pastos con leguminosas a los 80 (a) y 140 días (b).**

## **V. DISCUSIÓN**

En el análisis del efecto simple de las asociaciones de pastos con leguminosas se demuestra que los mejores resultados en las variables: peso de forraje (159,18 g), peso de hojas (61,97 g), peso de tallo (81,00 g) y relación parte aérea: parte radicular (1,34 g), se presentan en la asociación de Matarratón (*Gliricidia sepium*) con el pasto Saboya (*Panicum maximum*), exceptuando las variables peso de raíz (183,23 g) y relación hoja: tallo (1,04) donde los valores más altos corresponden a la asociación de Matarratón con el pasto Brachiaria (*B. decumbens*).

En la asociación pasto-leguminosas Matarratón y pasto Saboya, la variable peso de forraje reporta un valor inferior al establecido por Baque y Tuárez, (2010) con 2880 g en el pasto Saboya. También el valor presentado para la variable peso de hoja (1310 g) y peso de tallo (1430 g) en la misma investigación es inferior al reportado por la asociación.

Para los resultados mostrados por Moyano y Ramon, (2008) la producción de raíz del pasto Brachiaria asociado a leguminosas es superior a los 88,96 g reportados en esa investigación para el mismo pasto sin asociaciones. Lo contrario sucede en las variables peso de hojas y peso de tallos donde los 228,71 g y 146,79 g

reportados en la *Brachiaria*, superan muy ampliamente los resultados de la asociación con Matarratón.

Los datos obtenidos indican que la asociación de Matarratón con el pasto Saboya posee mejores rendimientos productivos que llegan a superar los valores reportados en la asociación con el pasto *Brachiaria*, tal es el caso del peso de forraje que supera a la asociación con *B. decumbens* con 29,63 g de diferencia, similar situación se presenta también en la variable peso de hoja y peso de tallo con diferencias de 14,82 g y 39,97 g respectivamente, haciendo válida de esta manera la hipótesis planteada: “La asociación gramínea-leguminosa Matarratón (*Gliricidia sepium*) con pasto Saboya (*Panicum maximum*) mostrará la mayor producción de biomasa”.

Respecto al efecto simple de las edades, se determinó que casi todas las variables obtienen el valor más altas, exceptuando la relación parte aérea: parte radicular. La tendencia general de las variables se inicia de forma ascendente, y termina de forma decreciente desde la edad más temprana a los 80 días hasta la edad más tardía de 140 días, donde se presentan descensos relevantes en las variables peso de forraje, peso de hojas y peso de tallos con diferencias de 101,88 g; 57,05 g y 31,55 g respectivamente en relación al pico más alto.

Para la interacción de leguminosas por las edades se indica que el mejor de peso de raíz (232,65 g) se obtiene a los 110 días con la asociación gramínea-leguminosa Matarratón con pasto *Brachiaria*, con diferencias que flutúan entre las tres edades de cosecha con 42,95 g a 66,05 g en relación a la asociación de Matarratón con *P. maximum*, obteniendo el mayor desfase en la edad de 110 días.

En el peso de forraje, diferencias de 17,05 a 44,35 g, se presentan desde los 80 a los 140 días, siendo la asociación de *P. maximum* la de mayor alcance en relación a la *B. decumbens*. Casos similares son reportados también de los 80 a 140 días en las variables peso de hojas y peso de tallos, donde en la primera, supera a la

asociación con pasto *Brachiaria* con diferencias que van desde 10 a 18,35 g, y en la segunda con diferencias de 32,95 a 47,55 g.

Por otra parte, en la relación hoja: tallo la asociación con pasto *Brachiaria* obtiene un alto índice a los 110 días con una diferencia de 0,29 g, de igual manera para los 80 y 140 días donde las diferencias van desde 0,28 a 0,29 g. Para la relación parte aérea: parte radicular los picos más altos en las tres edades corresponden a la asociación de Matarratón con pasto Saboya, donde se muestran diferencias desde 0,83 a 0,41 en forma decreciente desde las edad más temprana.

Referente a la composición bromatológica de las asociaciones bajo estudio, el Matarratón con el pasto Saboya obtuvo el mejor porcentaje de proteína a los 80 días con 14,50%, valor que es inferior del rango indicado por Peters, et al. (2003) de 12 a 15%. Para la asociación de Matarratón con el pasto *Brachiaria* el mejor porcentaje de proteína obtenido fue a los 110 días con 11,88%, y que de igual manera es inferior al rango reportado por Agrosemillas Huayamallo (2006) de 12 a 14%. Sin embargo los datos confirman la hipótesis planteada: “El valor nutritivo de la asociación gramínea-leguminosa Matarratón (*Gliricidia sepium*) con pasto Saboya (*Panicum maximun*) será superior en los diferentes época de corte”.

En la composición microbiológica de las asociaciones pasto-leguminosas bajo estudio se observa que las poblaciones de bacterias, hongos y fijadores de N asimbiótico del Matarratón con el pasto Saboya son superiores al de la asociación con el pasto *Brachiaria* a los 80 y 140 días. Por otra parte, las poblaciones de actinomicetes, celulolíticos y solubilizadores de P son superiores en la asociación de Matarratón con *B.decumbens* en las dos edades bajo estudio.

Los porcentajes de colonización y densidad de endófitos, reportan un alto índice en la asociación de Matarratón con pasto Saboya a los 80 y 140 días de edad, lo cual explicaría el incremento de valores en la mayoría de variables bajo estudio para esta asociación.

## VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados se plantean las siguientes conclusiones:

- En el efecto simple de las asociaciones de pasto-leguminosa, las variables peso de forraje (159,18 g), peso de hojas (61,97 g), peso de tallo (81,00 g) y relación parte aérea/parte radicular (1,34) reportan los valores más altos para la asociación de Matarratón (*Gliricidia sepium*) con Pasto Saboya (*P. maximun*).
- A los 110 días se presentan los mejores resultados para las variables peso de raíz, peso de forraje, peso de hojas, peso de tallo y relación hoja: tallo, y para la edad de 80 el valor más alto se presenta en la relación parte aérea: parte radicular.
- En la interacción de las asociaciones de gramínea- leguminosa por edades, los mejores índices en el peso de forraje (200 g), peso de hojas (85,55 g), peso de tallo (92 g) y relación parte aérea: parte radicular (1,63), se registran a los 80 y 110 días en la asociación de Matarratón con el pasto Saboya. Y el mejor peso de raíz (232,65 g) y relación hoja: tallo (1,23) con la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria.
- Para la composición bromatológica, la asociación de Matarratón con el pasto Saboya presenta los mejores porcentajes de proteína a los 80 y 110 días con el 14,50 y 14,20%. Y el nivel de fibras más bajo se reporta en la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria a los 80 días con el 7,92%.
- Respecto a la composición microbiológica, a los 80 y 140 días la asociación de Matarratón con pasto Saboya posee la más alta población de bacterias, hongos y fijadores de N asimbiótico y el mejor porcentaje de colonización y densidad de endófitos. Para las dos edades, en cambio, la asociación de

Matarratón con el pasto *Brachiaria* posee la mayor población de actinomicetes, celulolíticos y solubilizadores de P.

## VII. RECOMENDACIONES

De las conclusiones planteadas se puede recomendar:

- Utilizar la asociación pasto-leguminosa Matarratón (*Gliricidia sepium*) con pasto Saboya (*Panicum maximum*) a los 80 y 110 días como asociado de cobertura y producción por las características agronómicas, nutricionales y microbiológicas que representa para la producción agropecuaria.
- Exponer los beneficios de la asociación gramínea-leguminosa Matarratón y pasto Saboya en las condiciones tropicales y secas para garantizar y mejorar el rendimiento productivo.
- La asociación de Matarratón con *P. maximum* puede ser utilizado en forma libre, semi-estabulado y estabulado por los aportes nutritivos que brinda al suelo y las características productivas que posee.

## VIII. RESUMEN

En la finca “La María” de la Universidad Técnica Estatal del cantón Quevedo, ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos, provincia de Los Ríos se determinó el “Comportamiento agronómico y valor nutricional de la asociación de Matarratón (*Gliricidia sepium*) con pasto Saboya (*Panicum maximum*) y pasto Brachiaria (*Brachiaria decumbens*)” en diferentes estados de madurez, donde se tomaron como objetivos analizar el comportamiento agronómico de las asociaciones gramínea-leguminosas y realizar los análisis bromatológicos para determinar el valor nutricional, utilizando un diseño de bloques completos al azar (DCA).

En el efecto simple de los pastos, la asociación Matarratón con pasto Saboya obtuvo los mejores índices en las variables peso de forraje (159,18 g), peso de hojas (61,97 g), peso de tallo (81,00 g) y relación parte aérea: parte radicular (1,34). Y en el efecto simple de las edades los resultados más altos en casi todas las variables exceptuando la relación parte aérea: parte radicular correspondieron a la edad de 110 días..

En la interacción de las asociaciones por la edades, los mejores índices en peso de forraje (200 g), peso de hojas (85,55 g), peso de tallo (92 g) y relación parte aérea: parte radicular (1,63 kg), se registran a los 80 y 110 días en la asociación de Matarratón con el pasto Saboya; y el mejor peso de raíz (232,65 g), y relación hoja: tallo (1,23) con la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria también a los 80 y 110 días.

Los mayores niveles de proteína se obtuvieron con la asociación del Matarratón con pasto Saboya a los 80 y 110 días con el 14,50 y 14,20%. Y el nivel de fibra

más bajo se reporta en la asociación de Matarratón con pasto Brachiaria a los 80 días con el 7,92%.

Para la composición microbiológica a los 80 y 140, las poblaciones más altas días, de bacterias, hongos y fijadores de N asimbiótico se presentaron con la asociación de Matarratón y pasto Saboya; y la mayor población de actinomicetes, celulolíticos y solubilizadores de P € asociación de Matarratón con el pasto Brachiaria. El mayor de porcentaje ue colonización y densidad de endófitos se presentó a los 80 y 140 días en la asociación de Matarratón con el pasto Saboya.

Por los resultados obtenidos se confirmaron las hipótesis planteadas: “El valor nutritivo de la asociación gramínea-leguminosas Matarratón con pasto Saboya para las dos edades de corte será superior” y “La asociación gramínea-leguminosas Matarratón (*Gliricidia sepium*) más pasto Saboya (*Panicum maximum*) mostrará la mayor producción de biomasa en los diferentes estados de madurez”.

## IX. SUMMARY

In the property "María" of the Technical State University of the canton Quevedo, located in the km 7 of the Road Quevedo. The Connection, county of Ríos, county of Ríos was determined the agronomic "Behavior and nutritional value of the association of Matarratón (*Gliricidia sepium*) with grass Saboya (*Panicum 69aximum*) and grass Brachiria (*Brachiaria decumbens*)" in different states of maturity, where they took as objectives to analyze the agronomic behavior of the gramineous-leguminous associations and to carry out the analyses bromatológicos to determine the nutritional value, using a design of complete blocks at random (DCA).

In the simple effect of the grass, the association Matarratón with grass Saboya obtained the best indexes in the variables forage (159,18 g) weight, weight of leaves (61,97 g), shaft (81,00 g) weight and relationship leaves aérea: parte radicular (1,34). And in the simple effect of the ages the highest results in almost all the variables excepting the relationship leaves aérea:parte radicular they corresponded to the age of 110 days.

In the interaction of the associations for the ages, the best indexes in forage (200 g) weight, weight of leaves (85,55 g), shaft (92 g) weight and relationship leaves aérea: parte radicular (1,63 kg), they register to the 80 and 110 days in the association of Matarratón with the grass Saboya; and the best root (232,65 g) weight, and relationship hoja: tallo (1,23) with the association of Matarratón with grass Brachiaria also to the 80 and 110 days.

The protein greater levels were obtained with the association of Matarratón with grass Saboya to the 80 and 110 days with the 14,50 and 14,20%. And the lowest

fiber level is reported in the association of Matarratón with grass Brachiaria to the 80 days with 7,92%.

For the composition microbiológica at 80 140, the populations higher days, of bacterias, mushrooms and fixers of N asimbiótico showed up with the association of Matarratón and grass Saboya: and the biggest actinomicetes population, celulóliticos and solubilizadores o ociation of Matarratón with the grass Brachiaria. The bigger than colonización percentage and endófitos density showed up to the 80 and 140 days in the association of Matarratón with the grass Saboya.

For the obtained results the outlined hypotheses were confirmed: “The nutritious value of the gramineous-leguminous association Matarratón with grass Saboya for the two court ages will be superior” and “The gramineous-leguminous association Matarratón (Gliricidia sepium) more grass Saboya (Panicum 70aximum) will show the biggest production of biomass in the different states of maturity.”

## X. BIBLIOGRAFÍA

- AGROSEMILLAS HUAYAMALLO. 2006. "Pasto Tanzania (*Panicum maximum* cultivar TANZANIA 1 – BRA - 007218)". Disponible en: <http://www.huallamayo.com.pe>. Consultado el 24 de abril del 2009.
- AGROLAB. 2011. Laboratorio de Análisis Bromatológico Santo Domingo de los Tsachilas.
- AGRONOMÍA. 2001. "Base de información sobre especies con potencial de abonos verdes y cultivos de cobertura". Consultado el 18 de abril del 2010. Disponible en: <http://www.virtual.chapingo.mx/dona/paginaIntAgronomia/abonoverde2.pdf>.
- ABAD ARANGO GONZALO. CORPOICA. 1994. "El matarratón". Corporación colombiana de investigación agropecuaria. Regional 9. Plegable divulgativo No. 03-94. Consultado el 19 de abril del 2010. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/Matarraton.PDF>.
- BAQUE H. y TUAREZ V. 2010. "Comportamiento Agronómico y Valor Nutricional de diez variedades de pastos en diferentes estados de madurez, en la parroquia La Guayas del Cantón El Empalme". Tesis de Grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- BOLAÑOS L, REDONDO-NIETO M, BONILLA I, WALL LG. 2001. "Boron requirement in the *Discaria trinervis* (Rhamnaceae) and *Frankia* symbiotic relationship. Its essentiality for *Frankia* BCU110501 growth and nitrogen fixation". *Physiol. Plant.* 115:563-570.

COYNE M. 1999. "Microbiología del suelo: Un enfoque exploratorio". Editorial Paraninfo. Pág. 259.

CIAT. (2006). Programa de Forrajes Tropicales. Informe Anual 1990.

CIAT (2003) Centro Internacional de Agricultura Tropical.. Anual Report 2001. Project IP – 5 "Tropical Grasses and Legumes: Optimizing genetic diversity for multipurpose use".P. 110 – 112. Disponible en:[http://ciat.cgiar.org/Articuloz\\_CoatCV%20Mulato.pdf](http://ciat.cgiar.org/Articuloz_CoatCV%20Mulato.pdf). consultado el 4 de abril del 2010.

CORPOICA (1994) [www.corpoica.org.co/sitioweb/Noticias/vernoticia.asp](http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Noticias/vernoticia.asp)

FORRAJES TROPICALES. 2008. ' *Brachiaria decumbens*'. Consultado el 23 de abril del 2010. Disponible en: [http:// Forrajes Tropicales 202 Brachiaria decumbens.mht](http://ForrajesTropicales202.Brachiariadecumbens.mht).

GIRALDO. J. 2005. "Comparación de la producción y calidad del pasto vidal *bothriochloa saccharoides* frente a otras gramíneas resistentes a las altas temperaturas en el municipio de Flandes, Tolima". Consultado: 21 de febrero del 2008. Disponible en: <http://www.monografias.com>.

GUEVARA R; Ruiz R; Curbelo L; Guevara G; Gálvez M; 2002. "Persistencia de pastos tropicales manejados intensivamente en condiciones de bajos insumos. Guinea cv. Común (*Panicum maximum*, Jacq)", [en línea]. Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, Ministerio de la Agricultura, La Habana. Vol. 14 No. 2; Disponible en: <http://www.reduc.edu.cu>. Consultado: 20 de febrero del 2008.

- IBO. 2010. "Vida del Suelo". International Biotechnology Organization. Disponible en: <http://www.ibosa.org/informaciontecnica/vidadelosuelo.html>. Consultado el 10 de mayo del 2010.
- MOYANO J. y RAMON B. 2008. "Comportamiento Agronómico y Valor Nutritivo de cinco variedades de Brachiarias en diferentes estados de madurez en época seca. Tesis de Grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- PARROTTA JOHN. 2000. "Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. Leguminosae (Papilionoideae) Faboideae". Consultado el 19 de abril del 2010. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Gliricidiasepium.pdf>.
- PETERS, FRANCO, SCHIMDT, HINCAPIÉ. 2003. "Especies forrajeras Multipropósito: Opciones para productores de Centroamérica." Publicación CIAT No. 333.
- REDVET 2006. Revista electrónica de veterinaria. Vega Espinosa, M.; J. Ramírez de la Ribera; I. Leonard Acosta; Adria Igarza. Artículo. "Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto Brachiaria decumbens en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto". Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050506.html>. Consultado el 23 de abril del 2010.
- TASSILO TIEMANN, HANS-DIETER HESS, CARLOS LASCANO. CIAT. 2006. "Leguminosas arbustivas con taninos: Potencial y limitaciones para la alimentación del ganado en el trópico". Seminario. Disponible en: [http://webapp.ciat.cgiar.org/training/pdf/061206\\_L](http://webapp.ciat.cgiar.org/training/pdf/061206_L)

eguminosas\_Arbustivos\_Taninos-T\_Tiemann.pdf. Consultado el 19 de abril del 2010

ROLANDO, C.; ANZULES, A.; DE LA TORRE, R.; FARFÁN, C. 1989. "Manual de pastos tropicales". Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP), Pp 5– 10.

## XI. ANEXOS

<b>ANÁLISIS DE SUELO</b>			
<b>Propietario</b>	<b>Hcda. La María UTEQ</b>		
<b>Sector del muestreo</b>	<b>M-A</b>	<b>M-M</b>	<b>M-B</b>
Ph	6,33	6,41	6,23
Conductividad	0,19	0,29	0,24
Textura	28,00	32,00	34,00
	45,00	49,00	45,00
	27,00	19,00	21,00
<b>Clase de textura</b>	<b>Franco Arcilloso</b>	<b>Franco Linoso</b>	<b>Franco</b>
Materia Organica	3,78	3,87	4,98
Nitrogeno total	0,14	0,19	0,25
Potasio (asimilable)	0,86	1,02	0,91
Calcio (asimilable)	2,45	3,10	4,15
Magnesio (asimilable)	0,49	0,49	0,58
Fosforo	7,00	27,00	11,00
Hierro	17,00	12,00	16,00
Magnesio	12,20	9,00	9,00
Cobre	4,50	3,30	3,00
Zinc	4,00	4,90	5,10