

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**EVALUAR EL RENDIMIENTO DE 4 BRACHIARIAS TROPICALES:  
(*B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. híbrido* y *B. dictyoneura*), en el  
Cantón Liberia provincia de Guanacaste, Costa Rica.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**PRESENTA:**

**GERARDO SALAZAR ANTONIO**

**ASESOR: M.C. LUCAS G. MELGAREJO VELÁSQUEZ**

**COASESOR: ING. AGR. EDGAR ORNELAS DÍAZ**

**CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO**

**2005**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

*A mi familia:*

*Mis padres Manuel Salazar Cruz y Edith Antonio López,  
con gratitud y cariño.*

*Mis hermanos Julio, José Manuel, María Edith y Elías.*

*Mis sobrinos Liliana, Mariana, Christian, Jonathan, Emmanuel y  
Salma.*

*A mis compañeros del Consejo General de Huelga*

*A la memoria de  
Yessica Reyes Romero y  
Juan Díaz Sánchez*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco al M. C. Álvaro Bernal Flores por las valiosas recomendaciones hechas al presente trabajo.*

*A mis asesores M. C. Lucas G. Melgarejo Velásquez y al Ing. Edgar Ornelas Díaz por todo su tiempo invertido y su colaboración que hicieron posible la conclusión del trabajo.*

*Al amigo "Tico" Dinier Villalobos por la ayuda brindada en mi estancia en el rancho de Costa Rica.*

*A los profesores de Veterinaria de la FES Cuautitlán, MVZ Rafael Ordóñez y MVZ Irma Tovar por su apoyo incondicional.*

# ÍNDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	iv
INDICE DE MAPAS.....	iv
RESUMEN.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVO.....	2
1.2 HIPOTESIS.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Materia seca.....	3
2.1.1 Características.....	3
2.1.2 Composición nutricional de las <i>Brachiarias</i> .....	4
2.2 Características de las <i>Brachiarias</i> .....	5
2.2.1 Botánica.....	5
2.2.2 Agronomía.....	8
2.2.2.1 Siembra.....	8
2.2.2.2 Fertilización.....	9
2.2.2.3 Control de malezas.....	9
2.2.2.4 Control de plagas y enfermedades.....	9
2.3 Rendimiento.....	10
2.3.1 Defoliación.....	10
2.3.2 Crecimiento.....	12
2.3.2.1 Definición e importancia.....	12
2.3.2.2 Meristemas.....	13
2.3.2.3 Reservas de Carbohidratos.....	13
2.3.3 Rebrote.....	14
2.3.4 Densidad de Tallos.....	16
2.3.5 Elongación y senescencia de hojas.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1 Zona se estudio.....	20

3.2 Condiciones ambientales.....	21
3.2.1 Clima.....	21
3.2.2 Condiciones edáficas.....	21
3.2.3 Orografía.....	21
3.3 Localización del sitio experimental.....	22
3.4 Metodología.....	22
3.4.1. Manejo de la pradera.....	22
3.4.2. Variables a Evaluar.....	23
3.4.2.1 Acumulación de Materia Seca.....	23
3.4.2.2 Composición Botánica y Morfológica.....	23
3.4.2.3 Tasa de Crecimiento .....	23
3.4.2.4 Crecimiento Foliar.....	24
3.4.2.5 Dinámica de Tallos.....	25
3.4.3 Análisis Estadístico.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 Acumulación semanal de materia seca.....	26
4.2 Relación hoja:tallo y hoja:no hoja.....	31
4.3 Tasa de crecimiento.....	32
4.4 Composición botánica y morfológica.....	34
4.5 Crecimiento foliar.....	37
4.6 Dinámica de tallos.....	40
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	45
VII. ANEXOS.....	51

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Variación de proteína cruda y digestibilidad in vitro de especies de <i>Brachiarias</i> .....	5
CUADRO 2. Principales características de adaptación en diferentes condiciones naturales de las <i>Brachiarias</i> utilizadas en el trópico.....	8
CUADRO 3. Acumulación de materia seca total de las <i>Brachiarias</i> .....	26
CUADRO 4. Acumulación de materia seca en hoja de las <i>Brachiarias</i> .....	27
CUADRO 5. Acumulación de materia seca en tallo de las <i>Brachiarias</i> .....	28
CUADRO 6. Acumulación de materia seca muerta de las <i>Brachiarias</i> .....	28
CUADRO 7. Variación de la relación hoja:tallo y hoja:no hoja de las cuatro <i>Brachiarias</i> .....	31
CUADRO 8. Tasa de crecimiento de las <i>Brachiarias</i> .....	32
CUADRO 9. Crecimiento de hoja.....	37
CUADRO 10. Dinámica de tallos de las <i>Brachiarias</i> .....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Acumulación de materia seca: <i>B. dictyoneura</i> .....	29
FIGURA 2. Acumulación de materia seca: <i>B. brizantha</i> .....	29
FIGURA 3. Acumulación de materia seca: <i>B. híbrido</i> .....	30
FIGURA 4. Acumulación de materia seca: <i>B. decumbens</i> .....	30
FIGURA 5. Variación de la tasa de crecimiento.....	33
FIGURA 6. Composición botánica y morfológica: <i>B. dictyoneura</i> .....	35
FIGURA 7. Composición botánica y morfológica: <i>B. brizantha</i> .....	35
FIGURA 8. Composición botánica y morfológica: <i>B. híbrido</i> .....	36
FIGURA 9. Composición botánica y morfológica: <i>B. decumbens</i> .....	36
FIGURA 10. Longitud de hoja: <i>B. dictyoneura</i> .....	38
FIGURA 11. Longitud de hoja: <i>B. brizantha</i> .....	39
FIGURA 12. Longitud de hoja: <i>B. híbrido</i> .....	40
FIGURA 13. Longitud de hoja: <i>B. decumbens</i> .....	40
FIGURA 14. Dinámica de tallos de las <i>Brachiarias</i> .....	41

## INDICE DE MAPAS

MAPA 1 Ubicación de Guanacaste y su cabecera Liberia.....	20
MAPA 2 Finca San Jerónimo y ubicación de las parcelas experimentales.....	51

## RESUMEN

El trabajo se realizó en la Finca San Jerónimo ubicada en el Cantón Liberia provincia de Guanacaste, Costa Rica, entre las coordenadas 10° 47' 38" de Latitud N y 85° 29' 40" de Longitud W, con una altitud promedio de 144 msnm. El objetivo fue estudiar el rendimiento de los pastos tropicales *Brachiaria dictyoneura*, *B. brizantha*, *B. híbrido* y *B. decumbens*. Al inicio del estudio se realizó un corte de uniformización a 15 cm de altura para cada especie, trazando 24 parcelas de 4X4m y se cosecharon 4 parcelas de 0.25 m<sup>2</sup>, a ras de suelo, para determinar el forraje residual, empleando un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: rendimiento acumulado de materia seca total (MST) y por componente morfológico (MSCM), relación hoja:tallo y hoja:no hoja, la tasa de crecimiento (TC), composición botánica y morfológica (CBM), la elongación de la hoja (EH) y la densidad de tallos (DT), las cuales se midieron a intervalos de siete días en un periodo de seis semanas. Los datos se analizaron con el procedimiento de ANOVA del sistema de cómputo SAS. La acumulación de MST y MSCM variaron de manera significativa con la edad de rebrote ( $p \leq 0.05$ ): en MST *B. brizantha* tuvo los mayores rendimientos y en la semana 6 los tratamientos presentaron los valores más altos sin diferencia estadística (*B. brizantha* 5581.7, *B. dictyoneura* 4569.2, *B. híbrido* 4023.6 y *B. decumbens* 3829.5 kg ha<sup>-1</sup>); mientras que en la acumulación de hoja sobresalieron *B. dictyoneura* y *B. brizantha*, llegando a los valores máximos en la semana 6 donde no hubo diferencias entre tratamientos (*B. dictyoneura* 2315.7, *B. híbrido* 1989.6, *B. brizantha* 1835.1 y *B. decumbens* 1560.5 kg ha<sup>-1</sup>); en la acumulación de tallos *B. brizantha* presentó el mayor rendimiento con un máximo de 2052 kg ha<sup>-1</sup> al final de la valoración; la materia muerta no mostró diferencias entre tratamientos. Por su alto contenido de hoja *B. dictyoneura* dio la mejor relación hoja:tallo y hoja:no hoja con 2.49 y 1.24 respectivamente, para la semana 5 como valor máximo. La TC tuvo una variación muy marcada en su desarrollo revelando altibajos conforme trascurrieron las mediciones, sin llegar a su valor más alto. En la composición botánica y morfológica el porcentaje de hoja no disminuyó en el transcurso de la valoración, quedando en 48% para *B. dictyoneura*, 32.11% en *B. brizantha*, 48.11% en *B. híbrido* y 39.5% para *B. decumbens*. La EH y la DT no demostraron tener variaciones significativas que influyeran en la acumulación de materia seca para las especies evaluadas. Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que si hay diferencias en el rendimiento de las especies estudiadas, destacando *B. brizantha* y *B. dictyoneura*.

## I. INTRODUCCIÓN.

Los pastos del género *Brachiaria* fueron introducidos a América por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y cuenta ya con un área sembrada importante en las regiones tropicales (Do Valle *et. al.*, 1993). Aunque a nivel global se distribuyen en todo el trópico, el centro de origen se encuentra en los hemisferios este y oeste de las regiones tropicales y subtropicales de África y los medios en los que crece son muy variados, ya que se les puede encontrar en pantanos, bosques con doseles abiertos y en áreas secas (Renvoize *et. al.*, 1998). Las principales especies comerciales de éste género son: *B. decumbens* Stapf, *B. dictyoneura* (Fig. & De Not.) Stapf, *B. humidicola* (Rendle) Schweick., *B. brizantha* (A. Rich.) Stapf, *B. ruziziensis* Germain & Evrard y *B. mutica* (Forssk) Stapf, los cuales son quizás, los más utilizados en los trópicos latinoamericanos (Keller-Grein *et. al.* 1998).

Los suelos de las regiones tropicales bajas en América, se caracterizan por presentar niveles altos de aluminio intercambiable y baja disponibilidad de nutrimentos que afectan al crecimiento y desarrollo de las plantas. Aunque el pH del suelo es modificable, no siempre conviene hacerlo. Entonces, una alternativa es la selección de materiales nuevos tolerantes a suelos ácidos con un sistema radicular vigoroso (CIAT, 1991). La especie forrajera capaz de desarrollarse bajo éstas condiciones son las del género *Brachiaria*, ya que se adapta con facilidad a suelos de baja fertilidad con concentraciones elevadas de aluminio y pobres en fósforo y calcio (Rao *et. al.* 1998).

Sin embargo, éste género con más de 100 especies presenta amplias diferencias morfológicas y fenológicas (Keller-Grein *et. al.* 1998). por ello, es necesario la investigaciones en aspectos como la recuperación después del corte que puedan servir como indicativo para un mejor aprovechamiento de esos forrajes, dado que el uso de los mismos, es la forma más económica de producción animal, que aún con su alto contenido en fibra y la baja cantidad de nutrimentos, sobre todo en energía y proteína, crea la necesidad de valorar algunos pastos disponibles que proporcione mayor información.

## **1.1 OBJETIVO**

Estimar la respuesta de cuatro *Brachiarias* en rendimiento de Materia Seca (MS).

## **1.2 HIPOTESIS**

La acumulación de materia seca de 4 *Brachiarias*: *B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. híbrido* y *B. dictyoneura*, es igual en seis etapas de crecimiento

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **2.1 MATERIA SECA.**

#### **2.1.1 Características**

La productividad vegetal puede ser definida como el incremento del peso seco por unidad de área de campo, y se expresa en términos de kilogramos por hectárea. El aumento de peso en base seca, es debido a el incremento en carbohidratos formados por la fotosíntesis, además de factores que tienen incidencia en el proceso, como los ambientales, genéticos y culturales, destacando en ésta última la fertilización (Sierra, 2002), por ello, la materia seca tiende a aumentar con el tiempo en el curso de un rebrote (Gillet M., 1984).

En la alimentación del ganado, es importante saber el valor nutricional de los alimentos. En general éstos se componen de agua, grasa, glúcidos (solubles y estructurales), proteína, vitaminas y minerales, de los cuales, el agua es el elemento más simple. Normalmente se considera como humedad la pérdida de peso que experimenta una muestra sometida a desecación en estufa hasta alcanzar un peso constante. La importancia del contenido acuoso de los alimentos depende de la clase de alimento y a la cantidad del agua. Al contenido en humedad se atribuyen las mayores diferencias de valor nutritivo en muchos alimentos. Por ejemplo, utilizando la Energía digestible (ED) y el Total de Nutrientes Digestibles (TDN) como medida de valor energético, los granos de los cereales y algunos tubérculos presentan casi los mismos valores alimenticios por unidad de materia seca, por ello ésta, pasa a ser el denominador común para la comparación de alimentos especialmente en términos de valor energético. Sin embargo, esto se aplica a todos los restantes nutrientes (proteínas, grasa, calcio, etc.) (Crapton y Harris, 1979)).

En las tablas de composición de alimentos suelen expresarse los principios inmediatos en forma de porcentaje de sustancia seca. El componente en seco de los alimentos es importante tanto para la cosecha, su almacenamiento, así como el cálculo de costo relativo del alimento por unidad de valor nutritivo ya que se

toma en cuenta el contenido de agua puesto que esta no se considera un elemento nutritivo (Enríquez *et. al.*, 1999).

En un sentido más estricto la composición química de la materia seca se divide en minerales y la materia orgánica, cuyos componentes son las fracciones nitrogenadas (nitrógeno proteico y nitrógeno no proteico), los compuestos grasos (pigmentos, clorofila, etc), carbohidratos solubles (almidón, sacarosa y fructosa), carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectinas), fenoles (lignina, taninos, etc.) y otros compuestos diversos (Enríquez *et. al.*, 1999).

### **2.1.2 Composición nutricional de las *Brachiarias*.**

La composición nutricional de las *Brachiarias* en general se relaciona con los nutrimentos que dispongan del suelo, la etapa de maduración del rebrote y el clima. En cuanto al clima, se sabe que en los trópicos el contenido bruto de energía varía de 17.2 a 18.5 kj /g mientras que las gramíneas de zonas templadas tienen rangos de 18.0 a 19.1 kj /g. (Skerman P. J. y Riveros F., 1992).

En estudios hechos demuestra que a dosis de fertilización de 0, 75 y 150 Kg. de N/ha al año el porcentaje de proteína cambia. Para *B. decumbens* se encontró 7.5, 10.2 y 13.2 en el periodo de lluvias y 7.3, 10.0 y 12.7 en el periodo de secas respectivamente. Por su parte *B. brizantha* obtuvo 7.6, 10.6 y 13.4 en la temporada de lluvias y 7.4, 10.5 y 12.8 en la época de seca para esas dosis de fertilización (Botrel *et. al.* 1990).

La madurez o edad de la planta es el principal factor que afecta la morfología y determina la calidad del forraje. La menor calidad del tallo se asocia con una mayor lignificación de los tejidos estructurales y disminución de los contenidos de proteína cruda en la fracción celular, lo que ocasiona un decremento gradual de la digestibilidad (Enríquez *et. al.*, 1999). En este sentido, los resultados en *Brachiarias* lo confirman al estudiarse el porcentaje de proteína y digestibilidad a 3, 6, 9 y 12 semanas de rebrote. En *B. decumbens* el porcentaje de proteína tuvo un comportamiento de 6.1, 6.6, 6.4 y 5.0 para la época seca en los lapsos antes citados y 12.1, 6.3, 5.3 y 4.7 en la temporada de lluvias. *B. brizantha* registró 8.5, 8.8, 7.0 y 5.3 en época seca, mientras en la temporada húmeda presentó 15.9,

6.4, 5.6 y 4.6. La digestibilidad tuvo la misma tendencia, para los pastos antes citados, en el primero, los datos fueron de 47, 56, 38, 55 y 52, 60, 53, 55, para el segundo le correspondió 57, 53, 56, 60 y 60, 62, 57, 57 respectivamente. (Villarreal, 1994).

Vallejos *et. al.*, (1989) al estudiar 136 ecotipos de *Brachiaria* en 10 especies en Costa Rica, encontró variabilidad en el contenido de proteína cruda (PC) y digestibilidad in vitro (DIVMS). Las variaciones y promedios se presentan en el cuadro 1.

### Cuadro No. 1

#### VARIACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE ESPECIES DE *BRACHIARIAS*

CARACTERÍSTICAS	RANGO	PROMEDIO
PC en hojas %	9.1-19.8	13.7
PC en tallos %	3.8-11.8	7.5
PC en planta entera %	6.3-15.7	10.6
DIVMS en hojas %	54.1-80.1	68
DIVMS en tallos %	45.2-77.3	60.2
DIVMS en planta entera %	50.6-74.8	64
Rendimiento en MS ton ha <sup>-1</sup>	0.15-6.4	3*

\*Promedios de producción en 6 cortes cada 6 semanas

FUENTE: Vallejos *et. al.* 1989

A pesar de que las hojas y tallos presentan un porcentaje similar en digestibilidad, se ha demostrado que la hoja es la parte de la planta que mas consumen los animales, con una diferencia de hasta el 42 %, con relación al consumo de tallos (Skerman P. J. y Riveros F., 1992; Enríquez *et. al.*, 1999).

## 2.2 Características de las *Brachiarias*.

### 2.2.1 Botánica.

#### *B. decumbens*.

Planta perenne del Este de África Tropical, vigorosa, alcanza una altura de 60 a 100 cm. Hojas largas de color verde brillante de 15 a 20 cm. de largo por 0.8 a 2.0 de ancho. Posee tallos decumbentes y una raíz fibrosa de hasta 2 metros. Su panícula produce de 3 a 8 racimos con 30 o 47 semillas y una latencia que se

rompe entre los siete y nueve meses de haberse almacenado (Enríquez *et. al.*, 1999; Bogdan, 1997).



*B. brizantha.*

Originaria del Este de África Tropical es una gramínea semierecta, perenne y de rizomas cortos y de alturas que alcanzan los 30 a 200 cm (Sotomayor and Pitman, 2001). Hojas provistas de blancos tricomas de forma lineal lanceolada de hasta 50 cm. de longitud y 1 a 2.5 cm. de ancho. Tallos postrados en la base con nudos prominentes y escaso enraizamiento. La panícula de 40 cm. de longitud posee cuatro a seis racimos a lo largo del eje, cada uno con 55 a 70 espiguillas alternas, la semilla es fértil, cuya latencia se rompe al almacenarse de tres a ocho meses (Enríquez *et. al.*, 1999; Bogdan, 1997).



*B. dictyoneura.*

Gramínea perenne, originaria de África, de crecimiento estolonífero, macollos erectos formando un colchón de 40-90cm de altura, hojas lineales, lanceoladas, erectas, sin vellosidades, de color verde intenso, con manchas púrpuras, pueden

alcanzar 40cm de largo por 1.5 cm. de ancho con uno de sus bordes aserrados. Presenta rizomas de dos tipos uno en nódulos pequeños y compactos y otros largos y finos, sus estolones son largos de color púrpura con vellosidades de color blanco. La inflorescencia es una panícula con tres a cinco racimos, cada una con 10-22 espiguillas internas. La semilla es fértil aunque presenta un periodo de latencia de 5 a 8 meses (Enríquez *et. al.*, 1999; Bogdan, 1997).



#### *B.* híbrido.

Este pasto es resultado de 13 años de investigación y la combinación de *B. ruzizensis/B. decumbens/B. brizantha*. El resultado fue un híbrido apomítico CIAT 36061 cv. Mulato (anteriormente identificado como FM92011873) (Miles y Valle, 1998; Miles 1999).

Es una gramínea perenne con habito de crecimiento decumbente, estolonífero y cespitoso, con altura de la planta de 120 a 140 cm. Tallos de color verde intenso cilíndricos de hasta 50 a 80 cm de largo, con abundante pubescencia. Las hojas son de forma lineal lanceoladas, de color verde intenso, de 15 a 20 cm. de largo y 1.5. 2.2 cm. de ancho con alta pubescencia<sup>1</sup>



1. Semillas Papalotla, 2001

## 2.2.2 Agronomía.

Antes de cualquier implantación es necesario conocer las cualidades del material que se piensa sembrar. En el cuadro 2 se presentan las principales características de las *Brachiarias* más importantes y criterios de instalación y mantenimiento según Enríquez Q. *et. al.* (1999) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

### CUADRO 2

#### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE ADAPTACIÓN EN DIFERENTES CONDICIONES NATURALES DE LAS *BRACHIARIAS* UTILIZADAS EN EL TRÓPICO

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ALTURA MÁXIMA msnm	PRECIP. MINIMA mm/año	TOLERANCIA A							
				FERTIL.	TEXTURA*	ACIDEZ	SALIN.	SEQUIA	INUND.	SALIVAZO	SOMBREO
<i>B. brizantha</i>	Insurgente	1800	1000	Media-alta	F	Media	Baja	Media	Baja	Alta	Media
<i>B. decumbens</i>	Chontalpo	1800	700	Media-baja	A-ARC	Alta	Baja	Alta	Baja	Baja	Baja
<i>B. Dictyoneura</i>	Isleño	1100	1000	Media-baja	A-F	Alta	Baja	Media	Baja	Media	Media
<i>B. mutica</i>	Pará	1100	1000	Alta-media	A-F	Media	Baja	Baja	Alta	Media	Media
<i>B. humidicola</i>	Chetumal	1200	1000	Alta-media	A-F-ARC	Alta	Media	Baja	Alta	Alta	Alta
<i>B. híbrido**</i>	Mulato	1800	1000	Media-baja	ND	Alta	ND	Alta	Baja	Alta	ND

\* A= Arenoso F= Franco ARC= Arcilloso

FUENTE: Bogan 1977; Skerman 1977, Peralta *et. al.* 1987, Pastrana *et. al.* 1989, En: Enríquez Q. J. *et. al.* 1999, \*\* Miles 1999; Semillas Papalotla, 2001.

Para la instalación de una pradera de pastos será necesario la labranza primaria (chapeo, barbecho, rastreo, nivelación y surcado,). Es recomendable dejar pasar de 8 a 15 días entre labores, para permitir la emergencia de plantas arvenses y lograr el control de generaciones sucesivas de estas.

### 2.2.2.1 Siembra.

La época adecuada para el establecimiento es durante todo el periodo de lluvias, se debe cuidar la sequía intraestival, se recomienda la siembra cuando el temporal esta bien establecido. Con material vegetativo se utiliza de 1000 a 2000 kg de estolones por hectárea, mientras que con semilla se utilizan de 4 a 10 kg dependiendo del método a utilizar. Es recomendable que la semilla quede enterrada de 1 a 3 cm, tomando como base que las semillas de mayor tamaño sean las de mayor profundidad y las pequeñas a menor profundidad (Enríquez *et. al.*, 1999).

### **2.2.2.2 Fertilización.**

Las praderas se benefician con la fertilización, la cual tiene como objetivo reabastecer los nutrientes del suelo removidos por las plantas y que el animal consume directa o indirectamente, ofreciéndole forraje cortado, para transformarlo en carne. La fertilización se aplica al voleo o por medio del riego. Esta se debe realizar un mes después del inicio de las lluvias y al final de estas. Se recomienda aplicar todo el fósforo y potasio con la primera aplicación y el nitrógeno en dos partes, después del pastoreo o corte. La cantidad a aplicar puede tener un rango de 25 a 40 Kg. de nitrógeno, para el establecimiento y de 50 a 80 kg de N. para su mantenimiento al año. Por su parte el fósforo se aplica de 15 a 25 Kg. con el establecimiento de forraje y de 30 a 50 para su mantenimiento (Enríquez *et. al.*, 1999).

### **2.2.2.3 Control de malezas.**

Este se puede hacer al establecerse la pradera al inicio de las lluvias o durante está. Se efectúa de manera mecánica con la chapeadora o química. Para control químico se puede utilizar un preemergente como la atrazina (hoja ancha) con una dosis de 0.8-1.2 lts o 1.2 Kg. (litros o kilogramos según la presentación), 2,4, D de 1.0 – 2.0 litros en la postemergencia o para arbustos 2,4D + Dicloran con una dosis de 1.0 – 2.0 litros (Enríquez *et. al.*, 1999).

### **2.2.2.4 Plagas y enfermedades.**

Entre las plagas de mayor importancia se pueden mencionar dos: La mosca pinta o salivazo y el gusano falso medidor y cogollero.

El salivazo es causado por los agentes *Aeneolamia postica*, *A. albofasciata*, *A. occidentales*, *A. bicincta*, *A. contigua*, *A. varia*, *Prosapia simulans*. *P. contigua* y *Sphenorhina rubra*. En la etapa del salivazo o ninfa, el insecto chupa la savia de las raíces, su daño es menos importante en comparación con lo que ocasiona el adulto o mosca pinta, la cual al alimentarse de las plantas inyecta sustancias cáusticas y cuando el ataque es severo puede ocasionarles la muerte.

Entre las formas de control están las culturales como la utilización de especies resistentes, el buen empleo de la carga animal y manejo intensivo de pasto que no permita la acumulación de material muerto sobre el suelo y la quema de pastos en lugares donde se permita. El control químico se puede utilizar para ninfas y larvas con productos comerciales que contengan Carbaryl, Triazofos, Malatión. Mientras para el adulto se controla con productos comerciales que contengan Metidation, Fentionce, Clorpyrifos y Malatión en las dosis especificadas en cada uno de ellos. La decisión del control químico se toma cuando se localizan de 20 a 25 salivazos por metro cuadrado.

El gusano *Mocis latipes* (falso medidor) ocasiona defoliación, dejando solamente la nervadura central. El ataque severo puede devastar totalmente una pradera. El gusano también puede controlarse en forma cultural con una adecuada carga animal que ejerza un control mecánico al consumir el follaje y pisotear las larvas del falso medidor, también se puede utilizar un rastreo sobre la pradera provocando la exposición de las larvas a la acción de los rayos solares. Otro control importante es el biológico, usando la bacteria de *Bacillus thuringensis*. En el último de los casos se utiliza el control químico, decisión que se toma cuando se localizan más de 15 gusanos por metro cuadrado. Se recurre a los mismos químicos que se manejan en la mosca pinta.

Entre las enfermedades posibles que atacan a las Brachiarias esta la mancha foliar *Cercospora fucimaculans*, *C. canascens*, la pudrición y secamiento causada por *Rhizoctonia solani* y la roya *Uromyces setarialitaliceae*. Estas enfermedades se deben controlar con fungicidas sistémicos (Enríquez *et. al.*, 1999).

## **2.3 Rendimiento.**

### **2.3.1 Defoliación.**

Las características que le permiten a las gramíneas evadir, resistir o tolerar cortes o pastoreos son variadas, entre las que destacan los meristemos basales, bajo porte, alta densidad de tallos, tallos caducos, almacenaje de reservas bajo la

superficie del suelo, elevada transpiración y rápido crecimiento (Coughenour, 1985).

La defoliación provoca un reajuste del metabolismo de las plantas para la promoción de nueva área foliar y restablecer la capacidad fotosintética de la pradera (Culvenor *et. al.*, 1989, citado por Beltrán, *et. al.* 2002), ya que se reduce la cantidad de luz interceptada así como sus reservas de carbohidratos y crecimiento de la raíz (Richards, 1993). En consecuencia, la recuperación de la planta dependerá principalmente de la superficie foliar remanente y de sus reservas, que pueden estar en distintos órganos: rizomas, bulbos, en las especies que disponen de éstos, o sencillamente en las raíces (Muslera y Ratera 1991).

Según Becerra B. J. y Avendaño M. J. (1992) la defoliación en pastos tropicales reduce sus niveles de carbohidratos de reserva (CNE) en raíz, obteniendo su nivel más bajo al octavo día después del corte, sin embargo, estos niveles se incrementaron hasta alcanzar su contenido inicial en un lapso de 25 a 30 días. Estos resultados indican la importancia de la frecuencia de los cortes para las praderas.

Cuando las defoliaciones son poco frecuentes y de baja intensidad, las plantas pueden mantener un crecimiento equilibrado entre la raíz y el tallo, sólo a través de la respuesta fisiológica, en contraste, cuando la defoliación se incrementa, la proporción de tejido fotosintético es demasiado baja para asegurar el suministro de carbono para la planta, y en respuesta, realiza una serie de ajustes morfológicos para asegurar el crecimiento equilibrado (Chapman y Lemaire, 1993). En un estudio donde se valoró altura e intervalos de corte en especies forrajeras perennes tropicales (Becerra y Avendaño, 1992) encontraron que, sin importar la altura de corte, todas las especies incrementaron de manera significativa su biomasa a mayores intervalos de defoliación.

Cuando los pastizales se exponen a defoliaciones intensas y frecuentes, los procesos de almacenamiento y movilización de carbono/nitrógeno, tienen un efecto significativo en la tasa de crecimiento y estructura del potrero, afectando el rendimiento (Richards, 1993).

Otro de las variables importantes es la altura de defoliación. Beltrán *et. al.* (2000) al estudiar la altura de corte del pasto buffel demostró que a mayores alturas de defoliación ocasiona un decremento en el crecimiento neto del forraje a causa de la pérdida por senescencia y descomposición. La relación hoja/tallo y hoja/no hoja, disminuyen al incrementarse la altura de corte y a mayor severidad se incrementa la pérdida de energía y disminuye el índice de área foliar (Hernández *et. al.* 1999). El mismo comportamiento se obtuvo en *B. brizantha*, donde defoliaciones más severas provocada por asignaciones de forraje al 3%, presentó una acumulación de forraje lenta al principio para acelerarse en las dos últimas semanas de la valoración, dando una mayor tasa de acumulación de forraje en comparación con las asignaciones de forraje de 5 y 7% (menor intensidad de defoliación), que de forma contraria habían presentado una mayor acumulación de forraje al inicio de la valoración. (Hernández *et. al.*, 2002).

## **2.3.2 Crecimiento.**

### **2.3.2.1 Definición e importancia.**

El crecimiento de las plantas (Lambers H. *et. al.*, 1998) en hojas, raíz y otros órganos se define como la división, expansión y diferenciación del material celular, sin embargo el crecimiento se entiende como un proceso irreversible en tamaño (Sierra, 2002).

A medida que crecen los organismos multicelulares, a partir del cigoto, no solo aumentan el volumen, si no también en peso, número de células, cantidad y complejidad del protoplasma (Salisbury y Ross, 2000). Dicho proceso de crecimiento ocurre en los tejidos meristemáticos con la división y alargamiento celular (Manske, 1998).

En plantas como en los pastos, el crecimiento sigue una tendencia de curva sigmoideal en forma de “S” (Sierra, 2002). La fase se caracteriza por un bajo crecimiento inicial, seguido de un incremento continuo y mientras aumenta de tamaño la rapidez del crecimiento tiene un efecto proporcional. La fase lineal, se caracteriza por un incremento continuo en tamaño, a una velocidad constante

hasta alcanzar un punto máximo. La última etapa se inicia con la senescencia donde ocurre un decremento a medida que la planta comienza su madurez (Salisbury y Ross, 2000).

En un estudio hecho a *B. híbrido* cv. Mulato se muestra claramente la tendencia antes descrita. La tasa de crecimiento presenta un incremento gradual en sus valores a partir de la semana 4, hasta llegar al máximo alrededor de la semana 16, momento a partir del cual, comenzó a descender. Dicho proceso coincide con la disminución en la cantidad de biomasa foliar (Pérez *et. al.*, 2004).

El análisis de crecimiento vegetal, constituye un método básico para caracterizar el efecto del medio y el manejo, en el crecimiento de la planta (Hunt, 1990) puesto que el crecimiento de forraje en un punto dado, puede estar limitado por el suministro de fotoasimilados y por las reservas de la planta o por número, tamaño y actividad de los meristemos (Pérez *et. al.*, 2004).

#### **2.3.2.2 Meristemos.**

Cuando una planta inicia su recuperación (rebrote) es gracias a los meristemos vegetativos localizados en las yemas de la corona basal o de los estolones y rizomas. Si la planta ha alcanzado su desarrollo normal, los meristemos vegetativos se transforman en meristemos reproductivos, dejando de producir hojas para dar paso a las inflorescencia (Sierra, 2002).

En las plantas monocotiledóneas existen otras zonas meristemáticas, que se encuentran localizadas en el cambium vascular, arriba de los nudos. Los meristemos apicales de raíces y tallos (meristemos primarios), se forman durante el desarrollo embrionario. El cambium vascular y las zonas meristemáticas de los nudos y hojas de gramíneas (meristemos secundarios), no pueden diferenciarse sino hasta después de la germinación (Salisbury y Ross, 2000)

#### **2.3.2.3 Reservas de Carbohidratos**

Existen dos tipos de carbohidratos que son los estructurales (CE) y los no estructurales (CNE). Los CE constituyen la mayoría de la pared celular y, por consiguiente, juegan un papel importante en la integridad estructural de tejidos,

células y órganos (Hatfield, 1989). Por el contrario los CNE funcionan en el metabolismo intermedio, el transporte y la acumulación de energía y se almacenan en partes específicas de la planta como vaina y base de tallos, estolones, rizomas y raíces (Muslera y Ratera, 1991; Kim *et. al.*, 2001).

Los principales productos de almacenamiento en las hojas son sacarosa y almidón. Los azúcares hexosas libres, como la glucosa y fructosa, por lo general son más abundantes que la sacarosa en las células del tejido fotosintético (Salisbury y Ross, 2000).

Los carbohidratos solubles se almacenan en forma de fructosa en las gramíneas de zonas templadas, mientras que las de zonas tropicales, se almacenan en forma de almidón y sacarosa, compuestos de poco volumen y muy solubles, lo que facilita su transporte a las puntas de crecimiento para asegurar un rebrote rápido (Sierra, 2002).

### **2.3.3 Rebrote.**

En las gramíneas el brote puede nacer directamente del embrión o puede originarse de una yema vegetativa en la axila de una hoja de un vástago más viejo. El brote de una plántula se llama vástago o brote primario, que consiste en un eje de tallo foliar con hojas y yemas o ramas que nacen en forma alterna en nudos sucesivos (Gould y Shaw, 1992).

Los factores favorables para el crecimiento de las plantas, como la abundancia de agua, nutrientes y temperatura suficiente, influyen en la rapidez del rebrote (Muslera y Ratera, 1991), sin embargo, éste tiene su mayor influencia en la reserva de carbohidratos solubles, la actividad fotosintética de el área foliar remanente, los periodos de corte y la cantidad de tallos fértiles (Pohlmann y Simon, 1993).

La importancia que se le da a los factores que influyen en el rebrote son variados. Para Richards y Caldwell, (1985) en experimentos con *Agropyron desertorum* y *A. spicatum*, demostraron que a lo largo de la estación de crecimiento el número de meristemas activos, el área foliar remanente y proporción de tallos después de la

defoliación, fueron los factores más importantes que la disponibilidad de CNE en la tasa de rebrote y producción de forraje.

En ese sentido Busso *et. al.* (1990) examinaron a *A. desertorum* y *Pseudoroegneria spicata* en relación con la concentración de CNE en la biomasa y el rebrote en primavera en condiciones de riego con y sin defoliación. Sus conclusiones afirman que la concentración de CNE en la corona y en la raíz fueron similares para las plantas defoliadas y las no defoliadas en ambas especies. Lo que indica que las concentraciones de CNE en la corona y raíz, no estuvieron relacionadas con la tasa de crecimiento, rebrote o producción de biomasa. Así mismo, sugiere que las plantas expuestas a amplios periodos de sequía y defoliación favorece el almacenamiento de CNE durante el periodo de estrés y la elevada cantidad de CNE facilita el crecimiento de la planta, sólo cuando la actividad meristemática es alta.

En contraste, otros trabajos indican que la estructura morfológica y la disponibilidad de reservas, al final del pastoreo, son los factores más importantes que determinan el rebrote (Kim *et. al.*, 2001). La vaina residual, es un sitio del almacenamiento primario de las reservas orgánicas, ya que se almacenan más de la mitad de reservas en éste órgano (Ourry *et. al.*, 1988). Las reservas en la lámina, también tienen importancia, sobre todo en los primeros seis días de rebrote, mientras que las de la vaina, son más importantes en las fases tardías de rebrote. La densidad de vainas y proporción de material muerto se incrementan ligeramente con la asignación de forraje media y alta. Dicha asignación tiene un efecto significativo en el contenido de compuestos orgánicos: nitrógeno total, proteínas solubles, azúcares reducidos, fructanos, etc. (Kim *et. al.*, 2001)

Por su parte Becerra y Avendaño (1992), mencionan que después de la defoliación las reservas de carbohidratos bajan en rangos de 30 y 40 % de su valor inicial, debido a la baja tasa de fotosíntesis de la planta que se traduce en poco incremento del peso durante los primeros 8 días. Posteriormente, si las condiciones ambientales son apropiadas para la fotosíntesis, el crecimiento del rebrote comienza a ser independiente de sus reservas y sus altas tasas fotosintéticas permiten recuperar los CNE utilizados. De manera similar Anderson

*et. al.*, (1989) demostró que los carbohidratos bajan durante el rebrote, además de que las plantas que fueron cosechadas tuvieron concentraciones similares de CNE, mientras que las que no se cosecharon contenían una mayor concentración de CNE en la biomasa aérea y radical. Los CNE son utilizados para activar nuevos meristemos o bien son utilizados por meristemos recién activados, pero de manera más eficiente en meristemos activos.

La etapa morfológica y fisiológica en la que se encuentra la planta forrajera al momento de la primera cosecha, será de suma importancia, debido a que de esto dependerá la persistencia y el vigor de los rebrotes sucesivos. Al eliminar el meristemo apical, se favorecerá una disminución significativa de sus fuentes primarias de reserva energética para el rebrote: los carbohidratos no estructurales (Anderson y Matches, 1993; Anderson *et. al.*, 1989).

Por su parte Hernández Garay *et. al.* (2002) cita que en *B. brizantha*, en una defoliación severa, el rebrote dependió inicialmente de sus reservas de carbohidratos, mientras que a cortes menos intensos la planta quedó con una mayor cantidad de hoja residual, por lo que el rebrote dependió en gran medida del área foliar remanente. Sin embargo, una pradera con suficientes reservas de carbohidratos y una cantidad adecuada de hojas, el rebrote puede mantenerse alto después de la defoliación (Hodson, 1990: citado por Beltran *et. al.* 2002).

#### **2.3.4 Densidad de Tallos.**

La densidad de tallos es una variable importante en la estructura de una pradera (Chapman y Lemaire, 1993), y ésta es resultado de una población de tallos que nacen y mueren, siendo el ritmo de aparición y muerte diferente según la época del año (Muslera y Ratera, 1991).

El desarrollo de los tallos se presenta en zonas alejadas del ápice. Los entrenudos se forman a partir de la división y crecimiento de las células, situadas entre los primordios foliares. En la fase temprana de crecimiento, las divisiones celulares se presentan a lo largo del entrenudo joven, pero tiempo después la actividad meristemática se restringe a la región ubicada en la base del entrenudo e inmediatamente arriba del nudo mismo. Estas regiones meristemáticas se llaman

nudos intercalares, porque se intercalan o insertan entre regiones de células viejas que no se dividen, en especial en la base de los entrenudos, lámina y vaina de la hoja (Salisbury y Ross, 1992).

En las gramíneas, el desarrollo de la planta inicia con un tallo principal. La emisión de tallos secundarios aumenta la posibilidad de producción y la independencia de los hijos respecto de los tallos principales, permite la supervivencia de la planta (Muslera y Ratera, 1991).

Los tallos tienen un aumento lineal en la primera fase de desarrollo de las plantas, pero como este crecimiento se produce al mismo ritmo en todos los hijos que van apareciendo, el proceso termina por ser exponencial (Muslera y Ratera, 1991).

Una de las variables que más influyen en la producción de forraje es la densidad de los tallos (Beltrán *et. al.*, 2002). En una pradera emergen, crecen y mueren en tasas que difieren, en función del manejo y de las condiciones ambientales, siendo el balance entre la aparición y muerte de tallos lo que determina la densidad de los mismos (Hernández *et. al.*, 1997). El manejo de una pradera tiene un efecto en dicha densidad, ya que un manejo de pastoreo ligero durante la fase reproductiva, incrementa la tasa de aparición y la densidad de tallos en verano (Hernández *et. al.*, 1993). También son importantes las condiciones ambientales como el fotoperiodo y las temperaturas nocturnas, que influyen en la aparición de nuevos tallos, como sucedió con *B. brizantha* (Hernández *et. al.*, 2002).

Cuando las alturas de corte son bajas la densidad de tallos tiene un aumento significativo (Matthew *et. al.*, 1996: Chapman y Lemaire, 1993), por el contrario, la densidad de tallos baja con cortes menos frecuentes (Perez *et. al.*, 2004) y si ésta aumenta, el tamaño se reduce como se ha evidenciado en la relación tamaño/densidad, generada principalmente por la intensidad de competencia, debido a que el tamaño de la planta, a nivel individual es afectado por las variaciones en la densidad. Sin embargo un aumento en la densidad de tallos tiene una relación inversa en la producción de masa de follaje (Matthew *et. al.*, 1996).

### **2.3.5 Elongación y senescencia de hojas.**

Además de la densidad de tallos, el tamaño de la hoja y el número de hojas por tallo son los componentes que determinan la estructura de una pradera, pero la tasa de aparición de hojas es una de las más importantes (Chapman y Lemaire, 1993).

El primer signo de desarrollo foliar, suele consistir en divisiones de una de las tres capas cerca del ápice del tallo, llamados yemas o primordios foliares que se forman en sitios alternos al ápice (Manske, 1998). Las divisiones periclinales, seguidas del crecimiento de las células hijas, dan lugar al primordio foliar, mientras que las divisiones anticlinales incrementan el área superficial del primordio. Ambos tipos de divisiones son importantes para el desarrollo posterior de la hoja y crecimiento de otros tejidos en la planta (Salisbury y Ross, 2000).

El desarrollo de la hoja se realiza inicialmente en el meristemo intercalar, hasta que la región se divide en dos zonas con la formación de una banda de células que coincide con la aparición de la lígula. La parte superior del meristemo está asociada con la formación de la lámina, mientras que la actividad de la parte inferior da lugar a la vaina (Muslera y Ratera 1991). Los meristemos intercalares en hojas permanecen en posiciones basales, este rasgo morfológico pertenece a las gramíneas y contribuye con la tolerancia al pastoreo. Los meristemos intercalares cesan su actividad cuando la lígulas de la hoja es expuesta y la hoja está en su totalidad extendida y ningún crecimiento de longitud es posible (Manske, 1998).

Cuando el crecimiento hace surgir a la hoja a la luz, la expansión celular cesa y da origen a los procesos de fotosíntesis y transpiración. En ese momento, la hoja en crecimiento recibe carbohidratos de las raíces, tallos y de las hojas maduras, hasta que los requerimientos de la hoja en crecimiento puedan cubrirse con los fotoasimilados. Las células maduras de una hoja se encuentran ubicadas en el ápice y las más jóvenes están en la base, por lo que la elongación y diferenciación celular se inicia en la punta de la hoja (Manske, 1998).

La temperatura es el factor con mayor importancia en el crecimiento y desarrollo de las plantas, pues determina la tasa de producción y elongación de la hoja, ya

que favorece un cambio acelerado en la longitud de la vaina y estructura del tallo, que conforman el dosel vegetal, mediante los cuales, interceptan la radiación solar y generan biomasa. (Duru y Ducrocq, 2002).

Por su parte Hernández *et. al.* (2000) determinaron que la tasa de aparición de hojas y de fotosíntesis, por unidad de materia seca en hojas, disminuyen a medida que se incrementa la altura de corte (20 a 160 cm.).

La senescencia empieza por la punta de la hoja o parte más vieja de ella y se extiende hacia abajo a un ritmo variable según la incidencia de luz, temperatura y nutrición (Muslera y Ratera, 1991). Durante este proceso, el contenido celular se moviliza y se redistribuye a otras partes de la planta por lo que el porcentaje de materia seca es un indicador de senescencia (Manske, 1998).

El cuantificar la tasa de expansión foliar en monocotiledóneas, es necesario, para comprender y cuantificar la respuesta de los tratamientos en el crecimiento vegetal (Arkebauser y Norman, 1989).

### III. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1 Zona se estudio.

El rancho se localiza dentro del Canton Liberia, provincia de Guanacaste Costa Rica (Ver mapa No. 1), la cual se ubica entre las coordenadas 10° 47' 38" de Latitud N y 85° 29' 40" Longitud W, con una altitud promedio de 144 msnm.

El Canton tiene anchura máxima de sesenta kilómetros, en dirección norte a sur, desde la ladera del cerro Orosilito hasta el río Tempisque, al norte del poblado La Guinea, en la jurisdicción del cantón Carrillo. Se extiende asimismo desde el litoral hasta el filo de la Cordillera Volcánica de Guanacaste, que es la división natural con la provincia de Alajuela. Actualmente el cantón mide 1436.47 kilómetros cuadrados. (Internet: <http://sitiosdecostarica.com>)

**MAPA No. 1.  
UBICACIÓN DE GUANACASTE Y SU CABECERA LIBERIA**



## **3.2 Condiciones ambientales.**

### **3.2.1 Clima**

El clima húmedo caliente de la zona (Aw) presenta sólo 59 días de lluvia durante el año, de mayo a noviembre, con el máximo de precipitación entre septiembre y octubre con un promedio anual de 1600 mm.

La temperatura promedio es de 28 °C, la máxima se presentan en abril con valores próximos a los 38 °C, mientras que la mínima es probable de noviembre a marzo debido a las incursiones de masas de aire con dirección Norte y Noreste y se sitúa cerca de los 20 °C. La humedad relativa llega al 70% (<http://sitiosdecostarica.com>; [www.uned.ac.cr/recursos/cursos/agrostologia/files/2-03.htm](http://www.uned.ac.cr/recursos/cursos/agrostologia/files/2-03.htm)).

### **3.2.2 Condiciones edáficas.**

La región de Liberia cuenta con varios tipos de suelo como son los vertisoles, planosoles, litosoles, regosoles, latosoles rojos y café, aluviales con drenaje de bueno a imperfecto e hidromórficos en llanuras con depresiones inundadas. Destacan los vertisoles en asociación con los planosoles, en las zonas planas y partes onduladas principalmente en la parte sur. El segundo en importancia para la zona es el litosol que se ubica en las faldas de las cordilleras en el norte (Pérez S., 1971).

### **3.2.3 Orografía.**

El sistema montañoso comprende dos partes: el general que se extiende a lo largo de la línea divisoria con la provincia de Alajuela, por cuya cima va esa línea, y el costero, que va a poca distancia del litoral del Pacífico. El primero empieza en el macizo del Orosí, y forma parte del general de todo el país. Lleva dirección noreste-suroeste para terminar en la depresión que separa esta cordillera con el macizo del Poás. Este sistema se conoce con el nombre de Cordillera de Guanacaste y comprende dos secciones a su vez, de las cuales la Cordillera Volcánica del Norte es la más elevada. El sistema costero se desprende

desde el noreste del volcán Orosí y constituye una serie de macizos y colinas de poca elevación. Los del norte, que corren a lo largo de la costa del golfo de Culebra, se conocen como cerros de Sardinal, ricos en mineral de cobre. (Internet: <http://sitiosdecostarica.com>).

### **3.3 Localización del sitio experimental.**

El experimento se realizó en la Finca San Jerónimo (Ver mapa No. 2, Anexo I) que cuenta con una superficie de 5518 has, de las cuales el área sembrada es de 1198 has de pastos inducidos, 205 has de sorgo forrajero y 25 has de caña. También cuenta con una superficie de 1760 has de selva natural y el resto son potreros con pastos nativos.

Los suelos son poco profundos y forman pequeños valles que se caracterizan por la formación de terrazas. Su textura es variada y va del franco arenoso, franco arcilloso, arcilloso y arcillo arenoso con pH que oscila de 5 a 5.9 encontrándose algunas partes con alto contenido de aluminio, pero el promedio está en 0.16 meq/g. Hay regiones que poseen gran retención de humedad por la alta plasticidad e hinchamiento de las arcillas que pueden causar inundaciones (Soto, 1990).

### **3.4 Metodología.**

#### **3.4.1. Manejo de la pradera.**

En los pastos con *Brachiaria dictyoneura*, *B. brizantha*, *B. híbrido* y *B. decumbens*, (4 tratamientos) con más de dos años de haberse establecido y en el lugar donde hubiese menos cantidad de plantas arvenses, se determinó para cada tratamiento el área de estudio de 16 x 24 m, delimitándose con cerco de púas después del corte de uniformización a 15 cm de altura y de haberse retirado el forraje cortado, de inmediato se dividió en 24 parcelas de 4 x 4 m, delimitadas con hilo de nylon. Este momento se tomó como el día cero y se procedió a cortar 4 parcelas a ras del suelo de 0.25 m<sup>2</sup> para determinar el forraje residual (Ver Anexo II).

Las evaluaciones se hicieron a intervalos de siete días durante un ciclo de crecimiento de seis semanas, dentro de un periodo de lluvias, asignándose un día para cada tratamiento.

Se uso un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones.

### **3.4.2. Variables a evaluar**

#### **3.4.2.1 Acumulación de materia seca (MS).**

Después del corte de uniformización, cada siete días se cortó a ras del suelo un cuadro de 0.25 m<sup>2</sup> (50x50 cm) por repetición, seleccionado aleatoriamente (Ver Anexo II). Del forraje cosechado se separaron sus componentes botánicos y se guardaron en bolsas de papel estraza perforadas e identificando con etiqueta cada muestra con fechas, tratamiento y componente guardado. Para poderse almacenar fueron oreadas dentro de la bolsa y bajo sombra para su parcial secado, posteriormente en el laboratorio del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica, en estufa de aire forzado a 70 °C hasta peso constante, se determinó de cada muestra la cantidad de materia seca de forraje total y por componente, para cada semana de crecimiento.

#### **3.4.2.2 Composición Botánica y Morfológica.**

El forraje cosechado se separó con los siguientes componentes: hoja, tallos (incluyó el pseudotallo o vaina del las hojas), espigas, material muerto, malezas y otros pastos, para determinar su composición morfológica y botánica. Después del secado en la estufa de aire forzado y con los datos de peso seco se obtuvieron las relaciones hoja:tallo y hoja:no hoja (tallos, espigas y material muerto).

#### **3.4.2.3 Tasa de Crecimiento.**

La tasa de crecimiento se calculó con la formula descrita por Hunt (1982) (Citado por Bernal, 2004).

$$TC = \frac{PS_2 - PS_1}{T_2 - T_1}$$

donde  $TC$  = tasa de crecimiento ( $\text{Kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ );  $PS_2$  y  $PS_1$  es el peso seco del forraje al tiempo 1 y 2 respectivamente  $T_2$  y  $T_1$  es periodo transcurrido entre dos cortes sucesivos.

#### 3.4.2.4 Crecimiento Foliar.

Para la elongación y senescencia de la hoja se determinaron aleatoriamente cuatro parcelas de cada tratamiento (*Brachiaria*), en las cuales se trazó una línea de un metro de longitud, empleando un cordón anclado en cada extremo a una estaca de alambre galvanizado. A cada 20 cm de la línea trazada se enterraron cinco estacas de 30 cm. A la hoja del tallo más cercano a cada estaca, previamente marcado con hilo rojo de nylon, se les hicieron las mediciones mediante la metodología descrita por Beltrán *et. al.*, (2002).

La longitud de cada lámina foliar en cada tallo, se registró con una precisión de 1 mm, realizándose mediciones cada siete días con una regla. La longitud fue considerada como la distancia desde el punto de inserción (lígula) a la región amarilla o punta de la hoja.

La tasa de elongación de la hoja ( $E$ ) se calculó como:

$$E = \frac{L_{t2} - L_{t1}}{T_2 - T_1}, \text{ en mm tallo}^{-1} \text{ día}^{-1}.$$

Para cualquier hoja cuando,  $L_{t2} \geq L_{t1}$  donde  $L_{t2}$  = longitud en el tiempo 2;  $L_{t1}$  = longitud de la hoja en el tiempo 1;  $T_2 - T_1$  = número de días transcurridos entre las mediciones.

La senescencia ( $S$ ) de las hojas maduras fue calculada como la disminución de longitud entre intervalos de mediciones sucesivas, dividido entre el número de días en el intervalo:

$$S = \frac{LHM_{t2} - LHM_{t1}}{T_2 - T_1}, \text{ en mm tallo}^{-1} \text{ día}^{-1},$$

Donde  $T_2 - T_1$  son como arriba;  $LHM_{t1}$  y  $LHM_{t2}$  son la longitud individual de las hojas maduras cuando  $LHM_{t1} \geq LHM_{t2}$ .

El crecimiento neto de hoja por tallo (CN) se calculó con la diferencia entre la tasa de elongación de la hoja y la tasa de senescencia:

$$CN = E - S \text{ En mm tallo}^{-1} \text{ día}^{-1}$$

#### 3.4.2.5 Dinámica de Tallos.

A partir del corte de uniformización, en 4 parcelas elegidas de manera aleatoria para cada *Brachiaria*, se colocó un aro de tubo de PVC de 3 cm de alto y 11 cm de diámetro con un área 0.0095 m<sup>2</sup>, realizándose dentro de ésta el conteo inicial de tallos. A partir de ese momento, cada siete días se tomaron lecturas de la aparición de nuevos tallos, marcándose con pequeños anillos plásticos de colores diferentes según el día de lectura. Esos datos sirvieron de referencia para calcular la dinámica de tallos por semana en una hectárea.

#### 3.4.3 Análisis estadístico.

Los resultados se analizaron por el procedimiento ANOVA y pruebas de Tukey empleando el programa de cómputo SAS (2000)(Herrera y Lorenzana 1994; Rebolledo R, H. 1998), para un diseño completamente al azar representado en el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \end{array}$$

donde:

$Y_{ij}$  = Ganancia en peso de forraje del  $i$ -ésimo tratamiento,  $j$ -ésima repetición

$\mu$  = Media general.

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento  $i$ -ésimo.

$E_{ij}$  = Error aleatorio.

$\mu$  y  $Z_i$  = Son llamados parámetros.

$E_{ij} \sim N I (0, \sigma^2)$

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.<sup>2</sup>

### 4.1 Acumulación semanal de materia seca.

La acumulación de materia seca total y por componente morfológico de las cuatro *Brachiarias* aumentó con la edad de rebrote. (Ver figuras 1, 2, 3 y 4). La acumulación de forraje en peso seco al principio fue baja, coincidiendo con Beltrán *et. al.*, (2002); Richards y Caldwell, (1985), al mencionar que después del corte, la planta dependió del área foliar residual así como de sus reservas de carbohidratos (CNE) como lo citan Kim *et. al.* (2001); Becerra y Avendaño, (1992).

En la acumulación de materia seca total (Cuadro 3) sobresalió *B. brizantha* en el transcurso de las semanas evaluadas, mientras *B. dictyoneura* y *B. híbrido* quedarón abajo (salvo la semana 2 y 4 para la segunda) con muy poca significancia durante las primeras 5 semanas y *B. decumbens* con la media más baja. Todos los tratamientos presentaron una media similar para la sexta semana ( $p \leq 0.05$ ). La alta producción de materia seca de *B. brizantha* también es citada por Euclides *et. al.*, (1993) y Hernández Garay *et. al.*, (2002)

### CUADRO No. 3

ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA TOTAL DE LAS BRACHIARIS (kg ha<sup>-1</sup>)

ESPECIE	EIDADES DE REBROTE (SEMANAS)					
	1	2	3	4	5	6
<i>B. dictyoneura</i>	1218.5 <sup>ab</sup>	2327.6 <sup>ab</sup>	2668.52 <sup>ab</sup>	2686.2 <sup>ab</sup>	3428.2 <sup>ab</sup>	4569.2 <sup>a</sup>
<i>B. brizantha</i>	2142.3 <sup>a</sup>	2892.88 <sup>a</sup>	3657.9 <sup>a</sup>	4176.34 <sup>a</sup>	5065.56 <sup>a</sup>	5581.7 <sup>a</sup>
<i>B. híbrido</i>	1127.41 <sup>ab</sup>	1491.48 <sup>b</sup>	2268.17 <sup>ab</sup>	2326.9 <sup>b</sup>	3643.9 <sup>ab</sup>	4023.6 <sup>a</sup>
<i>B. decumbens</i>	952.93 <sup>b</sup>	1215.52 <sup>b</sup>	1543.7 <sup>b</sup>	2112.62 <sup>b</sup>	1938.7 <sup>b</sup>	3829.5 <sup>a</sup>

En todos los tratamientos destaca la semana seis como la que acumuló mayor materia seca total y por componente. La mayor eficiencia en el crecimiento y acumulación de materia seca ocurre a la sexta semana puesto que al aumentar la edad de rebrote hay una mayor proporción de hojas activas, según cita (Enríquez y Romero, 1999) de las cuales depende la fotosíntesis neta (Hernández Garay *et. al.*, 2000)

2. Las tablas de resultados analizadas en el SAS para todas las variables evaluadas en éste apartado, se presentan en el Anexo III.

En el cuadro 4 se muestra que el análisis de la hoja evidenció diferencias entre tratamientos. En la acumulación de hoja el mayor peso los registro *B. dictyoneura* y *B. brizantha* ( $P \leq 0.05$ ). La primera mantuvo su mayor rendimiento a partir de la segunda semana, mientras que *B. brizantha* se comportó con un mayor rendimiento a excepción de la segunda y quinta semana.

#### CUADRO No. 4

##### ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA EN HOJA DE LAS BRACHIARIAS ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

ESPECIE	EIDADES DE REBROTE (SEMANAS)					
	1	2	3	4	5	6
<i>B. dictyoneura</i>	362.12 <sup>ab</sup>	815.80 <sup>a</sup>	959.93 <sup>a</sup>	1158.10 <sup>a</sup>	1771.00 <sup>a</sup>	2315.70 <sup>a</sup>
<i>B. brizantha</i>	422.00 <sup>a</sup>	485.14 <sup>ab</sup>	924.60 <sup>a</sup>	1038.44 <sup>a</sup>	1368.76 <sup>ab</sup>	1835.10 <sup>a</sup>
<i>B. híbrido</i>	149.26 <sup>ab</sup>	215.40 <sup>b</sup>	498.93 <sup>ab</sup>	662.34 <sup>b</sup>	1427.73 <sup>ab</sup>	1989.60 <sup>a</sup>
<i>B. decumbens</i>	84.30 <sup>b</sup>	139.72 <sup>b</sup>	372.30 <sup>b</sup>	693.80 <sup>b</sup>	853.40 <sup>b</sup>	1560.50 <sup>a</sup>

Sin embargo, los valores bajos para ambas especies se registran con una mínima significancia en donde intercambian posiciones.

En lo que respecta al tratamiento *B. híbrido*, sus valores resultaron ser poco significativos con los tratamientos antes citados en las semanas 1, 3 y 5 y sólo mostró tener una media más baja en la semana 2 y 4. El único tratamiento que demostró tener una media por debajo de las demás en las cinco primeras semanas de la valoración fue *B. decumbens*. De manera similar, en un estudio bajo pastoreo realizado en Brasil en época de lluvias, la acumulación de materia seca de hoja fue menor en *B. decumbens*. en comparación con *B. brizantha*, de igual manera se comportó en la acumulación de materia seca total (24 y 33% de MS respectivamente) (Euclides *et. al.*, 1993)

Cabe destacar que todos los tratamientos no mostraron diferencias significativas en la última semana, lo cual hace suponer que la acumulación de hoja tiende a ser similar con la madurez del rebrote.

La acumulación de materia seca en tallos no tuvo significancia en la primera semana para ningún tratamiento (Cuadro No.5), sin embargo, a partir de la semana dos *B. brizantha* mostró la mayor acumulación de tallos en peso seco ( $p \leq 0.05$ ). Esta aportación alta de biomasa de tallos para *B. brizantha* también la

reportó Hernández Garay *et. al.* (2002) al mostrar que el peso de tallos representa el doble de la relación con respecto a la hoja.

### CUADRO No. 5

#### ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA EN TALLO DE LAS *BRACHIARIAS* (kg ha<sup>-1</sup>)

ESPECIE	EIDADES DE REBROTE (SEMANAS)					
	1	2	3	4	5	6
<i>B. dictyoneura</i>	509.22 <sup>a</sup>	713.90 <sup>b</sup>	830.79 <sup>b</sup>	583.70 <sup>b</sup>	765.20 <sup>b</sup>	1012.20 <sup>b</sup>
<i>B. brizantha</i>	915.70 <sup>a</sup>	1568.00 <sup>a</sup>	1780.30 <sup>a</sup>	1477.50 <sup>a</sup>	2011.80 <sup>a</sup>	2052.00 <sup>a</sup>
<i>B. híbrido</i>	645.90 <sup>a</sup>	598.78 <sup>b</sup>	660.74 <sup>b</sup>	492.80 <sup>b</sup>	1015.08 <sup>b</sup>	1165.20 <sup>b</sup>
<i>B. decumbens</i>	424.53 <sup>a</sup>	376.55 <sup>b</sup>	259.50 <sup>b</sup>	429.17 <sup>b</sup>	567.20 <sup>b</sup>	1214.90 <sup>b</sup>

Por su parte los demás tratamientos desde la semana dos no presentaron diferencias estadísticas.

La acumulación de materia muerta aumentó con la edad del rebrote como se muestra en el cuadro 6, sin tener significancia alguna en las primeras cuatro semanas ( $p \leq 0.05$ ). Lo anterior como consecuencia del proceso de maduración (Pérez, 2004) en el cual, se da la movilización y distribución del contenido celular a otras partes de la planta (Muslera y Ratera, 1991; Manske, 1998)

### CUADRO No. 6

#### ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA MUERTA DE LAS *BRACHIARIAS* (kg ha<sup>-1</sup>)

ESPECIE	EIDADES DE REBROTE (SEMANAS)					
	1	2	3	4	5	6
<i>B. dictyoneura</i>	347.16 <sup>a</sup>	797.90 <sup>a</sup>	877.80 <sup>a</sup>	944.40 <sup>a</sup>	892.00 <sup>ab</sup>	1241.30 <sup>a</sup>
<i>B. brizantha</i>	804.60 <sup>a</sup>	839.74 <sup>a</sup>	953.00 <sup>a</sup>	1660.40 <sup>a</sup>	1685.00 <sup>a</sup>	1636.10 <sup>a</sup>
<i>B. híbrido</i>	332.25 <sup>a</sup>	677.30 <sup>a</sup>	1108.50 <sup>a</sup>	1171.76 <sup>a</sup>	1201.09 <sup>ab</sup>	832.20 <sup>a</sup>
<i>B. decumbens</i>	444.10 <sup>a</sup>	699.25 <sup>a</sup>	911.90 <sup>a</sup>	989.65 <sup>a</sup>	518.10 <sup>b</sup>	1054.10 <sup>a</sup>

En la semana cinco mostró significancia al aumentar ligeramente para *B. brizantha*, mientras *B. híbrido* y *B. dictyoneura* le siguieron con muy poca significancia, quedando con menor valor *B. decumbens*. Finalmente la materia muerta queda emparejada para todos los tratamientos, quedando claro que en general comparten la misma masa de materia muerta.

FIGURA No. 1

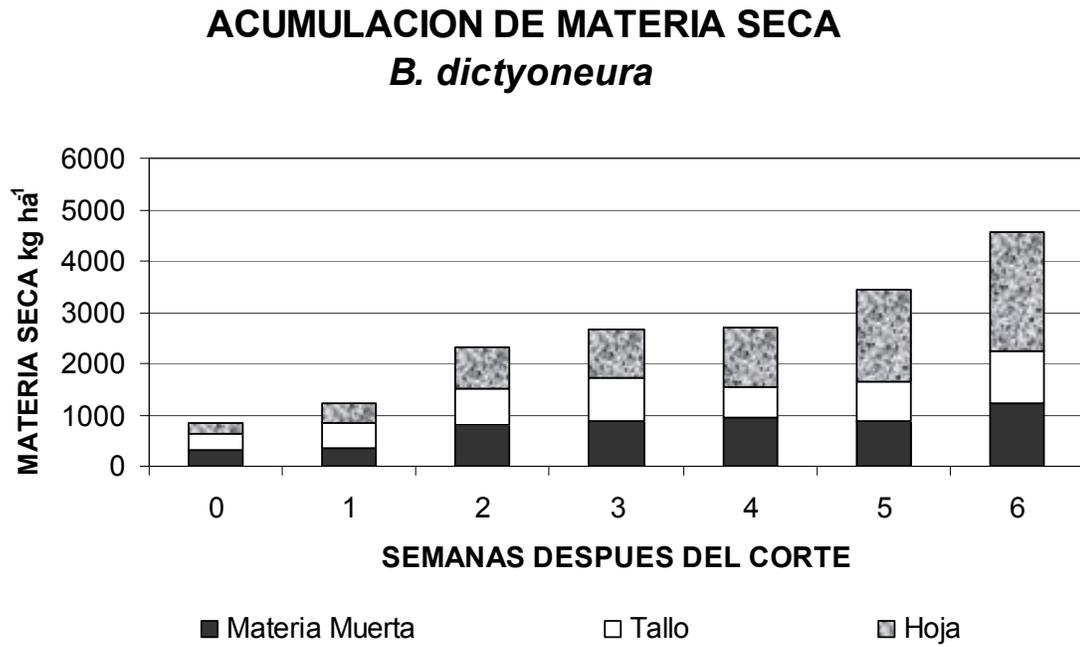


FIGURA No. 2

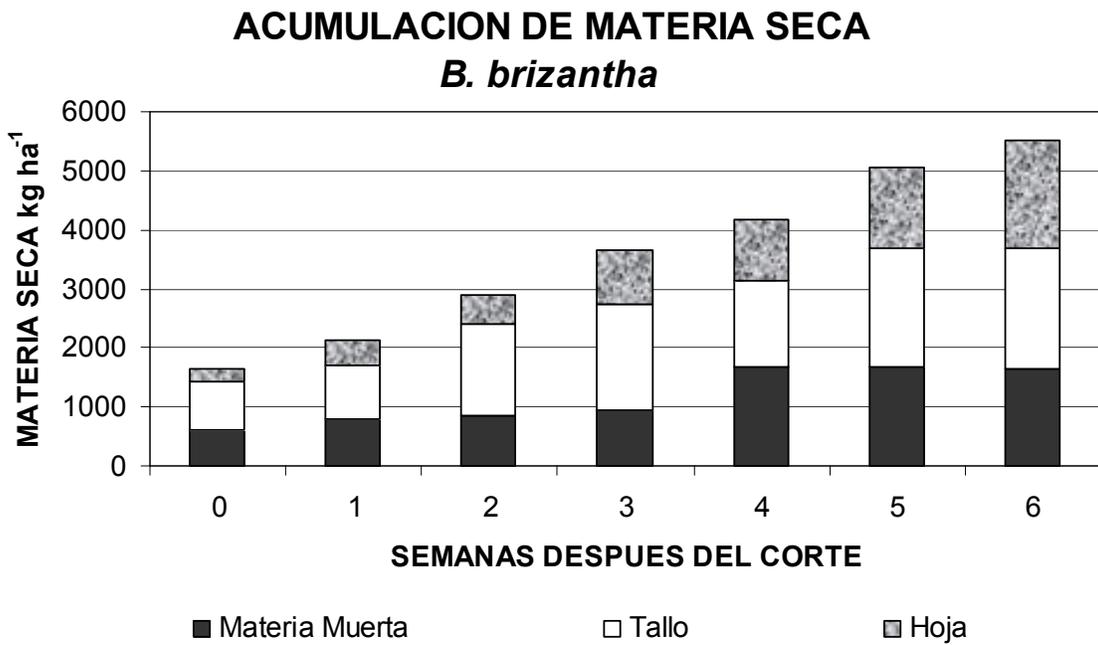


FIGURA No. 3

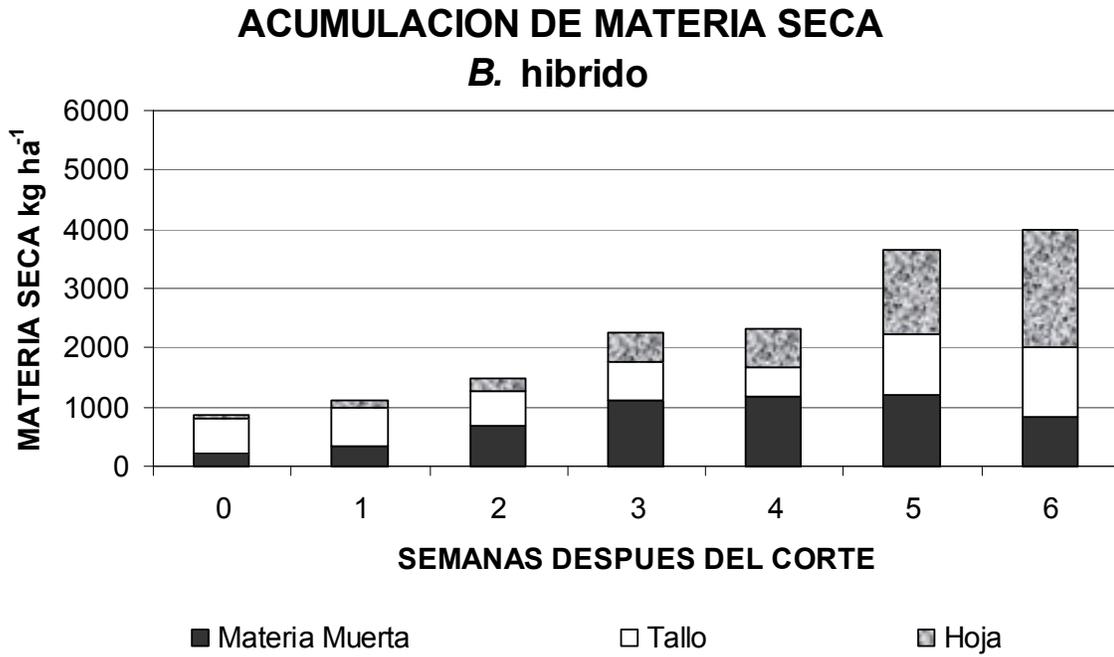
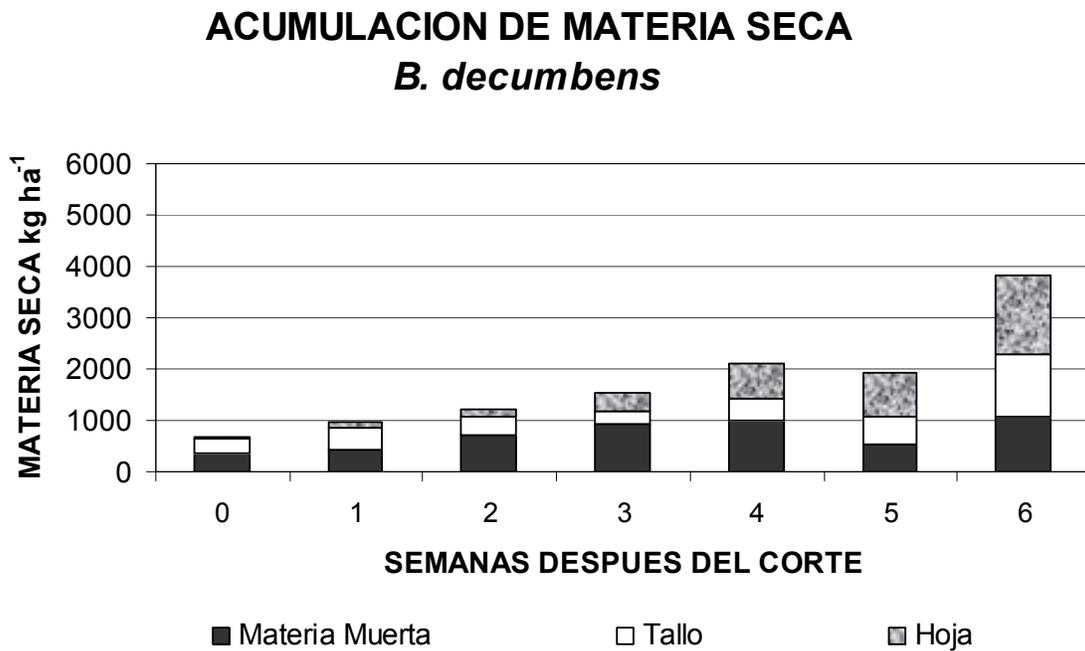


FIGURA No. 4



## 4.2 Relación hoja:tallo y hoja:no hoja.

Los cambios semanales en la relación hoja:tallo y hoja:no hoja se presentan en el cuadro No 7.

**CUADRO No. 7**

VARIACION DE LA RELACION HOJA:TALLO\* Y HOJA:NO HOJA\*\* DE LAS CUATRO BRACHIARIAS

ESPECIE	SEMANAS						
	0	1	2	3	4	5	6
<b><i>B. dictyoneura</i></b>							
hoja:tallo	0.67	0.83	1.13	1.33	2.00	2.49	2.35
hoja:no hoja	0.31	0.48	0.53	0.59	0.76	1.24	1.08
<b><i>B. brizantha</i></b>							
hoja:tallo	0.30	0.50	0.32	0.53	0.72	0.73	0.91
hoja:no hoja	0.17	0.27	0.21	0.34	0.35	0.39	0.51
<b><i>B. híbrido</i></b>							
hoja:tallo	0.10	0.23	0.37	0.82	1.43	1.42	1.71
hoja:no hoja	0.07	0.15	0.18	0.28	0.41	0.66	0.98
<b><i>B. decumbens</i></b>							
hoja:tallo	0.08	0.19	0.44	1.57	1.63	1.52	1.29
hoja:no hoja	0.04	0.10	0.13	0.34	0.50	0.78	0.69

\*Hoja:tallo. Es la relación del peso de la hoja entre el tallo.

\*\*Hoja:no hoja. Es la relación entre el peso de la hoja y la no hoja (tallos, espigas, donde aparecieron y material muerto)

Ambas variables mostraron su valor más bajo después del corte de uniformización, posteriormente aumentaron conforme aumentaba la edad de rebrote, esto debido al aumento de biomasa de hoja y de tallo.

Los tratamientos *B. brizantha* y *B. híbrido* presentaron su mayor relación en la semana seis para ambas variables, mientras *B. dictyoneura* y *B. decumbens* mostraron su valor máximo en la semana cinco y cuatro respectivamente. La disminución en la relación hoja:tallo y hoja:no hoja se debe a que la planta después de adquirir su valor máximo, tienden a decrecer sus relaciones debido al incremento en la biomasa de tallos y material muerto (Hernández Garay *et. al.*, 1997; Velazco *et. al.* 2002), puesto que éstos están correlacionados de manera positiva con la edad del rebrote, lo cual favorece la disminución de la relación (Pérez Amaro *et. al.*, 2004).

En las últimas semanas los valores más bajos entre los tratamientos los obtuvo *B. brizantha* a consecuencia de la alta masa de tallos. Al contrario, *B. dictyoneura* dio la relación más alta gracias a su mayor acumulación en biomasa de hoja.

#### 4.3 Tasa de crecimiento

El comportamiento de la tasa de crecimiento (TC) durante la valoración se muestra en el Cuadro No. 8. En los resultados las semanas 1, 3 y 4 no presentaron significancia, mientras que las semanas 2, 5 y 6 si ( $p \leq 0.05$ ).

#### CUADRO No. 8

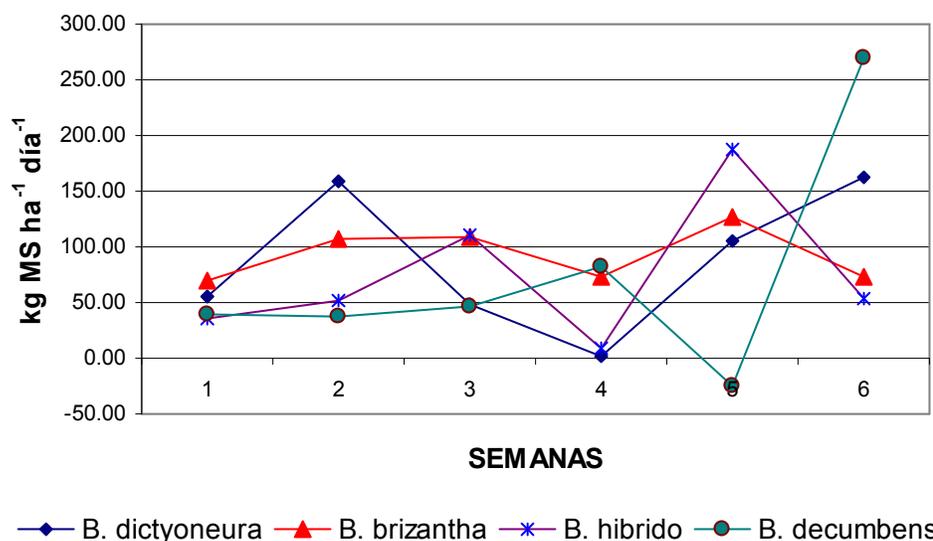
TASA DE CRECIMIENTO DE LAS *Brachiarias* (kg MS ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> ).

ESPECIE	SEMANAS DE REBROTE					
	1	2	3	4	5	6
<i>B. dictyoneura</i>	54.54 <sup>a</sup>	158.44 <sup>a</sup>	48.70 <sup>a</sup>	2.53 <sup>a</sup>	106.00 <sup>ab</sup>	163.00 <sup>ab</sup>
<i>B. brizantha</i>	69.50 <sup>a</sup>	107.23 <sup>ab</sup>	109.29 <sup>a</sup>	74.06 <sup>a</sup>	127.03 <sup>ab</sup>	73.73 <sup>ab</sup>
<i>B. híbrido</i>	36.32 <sup>a</sup>	52.01 <sup>b</sup>	110.96 <sup>a</sup>	8.39 <sup>a</sup>	188.14 <sup>a</sup>	54.24 <sup>b</sup>
<i>B. decumbens</i>	39.38 <sup>a</sup>	37.51 <sup>b</sup>	46.88 <sup>a</sup>	81.27 <sup>a</sup>	-24.85 <sup>b</sup>	270.11 <sup>a</sup>

En la semana 2 se observa la mayor acumulación en la tasa de crecimiento con *B. dictyoneura*, con una TC apenas por debajo está *B. brizantha* con una mínima significancia en su acumulación, mientras que *B. híbrido* y *B. decumbens* tienen los valores más bajos. En la semana 5 destaca *B. híbrido* con la máxima acumulación, mientras que *B. brizantha* y *B. dictyoneura* sin diferencia entre ellas, quedan abajo con una mínima significancia. Por último la semana 6 presenta un cambio fuerte, al pasar *B. decumbens* de los valores más bajos y situarse en la mayor tasa de crecimiento dejando igualados y debajo del máximo rendimiento a *B. dictyoneura* y *B. brizantha* con una mínima significancia y *B. híbrido* con el valor más bajo.

FIGURA No. 5

VARIACION EN LA TASA DE CRECIMIENTO



Como se puede observar en la figura 5 la TC presenta notables variaciones en su desarrollo, pero generalmente se percibe un incremento conforme aumenta la edad del rebrote. Aparentemente la máxima TC se alcanza para *B. dictyoneura* y *B. decumbens* en la semana 6, mientras que *B. brizantha* y *B. híbrido* en la semana 5., la cual tiene su aparición una semana antes de que la planta produzca su mayor cantidad de hoja y llega a su índice de área foliar (IAF) óptimo (Velazco *et. al.*, 2002; Beltrán *et. al.*, 2005) y su disminución es como consecuencia del incremento gradual de la tasa de senescencia (Chapman y Lemaire, 1993; Hernández Garay *et. al.* 2000; Beltrán *et. al.*, 2005).

Sin embargo debido a dicha variación de los datos de la máxima TC no se puede asegurar que sean los resultados mencionados, puesto que como cita Enríquez y Romero (1999), que al evaluar varios ecotipos de *Brachiarias spp* concluyeron que la mayor TC se alcanza hasta la semana 8. Esto solo se puede explicar por que como mencionan los autores, la TC no solo está afectada por las cuestiones de la especie y genotipo del pasto, sino además, de la temperatura, precipitación, características del suelo, patrón de enraizamiento de cada especie y factores de manejo. Por ello también las variaciones tan marcadas del desarrollo de la TC.

#### 4.4 Composición botánica y morfológica

Como se presenta en las figuras 6, 7, 8 y 9 después del corte de uniformización el forraje residual presentó bajos porcentajes en hoja y altos porcentajes en tallo y material muerto. En general para todos los tratamientos, el porcentaje de hojas aumento con la edad de rebrote, sin notarse un declive en el transcurso de las semanas, sus valores máximos fueron al final de la valoración con un 48% para *B. dictyoneura*, 32.11% en *B. brizantha*, 48.11% en *B. híbrido* y 39.5% para *B. decumbens*. De igual forma en los tratamientos el porcentaje de tallos y material muerto disminuyó conforme aumentó el crecimiento de la hoja (a excepción de *B. brizantha* que durante toda la valoración presentó un porcentaje mayor de tallo que de hoja), sin que sus datos individuales al final de la valoración representarán un valor mayor al de las hojas.

El porcentaje de tallos tuvo un valor mínimo en la semana 4 para los tratamientos *B. dictyoneura*, *B. brizantha* y *B. híbrido* y solo *B. decumbens* en la semana 3, mostrando un aumento gradual en las últimas semanas de la valoración.

Variaciones similares reporta Velasco *et. al.* (2002) en praderas establecidas de ballico perenne en relación con variación de hoja y tallo, sin que el presente trabajo llegara al punto de aceleración del material muerto y diferenciación de tallos reproductivos que afectasen el porcentaje de hoja. De forma contraria Pérez *et. al.*, (2004) al analizar a *B. híbrido*, encontraron valores diferentes, donde el porcentaje de hoja fue mayor desde la primera semana y casi nula en la semana 21, con el consecuente aumento del porcentaje de material muerto, tallo y espigas. Estos resultados se deben a que el mulato se valoró desde la germinación, sin tomar en cuenta el material restante después de una defoliación en praderas establecidas.

La maleza y otras gramíneas presentaron una mayor presencia en lo general en *B. dictyoneura*, donde el porcentaje de maleza y otras gramíneas (41.8%) en la primera semana de valoración coincide con su media más baja para dicho tratamiento, sin ser un valor de importancia para los demás (Ver Anexo IV).

FIGURA No. 6

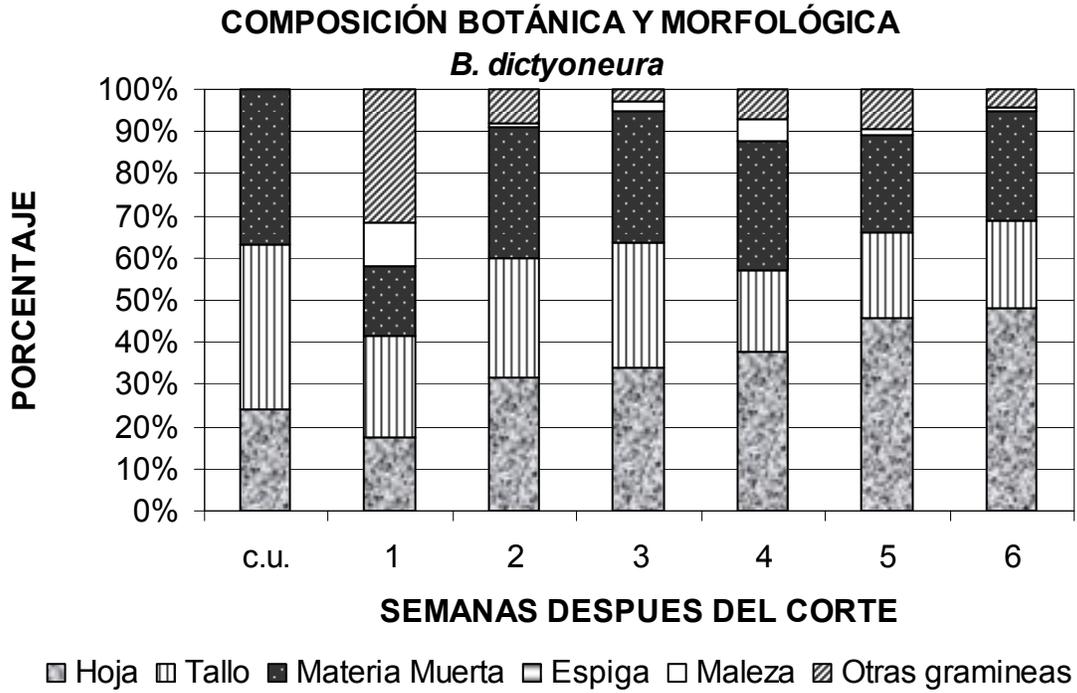
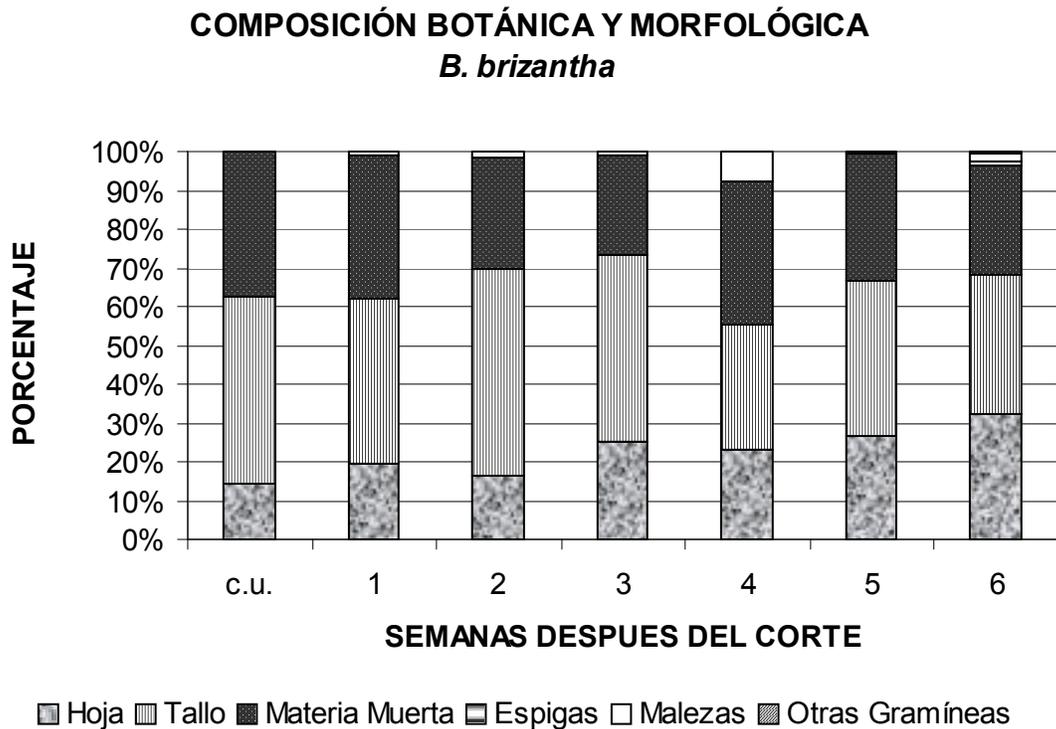
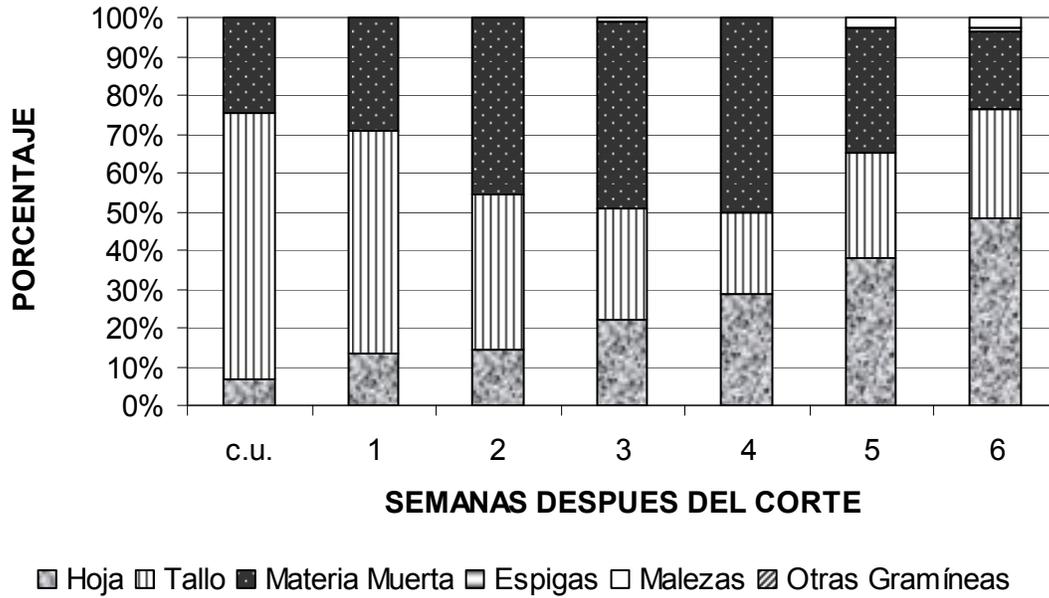


FIGURA No. 7



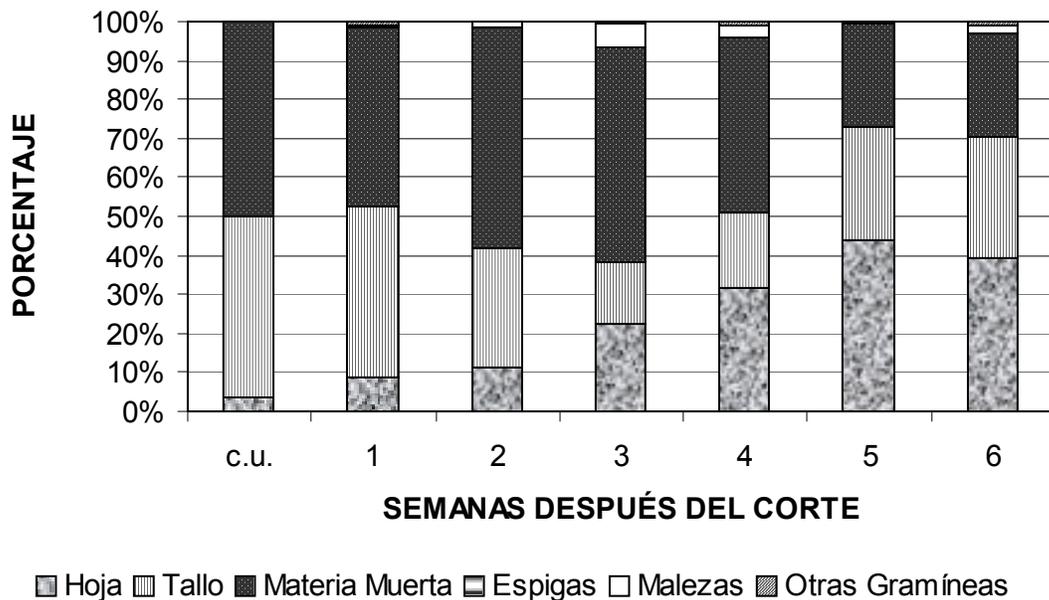
**FIGURA No. 8**

**COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y MORFOLÓGICA**  
*B. híbrido*



**FIGURA No. 9**

**COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y MORFOLÓGICA**  
*B. decumbens*



#### 4.5 Crecimiento foliar.

Los cambios semanales en la elongación (E), senescencia (S) y tasa neta de crecimiento (TNC) realizados en el presente estudio se muestran en el cuadro 8. Permitiendo ver como la acumulación de forraje en praderas defoliadas representa el balance entre la tasa de crecimiento del nuevo tejido y la tasa de pérdida de tejido presente por senescencia y descomposición (Hodson, *et. al.*, 1981, citado por Beltrán *et. al.*, 2002). Ver figuras 10, 11, 12 y 13.

Como se observa en el cuadro 9 los resultados muestran un crecimiento gradual en las tres variables conforme aumentaba la edad de rebrote para todos los tratamientos. Destacando los valores más bajos al inicio de la valoración y los más altos al final para todos los tratamientos.

**CUADRO No. 9**

**CRECIMIENTO DE HOJA EN cm tallo<sup>-1</sup> hoja<sup>-1</sup>**

	SEMANAS				
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
<b>ESPECIE</b>	<b>ELONGACIÓN</b>				
<i>B. dictyoneura</i>	13,3 <sup>b</sup>	23,12 <sup>a</sup>	33,775 <sup>a</sup>	43,32 <sup>a</sup>	48,855 <sup>a</sup>
<i>B. brizantha</i>	14,33 <sup>a</sup>	24,37 <sup>a</sup>	33,485 <sup>a</sup>	43,965 <sup>a</sup>	48,075 <sup>a</sup>
<i>B. híbrido</i>	21,02 <sup>a</sup>	36,83 <sup>a</sup>	50,715 <sup>a</sup>	64,845 <sup>a</sup>	71,735 <sup>a</sup>
<i>B. decumbens</i>	21,015 <sup>a</sup>	37,21 <sup>a</sup>	54,235 <sup>a</sup>	67,655 <sup>a</sup>	74,87 <sup>a</sup>
<b>ESPECIE</b>	<b>SENESCENCIA</b>				
<i>B. dictyoneura</i>	0 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>	1,38 <sup>a</sup>	2,655 <sup>b</sup>	5,315 <sup>b</sup>
<i>B. brizantha</i>	0 <sup>a</sup>	3,41 <sup>a</sup>	9,195 <sup>a</sup>	17,83 <sup>a</sup>	25,505 <sup>a</sup>
<i>B. híbrido</i>	0,375 <sup>a</sup>	2,835 <sup>a</sup>	8,425 <sup>a</sup>	16,675 <sup>a</sup>	22,83 <sup>a</sup>
<i>B. decumbens</i>	0,07 <sup>a</sup>	0,78 <sup>a</sup>	2,64 <sup>a</sup>	9,155 <sup>ab</sup>	15,585 <sup>ab</sup>
<b>ESPECIE</b>	<b>CRECIMIENTO NETO</b>				
<i>B. dictyoneura</i>	13,3 <sup>a</sup>	22,82 <sup>a</sup>	32,395 <sup>a</sup>	40,665 <sup>a</sup>	43,54 <sup>a</sup>
<i>B. brizantha</i>	14,33 <sup>a</sup>	20,96 <sup>a</sup>	24,29 <sup>a</sup>	26,135 <sup>a</sup>	22,57 <sup>a</sup>
<i>B. híbrido</i>	20,645 <sup>a</sup>	33,995 <sup>a</sup>	42,29 <sup>a</sup>	48,17 <sup>a</sup>	48,905 <sup>a</sup>
<i>B. decumbens</i>	20,945 <sup>a</sup>	36,43 <sup>a</sup>	51,595 <sup>a</sup>	58,5 <sup>a</sup>	59,285 <sup>a</sup>

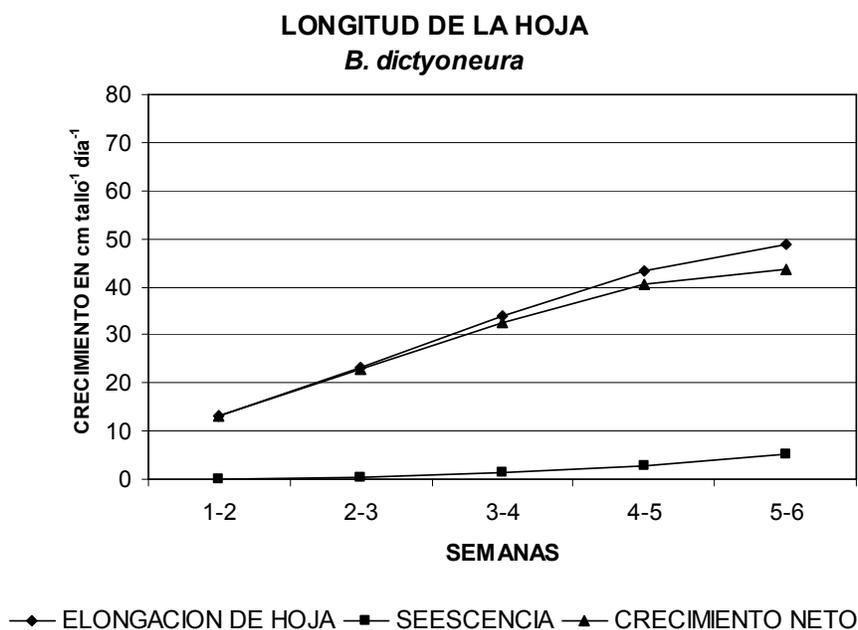
Para la elongación en general no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ), salvo el periodo 1-2 donde *B. dictyoneura* presento un valor más bajo, pero que al paso de las semanas se igualaron sus valores. La temperatura es la que más favorece la elongación y aparición de hojas ya que al

crecer interceptan radiación solar y generan biomasa. (Duru y Ducrocq, 2002; Velazco *et. al.*, 2002)

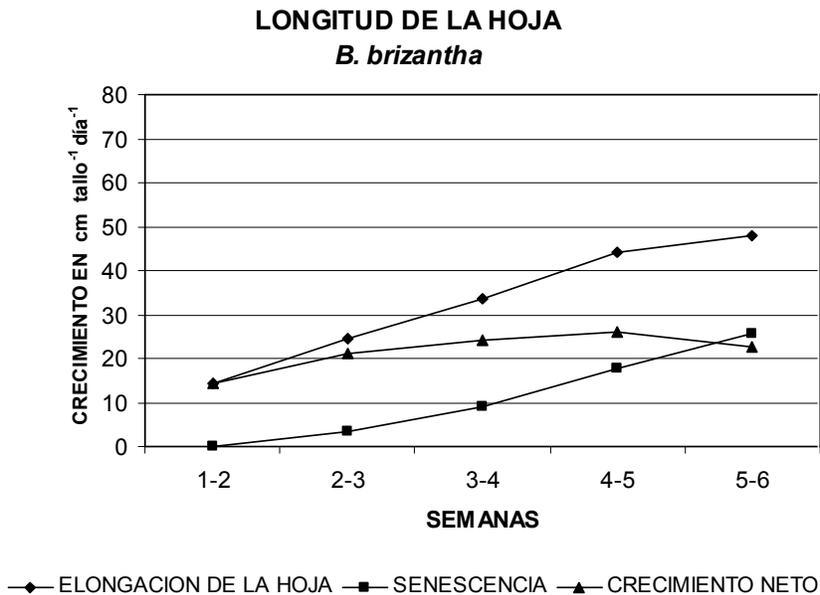
La senescencia solo mostró significancia hasta los dos últimos periodos destacando *B. brizantha* con 17.8 y 25.5 de  $\text{mm tallo}^{-1} \text{ día}^{-1}$  para los periodos entre la semana 4-5 y 5-6 y *B. híbrido* con 16.7 y 22.8  $\text{mm tallo}^{-1} \text{ día}^{-1}$  respectivamente. Esta pérdida por senescencia es producto del aumento de madurez de la planta (Pérez, 2004), pero además pueden ser por respuesta a las condiciones ambientales (Hernández Garay *et. al.*, 2002). Pero generalmente el crecimiento de los estratos superiores de las hojas permiten un sombreado que reduce poco a poco la actividad fotosintética que conlleva a una degeneración y muerte del tejido dado que las hojas se encuentran por debajo de su punto de compensación de luz (Chapman y Lemaire, 1993; Hernández Garay *et. al.*, 2000; Beltrán *et. al.*, 2005; Pérez *et. al.*, 2004; Hernández Garay *et. al.*, 2002).

Sin embargo, pese a la diferencia que presentaron *B. brizantha* y *B. híbrido* en el aumento de senescencia, la tasa de crecimiento neto no tuvo diferencia estadística ( $p \leq 0.05$ ), dejando similares en el crecimiento de hoja todos los tratamientos.

**FIGURA No. 10**

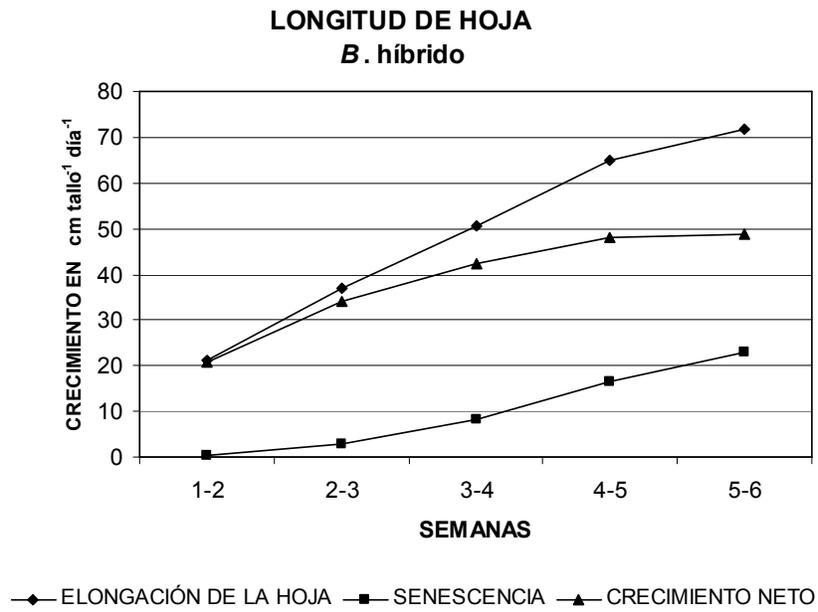


**FIGURA No. 11**

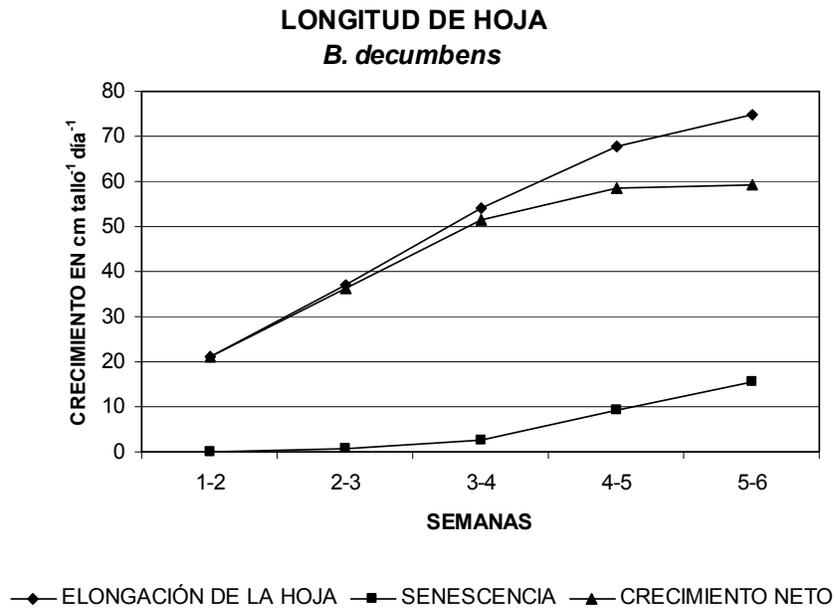


No obstante, aun sin presentar diferencias en la TCN, en *B. brizantha* (Figura 11), se observa que la tasa de senescencia (S) la supera en la última semana y por el contrario en *B. dictyoneura* (Figura 10) la senescencia se da con el valor más bajo para la misma semana. Estos resultados son acordes para *B. dictyoneura* en relación con su mayor peso en acumulación de masa en hojas, pero no coinciden con *B. brizantha*. Lo anterior se explica porque la acumulación no nada más depende de la longitud de la hoja, sino de el índice de área foliar (IAF) o tamaño de la hoja, ya que como indican estudios con ecotipos de *B. humidicola*, se mostró que el mayor rendimiento en MS estuvo relacionado con un mayor IAF (Costa e Paulino, 1999). El mismo efecto se da para *B. híbrido* y *B. decumbens*. (Figuras 12 y 13)

**FIGURA No. 12**



**FIGURA No. 13**



#### 4.6 Dinámica de tallos.

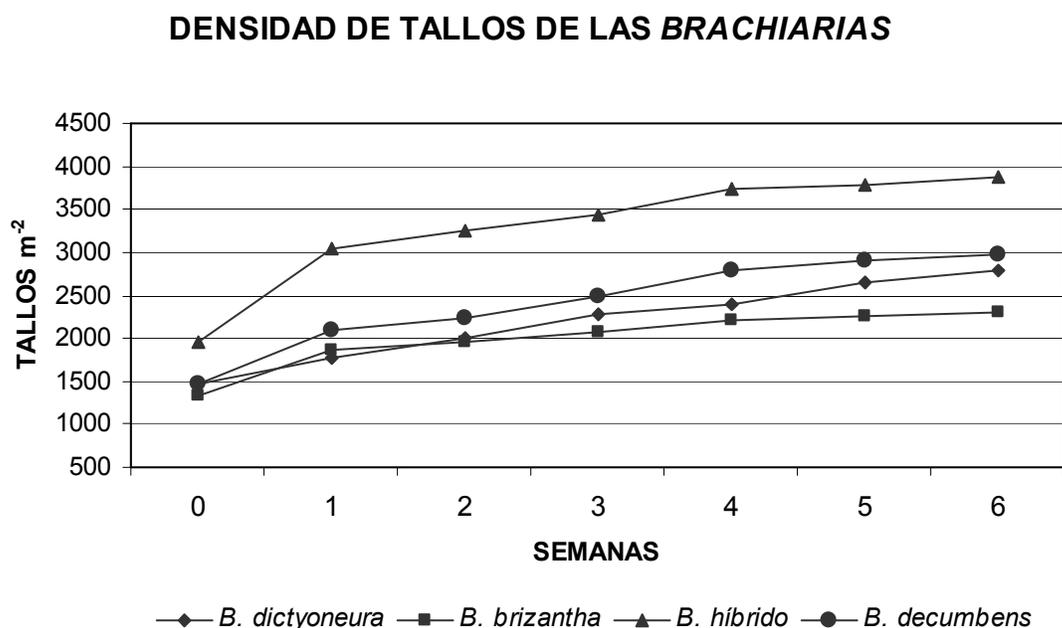
En el cuadro número 10 se enlistan los resultados de la aparición de nuevos tallos durante las seis semanas de rebrote.

**CUADRO No. 10**

ESPECIE	SEMANAS						
	0	1	2	3	4	5	6
<i>B. dictyoneura</i>	1473	1763	1999	2289	2394	2657	2789
<i>B. brizantha</i>	1342	1868	1947	2078	2210	2262	2315
<i>B. híbrido</i>	1947	3052	3262	3446	3736	3788	3867
<i>B. decumbens</i>	1473	2105	2236	2499	2789	2894	2973

La densidad de tallos no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ) en las semanas evaluadas. La mínima acumulación de nuevos tallos se registró en la semana después del corte y la máxima en la semana seis para todos los tratamientos, siguiendo con ellos un patrón sigmoïdal en el crecimiento. Figura 14. Este tipo de crecimiento se debe a las altas temperaturas y fotoperiodos largos que favorecen al aporte de tallos, como sucedió con un estudio en pastoreo con *B. brizantha* (Hernández Garay *et. al.*, 2002).

**FIGURA No. 14**



La aparición de nuevos tallos tiene un efecto determinante en la acumulación de forraje, pero sobre todo, en la producción de hojas ya que su acumulación está determinada por los efectos de aparición de tallos (densidad) y peso individual de los mismos (Matthew, 1996; Hernández Garay, 1997. 1999), lo cual explica porque al no existir diferencias en densidades si las hay en acumulación de masa de tallo como sucedió con *B. brizantha* y la mayor acumulación de hojas por *B dictyoneura*.

## V. CONCLUSIONES.

Se encontraron diferencias en rendimiento de materia seca total y por componente morfológico entre las *Brachiarias*, donde las hoja, tallo y material muerto aumentaron conforme transcurrió el periodo de recuperación.

El mejor tratamiento fue *B. Brizantha*, ya que destacó de los demás tratamientos en la acumulación de materia seca total.

Independientemente de la edad de rebrote, *B. dictyoneura* y *B. brizantha* presentaron los mejores rendimientos en acumulación de materia seca en hojas.

En cuanto al peso seco en tallos, *B. brizantha* tuvo mayor acumulación conforme aumento la edad de rebrote a partir de la semana dos, los otros tratamientos no tuvieron diferencia significativas en todos los periodos

Todas las especies valoradas mostraron la misma capacidad de acumulación de materia muerta, salvo la semana cinco, cuya baja acumulación de materia muerta para *B. decumbens* se debió más a la baja acumulación de biomasa que a la poca capacidad de acumular materia muerta.

La mejor relación hoja:tallo y hoja:no hoja la obtuvo *B. dictyoneura*, sin embargo, la baja relación en *B. brizantha* se debió más a su alta capacidad de producir tallos y no a su baja producción de hojas.

El porcentaje de materia muerta no superó al de la hoja al final de la valoración, lo cual permite que los tratamientos puedan ser aprovechados hasta la semana seis.

La Elongación y Crecimiento Neto de hojas no fueron un factor determinante para la acumulación en peso seco de hojas, quedando en otras variables como el índice de área foliar y el número de hojas por tallo.

La densidad de los tallos aumentó con en el transcurso de la valoración y al no haber diferencias entre tratamientos, el número de tallos no fue un factor determinante para la acumulación de materia seca en hoja.

## VI. BIBLIOGRAFÍA.

- **Anderson B., Matches A. G. and Nelson C. J.**, 1989, *Carbohydrate reserves and tillering of switchgrass following clipping*. *Agronomy Journal* 81: 13-16
- **Anderson B. and Matches A. G.**, 1993, *Forage yield quality and persistence of switch grass and Caucasian bluestem*. *Agronomy Journal* 75: 119-124.
- **Arkebauer T.J. and Norman. M.**, 1989, *Apinpuch apparatus for quantifying the growth rate distribution in monocot leaves*. *Agronomy Journal* 81:544-547.
- **Becerra B. J. y Avendaño M. J. C.**, 1992, *Efecto de la severidad de defoliación sobre la producción de forraje y los carbohidratos de reserva en especies forrajeras tropicales*, *Técnicas Pecuarias de México*, Vol. 30(2): 125-132.
- **Beltrán L. S., Pérez P. J., Hernández G. A., García M. E., Kohashi S. J. y Herrera H. J. G.**, 2002, *Respuesta fisiológica del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a diferentes alturas de defoliación.*, *Agrociencia*, 56: 547-555.
- **Beltrán L. S., Pérez P. J., Hernández G. A., García M. E., Kohashi S. J., Herrera H. J. G., Quero C. A. R. y González M. S.**, 2005, *Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en invernadero.*, *Agrociencia*, 39: 137-147.
- **Bernal Flores Álvaro**, 2004, *Análisis de crecimiento de pastos nativos en un bosque de encino*, Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, México.
- **Bernard. Haward Duclas**. 1968. *Las plantas forrajeras tropicales*. Ed. Blume, Barcelona, España.
- **Bogdan A. V.**, 1997, *Pastos tropicales y plantas forrajeras: Pastos y leguminosas*, AGT Editores S.A., México.
- **Botrel M. de A., Alvin J. M. y Martínez E. C.**, 1990, *Aplicao de nitrogenio en accesos de *Brachiaria* 2. Efeito sobre os teores de proteína bruta e minerais*. *Pasturas Tropicales* 12(2): 7-10.
- **Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)**, 1991, *CIAT Report* pp 49-57.

- **Chapman, D. F. and Lemaire, G.** 1993, *Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation*. pp. 95-104. In: Proceeding of the XVII International Grassland Congress. Palmerston, New Zealand 8-21 Feb. 1993. SIR Publ., Wellington, New Zealand.
- **Crapton E.W. y Harris L.E.** 1979 *Nutrición animal aplicada. El uso de los alimentos en la formación de raciones para ganado*. Ed. Acribia, España.
- **Costa N. L. e Paulino V. T.**, 1999, *Desempenho agronômico de genótipos de Brachiaria humidicola em diferentes idades de corte*. Pasturas Tropicales 21(2): 68-71.
- **Coughenour, M. B.** *Graminoid responses to grazing by large herbivores: adaptation, exaptations and interacting processes*. Annals of Missouri Botanic Garden, 72: 852-863.
- **De la Loma, José Luis.** 1982. *Experimentación Agrícola*. Unión Tipografía Ed. Hispanoamericana, México.
- **Do Valle C. V., Calixto S. and Amezcua M. C.**, 1993, *Agronomic evaluation of Brachiaria germplasm in Brazil* pp 511-512 In: Proceeding of the XVII International Grassland Congress. Palmerston, New Zealand 8-21 Feb. 1993. SIR Publ., Wellington, New Zealand.
- **Duru, M. and Ducrocq, H.** 2002, *A model of lamina digestibility of Orchasgrass as influenced by nitrogen and defoliation*. Crop Science 42: 214-223.
- **Enriquez Q., J. y Romero M. J.** 1999. *Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de Brachiaria spp. en Isla Veracruz*. Agrociencia 33:141-148.
- **Enriquez Q. J., Meléndez M. F. y Bolaños A. E.**, 1999, *Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México*, Libro técnico #7 INIFAP, SAGARH.
- **Euclides B. P. B., Zimmer H. A. and Oliveira P. M.**, 1993, *Evaluation of Brachiaria decumbens and Brachiaria brizantha under grazing*. In: Proceeding of the XVII International Grassland Congress. Palmerston, New Zealand 8-21 Feb. 1993. SIR Publ., Wellington, New Zealand.

- **Gillet M.**, 1984, *Las gramíneas forrajeras: Descripción, funcionamiento, aplicaciones y cultivo de la hierva.*, Ed. ACRIBIA ZARAGOZA, España.
- **Gould F. W. y Shaw R. B.**, 1992, *Gramíneas: clasificación y sistemática*, AGT Editor S.A., México.
- **Hatfield, R. D.**, 1989, *Structural polysaccharides in forages and their degradability*. *Agronomy Journal* 81: 39-46
- **Heilmere, H. E., Schuize D. and Whale D. M.** 1986, *Carbon and nitrogen partitioning in the biennial monocarp Arctium tomentosum Mill.* *Oecologia* 70: 466-474.
- **Hernández G. A., Hodgson J. and Matthew C.** 1993, *Spring grazing management and tiller dynamics in a ryegrass/white clover pasture*. *Proceeding of the New Zealand Grassland Association* 55: 133-136
- **Hernández G. A., Hodgson J. and Matthew C.** 1997, *Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures*. 1. Tissue turnover and herbaje accumulation. *New Zealand of Agricultural Research* 40: 25-35.
- **Hernández G. A., Matthew C. and Hodgson J.** 1999, *Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index.*, *Grass and Forage Science* 54: 347-356.
- **Hernández G. A., Matthew C. and Hodgson J.** 2000. *The influence of defoliation height on dry-matter partitioning and CO<sub>2</sub> exchange of perennial ryegrass miniature swards*. *Grass and Forage Science* 55: 372-376.
- **Hernández G. A., Martínez H. A., Mena U. M., Pérez P. y Enriquez Q. J. F.**, 2002, *Dinámica del rebrote en pasto insurgente (Brachiaria brizantha Hochst. Stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias.*, *Técnicas Pecuarias de México*, Vol. 40(2): 193-205.
- **Herrera Haro J. G. y Lorenzana Cárdenas G.**, 1994, *Aplicación del SAS (Statistical Analysis System) a los métodos estadísticos*. Apoyos didácticos No. 3, Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, México.

- **Hunt, R.**, 1990, *Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners*. London England: Unwin Hyman.
- **Keller G, Maass B. L. and Hanson J.** 1996, *Natural variation in Brachiaria and existing germoplasm collection*. pp 16-35. In: Miles J.W., Mass B.L., Valle C.B. *Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement*. CIAT, Colombia.
- **Kim T. H., An K. W. and Jung W. J.** 2001, *Effects of daily herbage allowance on the organic reserves at the end of grazing and the accumulation of the herbage during regrowth*. Australia Journal of Agricultural Research 52:883-890.
- **Lambers H., Chapin S. F. III y Pons T. L.**, *Plant physiological ecology*, SPINGER, New York, USA.
- **Manske, L. L.** 1988, *General description of grass growth and development and defoliation resistance mechanisms*. Dickinson Research Extension Center Range Management Report. DREC 98-1002. Dickinson, North Dakota. 12 p.
- **Matthew, C., A. Hernandez G., and Hodgson J.** 1996. *Making sense of the link between tiller density and pasture production*. Proceeding Zealand Grassland Association. 56:83-87.
- **Miles J. W.** 1999, *Nuevos híbridos de Brachiaria*. Pasturas Tropicales 21 (2): 78.
- **Miles J.W. and do Valle C.B.** 1996, *Manipulation of apomixis in Brachiaria breeding* pp. 164-167 In: Miles J.W., Mass B.L., Valle C.B. *Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement*. CIAT, Colombia.
- **Muslera P. E, y Ratera G. C.**, 1991, *Praderas y forrajes: Producción y aprovechamiento.*, Ed, Mundi-Prensa, España.
- **Ourry, A., Boucaud J., and Salette J.**, 1988. *Nitrogen mobilization from stubble and roots during regrowth of the defoliated perennial ryegrass*. Journal of Experimental Botany 39:803-809.
- **Padrón Corral Emilio.** 1996. *Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería*. Trillas, UAAAN. México.
- **Parker, Rick,** 2000, *La ciencia de las plantas*. Ed. Paraninfo. México.

- **Pérez A. J. A., García M. E., Enríquez Q. F., Quero C. A. R., Pérez P. J. y - Hernández G. A.**, 2004, *Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (Brachiaria híbrido, cv.)*, Técnicas Pecuarias de México, Vol. 42 (3): 447-458.
- **Perez R. S.**, 1971, *Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica*, Costa Rica.
- **Rao I.M. Kerridge P.C. and Macedo M.C.M.** 1996, *Nutritional requirements of Brachiaria and adaptation to acid soils*, pp 53-71. In: Miles J.W., Mass B.L., Valle C.B., *Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement*. CIAT, Colombia.
- **Rebolledo Robles H. H.**, 1998, *SAS en microcomputadora: Análisis estadístico de datos experimentales*, Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- **Renvoize S. A., Clayton W. E. D. and Kabuye C. H. S.**, 1996, *Morphology, taxonomy and natural distribution of brachiaria (Trin.) Griseb.* pp 1-12 In: Miles J.W., Mass B.L., Valle C.B. *Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement*. CIAT, Colombia.
- **Richards, J. H.**, 1993, *Physiology of plant recovering from defoliation* p. 84-85. In: Proceeding of the XVII International Grassland Congress. Palmerston, New Zealand 8-21 Feb. 1993. SIR Publ., Wellington, New Zealand
- **Richards, J. H.**, 1984. *Root growth response to defoliation in two Agropyron bunchgrasses: field observations with an improved root periscope*. Oecologia 64:21-25.
- **Richards, J. H., and Caldwell. M. M.**, 1985. *Soluble carbohydrates, concurrent photosynthesis and efficiency in regrowth following defoliation: a field study with Agropyron species*. Journal of Applied Ecology 22:907-920.
- **Reyes Castañeda, Pedro.** 1985. *Diseño de experimentos aplicados*. Ed. Trillas, México.
- **Salisbury, F. B. and Ross C. W.**, 2000, *Fisiología de las Plantas 3: Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental*. PARANINFO S.A. Thomson Editores, España.
- **Semillas Papalola**, *Manual de actualización técnica*, México, 2001

- **Sierra Posada J. Oscar**, 2002, *Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros*, Ed, Universidad de Antioquia, Colombia.
- **Skerman P. J. y Riveros F.**, 1992, *Producción y protección vegetal* N° 23: Gramíneas Tropicales, Colección FAO, ONU.
- **Soto R. N.**, 1990, *Análisis de fertilidad del suelo*, Hacienda San Jerónimo, distrito 1° Liberia, Guanacaste, Costa Rica.
- **Sotomayor, R., A., and Pitman W. D.** 2001. *Tropical forage plant. Development and use*. CRC Press, USA. 391 pp.
- **Vallejos A., Pizarro E., Chavez C., Pezo D y Ferreira P.**, 1989, *Evaluación agronómica de gramíneas en Guapiles, Costa Rica. 1: Ecotipos de Brachiaria*. Pasturas Tropicales 11(2): 2-9.
- **Villarreal, M.**, 1994, *Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica*. Pasturas Tropicales 16(1): 27-31.

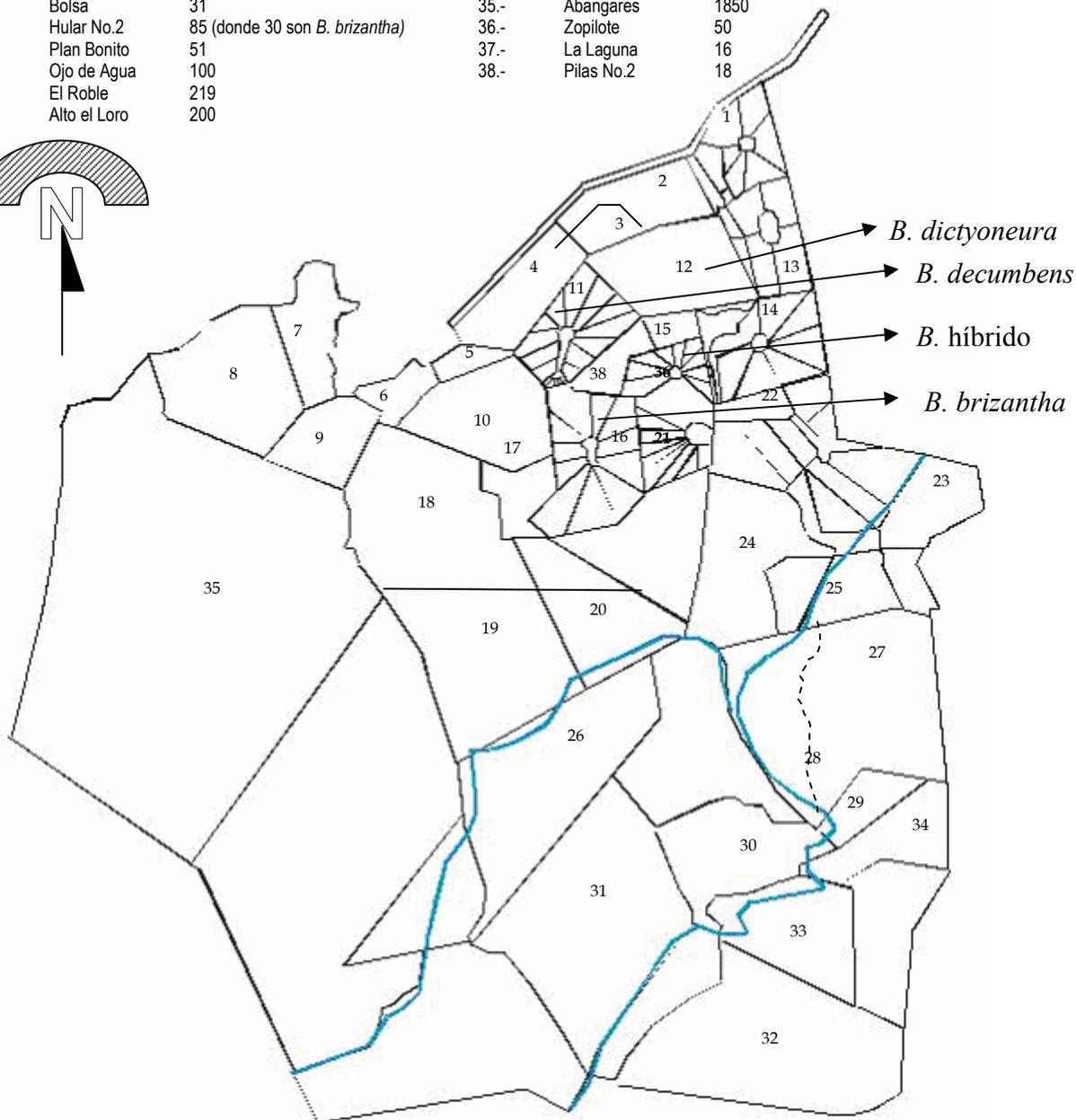
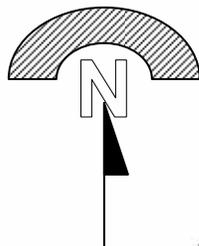
#### **CONSULTAS EN INTERNET**

- <http://sitiosdecostarica.com/cantones/Guanacaste/liberia.htm>
- <http://www.uned.ac.cr/recursos/cursos/agrostologia/files/2-03.htm>.

# ANEXO I

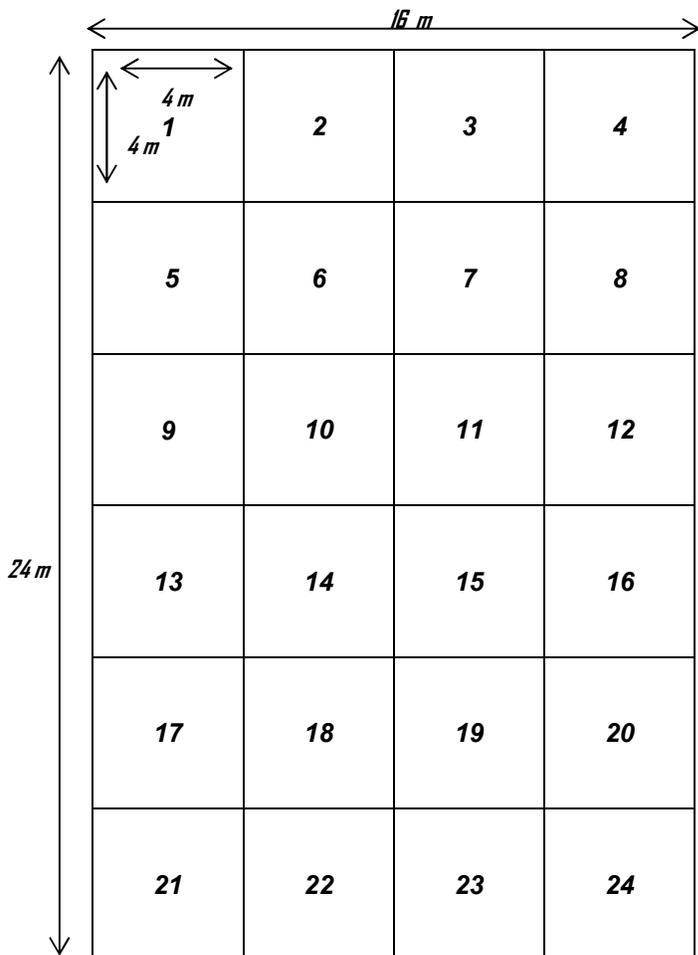
## MAPA No. 2: FINCA SAN JERÓNIMO Y UBICACIÓN DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES

Numero	Nombre	Hectáreas	Numero	Nombre	Hectáreas
1.-	La granja	81 (donde 60 son <i>B. decumbens</i> )	21.-	Hular No.1	50 (donde 20 son <i>B. decumbens</i> )
2.-	Trompilla 1	50	22.-	La Arena	90
3.-	Trompilla 2	25	23.-	Palenque No.1	69
4.-	El Pedregal	115	24.-	Palenque No.2	136
5.-	Terciopelo	28	25.-	Palenque No.3	75
6.-	Guacimada	49 (donde 20 son <i>B. decumbens</i> )	26.-	Carbonal	175
7.-	La Rejoya	42(donde 10 son <i>B. decumbens</i> )	27.-	El Coco	121
8.-	El Real	113	28.-	Sonzapote	39
9.-	El Paraíso	33	29.-	El Moral	112
10.-	El Yuyal	85	30.-	La Ceiba	84
11.-	Las Pilas	64(donde 20 son <i>B. decumbens</i> )	31.-	El Pochote	141
12.-	La Soya	80 (donde 10 son <i>B. decumbens</i> )	32.-	El Pastor	118
13.-	El Pozo	68	33.-	Las Milpas	85
14.-	Piedra Larga	50 (donde 10 son <i>B. decumbens</i> )	34.-	El Joval	139
15.-	Bolsa	31	35.-	Abangares	1850
16.-	Hular No.2	85 (donde 30 son <i>B. brizantha</i> )	36.-	Zopilote	50
17.-	Plan Bonito	51	37.-	La Laguna	16
18.-	Ojo de Agua	100	38.-	Pilas No.2	18
19.-	El Roble	219			
20.-	Alto el Loro	200			



FINCA SAN GERONIMO

**ANEXO II.  
DISEÑO DE PARCELA EXPERIMENTAL Y FRECUENCIA DE CORTES DE LOS  
TRATAMIENTOS**



Periodos de muestreo	
Especie	No. de Parcela
<i>B. dictyoneura</i>	
Semana 1	11, 3, 18 y 2
Semana 2	1, 9, 15 y 17
Semana 3	10, 12, 14 y 21
Semana 4	5, 16, 20 y 22
Semana 5	4, 7, 13 y 23
Semana 6	6, 8, 19 y 24
<i>B. brizantha</i>	
Semana 1	1, 3, 14 y 16
Semana 2	7, 13, 20 y 22
Semana 3	2, 15, 23 y 24
Semana 4	18, 8, 4 y 21
Semana 5	5, 6, 10 y 12
Semana 6	9, 11, 17 y 19
<i>B. híbrido</i>	
Semana 1	2, 3, 16 y 18
Semana 2	7, 10, 14 y 17
Semana 3	6, 8, 21 y 20
Semana 4	12, 4, 23 y 19
Semana 5	1, 5, 9 y 22
Semana 6	11, 13, 15 y 24
<i>B. decumbens</i>	
Semana 1	10, 17, 19 y 20
Semana 2	3, 8, 18 y 23
Semana 3	2, 9, 14 y 16
Semana 4	6, 11, 15 y 22
Semana 5	7, 12, 13 y 24
Semana 6	1, 4, 5 y 21

**ANEXO III.**

**RESULTADOS DEL SAS**

**1.- Tablas de materia seca total.**

**The ANOVA Procedure**

---

**SEM=1**

**Dependent Variable: TOT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	4802586.160	800431.027	3.33	0.0516
Error	9	2160563.760	240062.640		
Corrected Total	15	6963149.920			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TOT Mean
	0.689715	36.01866	489.9619	1360.300

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	3407207.360	1135735.787	4.73	0.0302
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	1395378.800	465126.267	1.94	0.1941

---

**SEM=2**

**Dependent Variable: TOT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	9468482.70	1578080.45	4.58	0.0209
Error	9	3097837.53	344204.17		
Corrected Total	15	12566320.23			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TOT Mean
	0.753481	29.60273	586.6892	1981.875

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	7107820.590	2369273.530	6.88	0.0105
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	2360662.110	786887.370	2.29	0.1475

---

**SEM=3**

**Dependent Variable: TOT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	11150916.64	1858486.11	2.98	0.0690
Error	9	5619052.60	624339.18		
Corrected Total	15	16769969.24			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TOT Mean
	0.664934	31.17521	790.1514	2534.550

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	9330548.600	3110182.867	4.98	0.0263
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	1820368.040	606789.347	0.97	0.4477

---

**SEM=4**

**Dependent Variable: TOT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	12212645.02	2035440.84	4.14	0.0283
Error	9	4424516.97	491613.00		
Corrected Total	15	16637161.99			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TOT Mean
	0.734058	24.81490	701.1512	2825.525

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	10403003.71	3467667.90	7.05	0.0097
SEM	0	0.00	.	.	.
REP	3	1809641.31	603213.77	1.23	0.3554

----- SEM=5 -----

**Dependent Variable: TOT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	20608799.92	3434799.99	3.55	0.0435
Error	9	8698103.92	966455.99		
Corrected Total	15	29306903.84			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TOT Mean
	0.703206	27.93569	983.0849	3519.100

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	19652657.04	6550885.68	6.78	0.0110
SEM	0	0.00	.	.	.
REP	3	956142.88	318714.29	0.33	0.8041

----- SEM=6 -----

**Dependent Variable: TOT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	8165248.32	1360874.72	1.61	0.2503
Error	9	7616287.04	846254.12		
Corrected Total	15	15781535.36			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TOT Mean
	0.517393	20.43814	919.9207	4501.000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	7405546.960	2468515.653	2.92	0.0929
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	759701.360	253233.787	0.30	0.8252

## 2.- Tablas de materia seca por componente morfológico.

----- SEM=1 -----

**The ANOVA Procedure**

**Dependent Variable: HOJ**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	366402.3000	61067.0500	3.81	0.0359
Error	9	144262.8100	16029.2011		
Corrected Total	15	510665.1100			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	HOJ Mean
	0.717500	49.76181	126.6065	254.4250

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	318676.2700	106225.4233	6.63	0.0117
SEM	0	0.0000	.	.	.
REP	3	47726.0300	15908.6767	0.99	0.4393

**Dependent Variable: TALL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	715759.420	119293.237	2.07	0.1572
Error	9	519007.930	57667.548		
Corrected Total	15	1234767.350			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TALL Mean
	0.579671	38.49488	240.1407	623.8250

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	554190.6700	184730.2233	3.20	0.0764
SEM	0	0.0000	.	.	.
REP	3	161568.7500	53856.2500	0.93	0.4635

**Dependent Variable: MM**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Source Model	6	1021061.840	170176.973	3.20	0.0574
Error	9	478511.240	53167.916		
Corrected Total	15	1499573.080			

R-Square	0.680902	Coeff Var	47.83356	Root MSE	230.5817	MM Mean	482.0500
----------	----------	-----------	----------	----------	----------	---------	----------

	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Source TRAT	3	584353.1600	194784.3867	3.66	0.0566
SEM	0	0.0000			
REP	3	436708.6800	145569.5600	2.74	0.1055

-----**SEM=2**-----

**Dependent Variable: HOJ**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Source Model	6	1210696.960	201782.827	3.94	0.0326
Error	9	461009.920	51223.324		
Corrected Total	15	1671706.880			

R-Square	0.724228	Coeff Var	54.66804	Root MSE	226.3257	HOJ Mean	414.0000
----------	----------	-----------	----------	----------	----------	----------	----------

	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Source TRAT	3	1124723.600	374907.867	7.32	0.0087
SEM	0	0.000			
REP	3	85973.360	28657.787	0.56	0.6550

**Dependent Variable: TALL**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Source Model	6	3663088.940	610514.823	8.44	0.0028
Error	9	650672.090	72296.899		
Corrected Total	15	4313761.030			

R-Square	0.849164	Coeff Var	33.01886	Root MSE	268.8808	TALL Mean	814.3250
----------	----------	-----------	----------	----------	----------	-----------	----------

	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Source TRAT	3	3264661.550	1088220.517	15.05	0.0007
SEM	0	0.000			
REP	3	398427.390	132809.130	1.84	0.2107

**Dependent Variable: MM**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Source Model	6	649821.6800	108303.6133	2.99	0.0681
Error	9	325619.2400	36179.9156		
Corrected Total	15	975440.9200			

R-Square	0.666183	Coeff Var	25.24188	Root MSE	190.2102	MM Mean	753.5500
----------	----------	-----------	----------	----------	----------	---------	----------

	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Source TRAT	3	72583.4800	24194.4933	0.67	0.5922
SEM	0	0.0000			
REP	3	577238.2000	192412.7333	5.32	0.0221

-----**SEM=3**-----

**Dependent Variable: HOJ**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Source Model	6	1197614.940	199602.490	3.20	0.0575
Error	9	561465.930	62385.103		
Corrected Total	15	1759080.870			

R-Square	0.680819	Coeff Var	36.25505	Root MSE	249.7701	HOJ Mean	688.9250
----------	----------	-----------	----------	----------	----------	----------	----------

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1061324.190	353774.730	5.67	0.0185
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	136290.750	45430.250	0.73	0.5605

**Dependent Variable: TALL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	5463386.380	910564.397	10.63	0.0012
Error	9	770705.290	85633.921		
Corrected Total	15	6234091.670			

R-Square 0.876372    Coeff Var 33.14731    Root MSE 292.6327    TALL Mean 882.8250

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	4984166.190	1661388.730	19.40	0.0003
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	479220.190	159740.063	1.87	0.2058

**Dependent Variable: MM**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	282653.200	47108.867	0.26	0.9414
Error	9	1617150.320	179683.369		
Corrected Total	15	1899803.520			

R-Square 0.148780    Coeff Var 44.02687    Root MSE 423.8908    MM Mean 962.8000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	124561.3600	41520.4533	0.23	0.8725
SEM	0	0.0000	.	.	.
REP	3	158091.8400	52697.2800	0.29	0.8294

----- SEM-4 -----

**Dependent Variable: HOJ**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	816275.4400	136045.9067	8.37	0.0029
Error	9	146350.4400	16261.1600		
Corrected Total	15	962625.8800			

R-Square 0.847967    Coeff Var 14.35785    Root MSE 127.5193    HOJ Mean 888.1500

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	736912.8400	245637.6133	15.11	0.0007
SEM	0	0.0000	.	.	.
REP	3	79362.6000	26454.2000	1.63	0.2510

**Dependent Variable: TALL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	3023846.320	503974.387	8.07	0.0033
Error	9	562184.400	62464.933		
Corrected Total	15	3586030.720			

R-Square 0.843229    Coeff Var 33.51165    Root MSE 249.9299    TALL Mean 745.8000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	2903623.440	967874.480	15.49	0.0007
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	120222.880	40074.293	0.64	0.6073

**Dependent Variable: MM**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1918265.900	319710.983	1.23	0.3732
Error	9	2334555.370	259395.041		
Corrected Total	15	4252821.270			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MM Mean
0.451057	42.74245	509.3084	1191.575

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1288147.710	429382.570	1.66	0.2450
SEM	0	0.000			
REP	3	630118.190	210039.397	0.81	0.5198

**SEM=5**

**Dependent Variable: HOJ**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1759515.020	293252.503	3.43	0.0480
Error	9	770511.690	85612.410		
Corrected Total	15	2530026.710			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HOJ Mean
0.695453	21.59021	292.5960	1355.225

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1720536.350	573512.117	6.70	0.0114
SEM	0	0.000			
REP	3	38978.670	12992.890	0.15	0.9259

**Dependent Variable: TALL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	5154573.980	859095.663	6.05	0.0087
Error	9	1278106.010	142011.779		
Corrected Total	15	6432679.990			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TALL Mean
0.801310	34.57844	376.8445	1089.825

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	4936560.030	1645520.010	11.59	0.0019
SEM	0	0.000			
REP	3	218013.950	72671.317	0.51	0.6842

**Dependent Variable: MM**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	3304487.440	550747.907	2.92	0.0726
Error	9	1699057.480	188784.164		
Corrected Total	15	5003544.920			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MM Mean
0.660429	40.45370	434.4930	1074.050

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	2926496.840	975498.947	5.17	0.0239
SEM	0	0.000			
REP	3	377990.600	125996.867	0.67	0.5929

**SEM=6**

**Dependent Variable: HOJ**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1354997.500	225832.917	1.18	0.3947
Error	9	1721397.850	191266.428		
Corrected Total	15	3076395.350			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HOJ Mean
0.440450	22.71631	437.3402	1925.225

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1191046.830	397015.610	2.08	0.1738
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	163950.670	54650.223	0.29	0.8346
<b>Dependent Variable: TALL</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	2669000.940	444833.490	4.17	0.0276
Error	9	959206.330	106578.481		
Corrected Total	15	3628207.270			
R-Square	0.735625	Coeff Var	23.98572	Root MSE	TALL Mean
				326.4636	1361.075
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	2635301.070	878433.690	8.24	0.0060
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	33699.870	11233.290	0.11	0.9548
<b>Dependent Variable: MM</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1987918.060	331319.677	1.81	0.2025
Error	9	1644033.210	182670.357		
Corrected Total	15	3631951.270			
R-Square	0.547342	Coeff Var	35.88803	Root MSE	MM Mean
				427.3995	1190.925
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1392492.510	464164.170	2.54	0.1218
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	595425.550	198475.183	1.09	0.4032

### 3. Tablas de Tasa de Crecimiento

----- SEM=1 -----					
The ANOVA Procedure					
Dependent Variable: TC					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	6.13275000	1.02212500	0.71	0.6542
Error	9	13.04725000	1.44969444		
Corrected Total	15	19.18000000			
R-Square	0.319747	Coeff Var	94.06505	Root MSE	TC Mean
				1.204033	1.280000
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1.91675000	0.63891667	0.44	0.7295
SEM	0	0.00000000	.	.	.
REP	3	4.21600000	1.40533333	0.97	0.4487
----- SEM=2 -----					
Dependent Variable: TC					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	25.96460000	4.32743333	6.14	0.0083
Error	9	6.34040000	0.70448889		
Corrected Total	15	32.30500000			
R-Square	0.803733	Coeff Var	37.80803	Root MSE	TC Mean
				0.839338	2.220000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	22.90325000	7.63441667	10.84	0.0024
SEM	0	0.00000000	.	.	.
REP	3	3.06135000	1.02045000	1.45	0.2924

SEM=3

Dependent Variable: TC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	11.53958750	1.92326458	0.98	0.4898
Error	9	17.64560625	1.96062292		
Corrected Total	15	29.18519375			

R-Square 0.395392    Coeff Var 70.91978    Root MSE 1.400222    TC Mean 1.974375

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	9.72646875	3.24215625	1.65	0.2454
SEM	0	0.00000000	.	.	.
REP	3	1.81311875	0.60437292	0.31	0.8190

SEM=4

Dependent Variable: TC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	22.66208750	3.77701458	0.92	0.5235
Error	9	36.99660625	4.11073403		
Corrected Total	15	59.65869375			

R-Square 0.379862    Coeff Var 195.0686    Root MSE 2.027495    TC Mean 1.039375

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	13.11911875	4.37303958	1.06	0.4116
SEM	0	0.00000000	.	.	.
REP	3	9.54296875	3.18098958	0.77	0.5373

SEM=5

Dependent Variable: TC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	69.2626875	11.5437813	2.25	0.1321
Error	9	46.1824562	5.1313840		
Corrected Total	15	115.4451438			

R-Square 0.599962    Coeff Var 91.45620    Root MSE 2.265256    TC Mean 2.476875

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	60.24556875	20.08185625	3.91	0.0485
SEM	0	0.00000000	.	.	.
REP	3	9.01711875	3.00570625	0.59	0.6393

SEM=6

Dependent Variable: TC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	90.0867875	15.0144646	2.59	0.0970
Error	9	52.2728563	5.8080951		
Corrected Total	15	142.3596438			

R-Square 0.632811    Coeff Var 70.42919    Root MSE 2.409999    TC Mean 3.421875

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	78.20411875	26.06803958	4.49	0.0346
SEM	0	0.00000000	.	.	.
REP	3	11.88266875	3.96088958	0.68	0.5850

## 4. Tablas de Elongación de la Hoja

SEM=1						
The ANOVA Procedure						
<b>Dependent Variable: TE</b>						
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	
Model	6	265.6843500	44.2807250	7.19	0.0049	
Error	9	55.4390250	6.1598917			
Corrected Total	15	321.1233750				
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TE Mean		
	0.827359	14.25056	2.481913	17.41625		
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
TRAT	3	209.6258750	69.8752917	11.34	0.0021	
SEM	0	0.0000000	.	.	.	
REP	3	56.0584750	18.6861583	3.03	0.0857	
<b>Dependent Variable: S</b>						
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	
Model	6	0.02940000	0.00490000	1.00	0.4799	
Error	9	0.04410000	0.00490000			
Corrected Total	15	0.07350000				
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	S Mean		
	0.400000	400.0000	0.070000	0.017500		
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
TRAT	3	0.01470000	0.00490000	1.00	0.4363	
SEM	0	0.00000000	.	.	.	
REP	3	0.01470000	0.00490000	1.00	0.4363	
<b>Dependent Variable: CN</b>						
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	
Model	6	264.3207500	44.0534583	7.15	0.0050	
Error	9	55.4180250	6.1575583			
Corrected Total	15	319.7387750				
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	CN Mean		
	0.826677	14.26219	2.481443	17.39875		
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
TRAT	3	207.6252750	69.2084250	11.24	0.0021	
SEM	0	0.00000000	.	.	.	
REP	3	56.6954750	18.8984917	3.07	0.0836	
SEM=2						
<b>Dependent Variable: TE</b>						
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	
Model	6	965.784000	160.964000	2.26	0.1307	
Error	9	640.779900	71.197767			
Corrected Total	15	1606.563900				
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TE Mean		
	0.601149	27.77216	8.437877	30.38250		
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
TRAT	3	708.3163000	236.1054333	3.32	0.0708	
SEM	0	0.00000000	.	.	.	
REP	3	257.4677000	85.8225667	1.21	0.3623	

**Dependent Variable: S**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	39.12335000	6.52055833	1.13	0.4156
Error	9	51.79182500	5.75464722		
Corrected Total	15	90.91517500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	S Mean
0.430328	130.9971	2.398885	1.831250

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	27.79927500	9.26642500	1.61	0.2545
SEM	0	0.00000000			
REP	3	11.32407500	3.77469167	0.66	0.5993

**Dependent Variable: CN**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	898.275750	149.712625	1.47	0.2906
Error	9	919.120225	102.124469		
Corrected Total	15	1817.395975			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CN Mean
0.494265	35.39483	10.10567	28.55125

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	728.7336750	242.9112250	2.38	0.1375
SEM	0	0.00000000			
REP	3	169.5420750	56.5140250	0.55	0.6586

-----**SEM=3**-----

**Dependent Variable: TE**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	2780.339200	463.389867	1.90	0.1850
Error	9	2190.995100	243.443900		
Corrected Total	15	4971.334300			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TE Mean
0.559274	36.24108	15.60269	43.05250

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1445.485100	481.828367	1.98	0.1877
SEM	0	0.00000000			
REP	3	1334.854100	444.951367	1.83	0.2123

**Dependent Variable: S**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	248.7704000	41.4617333	2.89	0.0742
Error	9	129.0784000	14.3420444		
Corrected Total	15	377.8488000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	S Mean
0.658386	70.00165	3.787089	5.410000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	189.3210000	63.1070000	4.40	0.0363
SEM	0	0.00000000			
REP	3	59.4494000	19.8164667	1.38	0.3100

**Dependent Variable: CN**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	2637.951400	439.658567	1.44	0.2998
Error	9	2754.170100	306.018900		
Corrected Total	15	5392.121500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CN Mean
0.489223	46.47246	17.49340	37.64250

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1688.388100	562.796033	1.84	0.2103
SEM	0	0.000000			
REP	3	949.563300	316.521100	1.03	0.4228
<b>SEM=4</b>					
<b>Dependent Variable: TE</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	4954.917150	825.819525	2.33	0.1226
Error	9	3190.921825	354.546869		
Corrected Total	15	8145.838975			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TE Mean	
	0.608276	34.26879	18.82942	54.94625	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	2061.020475	687.006825	1.94	0.1941
SEM	0	0.000000			
REP	3	2893.896675	964.632225	2.72	0.1068
<b>Dependent Variable: S</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	914.267550	152.377925	4.10	0.0291
Error	9	334.471225	37.163469		
Corrected Total	15	1248.738775			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	S Mean	
	0.732153	52.64977	6.096185	11.57875	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	602.2310750	200.7436917	5.40	0.0211
SEM	0	0.0000000			
REP	3	312.0364750	104.0121583	2.80	0.1010
<b>Dependent Variable: CN</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	3639.036000	606.506000	2.61	0.0945
Error	9	2088.291900	232.032433		
Corrected Total	15	5727.327900			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	CN Mean	
	0.635381	35.12448	15.23261	43.36750	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	2225.276500	741.758833	3.20	0.0767
SEM	0	0.000000			
REP	3	1413.759500	471.253167	2.03	0.1801
<b>SEM=5</b>					
<b>Dependent Variable: TE</b>					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	5725.71155	954.28526	1.63	0.2446
Error	9	5269.09022	585.45447		
Corrected Total	15	10994.80178			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	TE Mean	
	0.520765	39.74158	24.19617	60.88375	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	2488.478875	829.492958	1.42	0.3006
SEM	0	0.000000			
REP	3	3237.232675	1079.077558	1.84	0.2096

**Dependent Variable: S**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1944.891550	324.148592	5.48	0.0120
Error	9	532.658625	59.184292		
Corrected Total	15	2477.550175			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	S Mean
0.785006	42.44194	7.693133	18.12625

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1224.428875	408.142958	6.90	0.0104
SEM	0	0.000000			
REP	3	720.462675	240.154225	4.06	0.0444

**Dependent Variable: CN**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	4413.336600	735.556100	2.16	0.1441
Error	9	3067.298500	340.810944		
Corrected Total	15	7480.635100			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CN Mean
0.589968	43.17620	18.46107	42.75750

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	3447.266500	1149.088833	3.37	0.0683
SEM	0	0.000000			
REP	3	966.070100	322.023367	0.94	0.4589

## 5. Tablas de Densidad de Tallos

SEM=1

The ANOVA Procedure

**Dependent Variable: DTALL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	4217342.50	702890.42	0.81	0.5868
Error	9	7801927.25	866880.81		
Corrected Total	15	12019269.75			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DTALL Mean
0.350882	42.38613	931.0643	2196.625

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	4142818.250	1380939.417	1.59	0.2583
SEM	0	0.000			
REP	3	74524.250	24841.417	0.03	0.9930

SEM=2

**Dependent Variable: DTALL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	4757633.50	792938.92	0.83	0.5749
Error	9	8594076.50	954897.39		
Corrected Total	15	13351710.00			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DTALL Mean
0.356331	41.38876	977.1885	2361.000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	4517517.000	1505839.000	1.58	0.2619
SEM	0	0.000			
REP	3	240116.500	80038.833	0.08	0.9672

----- SEM=3 -----

**Dependent Variable: DTALL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	5175472.38	862578.73	0.87	0.5542
Error	9	8971762.56	996862.51		
Corrected Total	15	14147234.94			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DTALL Mean
0.365829	38.72792	998.4300	2578.063

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	4372164.688	1457388.229	1.46	0.2890
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	803307.688	267769.229	0.27	0.8465

----- SEM=4 -----

**Dependent Variable: DTALL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	6243104.88	1040517.48	0.95	0.5061
Error	9	9853196.06	1094799.56		
Corrected Total	15	16096300.94			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DTALL Mean
0.387860	37.61144	1046.327	2781.938

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	5548874.188	1849624.729	1.69	0.2381
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	694230.688	231410.229	0.21	0.8860

----- SEM=5 -----

**Dependent Variable: DTALL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	6259958.38	1043326.40	0.78	0.6048
Error	9	12008965.06	1334329.45		
Corrected Total	15	18268923.44			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DTALL Mean
0.342656	39.82784	1155.132	2900.313

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	5017414.688	1672471.563	1.25	0.3471
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	1242543.688	414181.229	0.31	0.8175

----- SEM=6 -----

**Dependent Variable: DTALL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	6269836.00	1044972.67	0.70	0.6559
Error	9	13387427.00	1487491.89		
Corrected Total	15	19657263.00			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DTALL Mean

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	5060572.500	1686857.500	1.13	0.3863
SEM	0	0.000	.	.	.
REP	3	1209263.500	403087.833	0.27	0.8448

**ANEXO IV.**

**TABLAS DE MATERIA SECA POR COMPONENTE MORFOLÓGICO Y BOTÁNICO DE LAS BRACHIARIAS**

***B. dictyoneura***

TABLA DE COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y MORFOLOGICA kg ha <sup>-1</sup> MS						
SEMANA \ COMPONENTE	HOJA	TALLO	MATERIA MUERTA	ESPIGAS	MALEZA	OTRAS GRAMÍNEAS
c.u.	201.4	326.6	308.7	0	0	0
1	362.12	509.22	347.16	0	215	660
2	815.8	713.9	797.9	0	30	205
3	959.93	830.79	877.8	0	70	83
4	1158.1	583.7	944.4	0	161	210
5	1771	765.2	892	0	55	369
6	2315.7	1012.2	1241.3	0	40	215

TABLA DE PORCENTAJE POR COMPONENTE MORFOLÓGICO Y BOTÁNICO						
SEMANA \ COMPONENTE	HOJA	TALLO	MATERIA MUERTA	ESPIGAS	MALEZA	OTRAS GRAMÍNEAS
c.u.	24.07	39.03	36.89	0.00	0.00	0.00
1	17.30	24.32	16.58	0.00	10.27	31.53
2	31.83	27.86	31.14	0.00	1.17	8.00
3	34.02	29.44	31.11	0.00	2.48	2.94
4	37.88	19.09	30.89	0.00	5.27	6.87
5	45.97	19.86	23.16	0.00	1.43	9.58
6	48.00	20.98	25.73	0.00	0.83	4.46

***B. brizantha***

TABLA DE COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y MORFOLOGICA kg ha <sup>-1</sup> MS						
SEMANA \ COMPONENTE	HOJA	TALLO	MATERIA MUERTA	ESPIGAS	MALEZA	OTRAS GRAMÍNEAS
c.u.	233.8	799.1	622.9	0	0	0
1	422	915.7	804.6	0	20	0
2	485.14	1568	839.74	0	40	5
3	924.6	1780.3	953	0	30	5
4	1038.44	1477.5	1660.4	0	356	0
5	1368.76	2011.8	1685	0	15	9
6	1835.1	2052	1636.1	58.5	93	40

TABLA DE PORCENTAJE POR COMPONENTE MORFOLÓGICO Y BOTÁNICO						
SEMANA \ COMPONENTE	HOJA	TALLO	MATERIA MUERTA	ESPIGAS	MALEZA	OTRAS GRAMÍNEAS
c.u.	14.12	48.26	37.62	0.00	0.00	0.00
1	19.52	42.35	37.21	0.00	0.92	0.00
2	16.51	53.37	28.58	0.00	1.36	1.87
3	25.04	48.21	25.81	0.00	0.81	0.14
4	22.91	32.60	36.63	0.00	7.85	0.00
5	26.89	39.53	33.11	0.00	0.29	0.18
6	32.11	35.91	28.63	1.02	1.63	0.70

## B. híbrido

TABLA DE COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y MORFOLOGICA kg ha <sup>-1</sup> MS						
COMPONENTE SEMANA	HOJA	TALLO	MATERIA MUERTA	ESPIGAS	MALEZA	OTRAS GRAMÍNEAS
c.u.	58.7	599.2	215.3	0	0	0
1	149.26	645.9	332.25	0	0	0
2	215.4	598.78	677.3	0	0	0
3	498.93	660.74	1108.5	0	20	0
4	662.34	492.8	1171.76	0	0	0
5	1427.73	1015.08	1201.09	0	100	0
6	1989.6	1165.2	832.2	36.6	112	0

TABLA DE PORCENTAJE POR COMPONENTE MORFOLÓGICO Y BOTÁNICO						
COMPONENTE SEMANA	HOJA	TALLO	MATERIA MUERTA	ESPIGAS	MALEZA	OTRAS GRAMÍNEAS
c.u.	6.72	68.62	24.66	0.00	0.00	0.00
1	13.24	57.29	29.47	0.00	0.00	0.00
2	14.44	40.15	45.41	0.00	0.00	0.00
3	21.80	28.88	48.44	0.00	0.87	0.00
4	28.46	21.18	50.36	0.00	0.00	0.00
5	38.13	27.11	32.08	0.00	2.67	0.00
6	48.11	28.17	20.12	0.88	2.71	0.00

## B. decumbens

TABLA DE COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y MORFOLOGICA kg ha <sup>-1</sup> MS						
COMPONENTE SEMANA	HOJA	TALLO	MATERIA MUERTA	ESPIGAS	MALEZA	OTRAS GRAMÍNEAS
c.u.	24.9	312.2	340.2	0	0	0
1	84.3	424.53	444.1	0	5	11
2	139.72	376.55	699.25	0	16	1
3	372.3	259.5	911.9	0	105	5
4	693.8	429.17	989.65	0	65	25
5	853.4	567.2	518.1	0	7	6
6	1560.5	1214.9	1054.1	0	77	45

TABLA DE PORCENTAJE POR COMPONENTE MORFOLÓGICO Y BOTÁNICO						
COMPONENTE SEMANA	HOJA	TALLO	MATERIA MUERTA	ESPIGAS	MALEZA	OTRAS GRAMÍNEAS
c.u.	3.68	46.09	50.23	0.00	0.00	0.00
1	8.70	43.81	45.83	0.00	0.52	1.14
2	11.34	30.55	56.73	0.00	1.30	0.89
3	22.51	15.69	55.14	0.00	6.35	0.30
4	31.50	19.48	44.93	0.00	2.95	1.14
5	43.73	29.06	26.55	0.00	0.36	0.31
6	39.49	30.75	26.68	0.00	1.95	1.14