



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS  
AGRÍCOLAS**

**CAMPUS TABASCO**

**POSTGRADO EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO**

**PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y VALOR NUTRITIVO DEL PASTO CUBA CT-  
115 (*Pennisetum purpureum*) EN UN SUELO CAMBISOL**

**GLORIA ESPERANZA DE DIOS LEÓN**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**H. CÁRDENAS, TABASCO**

**2012**

---

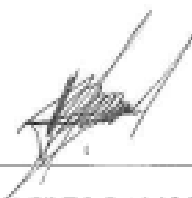
La presente tesis, titulada: "Producción de biomasa y valor nutritivo del pasto Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum*) en un suelo cambisol", realizada por la alumna: Gloria Esperanza De Dios León, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. JESÚS ALBERTO RAMOS JUÁREZ

ASESOR:



DR. MARIO MANDEL OSORIO ARCE

ASESOR:



M.C. FRANCISCO MELÉNDEZ NAVA

ASESOR:



DR. OMAR HERNÁNDEZ MENDO

H. CÁRDENAS, TAB. A 10 DE DICIEMBRE DEL 2012

# **PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y VALOR NUTRITIVO DEL PASTO CUBA CT-115 (*Pennisetum purpureum*) EN UN SUELO CAMBISOL**

Gloria Esperanza De Dios León, MC.

Colegio de Postgraduados, 2012

Con el objetivo de conocer la producción de biomasa y el valor nutritivo en un suelo cambisol del pasto Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum*), se estableció un experimento en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco en Cárdenas, Tabasco. Las variables a estudiar fueron agronómicas y de valor nutritivo. La evaluación comprendió el periodo de 1 año para estudiar las tres épocas climáticas (Secas, lluvias y nortes). Se usó un diseño bloques al azar (4 repeticiones); los datos se analizaron bajo un arreglo de parcelas divididas con 5 tratamientos (días de rebrote del pasto) los cuales fueron T1 (30 d), T2 (45 d), T3 (60 d), T4 (74 d) y T5 (90 d) como parcelas chicas y como parcelas grandes fueron las 3 épocas del año, para el análisis estadístico se usó el paquete R Foundation for statistical computing, en la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ). Se hicieron ecuaciones de regresión lineal dentro de época entre los días de rebrote contra las diversas variables empleando el programa Curvafit (Olivares, 1994). La mejor relación hoja/tallo (h/t) se encontró a los 30 d en Secas y lluvias (1.73:1 y 1.79:1, respectivamente), la mayor producción de biomasa base secas (BS, t/ha) se obtuvo en la época de lluvias a los 90 d (24.18 t/ha). El mayor contenido de materia secas (MS, %) en planta entera se encontró a los 90 d en las tres épocas (24.12, 24.68 y 24.40 % para Secas, lluvias y nortes, respectivamente), el contenido mayor de proteína cruda (PC %) se observó a los 30 y 45 d en la época de nortes (15.74 y 15.44 %, respectivamente). El mayor porcentaje de fibra detergente neutro (FDN, %) se presentó en la época de lluvias (75.11 %) y a los 75 y 90 d (74.06 y 72.24 %, respectivamente) y la mejor degradación *in situ* de la MS (DSMS, %) se observó a los 30 y 45 d en las tres épocas 48.14 y 53.01% respectivamente. Bajo las condiciones del estudio, el pasto no tuvo un buen comportamiento tanto en la producción de biomasa como en la calidad en la época de secas, sin embargo presentó excelente comportamiento en la época de nortes.

Palabras clave: producción de biomasa, valor nutritivo, *Pennisetum purpureum*, Cuba CT-115

**BIOMASS PRODUCTION AND NUTRITIVE VALUE OF CT-115 CUBA GRASS  
(*Pennisetum purpureum*) IN A SOIL CAMBISOL**

Gloria Esperanza De Dios León, MC.

Colegio de Postgraduados, 2012

In order to meet the biomass production and nutritional value of Cuba CT-115 grass (*Pennisetum purpureum*) in a cambisol soil, an experiment was conducted in the Experimental Postgraduate College, Campus Tabasco in Cardenas, Tabasco. The study variables were agronomic and nutritional value. The evaluation covered the period from one year to study the three climatic seasons (dry, rainy and windy). Was used a randomized block design (4 replications) and the data were analyzed under a split plot with five treatments (day regrowth of grass) which were T1 (30 d), T2 (45 d), T3 (60 d), T4 (74 d) and T5 (90 d) as subplots, as main plots were the three seasons, for statistical analysis package was used R Foundation for Statistical Computing, in the comparison of means was applied Tukey test ( $P < 0.05$ ). Regression equations were linear over time between the days of regrowth against various variables using the program Curvafit (Olivares, 1994). The best leaf / stem ratio (h / t) was found at 30 d in dry and rainy season (1.73:1 and 1.79:1, respectively), highest production of biomass dry basis (BS, t / ha) was obtained in rainy season at 90 d (24.18 t / ha). The highest content of dry matter (DM,%) was found in the whole plant at 90 d in the three times (24.12, 24.68 and 24.40% for dry, rainy and windy, respectively). The highest value of crude protein (PC,%) was founded at 30 and 45 d in the windy season (15.74 and 15.44%, respectively). The highest percentage of neutral detergent fiber (NDF,%) occurred in the rainy season (75.11%) and 75 and 90 d (74.06 and 72.24%, respectively) and the best in situ degradation of DM (DSMS,%) was observed at 30 and 45 d in the three seasons 48.14 and 53.01% respectively, for dry, 51.31 and 49.80%, respectively in rain and 48.59 and 51.29 for windy %, respectively). Under the study conditions, the grass had not performed well in both biomass production and quality in the dry season, but showed excellent performance in the windy season.

Keywords: biomass production, nutritional value, *Pennisetum purpureum*, Cuba CT-115

A Dios, el creador de todo lo que existe,  
entonces yo existo. Por otorgarme la  
familia y amigos que tengo.

A mis padres por regalarme lo más preciado: la vida, sr.  
Joaquín De Dios Limón, en especial a la gran señora  
Margarita León Valier (q.e.p.d.) gracias a la cual soy la  
persona que soy. Te amaré por siempre y sabes la falta  
que me haces.

A mis hermanos: Tita del Carmen, Cuperto,  
Candelaria, Silvia y Lorena De Jesús, no tengo  
palabras para agradecerles su apoyo e impulso  
en todos los momentos de mi vida. Los quiero.

A mi prima Mariana Limón Limón por su  
amistad incondicional.

A mis sobrinos por quererme tanto y por supuesto que  
son correspondidos. Los adoro.

A la persona que siempre estuvo  
impulsándome para el término de este gran  
proyecto en mi vida y en muchos otros  
momentos, ser mi gran apoyo, por eso y más  
a FJNZ.

En general a toda mi familia por su apoyo en todos  
los aspectos y a la cual quiero mucho.

Dios es amor: el que permanece en el amor permanece en Dios y Dios en él (1ra de Juan 4:16).

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca económica otorgada para el estudio del postgrado a través de los impuestos de miles de Mexicanos.

Al Colegio de Postgraduados por la enseñanza académica recibida durante el estudio del Postgrado.

A la línea prioritaria de Investigación del Colegio de Postgraduados, Agroecosistemas Sustentables.

A cada uno de los Doctores (as) que durante dos años estuvieron relacionados conmigo para mi formación académica.

Al Dr. Jesús Alberto Ramos Juárez por fungir como mi consejero para la implementación, desarrollo y culminación de este proyecto y por sus acertadas sugerencias para la finalización del mismo.

Al MC Francisco Meléndez Nava, por su sincera amistad, honestidad, ser la persona que me impulsó para estudiar el postgrado y por su gran ayuda y asesoría para la culminación de este proyecto. Por todo eso y más: GRACIAS.

Al Dr. Mario Manuel Osorio Arce por sus oportunas y acertadas observaciones en este trabajo.

Al Dr. Omar Hernández Mendo por haber aceptado ser mi asesor en este proyecto y por sus recomendaciones durante el transcurso de la realización del mismo.

Al Dr. Arabel Elías Iglesias por sus destacadas observaciones en el presente trabajo.

Al señor Sebastián Díaz Córdova por su gran apoyo en el trabajo de campo durante el año de evaluación de este proyecto.

Al técnico José Luis Jiménez De Dios responsable del laboratorio de Ciencia Animal por la asesoría otorgada para la realización de los análisis necesarios.

Al Ing. Ramón Isidro Pardo Cruz por su gran apoyo para realizar los análisis de laboratorio.

## CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos .....	3
2.3 Hipótesis .....	3
III. REVISION DE LITERATURA .....	4
3. 1 Producción bovina en el trópico .....	4
3.2 La ganadería bovina en el Estado de Tabasco .....	5
3.3 Género <i>Pennisetum</i> .....	7
3.3.1 Origen y distribución .....	7
3.3.2 Característica de la especie en estudio: <i>P. purpureum</i> Cuba CT-115.....	9
3.4 Valor nutritivo de los pastos tropicales.....	15
3.4.1 Componentes del valor nutritivo de los pastos. ....	15
3.4.1.1 Composición química .....	15
3.4.2 Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos .....	19
3.4.2.1 Factores genéticos.....	20
3.4.2.2 Factores morfológicos.....	20
3.4.2.3 Factores fisiológicos .....	20
3.4.2.4 Factores climáticos.....	21
3.4.2.5 Factores de manejo .....	23
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
4.1 Localización del área de estudio .....	25
4.2 Suelo, clima y vegetación .....	26

4.3	Periodo de estudio.....	26
4.4	Tipo de suelo.....	27
4.5	Tamaño de la parcela .....	28
4.6	Tratamientos en estudio .....	28
4.7	Diseño experimental y análisis estadístico .....	29
4.8	Fertilización .....	30
4.9	Variables en estudio.....	31
4.9.1	Agronómicas .....	31
4.9.1.1	Altura .....	31
4.9.1.2	Rendimiento de biomasa verde (BV).....	31
4.9.1.3	Relación hoja/tallo .....	31
4.9.1.4	Rendimiento de biomasa secas (BS).....	32
4.9.1.5	Tasa de crecimiento (TC).....	32
4.9.2	Valor nutritivo.....	33
4.9.2.1	Materia secas (MS) en planta entera.....	33
4.9.2.2	Materia secas en hoja .....	33
4.9.2.3	Materia secas en tallo.....	33
4.9.2.4	Proteína cruda (PC).....	33
4.9.2.5	Fibra detergente neutra (FDN) y Fibra detergente ácida (FDA).....	33
4.9.2.6	Contenido celular (CC).....	34
4.9.2.7	Hemicelulosa (H).....	34
4.9.2.8	Degradación <i>in situ</i> de la materia secas (DIMS) .....	34
V.	RESULTADOS.....	35
5.1	Variables Agronómicas.....	35
5.2	Variables de valor nutritivo .....	41



VI. DISCUSIÓN.....	51
VII. CONCLUSIONES.....	61
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	62
IX. ANEXOS .....	72

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Producción de materia verde, materia secas, proteína y relación hoja:tallo de cinco ecotipos de <i>P. purpureum</i> . Estación Experimental Alfredo Volio Mata, Tres Ríos, Cartago, Costa Rica .....	9
Cuadro 2. Composición química en base secas del <i>Pennisetum Cuba CT-115</i> .....	13
Cuadro 3. Composición química en base secas del <i>Pennisetum Cuba CT-115</i> a los 60 d de edad .....	14
Cuadro 4. Comparación del <i>Cuba CT-115</i> con el <i>King grass</i> .....	14
Cuadro 5. Análisis de suelo del sitio experimental.....	28
Cuadro 6. Tratamientos evaluados en el periodo de experimentación .....	29
Cuadro 7. Distribución de los tratamientos en los bloques.....	30
Cuadro 8. Altura (cm) del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol.....	35
Cuadro 9. Producción de biomasa verde (t/ha) del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol .....	37
Cuadro 10. Relación hoja/tallo del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol .....	38
Cuadro 11. Producción de biomasa secas (t/ha) del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol .....	39
Cuadro 12. Tasa de crecimiento (kg/MS/ha/d) del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol .....	40
Cuadro 13. Contenido de materia secas en planta entera (%) del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol.....	42
Cuadro 14. Contenido de materia secas en hoja (%) del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol .....	43
Cuadro 15. Contenido de materia secas en tallo (%) del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol .....	44
Cuadro 16. Contenido de proteína (%) del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol .....	46
Cuadro 17. Contenido de hemicelulosa (%) del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol .....	47
Cuadro 18. Contenido de Fibra Detergente Neutra (%) y Fibra Detergente Ácida (%) del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol .....	48
Cuadro 19. Contenido Celular (%) del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol .....	49
Cuadro 20. Degradación in situ de la materia secas (%) a 24 horas de incubación del pasto <i>Cuba CT-115</i> a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo Cambisol.....	50

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pasto Cuba CT-115.....	13
Figura 2. Componentes químicos de los Forrajes. Fuente: Lascano (1981).....	19
Figura 3. Mapa de localización de la parcela experimental.....	25
Figura 4. Datos climáticos presentes durante el año de evaluación (Marzo del 2011 a Abril del 2012) en la localidad de estudio. Fuente: Estación climatológica del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco ubicada en el Campo Experimental .....	27
Figura 5. Correlación de la altura del pasto y días de rebrote en las diferentes épocas del año ..	36
Figura 6. Correlación de la producción de biomasa verde del pasto y días de rebrote en las diferentes épocas del año .....	37
Figura 7. Correlación de la relación hoja/tallo del pasto y días de rebrote en las diferentes épocas del año.....	38
Figura 8. Correlación de la producción de biomasa secas del pasto y días de rebrote en las diferentes épocas del año .....	40
Figura 9. Correlación de la tasa de crecimiento del pasto y días de rebrote en las diferentes épocas del año.....	41
Figura 10. Correlación de la materia secas en planta entera del pasto en las diferentes épocas del año y días de rebrote .....	42
Figura 11. Correlación de la materia secas en hoja del pasto en las diferentes épocas del año y días de rebrote.....	44
Figura 12. Correlación de la materia secas en tallo del pasto en las diferentes épocas del año y días de rebrote .....	45
Figura 13. Correlación del porcentaje de proteína cruda del pasto en las diferentes épocas del año y días de rebrote .....	46
Figura 14. Correlación de la degradación in situ del pasto en las diferentes épocas del año y días de rebrote .....	50

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Datos climáticos presentados en el sitio durante la fase de experimentación .....	72
Anexo 2. Concentrado de los análisis de varianzas de las variables agronómicas evaluadas .....	72
Anexo 3. Concentrado de los análisis de varianzas de las variables de valor nutritivo evaluadas .....	73
Anexo 4. Efecto de la época del año y días de rebrote en la altura de la planta. ....	74
Anexo 5. Efecto de la época del año y días de rebrote en la producción de biomasa verde.....	74
Anexo 6. Efecto de la época del año y días de rebrote en la relación hoja/tallo.....	75
Anexo 7. Efecto de la época del año y días de rebrote en la producción de biomasa base secas. 75	
Anexo 8. Efecto de la época del año y días de rebrote en la tasa de crecimiento.....	76
Anexo 9. Efecto de la época del año y días de rebrote en el contenido de materia secas en planta entera.....	76
Anexo 10. Efecto de la época del año y días de rebrote en el contenido de materia secas en hoja. ....	77
Anexo 11. Efecto de la época del año y días de rebrote en el contenido de materia secas en tallo. ....	77
Anexo 12. Efecto de la época del año y días de rebrote en el contenido de proteína. ....	78
Anexo 13. Efecto de la época del año y días de rebrote en el contenido de hemicelulosa. ....	78
Anexo 14. Efecto de la época del año y días de rebrote en la degradación <i>in situ</i> de la materia secas. ....	79

## I. INTRODUCCIÓN

La región tropical húmeda de México comprende los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán y parte de Chiapas, con una superficie de aproximadamente 22.8 millones de ha. El hato está constituido por 11 millones de cabezas, predominan los genotipo cebuino cruzado con Suizo Pardo, Holstein, Charoláis y Simmental. Esta región aporta el 33% de la producción nacional de carne (Osorio, 2000). La alimentación se basa en el uso de los pastos y los forrajes de los cuales su producción de biomasa y valor nutritivo varía con la época del año; En la época de lluvias se presenta la mayor producción de forraje, y la menor en las épocas de norte y de seca, sin embargo, también en las zonas bajas, se presenta mayor producción de forraje al inicio de la época de secas debido a la humedad residual presente en los suelos, mientras que en la época de lluvias, hay poca disponibilidad debido a que los potreros se encuentran inundados (Meléndez, 1998).

Según Villegas *et al.* (2001) en el año 1999 se tenía un inventario de 11.9 millones de hectáreas (ha) con praderas establecidas en la región tropical de México, el Estado de Veracruz con 3.1 millones de ha de pasto introducido, Chiapas 1.5 millones de ha, Tamaulipas 1.1 millones ha, Tabasco 849 mil ha, Yucatán 611 mil ha, Campeche 514 mil ha y Oaxaca 510 mil ha. El bajo valor nutritivo de los pastos y forrajes limita el consumo voluntario y la producción de carne y leche (Láscano y Ávila, 1991), por lo cual es necesario buscar alternativas que permitan al productor contar con disponibilidad de pastos y forrajes durante todo el año, con buena producción y valor nutritivo (Argel, *et al.* 2000), que satisfagan los requerimientos nutricionales de los animales (Araya y Boschini, 2005).

Según el INEGI (2009) en México había una superficie sembrada de pastos en 2, 436,860 ha.

El uso de pastos para corte implica un uso intensivo ya que se busca minimizar el desperdicio del forraje por efecto del pisoteo, disminuir el gasto de energía durante el pastoreo y disminuir la selección que realizaría el animal ya que normalmente deja un residuo considerable en los potreros (Dávila y Urbano, 2005). Una de las variedades de pasto más utilizadas es el *Pennisetum purpureum* cv. King grass, que se caracteriza por tener una alta producción de biomasa de calidad nutricional aceptable (Araya y Boschini 2005, Meléndez, *et al.* 2000).

El forraje Cuba CT-115 es un clon del King grass obtenido por cultivo de tejidos en Cuba (Martínez *et al.*, 1996). Por sus características agronómicas y composición química se ha utilizado ampliamente en Cuba; Martínez y Herrera (2005) mencionan que tiene alta producción de biomasa en la época de secas, lo está relacionado con el acortamiento de los entrenudos que se sucede a partir de los 45 d de rebrote de la planta y le confiere bajo porte, se puede utilizar para la producción de forraje en pie y pastoreo directo debido a su baja altura, ya que se puede almacenar en campo como forraje para la época de Secas, a los 4-6 meses de edad, presenta una aceptable calidad y mayor valor nutritivo que otros alimentos preservados o cultivados para este fin y tiene elevada capacidad de rebrote que propicia acumular biomasa sin grandes afectaciones a su calidad (Martínez, 2001).

Sin embargo, es necesario probarlo bajo las diferentes condiciones climáticas y de suelo en el Estado de Tabasco debido a que no existen estudios reportados relacionados a esta especie en la zona y se puede considerar con este cultivar como alternativa para las épocas en que hay escasa producción de otros pastos.

## II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### 2.1 Objetivo general

Evaluar la producción de biomasa y valor nutritivo del pasto Cuba CT-115 (*P. purpureum*) a diferentes edades de rebrote durante un año en un suelo Cambisol en la región de la Chontalpa, Tabasco.

### 2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la producción de biomasa del pasto Cuba CT-115 (*P. purpureum*) a diferentes edades de rebrote durante las épocas de Secas, lluvias y nortes.
2. Evaluar la composición química del pasto Cuba CT-115 (*P. purpureum*) a diferentes edades de rebrote durante las épocas de Secas, lluvias y nortes.
3. Evaluar la degradación *in situ* de la materia secas del pasto Cuba CT-115 (*P. purpureum*) a diferentes edades de rebrote durante las épocas de Secas, lluvias y nortes.

### 2.3 Hipótesis

En la época de secas el pasto Cuba CT-115 (*P. purpureum*) tiene buena producción de biomasa con buen valor nutritivo.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 3. 1 Producción bovina en el trópico

Las zonas tropicales, se caracterizan por la utilización del sistema de producción de bovinos de doble propósito, el sistema de alimentación, en su mayoría es de forma extensiva; basada principalmente, en pastos nativos de los géneros *Paspalum spp* y *Axonopus spp*, así como los pastos introducidos de los géneros *Panicum*, *Brachiaria*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Pennisetum*, *Hyparrhenia* y *Cenchrus* (Gómez, 2003). según Pérez *et al.* (2003) el ganado predominante son las cruzas de Cebú con las razas Suizo, Holstein y Simmental.

El trópico húmedo tiene una superficie de 24 millones de hectáreas, constituyendo el 12 % del territorio nacional. Se localiza principalmente en los estados de Veracruz, Tabasco, Oaxaca, Chiapas, Campeche y Quintana Roo. Estas regiones se caracterizan por tener climas cálidos húmedos de los tipos Aw, Am y Af con precipitaciones superiores a los 1000 mm anuales y una época secas que varía de 0 a 5 meses. Los suelos predominantes son clasificados como Acrisoles, Cambisoles, Vertisoles, Luvisoles, Gleysoles y Litosoles, variando en fertilidad, pH y capacidad de intercambio catiónico. El recurso forrajero más importante en esta región son las praderas de temporal ya que aportan la mayor parte del forraje para los rumiantes (Enriquez, 2001).

En estas regiones. los parámetros reproductivos son bajos, esto se explica en base al sistema extensivo de producción utilizado en donde existe una serie de factores limitantes; carga media de 1 UA/ha/año, y 55-60 becerros destetados con un peso de 120-160 kg por cada 100 vacas en el hato y 380-400 kg como peso al sacrificio. En esta región se combina de manera importante el doble propósito, con ordeño estacional y la engorda de las crías en praderas con pastos introducidos y praderas con gramas nativas. Si bien el periodo de sequía es corto, la fase de engorda requiere de 16 a 32 meses para que el ganado alcance 400 kg de peso vivo (Osorio, 2000) a pesar de ello se estima que en el trópico se produce aproximadamente el 45% de la producción de leche y más del 50 % de la producción de carne de los totales nacionales (Osorio, 2000).

México ocupa el octavo lugar mundial en población de ganado bovino, con un inventario de 31 millones de cabezas, cifra que corresponde al 2.31 % del hato mundial. Dicha población



ganadera se mantiene en una superficie de 147 millones de hectáreas, lo que representa el 73 % de la superficie del territorio nacional. Las regiones ganaderas de nuestro país se encuentran divididas en tres zonas ecológicas las cuales son: 1) Zona árida y semiárida donde se localiza el 20.3 % del hato nacional, 2) Zona templada centro que aloja el 16.2 % y 3) zona del trópico húmedo y seco con el 63.5 % de la población bovina nacional (Enriquez, *et al.*, 2011).

La producción de carne está constituida, principalmente, por aves (pollos y gallinas) con 46.87%, bovinos con 30.51%, porcinos con 20.53%, ovinos con 0.96%, caprinos con 0.77% y guajolotes con una participación del 0.36% (SIAP, 2010). La FAO (2010) ubicó a México en el sexto productor mundial de carne vacuna con 1, 954,010 toneladas y en el decimo quinto en leche fresca de vaca con 10, 676,700 toneladas. Sin embargo, estas cantidades no satisfacen la demanda de alimentación en el país por lo cual en 2009, ocupó el cuarto lugar en la importación de carne de bovino deshuesada con 220,768 t, siendo también el primer importador de leche de vaca en polvo con 165,067 t.

El inventario pecuario nacional bovino en el 2010 fue de 32,642,134 cabezas de bovinos, de los cuales 30,267,511 corresponden a bovinos de carne y 2,374,623 a ganado lechero; siendo Veracruz el Estado que hasta entonces contaba con el mayor inventario con 3,926,683 cabezas de bovinos que corresponde al 12.02 % del total nacional y por lo tanto es también el principal productor de ganado bovino en el país con un volumen de producción de 496,438 t que representa el 14.99% de la producción nacional y Jalisco el segundo productor con una aportación del 10.80% (366,893 t), correspondiendo al Estado de Chiapas ocupar el tercer lugar, con una producción de 210,790 t lo que representa el 6.2% de la producción nacional (SIAP, 2010).

### **3.2 La ganadería bovina en el Estado de Tabasco**

El Estado de Tabasco es una de las regiones del país con mayor precipitación. Está situado al sureste de México, limita por el norte con el Golfo de México, por el Noreste con el Estado de Campeche, al Sur con el Estado de Chiapas, Oeste con el Estado de Veracruz y por el Sureste con la República de Guatemala. Dentro de las regiones ganaderas más importantes del país, se

encuentra el trópico húmedo con 2, 466,100 ha, lo que representa el 1.25 % del territorio nacional (INEGI, 2004).

En Tabasco se definen tres épocas climáticas: 1) La de Secas que comprende de marzo a mayo y en algunas regiones, la primera quincena de junio, en la cual se presenta altas temperaturas, elevada radiación solar y baja precipitación (9 a 14 % del total anual); a pesar de esto, se encuentra humedad en los terrenos bajos, proveniente de humedad residual y del manto freático; 2) La época de lluvias se presenta de junio a octubre, la precipitación representa un 59 a 65 % del total y 3) La época de nortes, se sitúa de noviembre a febrero que se caracteriza por la presencia de masas de aire húmedo con alta nubosidad que ocasiona baja radiación y temperatura, además de frecuentes y prolongadas lluvias que van de 25 a 27 % de la precipitación total (Meléndez, 1998).

Tabasco, al encontrarse ubicado en la zona del trópico húmedo, comparte las características de la zonas ganaderas tropicales de país. Estas características del sistema y la situación climatológica influye en el rendimiento y calidad de los pastos, por lo que la respuesta productiva de los bovinos tiene amplia variación anual y en algunas regiones donde los bovinos dependen exclusivamente de los pastos nativos o mejorados como única fuente de nutrientes, frecuentemente, son incapaces de cubrir sus necesidades alimenticias, lo que provoca una baja producción de carne y leche.

Datos del SIAP (2010) menciona que el inventario pecuario para el estado de Tabasco fue de 1, 485,070 cabezas de bovinos, de los cuales 1,469,329 cabezas correspondieron a carne que representa únicamente el 4.85 % del total nacional y 15,741 cabezas que corresponden a leche, así como 274,658 cabezas de porcinos y 83,566 de ovinos. El volumen de producción de carne en canal de las principales especies en toneladas, fueron: 63,350 para bovinos, 24,238 para aves, 12,816 para cerdos y 288 en ovinos; de igual forma se reporta 111,416 miles de lt de leche, 1,334 t de huevo y 193 t de miel. Tabasco es el decimo productor de ganado bovino con un volumen de producción de 121,433 t que representa el 3.63% de la producción nacional.

### 3.3 Género *Pennisetum*

#### 3.3.1 Origen y distribución

Ayala (1988) expresa que el género *Pennisetum* es originario del continente africano y la introducción del pasto King grass del que se obtuvo el CT-115 fue introducido a Cuba en la década de los 70's proveniente de la República de Panamá, al Instituto de Ciencia Animal; su siembra y evaluación se extendió por algunas regiones del país a partir de 1976. Brunken (1977), asevera que este género incluye dos especies reproductivamente aisladas, nativas de los trópicos semiáridos de África y de la India. Este género pertenece a la tribu *Panaceae*. El género *Pennisetum* es uno de los más difundidos en Cuba debido a su buen establecimiento y alto rendimiento el cual alcanza en algunas especies hasta 50 ton/ha/año de MS

Paretas *et al.* (1989), en estudios realizados sobre *P. purpureum*, plantean que esta es una planta perenne de crecimiento erecto y de porte alto, su tallo puede alcanzar de 13 a 15 mm de diámetro, con abundantes yemas basales, hojas lanceoladas, anchas y largas. Presenta inflorescencia en forma de espiga y florece de diciembre-febrero, es de tipo amacollada, perenne que llega a crecer hasta 3 m de altura y puede ser utilizado en pastoreo y bajo corte.

Martínez *et al.* (1998), plantean que se puede observar el aspecto hojoso de esta variedad. Su carácter genético le hace acortar el largo del entrenudo a medida que envejece, sin embargo, esto no afecta el largo de las vainas y las hojas, por lo que aumenta considerablemente su proporción de hojas.

Roche y Hernández (1993) plantearon que varios cultivares del pasto elefante, *P. purpureum* han sido explotados por ganaderos desde hace varias décadas, entre ellos Napier, Candelaria, King grass, Merkejan y actualmente Craggz 65, Taiwán A-140 y 801-4, estos últimos de reciente explotación para la estructura varietal en áreas forrajeras. Estos cultivares son perennes, erectos y de gran talla, con buen ahijamiento basal y muestran gran vigor en sus rebrotes al ser cosechados, lo que les confiere buenas características para ser utilizados como forraje en la mayoría de los países donde se han cultivado. Los rendimientos anuales han estado por encima de los obtenidos en otras gramíneas).

Paretas *et al.* (1989), plantearon que todos los *P. purpureum* se adaptan a un amplio rango de suelos (latosólicos, no calcáreos y montmorilloníticos) se desarrollan en suelos con pH entre ligeramente ácidos y neutros con buen drenaje y poco erosionados, requiere altas temperaturas y precipitaciones anuales no menores de 1000 mm.

De acuerdo a lo que plantea Tergas (1986), *P. purpureum*, es una gramínea forrajera que se adapta muy bien a condiciones tropicales hasta alturas de 1 000-1 500 m sobre el nivel del mar, con un amplio rango de distribución de lluvias y de fertilidad del suelo con inclusión de suelos ácidos de baja fertilidad natural.

Con respecto a nuevas variedades de pastos, Machado *et al.* (2006), argumentaron que en Cuba entre 1962 y 2005 se introdujeron 2181 gramíneas; en las diferentes evaluaciones, al comparar el rendimiento de estas y el de los pastos naturales, que alcanzaron valores de 7 y 15 t de MS/ha mientras que los resultados de las gramíneas introducidas fueron superiores y sus valores máximos estuvieron en el rango de 12 y 24.6 t de MS/ha cuando se estudiaron sin riego y sin N y con riego y con 200 kg de Nitrógeno, respectivamente, y se notó que las variedades de *P. purpureum* fueron las que sobresalieron con rendimientos que variaron entre 13 y 26.7 t de MS/ha, donde destacaron Napier y el King grass.

Al utilizar la técnica de cultivo de tejidos *in vitro* y tomar el meristemo apical del King grass como tejido donador, se obtuvieron nuevos clones que representaron marcadas diferencias fenotípicas con respecto a sus progenitores. Los resultados de esta evaluación durante dos años indicaron diferencias en los rendimientos de materia secas, los que fueron superiores o inferiores al King grass progenitor. Además, hubo un clon (Cuba CT-155) que no finalizó el periodo experimental.

De estos clones, se seleccionó el Cuba CT-115, que se distingue por su bajo porte y por acortar la distancia de entrenudos a medida que avanzó la edad de rebrote, su floración es escasa y sus rendimientos son similares a los de sus progenitores. A partir de estas características propias para el pastoreo, se desarrolló la tecnología de banco de biomasa que goza de amplia popularidad en Cuba y en el extranjero como alternativa para solucionar el déficit de alimento durante el periodo de Secas (Herrera, 2009).

En el Cuadro 1 se presentan algunos valores de producción y valor nutritivo de diferentes ecotipos de *P. purpureum* encontrados en un experimento en Costa Rica donde se puede observar que en cuanto a producción de materia secas y porcentaje de materia secas existe una amplia variación entre las diferentes especies, el pasto King grass es el que sobresale con 15.26 t/ha/MS al igual que en el porcentaje de materia secas (21.04 %). El ecotipo enano es el que presenta los mayores contenidos de proteína (11.14 %) y la más alta relación hoja/tallo (1.73:1), los otros cuatro ecotipos estudiados son muy similares en estas dos variables.

Cuadro 1. Producción de materia verde, materia secas, proteína y relación hoja/tallo de cinco ecotipos de *P. purpureum*. Estación Experimental Alfredo Volio Mata, Tres Ríos, Cartago, Costa Rica

Ecotipo	Prod. Materia verde (kg/ha)	Prod. materia secas (kg/ha)	Materia secas (%)	Proteína cruda (%)	Relación Hoja: tallo
Taiwán	80.55	13.87	19.44	9.73	0.65:1
King grass	86.94	15.26	21.04	9.08	0.62:1
Gigante	61.43	12.24	19.82	9.30	0.54:1
Enano	22.37	4.66	17.80	11.14	1.73:1
Camerún	35.46	6.93	17.17	9.65	0.65:1

Araya y Boschini, 2005

### 3.3.2 Característica de la especie en estudio: *P. purpureum* Cuba CT-115

Nombre científico: *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115

Clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: *Magnoliophyta*

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Paniceae

Género: *Pennisetum*

Especie: *purpureum*

Es una planta forrajera obtenida del King grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*) a partir de callos embriogénicos provenientes de conos apicales de esta variedad mediante el cultivo de tejidos y con la obtención de nuevas plantas; así se obtuvo esta nueva variedad Cuba CT-115 o también conocida como el 115 del ICA, esta variedad fue lograda en los laboratorios del Instituto de Ciencia Animal de la Universidad de la Habana, Cuba. Una de las principales razones para su selección es que, debido a su baja altura y resistencia al pisoteo, puede ser una posibilidad para emplearse bajo condiciones de pastoreo, además de tener un aceptable rendimiento de biomasa, buena calidad nutritiva, tolerancia a la sequía y alta proporción de hojas (Martínez et al. 1996). Esta variedad se ha utilizado en la producción de forraje en pie y pastoreo, otra característica promisoría es que se puede almacenar como forraje en pie en la época de Secas, ya que aún a los 4 o 6 meses de edad presenta una aceptable calidad en relación a otros alimentos preservados o cultivados para este fin (Herrera, 1997; Martínez, 1998).

Otras características de esta variedad que destacan son las siguientes:

- \* Mayor número de hijos por planta.
- \* Alto contenido de azúcares.
- \* Porte bajo al disminuir el tamaño de los entrenudos.
- \* Mejor relación hoja: tallo al acortarse los nudos.
- \* Florece muy poco.
- \* Excelente respuesta después del pastoreo.

Valdés *et al.* (2001) consideraron que en el Cuba CT-115 se conjugan un grupo de caracteres deseados, ya que esta variedad almacena su biomasa a baja altura en el campo, que puede ser pastoreada y obtener un buen rebrote y ahijamiento, por tanto se puede utilizar como una importante reserva de alimento para la época de Secas. Su carácter genético acorta el largo del entrenudo a medida que envejece. Sin embargo, esto no afecta el largo de las vainas y las hojas, por lo que aumenta considerablemente su proporción de hojas. Hasta ahora es el pasto

*Pennisetum* con posibilidades comerciales, de mejor proporción de hojas (más de 40%) entre todas las variedades obtenidas en Cuba, su calidad es alta y semejante al CT-169 y de rendimiento superior a éste.

El problema principal de la ganadería tropical es la alimentación de los animales en la época de Secas. El *Pennisetum* Cuba CT-115 constituye una alternativa para garantizar un alimento de buena calidad en esa época (Martínez, 1999), este autor hace una descripción completa sobre la agronomía de este pasto, la cual se presenta a continuación.

**Descripción botánica.** Es una planta perenne y de crecimiento erecto muy similar a la caña de azúcar, que alcanza una altura de 3 m, con tallos que puede alcanzar de 3 a 5 cm de diámetro y sus hojas son anchas y largas con vellosidades suaves, verdes claro cuando son jóvenes y verde oscuro cuando están maduras. Sus raíces forman cepas muy compactas y sólidas que pueden alcanzar hasta 2 m de profundidad. Su inflorescencia es compacta y cilíndrica, de 12 a 15 cm de largo.

**Adaptación y tolerancia.** Se adapta a ambientes con precipitaciones desde 700 hasta 3 000 mm anuales. No tolera el encharcamiento prolongado, prefiere los suelos profundos, de buen drenaje interno. Es un pasto que soporta periodos de sequía prolongados, se puede cultivar en suelos con pH ligeramente ácido y neutro (6.0 y 7.5), su forma de propagación es por medio vegetativo con el empleo de tallos. Para sembrar una hectárea se necesita entre 3.5 a 4.5 toneladas, alcanza entre 1.5 a 1.8 metros de altura a los 150 días, es una planta que florece muy poco, una de sus principales característica es el acortamiento de la distancia entre los nudos del tallo. Se llega a obtener de 4 a 6 cosechas al año. Supera a otras variedades de King grass en calidad ya que tiene mayores porcentajes de proteína y de digestibilidad de la MS.

**Propagación y crecimiento.** La semilla botánica de King grass (*P. purpureum*) tiene de 10 a 15 % de germinación, por lo que se recomienda propagarlo vegetativamente por estacas, las cuales deben proceder de tallos de 90 a 120 días de madurez; se recomienda usar cañas enteras que luego se cortan en pedazos en el mismo surco para ser tapados con una capa de 10 a 15 cm de suelo. El distanciamiento apropiado es de 1 a 1.5 m entre surcos y de 2.5-5 cm de profundidad. El primer corte se realiza entre 4 y 6 meses después de su siembra.

**Producción de biomasa.** De modo similar a todos los Pennisetum, acumula biomasa hasta los 4-6 meses, pero a una altura considerablemente menor que otros de la misma especie (1.40 m o menos). Si se deja en pie, después de seis meses ya no acumula más biomasa. Las experiencias de varios años de estudio indican que si se suman seis cortes al año (corte cada dos meses), la producción no supera las 90 t/ha/año. Sin embargo, en dos cortes en el año (cada seis meses) el total de forraje puede ser superior a 200 t/ha/año.

El clon CT-115 en la medida que envejece acumula menos cantidad de lignina que el resto de los Pennisetum, este atributo le confieren una gran ventaja a este pasto.

**Uso para pastoreo.** Según Martínez (1999), la tecnología para la utilización del CT-115 en pastoreo en Cuba consta de los siguientes pasos:

- Preparación convencional del suelo con surcos profundos.
- Sembrar con lluvia o riego a 1 m entre surcos.
- Intercalar con leguminosas perennes entre surcos ( glycine, siratro, kudzú y otras).
- Sembrar en julio o agosto y dar 5 ó 6 meses de establecimiento para iniciar el primer pastoreo.
- Dar 70-80 días de reposo por potrero para realizar un segundo pastoreo entre marzo y mayo.
- Aplicar un pastoreo en julio.
- Ejecutar labores de cultivo según recursos disponibles después del pastoreo de julio.
- Iniciar el nuevo ciclo después de 5 meses de reposo.
- Ejecutar cada pastoreo a fondo hasta que se consuman todas las hojas.
- Ajustar la carga instantánea según la disponibilidad de biomasa, considerar un 60% de aprovechamiento y raciones de 14 kg de MS (30-40 kg de forraje fresco).

Por estas razones, no debe sustituir a éste, sino más bien complementarlo para aprovechar su mejor comportamiento relativo en secas, lo que se sugiere que su inclusión en la estructura varietal no exceda el 20% de las áreas de forrajes existentes, ya que por sus características, no debe ser usado fundamentalmente como forrajero, sino para el pastoreo como reserva de alimento para la época de Secas.





Figura 1. Pasto Cuba CT-115

Valenciaga, *et al.* (2001) reportaron valores encontrados en la composición química del pasto Cuba CT-115 en la Habana Cuba (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición química en base secas del Pennisetum Cuba CT-115

Indicador	Hojas	Tallos	Planta completa
Proteína Cruda	14.25	7.06	11.38
Fibra Detergente Neutra	67.39	68.98	68.23
Fibra Detergente Acida	40.78	38.83	39.43
Lignina	3.80	4.22	3.97
Ceniza	4.01	7.04	6.58
Celulosa	32.24	35.79	32.86
Hemicelulosa	26.61	30.15	28.80

Valenciaga, *et al.*, 2001

En otro reporte, Valenciaga *et al.*, (2006), presentaron los siguientes valores de la composición química del pasto Cuba CT-115 (*P. purpureum*) a los 60 d de edad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Composición química en base secas del Pennisetum Cuba CT-115 a los 60 d de edad

Indicadores	%
Proteína Cruda	12.63
Fibra Bruta	33.19
Fibra Detergente Neutro	74.10
Fibra Detergente Acida	36.16
Lignina	5.34
Celulosa	30.72
Hemicelulosa	36.94
Ceniza	11.54

En el Cuadro 4 se presenta una comparación del valor nutritivo del pasto Cuba CT-115 (*P.purpureum*) comparado con su progenitor el King grass (*P.purpureum* x *P. typhoides*) donde se observa que son similares en la producción de materia secas por ha (63.4 y 64.1 t/ha respectivamente), sin embargo el CT-115 supera a su progenitor en el porcentaje de hojas en un 8.4 % siendo prácticamente igual en los otros componentes.

Cuadro 4. Comparación del Cuba CT-115 con el King grass

Indicadores	King grass	Cuba CT-115
T de MS/ha	63.4	64.1
Producción en secas, %	48.0	50.0
Hojas, %	31.6	40.0
Proteína bruta, %		
Hojas	11.4	11.5
Tallos	5.3	5.6
Contenido celular, %	24.7	26.5

Martínez y Herrera, 2006.

### **3.4 Valor nutritivo de los pastos tropicales**

En las regiones tropicales los pastos constituyen el principal recurso para la alimentación bovina (López *et al.*, 2007). Uno de los factores limitantes de las gramíneas tropicales es su bajo contenido de proteína y baja digestibilidad lo que influye negativamente en el consumo voluntario, y por lo tanto, en la producción de carne y leche (Enriquez, *et al.*, 1999). La calidad del forraje está asociada con el estado de crecimiento de la planta, el tipo de planta y los factores del medio ambiente. Ninguna especie de planta mantiene todo el año los nutrientes que son requeridos por los animales en pastoreo, especialmente los requerimientos para crecimiento y reproducción. El valor nutritivo máximo en los pastos jóvenes se mantiene elevado hasta el principio de la floración, para decrecer más o menos rápidamente lo que depende de la especie, condiciones climáticas y otros más, que pueden ejercer una influencia importante en acelerar o retardar el estadio de maduración (Rodríguez *et al.*, 1976 citado por Soto, 2008); sin embargo, algunas plantas contienen más nutrientes que otras, aunque sean de la misma especie.

#### **3.4.1 Componentes del valor nutritivo de los pastos.**

La capacidad de los pastos de garantizar o no las exigencias nutritivas de los animales para el mantenimiento, crecimiento y reproducción es lo que se conoce como valor nutritivo. En términos generales, el valor nutritivo de las especies forrajeras es la resultante de la ocurrencia de factores intrínsecos de la planta como son la composición química, digestibilidad, factores ambientales, factores propios del animal y la interacción entre las pasturas, el animal y el ambiente (Lascano, 1981).

##### **3.4.1.1 Composición química**

Indica la cantidad de nutrientes orgánicos y minerales presentes (aunque no de su disponibilidad para el animal), así como la existencia de factores o constituyentes que influyen negativamente sobre la calidad, incluye las siguientes componentes:

**Proteína cruda.** Es uno de los nutrientes a los que más se le atiende en los estudios bromatológicos (Juárez *et al.*, 2004). Un contenido bajo de proteínas resulta en una disminución del consumo de forrajes. El nivel crítico de la proteína en forrajes tropicales, por debajo del cual

limita el consumo está establecido en 7% (base secas). Este nivel está considerado como el mínimo para garantizar un balance de nitrógeno positivo; este valor es superado fácilmente bajo condiciones adecuadas de humedad y manejo apropiado (fertilización, estado de madurez, presión de pastoreo). De ahí que la valoración cuantitativa del tenor proteico del forraje sea la base para conocer si satisface los requerimientos del rumiante. Este puede dividirse en dos componentes: necesidades de amoníaco para el crecimiento de las bacterias en el interior del rumen y de aminoácidos que serán absorbidos en el intestino delgado (Pirela, 2005).

Una característica deseable en los forrajes y otros alimentos es la de proveer una fuente adicional de proteína (proteína sobrepasante) para ser digerida y absorbida en el intestino delgado y que complemente de forma satisfactoria el suministro de aminoácidos procedentes de la proteína microbiana. Para la mayoría de los recursos alimenticios de los países tropicales, las ventajas de la proteína sobrepasante descansan sobre los efectos de aumentar la eficiencia de utilización de los nutrientes absorbidos y del incremento del consumo voluntario. Estos efectos son adicionales a su papel como complemento de la proteína microbiana (INRA, 1981).

**Extracto etéreo.** Compuestos orgánicos insolubles en agua, que pueden ser extraídos de las células y tejidos por solventes como el éter, benceno y cloroformo. En líneas generales, proveen energía y otros nutrientes y su disponibilidad para el animal es alta, aunque incluye proporciones variables de otros compuestos con poca importancia nutricional. Buena parte del material que es analizado típicamente como grasa en los pastos es, de hecho, algo distinto a las grasas verdaderas (Juárez *et al.*, 2004).

**Carbohidratos.** Principales componentes de los forrajes y son responsable de las 3/4 partes del peso seco de las plantas. La determinación del valor nutritivo de los carbohidratos estructurales es un aspecto que ha recibido mucha atención, desde que su presencia en una dieta influye tanto en la digestibilidad como en el consumo del pasto ofrecido (McDonald *et al.*, 2006). Un importante carbohidrato estructural lo constituye la lignina; este compuesto complejo, heterogéneo y no digerible por los microorganismos ruminales ni por las enzimas intestinales, se encuentra incrustado en la pared celular de los tejidos vegetales, su contenido aumenta con la madurez, es responsable de la digestión incompleta de la celulosa y la hemicelulosa y el principal factor limitante de la digestibilidad de los forrajes. Los carbohidratos no estructurales están

disponibles casi en 100% para el animal, al ser digeridos fácilmente por los microorganismos del aparato digestivo y/o enzimas segregadas por el animal. El tipo de carbohidratos en la dieta y su nivel de consumo determinan con frecuencia el nivel de rendimiento productivo de los rumiantes (Cáceres, 1985).

**Minerales.** El contenido de minerales en los forrajes es muy variable ya que depende del tipo de planta, propiedades del suelo, de la cantidad y distribución de la precipitación y de las prácticas de manejo del sistema suelo-planta-animal (McDowell y Arthington, 2005). Con algunas excepciones, los minerales para el crecimiento y producción de los animales son los mismos que los requeridos por las plantas forrajeras. Sin embargo, las concentraciones normales de algunos elementos en las plantas pueden resultar insuficientes para satisfacer los requerimientos de los animales, mientras que en otros casos, ciertos minerales se encuentran en niveles que resultan tóxicos para los animales, pero sin causar ningún daño a las plantas. Los rangos de concentraciones de minerales en los forrajes son generalmente muy amplios, sin embargo, en muchos casos se han detectado deficiencias minerales en rumiantes que consumen forrajes en niveles aparentemente adecuados. Ello significa que su digestión o absorción aparentemente ha sido limitada por condiciones de la planta, del animal o del manejo al cual son sometidos (López, *et al.*, 2007).

**Digestibilidad.** La digestibilidad aparente de un pasto, expresa la proporción en que se encuentran los nutrientes digestibles y su utilización con respecto al total del alimento ingerido por el animal (Enriquez *et al.*, 2011). Una digestibilidad del 65% en un forraje es indicativo de un buen valor nutritivo y permite un consumo adecuado de energía en la mayoría de los animales (Stobbs y Thompson, 1975).

**Energía.** El consumo de energía bruta o la energía total contenida en los forrajes aporta escasa información para evaluar el valor nutritivo. La energía digestible posee cierto valor para expresar las necesidades de un animal y para la valoración de un forraje ya que toma en cuenta las pérdidas de energía a través de las heces. La energía metabolizable resulta más valiosa para determinar los valores energéticos y las necesidades debido a que toma en cuenta las pérdidas de energía ocurridas en la orina y a través de los gases (Pirela, 2005).

**Consumo voluntario.** Es de importancia decisiva en el valor nutritivo del forraje. Un pasto con una composición química excelente es de poco valor nutritivo si no es consumido por el animal (Allison, 1985). El consumo voluntario de un forraje es definido como la cantidad de materia secas ingerida por el animal diariamente cuando dicho forraje es ofrecido a voluntad (Minson, 1990).

La figura 1 muestra los componentes nutritivos químicos de las plantas, la cual está constituida de agua en cantidades variables, que dependen de su grado de madurez; el resto lo constituye la materia secas, que a su vez se divide en materia inorgánica (cenizas) y materia orgánica, cuyos componentes son las fracciones nitrogenadas (nitrógeno proteico y nitrógeno no proteico), los compuestos grasos (pigmentos y clorofila), carbohidratos solubles (almidón, sacarosa y fructosa), carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectinas), fenoles (lignina y taninos) y otros compuestos diversos.

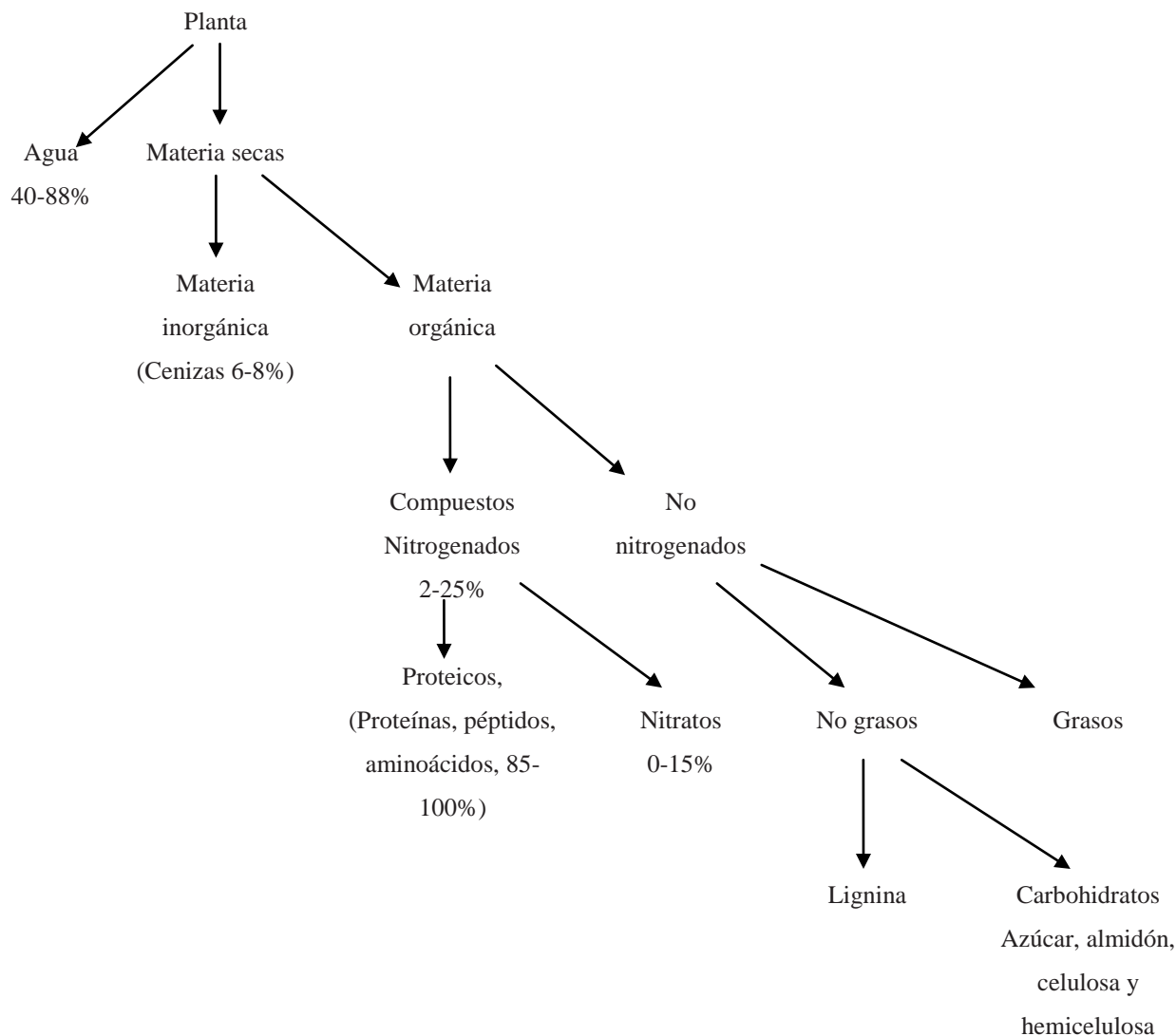


Figura 2. Componentes químicos de los Forrajes. Fuente: Lascano (1981)

### 3.4.2 Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos

Son muchos los factores determinantes de la composición química de los pastos, como por ejemplo: los factores propios de la planta, donde se destacan los genéticos (especie, edad, morfología, etc.), factores ambientales (temperatura, radiación solar, precipitación, fertilidad y tipo de suelo) y factores de manejo que el hombre ejerce sobre la planta (Cáceres, 1985). Dentro de éstos se ha señalado principalmente que la influencia de las condiciones climáticas tropicales puede ser la causa de la inferioridad del valor nutritivo de los pastos tropicales, particularmente la temperatura y la evapotranspiración (Minson y McLeod, 1970). También se ha demostrado

que existe un efecto del clima, sobre todo de la temperatura y la humedad sobre el fisiológico del animal, que afecta especialmente el consumo (Chenost, 1973; Michalet-Doreau y Xandé, 1979 citados por Soto, 2008).

#### **3.4.2.1 Factores genéticos**

En las gramíneas tropicales, existen algunas diferencias interespecíficas en composición química y digestibilidad, sin embargo, las principales diferencias se presentan cuando se comparan con las leguminosas forrajeras, siendo la características más resaltante el hecho que en un mismo estado fisiológicos, las leguminosas tienen un mayor contenido de proteína (que varía de 14 al 28 %) y de elementos minerales que las gramíneas (Argel y Lascano, 1998) además de menores contenidos de fibra (menores al 40 %) que le permiten un mayor consumo voluntario y digestibilidad (un 10 % más alto que las gramíneas), con incrementos en los rendimientos productivos de carne y leche (Lascano y Ávila 1991).

#### **3.4.2.2 Factores morfológicos**

Se ha observado que las hojas contienen mayor contenido de proteína y menor contenido de fracciones fibrosas, lo que le confiere una mejor calidad y por ende mayor consumo por los animales en comparación con los tallos (Enriquez *et al*, 2011). Se puede considerar que los tejidos celulósicos (parénquimas) son, en general, totalmente digeridos y que los tejidos lignificados (esclerénquima-tejidos conductores) son casi completamente indigestibles, esto significa que las hojas y tallos jóvenes son más digestibles que los tallos más viejos de las plantas. Otros factores morfológicos que afectan la calidad son: altura de la planta y estructura del pastizal. Las especies de porte alto son consumidas en mayor proporción que las de porte bajo debido a los hábitos de consumo de los animales (CIAT, 1983).

#### **3.4.2.3 Factores fisiológicos**

La edad o estado de madurez de la planta es tal vez el más importante y determinante de la calidad nutritiva del forraje. Durante el proceso de crecimiento de la planta, después del estado foliar inicial hay un rápido incremento de materia secas y un cambio continuo en los componentes orgánicos e inorgánicos. A medida que avanza el estado de madurez, la formación



de los componentes estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa) ocurren en mayor velocidad que el incremento de los carbohidratos solubles (Pezo, 1982); además, los componentes nitrogenados progresivamente constituyen una menor proporción de la materia secas. Esto se debe tanto a la pérdida de hojas como al aumento progresivo de la lignina, uno de los componentes estructurales que forma parte esencial de la membrana celular, el cual dificulta la digestión y disminuye el valor nutritivo de los pastos (Cáceres, 1985).

En cuanto al contenido proteico, las gramíneas tropicales presentan niveles relativamente altos en los estadios iniciales de crecimiento, para luego caer marcadamente hasta antes de la floración (Miranda, 2007). Esta disminución continúa hasta la madurez, momento en que el N es traslocado de las hojas a los tejidos de reservas (base de tallos y raíces). Al igual que la digestibilidad y el contenido proteico, el consumo voluntario también se ve afectado negativamente por la madurez (Pirela, 2005); además, el desarrollo vegetal trae consigo cambios morfológicos que contribuyen a la disminución del valor nutritivo de los forrajes (Enriquez *et al.*, 2011).

#### **3.4.2.4 Factores climáticos**

Los pastos poseen características fisiológicas y morfológicas propias que le brindan adaptación específica para su crecimiento y calidad. Sin embargo, experimentan modificaciones morfológicas en su rendimiento y calidad cuando ocurren cambios en las condiciones climáticas, donde la temperatura, la radiación solar, las precipitaciones y su distribución son los componentes de mayor influencia bajo las condiciones tropicales (Faría, 2006).

**Temperatura.** Los procesos bioquímicos y fisiológicos básicos relacionados con la síntesis, transporte y degradación de sustancias en las plantas están influenciados por la temperatura. No todas las especies de pastos tienen el mismo valor óptimo de temperatura para el cumplimiento de estas funciones (Enriquez, *et al.*, 2011). Cuando este valor óptimo es superado, los pastos utilizan mecanismos estructurales para reducir los efectos de estrés por altas temperaturas, como es el aumento del contenido de la pared celular, en especial de la lignina, la cual reduce de forma muy marcada la digestibilidad y la calidad de los pastos. En los trópicos la temperatura elevada durante el año permite obtener altos rendimientos de materia secas. En este sentido, la

temperatura óptima para el crecimiento de las gramíneas tropicales es generalmente 35°C, la máxima es de 40-45°C y la mínima es de 15°C, por debajo de la cual el crecimiento es muy lento o se suspende (Estrada, 2001).

**Radiación Solar.** Se encuentra muy relacionada con procesos fisiológicos fundamentales, vinculados con el crecimiento y los cambios morfológicos que experimentan los pastos y forrajes a través de su desarrollo. Influye en los procesos metabólicos de la planta que determinan su composición química, por cambios en la intensidad y en la calidad de la luz. El aumento en la intensidad de la luz favorece los procesos de síntesis y acumulación de carbohidratos solubles en la planta, lo que muestra un comportamiento inverso con el resto de los constituyentes solubles y estructurales, siempre que otros factores no sean limitantes. En los trópicos donde la radiación varía poco de un año a otro, los niveles de radiación suelen ser altos (Estrada, 2001).

**Precipitación.** El volumen de agua vertida por las precipitaciones y su distribución a través del año ejercen efectos notables en el crecimiento y la calidad de los pastos, debido a su estrecha relación con los factores bioquímicos y fisiológicos que regulan estos procesos biológicos de gran complejidad. Tanto el exceso como el déficit de precipitaciones pueden provocar estrés en los cultivos forrajeros (Pérez y Martínez, 1994). En el caso del primero, generalmente ocurre en los suelos mal drenados durante la estación lluviosa o en las regiones donde las precipitaciones son altas durante todo el año. Su efecto fundamental radica en que causa anoxia en las raíces, que afecta su respiración aeróbica, absorción de minerales y agua (Pérez y Martínez, 1994). A mayor precipitación se puede obtener mayor producción de materia seca.

Sin embargo, el estrés por sequía es más común en las regiones tropicales, lo que afecta el comportamiento fisiológico y morfológico de las plantas. El efecto depende de su intensidad y el estado de crecimiento y desarrollo de la planta (Enriquez *et al.*, 2011). En este sentido, se puede plantear que el aumento en la calidad de los pastos, debido al estrés hídrico, está asociado a cambios morfológicos en las plantas, tales como: reducción en el crecimiento de los tallos y aumento en la proporción de hojas, elementos característicos en el retraso de la madurez de las plantas. Por su parte, el estrés hídrico disminuye la concentración de la pared celular en las hojas y tallos de los forrajes, aunque de forma variable en sus componentes estructurales (celulosa,

hemicelulosa y lignina), atribuible esto último, a la necesidad de la planta de mantener altos valores de carbohidratos en formas solubles durante los ajustes osmóticos (Cáceres, 1985).

### **3.4.2.5 Factores de manejo**

El crecimiento y la calidad de los pastos pueden variar considerablemente de acuerdo con el manejo a que son sometidos, con efectos favorables o no en dependencia de la especie de planta y las condiciones edafoclimáticas donde se desarrollan. Se destacan entre ellos la altura de corte o pastoreo, la carga animal y el tiempo de ocupación entre otros.

**Frecuencia y altura de corte o pastoreo.** En la utilización de los pastos y forrajes, la altura y el momento de la cosecha constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfo fisiológico y productivo (Rickert, 1996).

El aumento de la edad de rebrote provoca cambios significativos en los componentes solubles, estructurales y en la digestibilidad de los pastos, lo cual hace que su valor nutritivo disminuya con el avance de la edad (Pirela, 2005). Sin embargo, su utilización a edades tempranas también provoca efectos negativos no sólo por la baja concentración de la materia secas y de los nutrientes sino por poseer un contenido de reservas en las partes bajas de los tallos y raíces de la planta que no le permite un adecuado rebrote y crecimiento vigoroso después del corte o el pastoreo (Rickert, 1996).

**Carga y tiempo de ocupación.** La carga animal es la variable más importante en el manejo de pastos y determina la productividad por animal y por área. Su efecto fundamental es a través de los cambios que se producen en la disponibilidad y el consumo de los pastos con influencias marcadas en la estructura y composición química de la planta. En términos generales, a mayor presión de pastoreo el animal tiene una menor capacidad de selección y en consecuencia, ingerirá alimentos de menor calidad (Enriquez, *et al.*, 2011).

Sin embargo, esta relación no es lineal pues a bajas presiones de pastoreo se reduce la eficiencia de utilización de la pastura, lo que redundaría en una acumulación de material forrajero de menor calidad, problema que aparentemente no puede ser superado mediante la selectividad. Por tanto, es importante buscar un adecuado balance entre el rendimiento, la composición química y el

contenido de reservas en las partes bajas y subterráneas de los pastos, con el fin de favorecer una máxima persistencia y utilización (Faría, 2006).

La producción de forrajes varía de una época a otra durante el año y de un año para otro, por lo que la carga animal se debe ajustar para permitir que exista suficiente forraje disponible, aún en las épocas desfavorables para minimizar las pérdidas del forraje producido y evitar el agotamiento de la pradera (Faría, 2006)

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Localización del área de estudio

El experimento se estableció en las instalaciones del Campo Experimental del Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco, carretera Circuito del Golfo km. 21 de la carretera Cárdenas-Coatzacoalcos, en la región conocida como La Chontalpa, Cárdenas, Tabasco en las coordenadas geográficas  $17^{\circ}59'15.6''$  de latitud Norte y  $93^{\circ}35'06.9''$  de longitud Oeste a una altura de 12 msnm (Figura 2). Tabasco se ubica casi en su totalidad dentro de la provincia fisiográfica denominada planicie costera del Golfo Sur de México (Velásquez, 1994, citado por Palma-López, *et al*, 2007).

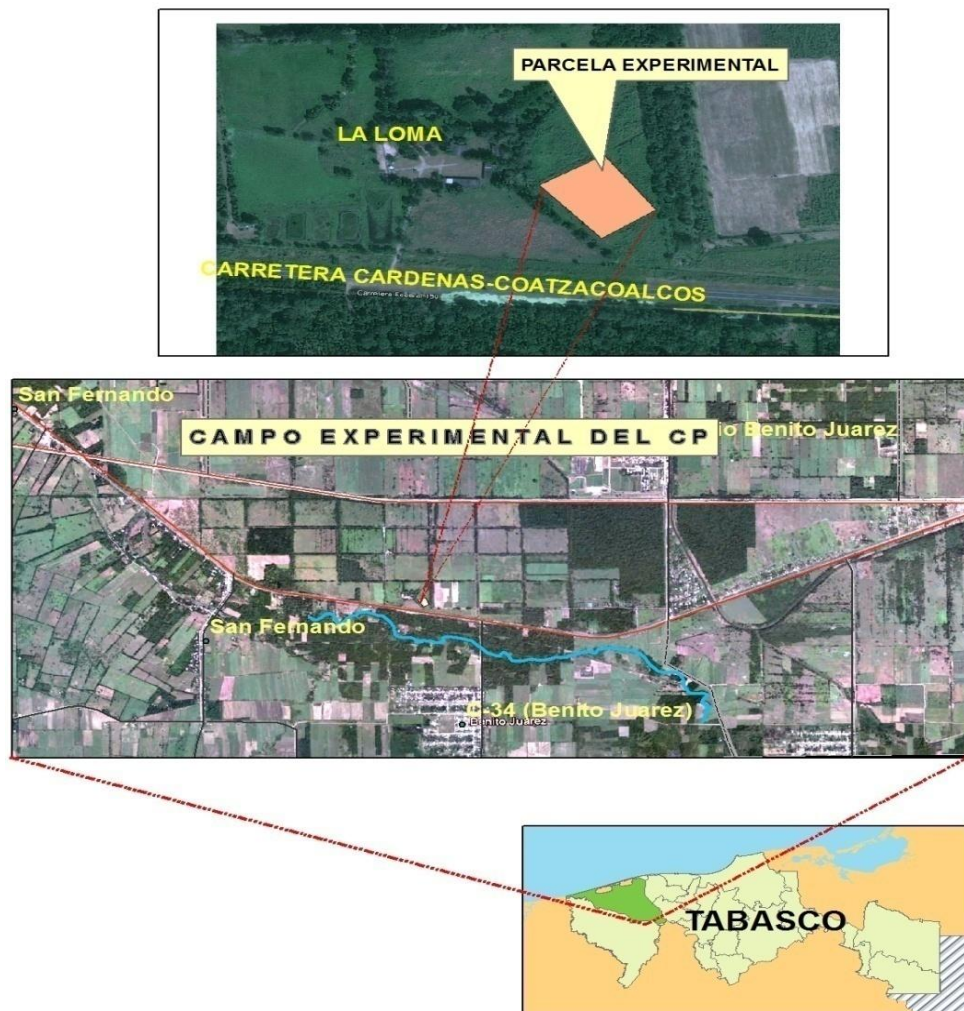


Figura 3. Mapa de localización de la parcela experimental

## **4.2 Suelo, clima y vegetación**

El suelo donde se estableció el experimento pertenece a la unidad Cambisol, La zona de estudio presenta un clima cálido húmedo con lluvias en verano (Am), la precipitación total anual supera los 2000 mm, y la temperatura promedio anual de 26 °C, con un rango de máximas promedio de 30° C y una mínima de 18 °C (Sánchez, *et al.* 2009). En el Estado de Tabasco se pueden diferenciar tres épocas en el año: Lluvias, la cual comprende de mediados de junio a mediados de octubre, Nortes de mediados de octubre a fines de febrero y Secas que comprende de inicios de marzo a principios de junio. La vegetación anteriormente fue selva alta perennifolia pero en la actualidad se desarrollan, lo que depende del tipo de suelo, una serie de cultivos como son: caña de azúcar, arroz, maíz, cacao y praderas tanto nativas como naturales, entre otras más.

## **4.3 Periodo de estudio**

El experimento comprendió: en la fase agronómica desde el mes de Abril del 2011 a Abril del 2012, sin embargo la fase de la evaluación de laboratorio para determinar el valor nutritivo se extendió hasta Agosto del 2012. El pasto Cuba CT-115 (*P. purpureum*) se encontraba establecido en campo dos años antes y se utilizaba eventualmente para pastoreo o corte. Al inicio del estudio se realizó un corte de homogeneización en toda el área de estudio. El material para la siembra en campo fue traído del municipio de Tenosique Tabasco.

Para estudiar las interacciones entre tratamientos y épocas del año Todas las variables estudiadas se agruparon en las tres épocas del año considerando la precipitación, temperaturas máximas y mínimas y horas brillo sol tomada por la estación meteorológica del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, ubicada a 800 m de distancia del área experimental y se determinó cada uno de los muestreos que corresponderían a cada época

Los datos climáticos presentes durante el periodo de estudio se presentan en la gráfica 1.

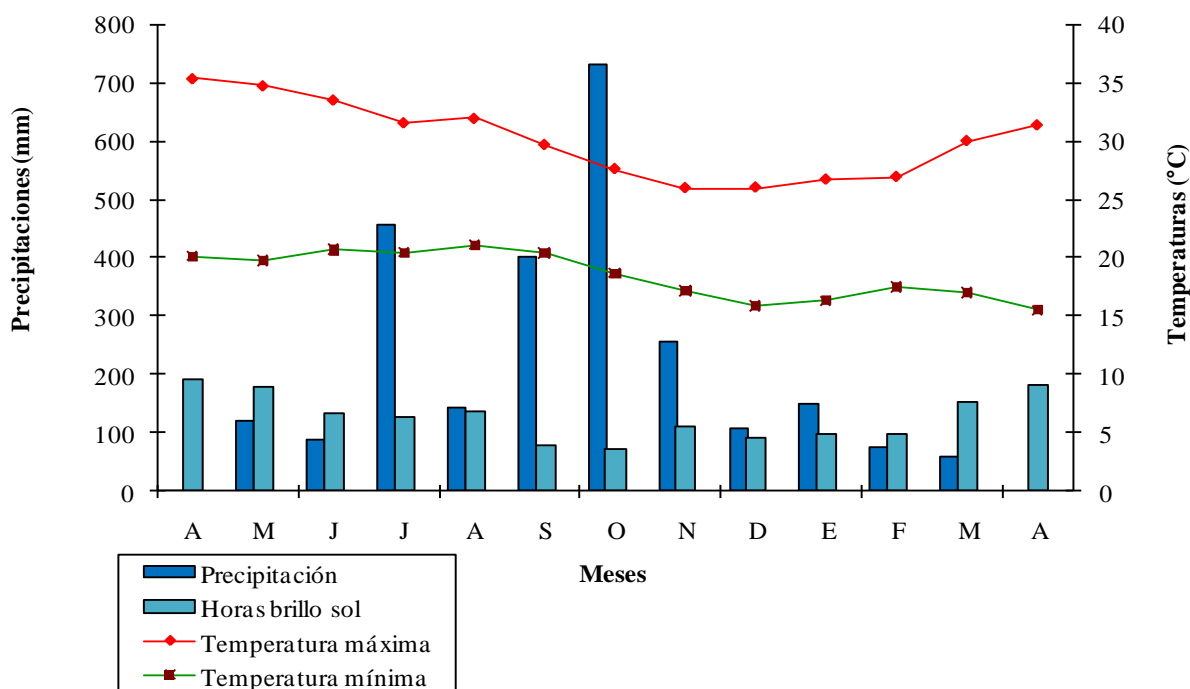


Figura 4. Datos climáticos presentes durante el año de evaluación (Abril del 2011 a Abril del 2012) en la localidad de estudio. Fuente: Estación climatológica del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco ubicada en el Campo Experimental

#### 4.4 Tipo de suelo

El suelo del terreno donde se estableció el experimento pertenece a la unidad llamada Cambisol se caracterizan por la ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluviada, materia orgánica, aluminio y/o compuestos de hierro. La textura del suelo es de franca a arcillosa y el contenido de arcilla es normalmente mayor en el horizonte-A (Palma-López, *et al.*, 2007), la mayoría de estos suelos presentan una buena estabilidad estructural, alta porosidad, buena capacidad de retención de humedad y buen drenaje interno y en la mayor parte de los casos la reacción del suelo (pH) varía de neutra a débilmente ácida. Esta orden de suelo representa el 24.6% del trópico de México donde 5,024,400 ha se encuentran en el trópico seco y 7,140,900 ha en el trópico húmedo (Ramos y Peralta, 1988, citado por Palma-López *et al.*, 2007), localizándose en el estado de Veracruz, Chiapas, Morelos, Oaxaca, Guerrero, Sur de Puebla y Península de Yucatán (Colegio de Posgraduados 1977 citado por Palma-López, *et al.*, 2007). Antes de iniciar el

experimento se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 0 - 30 del sitio para aplicar un análisis de laboratorio lo cual se realizó en el laboratorio de suelos del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. En el Cuadro 5 se presentan los datos donde los resultados arrojan un pH moderadamente ácido, de textura franca arcillosa, así como contenido medio de materia orgánica y N, bajo contenido de K y alto en P.

Cuadro 5. Análisis de suelo del sitio experimental

pH <sup>1</sup> (H <sub>2</sub> O)rel. 1:2	MO <sup>2</sup> %	N <sup>3</sup> %	P <sup>4</sup> Olsen mg kg <sup>-1</sup>	K <sup>5</sup> cmol kg <sup>-1</sup>	Textura <sup>6</sup>
5.5	1.9	0.14	21.41	0.22	Franco arcillosa

<sup>1</sup>pH, se midió por potenciometría con una relación suelo: agua de 1:2

<sup>2</sup>Materia orgánica del suelo, a través del contenido de carbono orgánico por el método Walkley & Black

<sup>3</sup>Nitrogeno total, método Kjeldahl

<sup>4</sup>P-Olsen, Método Olsen

<sup>5</sup>K, Ca, Mg y Na, Método de acetato de amonio pH 7 1 N

<sup>6</sup>Textura se realizó al inicio del experimento por el método de Bouyoucos

#### 4.5 Tamaño de la parcela

Se utilizaron 20 parcelas de 4 m de largo x 3 m de ancho (12 m<sup>2</sup>), cada parcela tenía 4 surcos de 80 cm de ancho, para eliminar el efecto de borde, se cosecharon únicamente los 2 surcos centrales de 3 m de largo eliminando 50 cm en cada extremo de la parcela, considerando una parcela útil de 4.8 m<sup>2</sup>.

#### 4.6 Tratamientos en estudio

Los tratamientos (T) a evaluar fueron los días (d) de rebrote del pasto Cuba CT-115 dentro de las diferentes épocas climáticas del año (Cuadro 6).



Cuadro 6. Tratamientos evaluados en el periodo de experimentación

Tratamiento	Días de rebrote
T1	30
T2	45
T3	60
T4	75
T5	90

El número de cortes realizados por tratamientos fueron los siguientes: tratamiento 1: 12 cortes/año, tratamiento 2: 8 cortes/año, tratamiento 3: 6 cortes/año, tratamiento 4: 5 cortes/año y tratamiento 5: 4 cortes/año.

Las épocas del año comprendieron los siguientes periodos y:

Secas: Junio a Octubre

Lluvias: Noviembre a Febrero

Nortes: Marzo a Mayo

#### 4.7 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones, donde las parcelas grandes fueron las épocas del año y las parcelas chicas los días de rebrote. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico R, Foundation for statistical computing, versión 2.10.1 2009, para la comparación de medias se usó la prueba de Tukey (1953) en las variables que resultaron con diferencia estadística significativa.

El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + b_j + n_{ij} + s_k + (\tau s)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Se hicieron ecuaciones de regresión lineal dentro de época entre los días de rebrote contra las diversas variables en estudio tanto agronómicas como de valor nutritivo. Se empleó el programa Curvafit (Olivares, 1994).

Donde:

$y_{ij}$  = Observación de la variable respuesta obtenida del tratamiento i-ésimo dentro del bloque j-ésimo

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento (días de rebrote del pasto)

$b_j$  = Efecto del j-ésimo bloque

$n_{ij}$  = Elemento aleatorio del error sobre la parcela grande (ij)

$s_k$  = Efecto del subtratamiento k dentro de la parcela grande (ij)

$\tau s_{jk}$  = Interacción entre el tratamiento j y el subtratamiento k

$\epsilon_{ijk}$  = Error sobre la parcela chica ( $\epsilon_{ijk}$ )

Cuadro 7. Distribución de los tratamientos en los bloques

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV
30 días	45 días	30 días	45 días
75 días	30 días	90 días	90 días
60 días	60 días	45 días	75 días
90 días	90 días	60 días	30 días
45 días	75 días	75 días	60 días

#### 4.8 Fertilización

Se utilizó una dosis de 100 kg de Nitrógeno por hectárea, repartida en tres aplicaciones durante el año, la primera se realizó al final de la época de nortes, la segunda al inicio de las lluvias y la

última aplicación al final de la época de lluvias, el fertilizante se aplicó directamente a las plantas a mano y se utilizó como fuente de nitrógeno, urea (46 % de N).

## **4.9 Variables en estudio**

### **4.9.1 Agronómicas**

#### **4.9.1.1 Altura**

Antes de realizar el corte en cada parcela, se tomó la altura en las plantas ubicadas dentro de la parcela útil, con el uso de una regla graduada con aproximación de cm, las plantas se midieron del ras del suelo hasta la hoja bandera, en total se tomaron 5 plantas al azar por parcela, para posteriormente sacar el promedio por parcela experimental, esto se realizó en cada parcela en cada uno de los cortes del pasto, según tratamiento correspondiente.

#### **4.9.1.2 Rendimiento de biomasa verde (BV)**

La cosecha se hizo manualmente en cada parcela con el empleo de un machete a una altura de 10 cm del suelo; después de cortar el pasto se pesó todo el material en verde en una báscula mecánica con barra.

#### **4.9.1.3 Relación hoja/tallo**

Después de cosechar la parcela y de pesar el pasto en verde, se tomaron 2 kg de este material para separar la hoja del tallo y pesar por separado cada uno de los componentes de la planta. Se usó la siguiente fórmula:

$$R. H. T = P. H. / P. T.$$

Donde:

R. H. T: Relación hoja/tallo

P. H: Peso hoja.

P. T: Peso tallo.

#### **4.9.1.4 Rendimiento de biomasa secas (BS)**

Después de obtenido el rendimiento del pasto en verde se procedió a determinar su rendimiento en base seca lo que se realizó con la siguiente fórmula:

$$\text{R.B.S.} = \text{BV} * \text{MS} / 100$$

Donde:

R.B.S.= Rendimiento en base seca

B.V.= Biomasa verde

MS= Materia seca (se explica más adelante)

#### **4.9.1.5 Tasa de crecimiento (TC)**

Se calculó una vez obtenida la producción de biomasa base seca, dentro de cada una de las épocas de estudio, al dividir esta cantidad entre los días de rebrote, según el tratamiento correspondiente.

Molienda. Se realizaron dos tipos de molienda, la primera se efectuó el mismo día de la cosecha en un molino tipo Chetumal para obtener muestra integral de cada parcela, según tratamientos, posteriormente se tomó aproximadamente 0.5 kg integral para colocarlas en bolsas de papel, secarlas a temperatura ambiente por tres días para extraer toda humedad y posteriormente introducirlas a estufa de aire forzado a 60 °C por 72 horas (h) y efectuar la segunda molienda en un molino de martillo marca Thomas Willey adaptada con un tamiz número de 2 mm y posteriormente guardarlas en botes de plástico sellados herméticamente, previamente identificadas las muestras las cuales se usaron para los análisis bromatológicos, aclarando que esto se realizó en cada uno de los cortes y por bloques separados según tratamiento correspondiente, donde al final del experimento fueron un total de 35 cortes.

## **4.9.2 Valor nutritivo**

### **4.9.2.1 Materia secas (MS) en planta entera**

Se tomó muestra de 100 g de pasto integral molido en verde para posteriormente colocarlas en estufa de aire forzado a 60 °C durante 72 horas de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC (2000), para calcular el porcentaje de humedad se empleó la siguiente fórmula:

$$\% H = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$
$$\% MS = 100 - \% H$$

Donde:

% H: Porcentaje de humedad

Pi: Peso inicial.

Pf: Peso final.

% MS: Porcentaje de materia secas

### **4.9.2.2 Materia secas en hoja**

Se siguió el mismo procedimiento descrito anteriormente para determinar MS en planta entera.

### **4.9.2.3 Materia secas en tallo**

Se siguió el mismo procedimiento descrito anteriormente.

### **4.9.2.4 Proteína cruda (PC)**

Para determinar esta variable se utilizó el método de Micro-Kjeldahl descrito por la AOAC (2000).

### **4.9.2.5 Fibra detergente neutra (FDN) y Fibra detergente ácida (FDA)**

Para determinar estas variables se utilizó la metodología propuesta por Van Soest *et al.* (1991).

#### 4.9.2.6 Contenido celular (CC)

Se calculó por diferencia 100-FDN.

#### 4.9.2.7 Hemicelulosa (H)

Se calculó a través de la diferencia FDN-FDA

#### 4.9.2.8 Degradación *in situ* de la materia secas (DIMS)

Para determinar la degradación *in situ* de la materia secas (DIMS), se procedió a utilizar la metodología descrita por Orskov *et al.*, (1992); se pesaron 5 g de muestra molida en malla de 2 mm, se colocaron en bolsas de poliseda (10 x 20 cm), se incubaron en el rumen de dos toros canulados a nivel ruminal con un peso vivo promedio de  $720 \pm 98$  kg en un solo horario el cual fue de 24 horas (h). Después de transcurrido este horario, se procedió al lavado manual de las bolsas en cubetas de plástico con adición de agua hasta que el afluente de la bolsa se tornara claro y enseguida fueron colocadas en una estufa de aire forzado a 60 °C. Una vez que estuvieron Secas se pesaron y por diferencia de peso, se determinó la DIMS, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{DIMS: } (PI - PF / PI) * 100$$

Donde:

DIMS: Digestibilidad *in situ* de la materia secas.

PI= Peso inicial de la muestra (g)

PF= Peso residual obtenido (g)

**Ajuste de los datos en base seca.** Aunque las muestras se sequen a estufa de aire forzado (muestra parcialmente secas), cuando se exponen al ambiente, sobre todo, al manipularlas para los análisis bromatológicos, se humedecen, por eso se debe realizar un ajuste del material, en este caso integral de la siguiente manera: se pesó 1 g de muestra de cada uno de los tratamientos con la inclusión de todas las fechas de corte, se colocaron en crisoles y se procedieron a introducirlas en una estufa de aire forzado a 105 °C durante 24 h para determinar la materia secas total. Posteriormente, todos los pesos de las muestras utilizadas en los análisis bromatológicos y de degradación *in situ* fueron ajustados a 100% base seca.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Variables Agronómicas

En relación a la altura de la planta, se encontró interacción entre los factores estudiados, a los 90 d en las época de secas y lluvias, con las mayores alturas de la planta (155.75 y 165.08 cm, respectivamente), aunque estadísticamente iguales a los 75 d en la época de lluvias (151.55 cm). La menor altura se obtuvo a los 30 d en la época de nortes (45.04 cm), aunque estadísticamente fue igual a los 30 d, en la época de secas con 59.44 cm (Cuadro 8).

Cuadro 8. Altura (cm) del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

Época	Días de rebrote					EE±
	30	45	60	75	90	
<b>Secas</b>	59.44 <sup>ef</sup>	98.53 <sup>d</sup>	96.00 <sup>d</sup>	127.11 <sup>c</sup>	155.75 <sup>a</sup>	<b>2.98</b>
<b>Lluvias</b>	64.39 <sup>e</sup>	103.83 <sup>d</sup>	123.25 <sup>c</sup>	151.55 <sup>ab</sup>	165.08 <sup>a</sup>	
<b>Nortes</b>	45.04 <sup>f</sup>	64.68 <sup>e</sup>	98.49 <sup>d</sup>	136.98 <sup>bc</sup>	138.88 <sup>bc</sup>	

<sup>abcdef</sup> Medias con diferentes superíndices en el mismo bloque difieren a P<0.05 (Tukey, 1953)

Se determinaron correlaciones altamente significativas entre los días de rebrote y la altura en las tres épocas del año, siendo el mayor incremento diario para la época de nortes con 1.73 cm, intermedio en la época de lluvias con 1.66 cm y el menor para la época de secas 1.47 cm por día transcurrido (Figura 5).

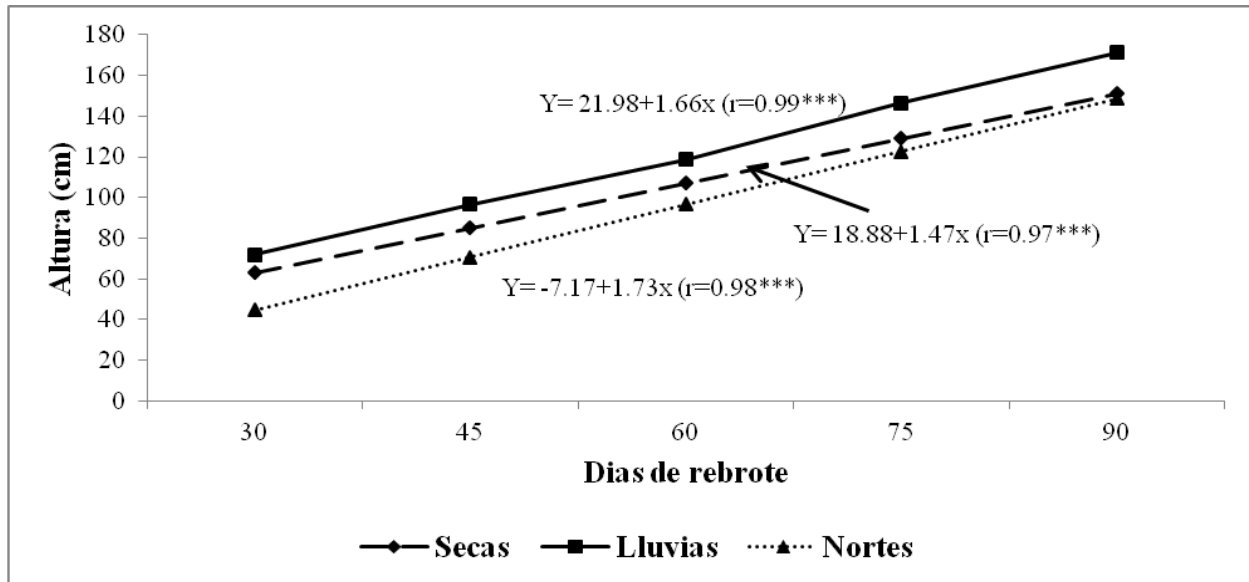


Figura 5. Correlación de la altura del pasto y días de rebrote en las diferentes épocas del año ( $P < 0.001$ \*\*\*)

En la variable de producción de biomasa verde, hubo interacción entre los factores analizados, la mayor producción fue a los 90 d de rebrote del pasto en la época de lluvias (126.17 t/ha). La menor producción de BV fue en todos los tratamientos, durante la época de Secas con producciones de 20.60, 34.48, 25.52, 33.85 y 38.49 t/ha para 30, 45, 60, 75 y 90 d, respectivamente, a los 30 d en las épocas de lluvias y nortes (42.67 y 25.38 t/ha, respectivamente), aunque a los 45 d en la época de nortes, con 31.43 t/ha no hubo diferencia estadística con respecto a la época de Secas con 34.48 t/ha, ni a los 30 d en la época de nortes (Cuadro 9).

Existen correlaciones significativas ( $P < 0.01$ ) entre los días de rebrote y la producción de biomasa verde en las épocas de lluvias y nortes, donde la mayor producción diaria se obtuvo para la primera época con 1.37 t/ha y menor producción diaria en la segunda época con 0.97 t/ha, no se encontró correlación significativa para la época de secas (Figura 6).



Cuadro 9. Producción de biomasa verde (t/ha) del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

Época	Días de rebrote					EE±
	30	45	60	75	90	
Secas	20.60 <sup>g</sup>	34.48 <sup>fg</sup>	25.52 <sup>fg</sup>	33.85 <sup>fg</sup>	38.49 <sup>fg</sup>	3.31
Lluvias	42.67 <sup>f</sup>	64.07 <sup>de</sup>	90.50 <sup>bc</sup>	103.38 <sup>b</sup>	126.17 <sup>a</sup>	
Nortes	25.38 <sup>fg</sup>	31.43 <sup>fg</sup>	61.71 <sup>e</sup>	81.71 <sup>cd</sup>	73.21 <sup>cde</sup>	

<sup>abcdefg</sup>Medias con diferentes superíndices en el mismo bloque difieren a P<0.05 (Tukey, 1953)

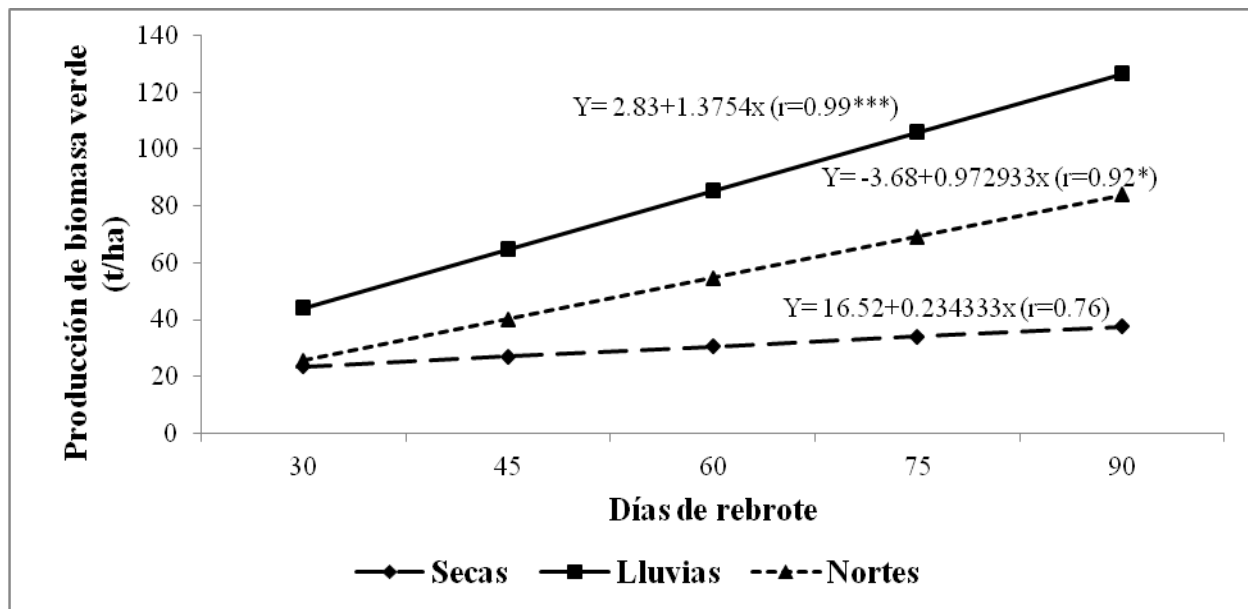


Figura 6. Correlación de la producción de biomasa verde del pasto y días de rebrote en las diferentes épocas del año (P<0.05\*, P<0.001\*\*\*)

En cuanto a la relación hoja/tallo se presentó interacción entre los factores estudiados, las mayores relaciones se obtuvieron a los 30 y 45 d en la época de secas (1.73:1, 1.9:1 respectivamente) y a los 30 d en la época de lluvias (1.79:1) sin diferencias estadísticas entre ellos. Las menor relación se obtuvo a los 90 d en la época de lluvias (0.55:1), pero estadísticamente fue igual a las épocas de secas y nortes a esa misma edad (0.76:1 y 0.75:1,

respectivamente), así como a los 75 d en la época de lluvias con 0.72:1, lo cual se puede apreciar en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Relación hoja/tallo del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

Época	Días de rebrote					EE±
	30	45	60	75	90	
Secas	1.73:1 <sup>a</sup>	1.9:1 <sup>a</sup>	0.79:1 <sup>ef</sup>	0.90:1 <sup>de</sup>	0.76:1 <sup>ef</sup>	<b>1.55:1</b>
Lluvias	1.79:1 <sup>a</sup>	1.15:1 <sup>cd</sup>	0.88:1 <sup>de</sup>	0.72:1 <sup>ef</sup>	0.55:1 <sup>f</sup>	
Nortes	1.43:1 <sup>b</sup>	1.26:1 <sup>bc</sup>	0.84:1 <sup>e</sup>	0.94:1 <sup>de</sup>	0.75:1 <sup>ef</sup>	

<sup>abcdef</sup>Medias con diferentes superíndices en el mismo bloque difieren a P<0.05 (Tukey, 1953)

Se observaron correlaciones significativas (P<0.01) entre los días de rebrote y la relación hoja tallo en las épocas de lluvias y nortes, con el mayor aumento diario de la relación para la primera con 0.0194 y con menor, para la segunda con 0.0112, en la época de secas no se encontró correlación significativa entre los factores evaluados (Figura 7).

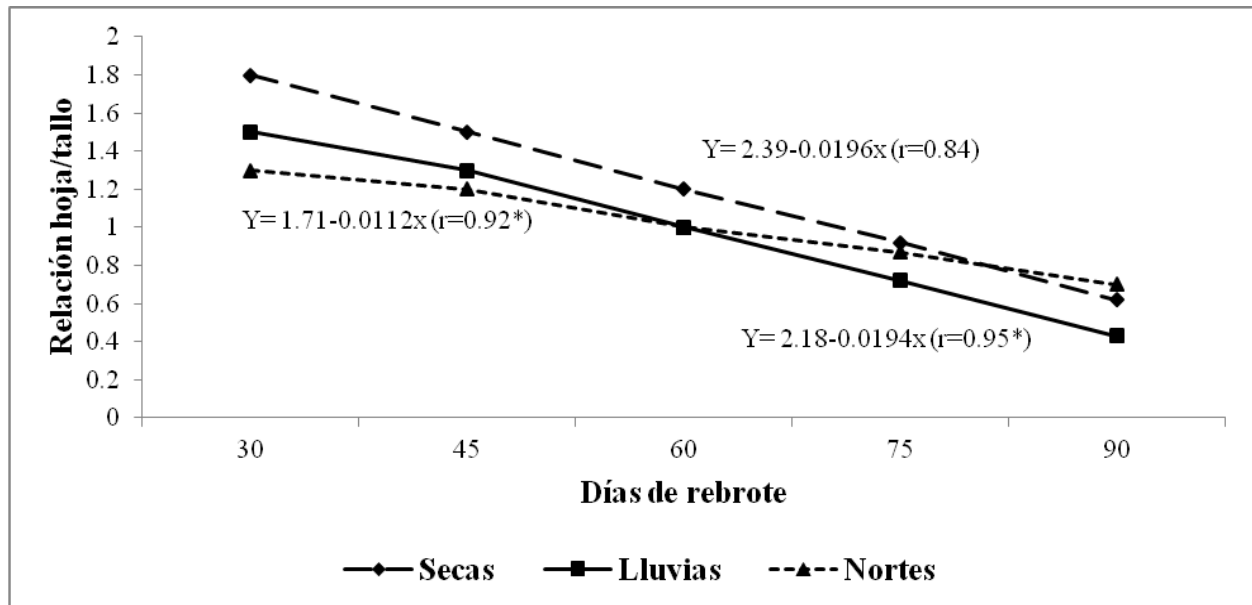


Figura 7. Correlación de la relación hoja/tallo del pasto y días de rebrote en las diferentes épocas del año (P<0.05\*)

En relación a la producción de biomasa base seca, se encontró interacción significativa ( $P < 0.01$ ) entre los factores estudiados. A los 75 y 90 d en la época de lluvias se obtuvieron las mayores producciones de biomasa base secas (20.32 y 24.18 t/ha, respectivamente), sin diferencias estadísticas entre ellos ( $P > 0.05$ ), con las menores producciones a los 45 d en la época de nortes (2.78 t/ha) pero esta fue estadísticamente igual a los 30, 60 y 75 d en la época de secas (4.05, 4.46 y 4.44 t/ha, respectivamente), así como a los 30 d en la época de nortes con 3.10 t/ha (Cuadro 11).

Cuadro 11. Producción de biomasa seca (t/ha) del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

Época	Días de rebrote					EE±
	30	45	60	75	90	
<b>Secas</b>	4.05 <sup>fg</sup>	6.28 <sup>efg</sup>	4.46 <sup>fg</sup>	4.44 <sup>fg</sup>	9.26 <sup>cde</sup>	<b>0.76</b>
<b>Lluvias</b>	6.52 <sup>efg</sup>	7.27 <sup>def</sup>	16.32 <sup>b</sup>	20.32 <sup>ab</sup>	24.18 <sup>a</sup>	
<b>Nortes</b>	3.10 <sup>fg</sup>	2.78 <sup>g</sup>	6.78 <sup>efg</sup>	11.77 <sup>c</sup>	11.30 <sup>cd</sup>	

<sup>abcdefg</sup>Medias con diferentes superíndices en el mismo bloque difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

Se encontró correlación significativa entre los días de rebrote y la producción de biomasa seca en las épocas de lluvias y nortes, en la primera con mayor producción diaria con 0.32 t/ha y para la segunda fue menor con 0.16 t/ha; para el caso de la época de Secas no hubo diferencia estadística (Figura 8).

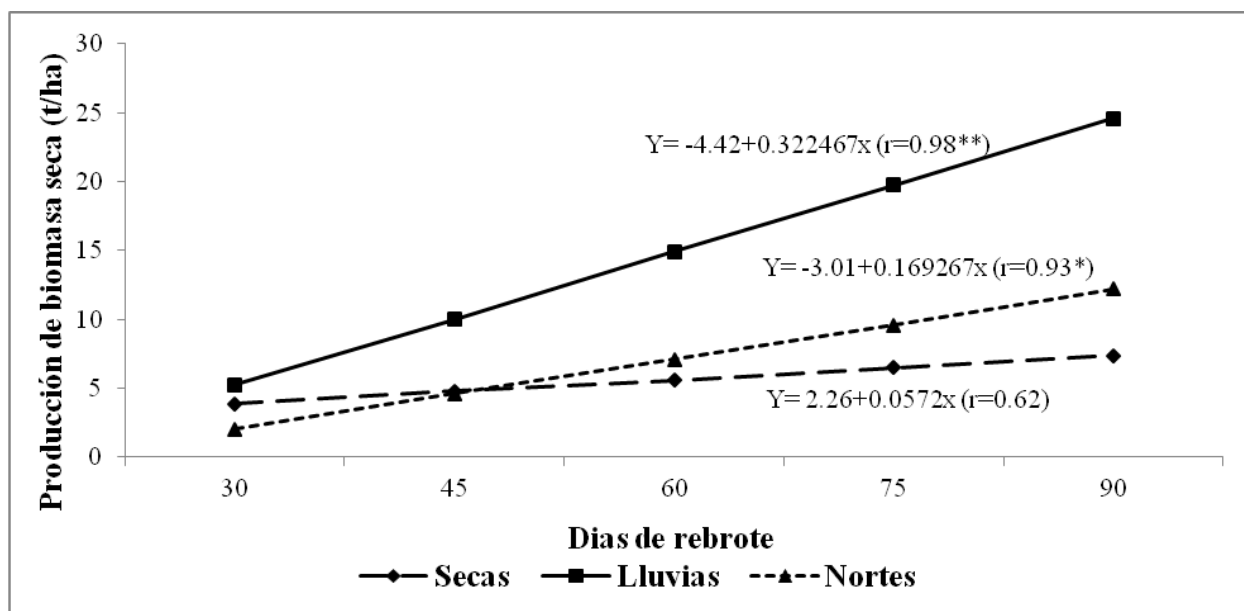


Figura 8. Correlación de la producción de biomasa secas del pasto y días de rebrote en las diferentes épocas del año ( $P < 0.05^*$ ,  $P < 0.01^{**}$ )

En cuanto a la tasa de crecimiento se encontró interacción entre los factores estudiados. Las mayores tasas se obtuvieron a los 75 d en la época de lluvias (135.47kg/MS/ha/d) y a los 90 d en las épocas de lluvias y nortes (134.31 y 125.47kg/MS/ha/d respectivamente), sin diferencia estadística entre ellos. La menor tasa de crecimiento fue a los 30 d para la época de nortes (25.85 kg/ms/ha/d), fueron igual estadísticamente a los 45 d para esta misma época, con 28.43 kg/MS/ha/d (Cuadro 12).

Cuadro 12. Tasa de crecimiento (kg/MS/ha/d) del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

Época	Días de rebrote					EE±
	30	45	60	75	90	
Secas	44.94 <sup>fghi</sup>	69.75 <sup>defg</sup>	74.25 <sup>cdef</sup>	59.23 <sup>defgh</sup>	102.89 <sup>bc</sup>	5.74
Lluvias	41.25 <sup>ghi</sup>	72.98 <sup>cdefg</sup>	90.67 <sup>cd</sup>	135.47 <sup>a</sup>	134.31 <sup>ab</sup>	
Nortes	25.85 <sup>i</sup>	28.43 <sup>hi</sup>	56.5 <sup>efghi</sup>	78.45 <sup>cde</sup>	125.47 <sup>ab</sup>	

<sup>abcdefghi</sup> Medias con diferentes superíndices en el mismo bloque difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

Se obtuvieron altas correlaciones significativas ( $P < 0.001$ ) entre la tasa de crecimiento en las épocas de lluvias y nortes, fue mayor en la segunda época solo por una mínima diferencia en comparación con la primera (1.66 y 1.65 kg/MS/ha/d, respectivamente para nortes y lluvias), no se encontró diferencias estadísticas para la época de secas (Figura 9).

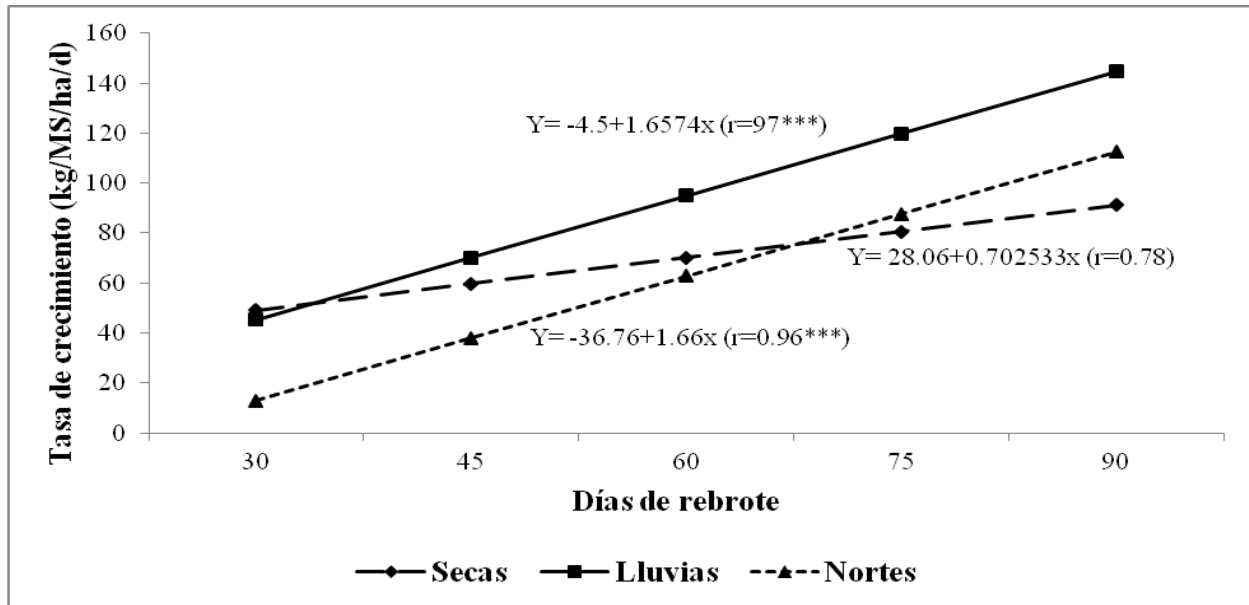


Figura 9. Correlación de la tasa de crecimiento del pasto y días de rebrote en las diferentes épocas del año ( $P < 0.001^{***}$ )

## 5.2 Variables de valor nutritivo

En relación al contenido de MS de la planta, existió una interacción entre los factores evaluados, el mayor porcentaje de MS se obtuvo a los 90 d para las tres épocas con 24.12, 24.68 y 24.40 % para secas, lluvias y nortes, respectivamente y fue igual estadísticamente en los 75 d en la época de lluvias (23.66 %). El menor contenido se presentó a los 30 d para la época de secas (17.78 %), pero estadísticamente igual a 30 d en nortes y 45 y 60 d en la época de secas (18.54, 18.40 y 18.60 %, respectivamente) y a los 30 d en la época de nortes con un contenido de 18.54 % (Cuadro 13).

Cuadro 13. Contenido de materia seca en planta entera (%) del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

Época	Días de rebrote					EE±
	30	45	60	75	90	
Secas	17.78 <sup>g</sup>	18.40 <sup>fg</sup>	18.60 <sup>fg</sup>	20.63 <sup>de</sup>	24.12 <sup>a</sup>	<b>0.071</b>
Lluvias	19.3 <sup>ef</sup>	20.39 <sup>de</sup>	23.46 <sup>ab</sup>	23.66 <sup>a</sup>	24.68 <sup>a</sup>	
Nortes	18.54 <sup>fg</sup>	19.40 <sup>ef</sup>	21.03 <sup>cd</sup>	22.15 <sup>bc</sup>	24.40 <sup>a</sup>	

<sup>abcdefg</sup> Medias con diferentes superíndices en el mismo bloque difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

Se determinaron correlaciones significativas ( $P < 0.01$ ) entre los días de rebrote y el porcentaje de MS en las tres épocas del año, donde se observó que el mayor incremento por día se encontró en la época de secas con 0.099 % y el menor en la época de lluvias con 0.093 % (Figura 10).

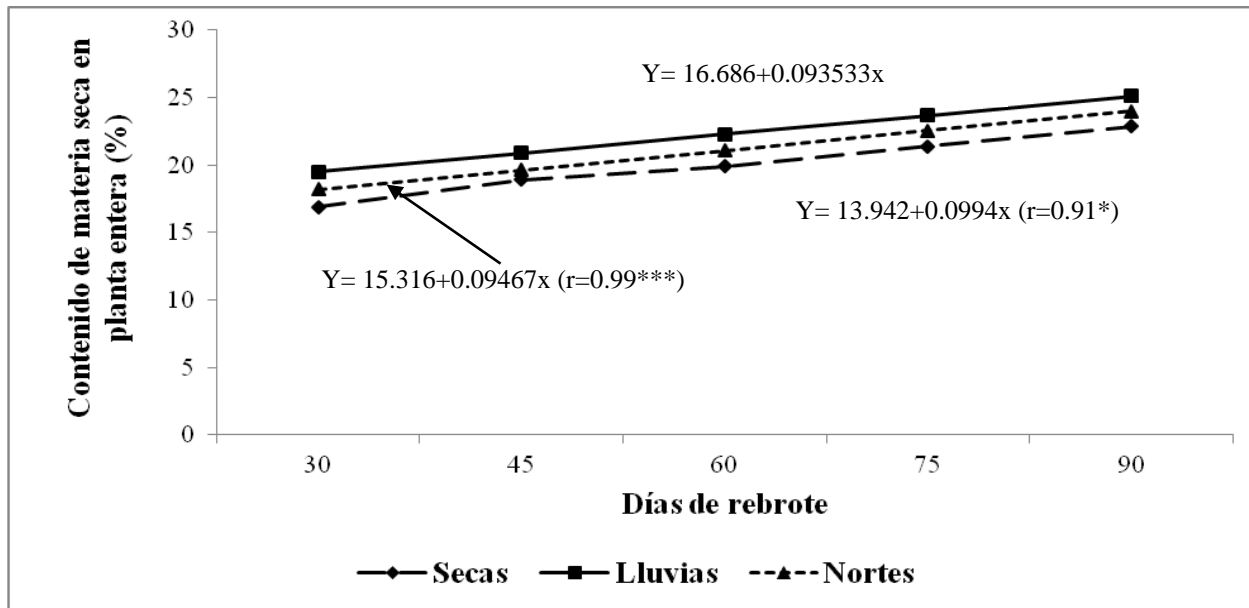


Figura 10. Correlación de la materia secas en planta entera del pasto en las diferentes épocas del año y días de rebrote ( $P < 0.05^*$ ,  $P < 0.01^{**}$ ,  $P < 0.001^{***}$ )

Para el contenido de MS en hoja se encontró interacción significativa ( $P < 0.01$ ) entre los factores estudiados, los mayores porcentajes se presentaron a los 90 d en la época de secas (26.79 %), este valor fue similar estadísticamente en los 60 d en la época de secas y a los 90 d en la época de lluvias (25.25y25.64 %, respectivamente). El menor porcentaje se presentó a los 60 d en la época de nortes (15.01 %) pero este valor fue igual estadísticamente a los 45 d para esta misma época con 15.93 % (Cuadro 14).

Cuadro 14. Contenido de materia seca en hoja (%) del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

Época	Días de rebrote					EE±
	30	45	60	75	90	
<b>Secas</b>	22.31 <sup>c</sup>	22.41 <sup>c</sup>	25.25 <sup>ab</sup>	22.54 <sup>c</sup>	26.79 <sup>a</sup>	<b>0.36</b>
<b>Lluvias</b>	16.93 <sup>efg</sup>	17.57 <sup>ef</sup>	22.40 <sup>c</sup>	23.97 <sup>bc</sup>	25.64 <sup>ab</sup>	
<b>Nortes</b>	16.08 <sup>efg</sup>	15.93 <sup>fg</sup>	15.01 <sup>g</sup>	19.85 <sup>d</sup>	18.02 <sup>de</sup>	

<sup>abcdefg</sup> Medias con diferentes superíndices en el mismo bloque difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

Se encontró una correlación significativa ( $P < 0.01$ ) entre los días de rebrote y el porcentaje de materia secas en hoja únicamente para la época de lluvias, con incremento diario de 0.15 %, no se encontró diferencia estadística para las otras dos épocas (Figura 11).

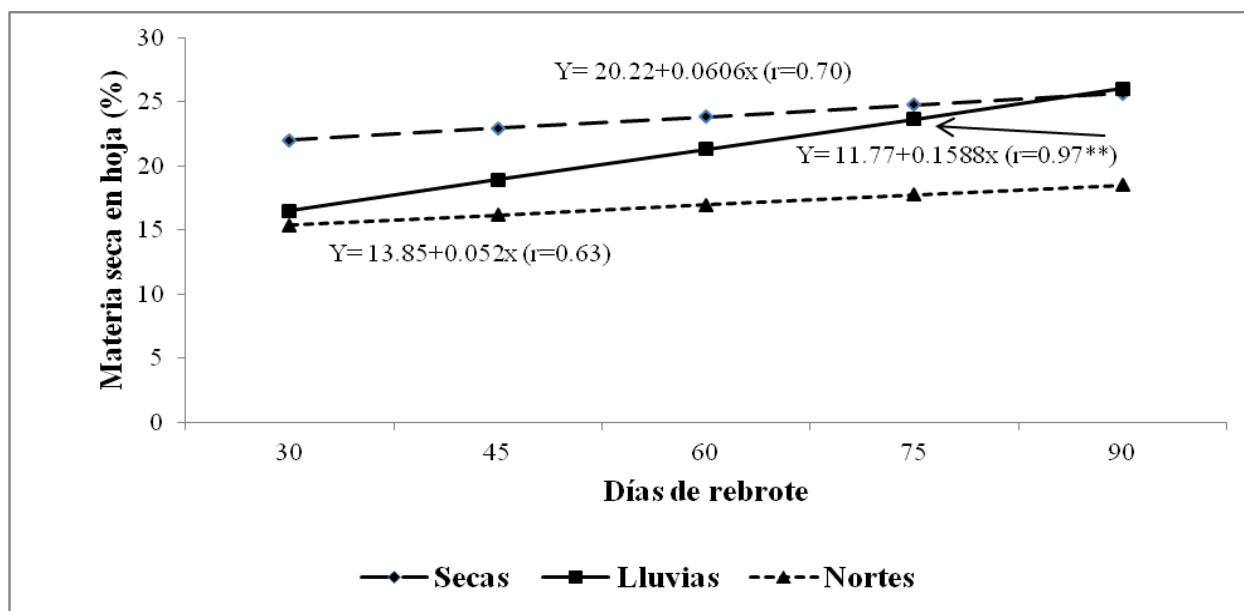


Figura 11. Correlación de la materia secas en hoja del pasto en las diferentes épocas del año y días de rebrote ( $P < 0.01^{**}$ )

Para el contenido de MS en tallo, se encontró interacción entre los días de rebrote y los mayores porcentajes de materia secas, a los 45 d de rebrote del pasto en la época de secas fue mayor (21.42 %), pero fue igual estadísticamente a los 90 d para la misma época (18.93 %), mientras que los menores porcentajes a los 45 y 60 d se obtuvieron en la época de nortes con (10.05 y 9.97 %, respectivamente), estos valores fueron estadísticamente iguales a los 30 d de la misma época con un contenido de 10.30 % de materia secas (Cuadro 15).

Cuadro 15. Contenido de materia secas en tallo (%) del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

Época	Días de rebrote					EE±
	30	45	60	75	90	
Secas	15.29 <sup>cd</sup>	21.42 <sup>a</sup>	13.20 <sup>def</sup>	13.25 <sup>de</sup>	18.93 <sup>ab</sup>	<b>0.45</b>
Lluvias	11.34 <sup>efgh</sup>	10.69 <sup>fgh</sup>	13.34 <sup>de</sup>	17.21 <sup>bc</sup>	16.88 <sup>bc</sup>	
Nortes	10.30 <sup>gh</sup>	10.05 <sup>h</sup>	9.97 <sup>h</sup>	12.86 <sup>defg</sup>	12.77 <sup>defg</sup>	

<sup>abcdefgh</sup> Medias con diferentes superíndices en el mismo bloque difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)



Se determinó una correlación significativa ( $P < 0.05$ ) entre los días de rebrote y porcentaje de materia secas en tallo para la época de lluvias con un 0.11% de incremento diario de porcentaje de MS, mientras que no se encontró diferencia significativa para las épocas de secas y nortes (Figura 12).

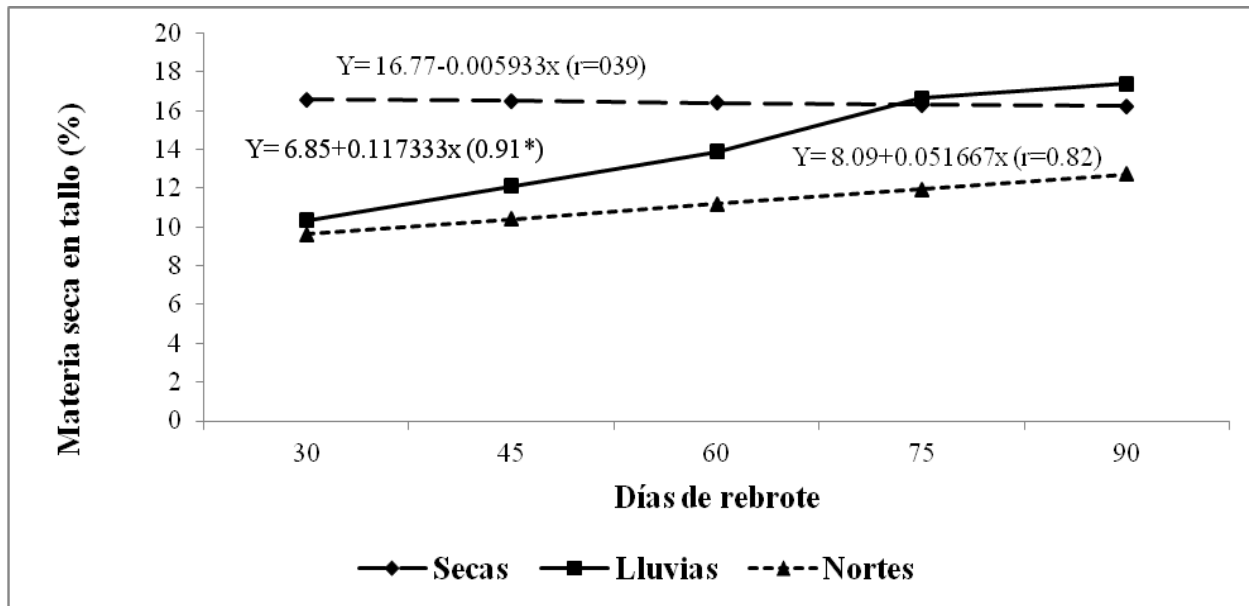


Figura 12. Correlación de la materia secas en tallo del pasto en las diferentes épocas del año y días de rebrote ( $P < 0.05^*$ )

En el porcentaje de PC del pasto hubo una interacción significativa ( $P < 0.01$ ) entre los factores estudiados, los mayores porcentajes se presentaron a los 30 y 45 d de rebrote del pasto en la época de nortes (15.74 % y 15.44 %, respectivamente) sin diferencias estadísticas entre ellos. Los menores contenidos fueron a los 75 d para la época de secas (5.41 %), y este valor fue igual estadísticamente a los 75 d en la época de lluvias con 6.35 % (Cuadro 16).

Cuadro 16. Contenido de proteína (%) del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

Época	Días de rebrote					EE±
	30	45	60	75	90	
Secas	12.48 <sup>b</sup>	7.84 <sup>ef</sup>	7.12 <sup>ef</sup>	5.41 <sup>g</sup>	7.47 <sup>ef</sup>	<b>0.27</b>
Lluvias	10.39 <sup>d</sup>	10.92 <sup>cd</sup>	7.94 <sup>e</sup>	6.35 <sup>fg</sup>	7.33 <sup>ef</sup>	
Nortes	15.74 <sup>a</sup>	15.44 <sup>a</sup>	13.03 <sup>b</sup>	12.03 <sup>bc</sup>	10.70 <sup>cd</sup>	

<sup>abcdefg</sup> Medias con diferentes superíndices en el mismo bloque difieren a P<0.05 (Tukey, 1953)

Se encontró correlación significativa (P<0.01) entre los días de rebrote y el porcentaje de proteína para la época de nortes (0.89% de decremento diario), pero no se encontró diferencia estadística para las épocas de secas y lluvias (Figura 13).

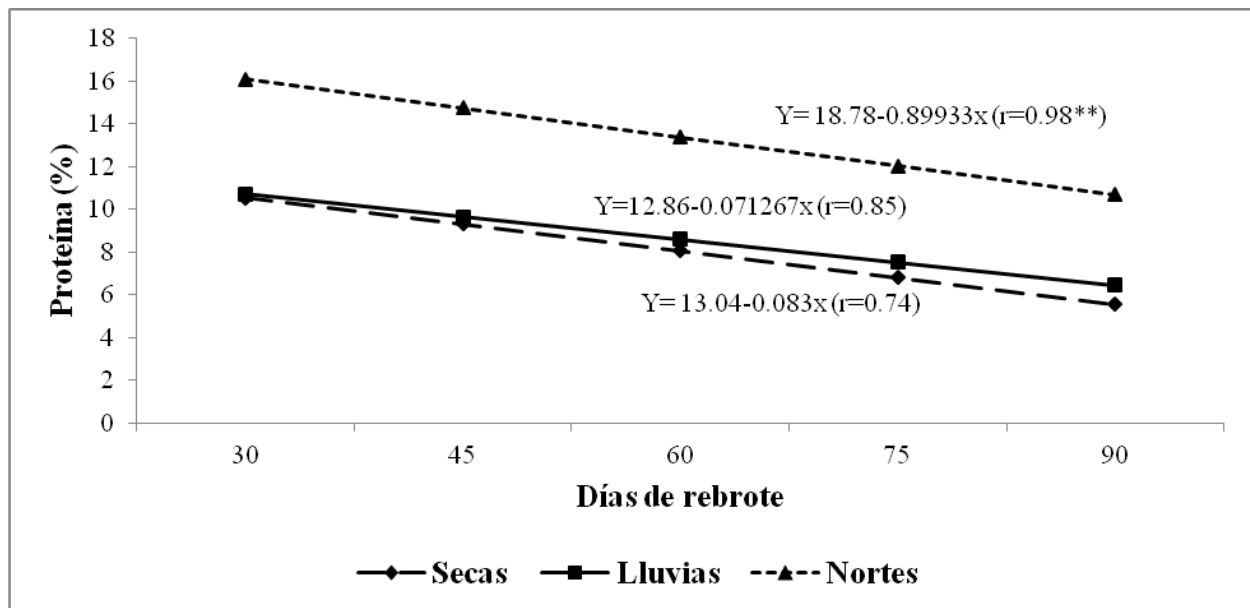


Figura 13. Correlación del porcentaje de proteína cruda del pasto en las diferentes épocas del año y días de rebrote (P<0.01\*\*)

En relación al contenido de hemicelulosa, hubo interacción (P<0.01) entre los factores estudiados, el mayor porcentaje fue a los 45 d en la época de nortes (36.23 %) con mismo valor estadísticamente a los 75 d en lluvias (34.66 %). El menor contenido de hemicelulosa fue a los

90 d durante la época de nortes con un 27.42% (Cuadro 17). No se encontró correlación significativa entre los días de rebrote y el porcentaje de hemicelulosa para ninguna de las tres épocas del año de estudio.

Cuadro 17. Contenido de hemicelulosa (%) del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

Época	Días de rebrote					EE±
	30	45	60	75	90	
<b>Secas</b>	30.70 <sup>cdef</sup>	30.62 <sup>cdef</sup>	28.10 <sup>ef</sup>	33.85 <sup>abc</sup>	28.03 <sup>ef</sup>	<b>0.69</b>
<b>Lluvias</b>	31.37 <sup>bcde</sup>	29.67 <sup>def</sup>	32.09 <sup>bcd</sup>	34.66 <sup>ab</sup>	33.50 <sup>abcd</sup>	
<b>Nortes</b>	32.67 <sup>abcd</sup>	36.23 <sup>a</sup>	31.22 <sup>bcdef</sup>	33.74 <sup>abc</sup>	27.42 <sup>f</sup>	

<sup>abcdef</sup> Medias con diferentes superíndices en el mismo bloque difieren a P<0.05 (Tukey, 1953)

En relación a la FDN, el mayor porcentaje fue en la época de lluvias (75.11 %), el menor en la época de secas (65.52 %) y el intermedio en la época de nortes (68.31 %). En relación a los días de rebrote, a los 75 y 90 d se presentó el mayor porcentaje (74.06 y 72.24 %, respectivamente), sin diferencia entre ellos (Cuadro 18). Con respecto a la FDA, el mayor porcentaje se obtuvo para la época de lluvias con 42.85% y los menores correspondieron a las otras dos épocas (35.25 y 36.7 %, respectivamente para secas y nortes), sin diferencia estadística entre ellos. En relación a los días de rebrote, los mayores contenidos se obtuvieron a los 75 y 90 d (39.96 y 42.59 %, respectivamente), no fueron significativas las diferencias entre ellos y los menores porcentajes se encontraron a los 30 y 45 d (34.37 y 35.21 %, respectivamente) sin diferencias estadística entre ellos (Cuadro 18).

Cuadro 18. Contenido de Fibra Detergente Neutra (%) y Fibra Detergente Ácida (%) del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

<b>Factores</b>	<b>FDN (%)</b>	<b>FDA (%)</b>
<b>Época</b>		
Secas	65.52 <sup>c</sup>	35.25 <sup>b</sup>
Lluvias	75.11 <sup>a</sup>	42.85 <sup>a</sup>
Nortes	68.31 <sup>b</sup>	36.70 <sup>b</sup>
<b>EE±</b>	<b>2.24</b>	<b>2.37</b>
<b>Días de rebrote</b>		
30	66.23 <sup>c</sup>	34.71 <sup>c</sup>
45	66.34 <sup>c</sup>	35.21 <sup>c</sup>
60	69.34 <sup>bc</sup>	38.86 <sup>b</sup>
75	74.06 <sup>a</sup>	39.96 <sup>ab</sup>
90	72.24 <sup>ab</sup>	42.59 <sup>a</sup>
<b>EE±</b>	<b>1.73</b>	<b>1.84</b>

<sup>abc</sup> Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

En relación al contenido celular, no se encontró interacción entre los factores estudiados. Los mayores contenidos fueron en las épocas de secas y nortes (34.48 y 32.18 %, respectivamente), sin diferencia estadística entre ellos y el menor porcentaje se observó para la época de lluvias con un 24.89 %. En cuanto a los días de rebrote, los mayores porcentajes se encontraron a los 30 y 45 d (34.56 y 33.66%, respectivamente), sin diferencia estadística entre ellos con los menores porcentajes a los 75 y 90 d con un 25.94 y 27.76%, respectivamente, los cuales no son estadísticamente diferentes (Cuadro 19).

Cuadro 19. Contenido Celular (%) del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

<b>Factores</b>	<b>Contenido Celular (%)</b>
<b>Época</b>	
Secas	34.48 <sup>a</sup>
Lluvias	24.89 <sup>b</sup>
Nortes	32.18 <sup>a</sup>
<b>EE±</b>	<b>2.36</b>
<b>Días de rebrote</b>	
30	34.56 <sup>a</sup>
45	33.66 <sup>ab</sup>
60	30.66 <sup>bc</sup>
75	25.94 <sup>d</sup>
90	27.76 <sup>cd</sup>
<b>EE±</b>	<b>1.83</b>

<sup>abcd</sup>Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

En relación a la DIMS se encontraron interacciones entre los factores evaluados, el mayor porcentaje de degradación se obtuvo a los 45 d en la época de secas (53.01 %), fue similar estadísticamente a los 30 y 45 d en la época de lluvias (51.31 y 49.80 %, respectivamente), así como a los 45 d para la época de nortes con 51.29 %. El menor porcentaje de degradación se presentó a los 90 d durante la época de lluvias (37.01 %) y fue igual estadísticamente al de 75 d en las épocas de lluvias y nortes con 40.21 y 38.99 %, respectivamente (Cuadro 20).

Cuadro 20. Degradación *in situ* de la materia secas (%) a 24 horas de incubación del pasto Cuba CT-115 a diferentes días de rebrote y épocas del año en un suelo cambisol

Época	Días de rebrote					EE±
	30	45	60	75	90	
Secas	48.14 <sup>bc</sup>	53.01 <sup>a</sup>	49.42 <sup>abc</sup>	47.90 <sup>bc</sup>	42.87 <sup>de</sup>	<b>0.81</b>
Lluvias	51.31 <sup>ab</sup>	49.80 <sup>ab</sup>	45.13 <sup>cd</sup>	40.21 <sup>ef</sup>	37.01 <sup>f</sup>	
Nortes	48.59 <sup>abc</sup>	51.29 <sup>ab</sup>	47.88 <sup>bc</sup>	38.99 <sup>ef</sup>	41.23 <sup>def</sup>	

<sup>abcdet</sup> Medias con diferentes superíndices en el mismo bloque difieren a P<0.05 (Tukey, 1953)

Se encontró una correlación significativa (P<0.001) entre los días de rebrote y porcentaje de degradación para la época de lluvias lo que hubo un decremento en la degradación de la MS de 0.25 % diariamente, no se obtuvieron diferencia estadística para las épocas de Secas y nortes (Figura 14).

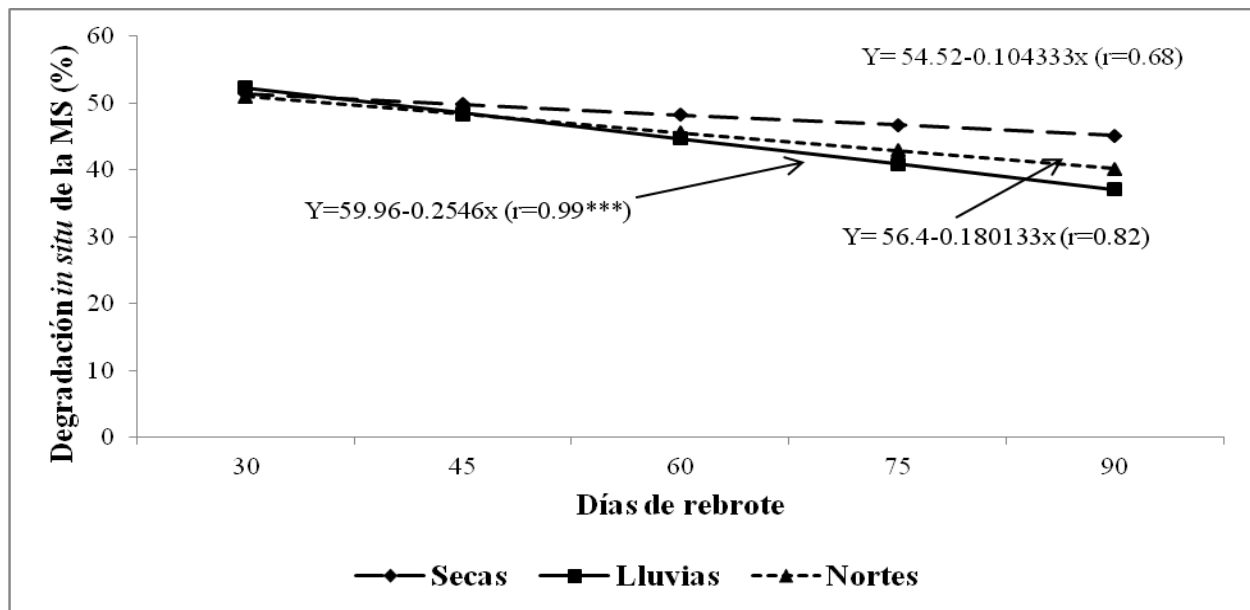


Figura 14. Correlación de la degradación *in situ* del pasto en las diferentes épocas del año y días de rebrote (P<0.001\*\*\*)

## VI. DISCUSIÓN

En relación a la altura de la planta; según el hábito de consumo de los animales, una buena altura de la planta en pastoreo se encuentra entre 60 a 80 cm (Meléndez, 2012 información personal) sin embargo, algunos autores mencionan que en general, las especies de porte alto son consumidas en mayor proporción que las de porte bajo (Enriquez *et al.*, 2011). Cuanta más edad obtiene una planta, los tallos se van engrosando y la producción de hojas disminuye lo que viene a repercutir negativamente al consumo de la misma. En este estudio se demostró que existe una interacción entre las épocas del año y días de rebrote y que la altura aumentó conforme avanzó la edad de la planta, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Casanovas, *et al.*, (2006) en Cienfuegos Cuba, al estudiar el pasto Cuba CT-115 en periodo de Secas con incrementos de 22.9 cm a 78.4 cm en frecuencias de cortes de 45 d a 120 d, valores que son inferiores a los obtenidos en nuestro estudio en Tabasco. Ibarra y León (2001) al evaluar el pasto Taiwán 144 y Taiwán 801-4 a diferentes edades de rebrote, encontraron alturas del pasto de 61.67, 88.33 y 108 cm, el primer cv. y 58.33, 96.67 y 123.33 cm para el segundo cv. respectivamente a 45, 60 y 75 d de rebrote.

Un aspecto a resaltar sobre la altura es que el mayor incremento diario fue en la época de nortes y como era de esperar, el menor fue durante la época de Secas; la mayor parte de los reportes que existen en Tabasco señalan que durante la época de nortes el crecimiento de los pastos es menor (Juárez, *et al.*, 2004), esto se atribuye a las condiciones de bajas temperaturas y días cortos que prevalecen durante esa temporada (De Dios, 2001). Es muy posible que el pasto CT-115 debido al acortamiento de sus entrenudos y que presenta corta y escasa floración tiene un crecimiento más continuo, sin embargo hay que tener en cuenta que cuando un pasto se desea emplear bajo condiciones de pastoreo, éste no debe de tener una altura por arriba de los 100 cm, ya que lo más importante es que el pasto tenga más hojas que tallos (Lascano, 1981), otra posibilidad de por qué este pasto tuvo un mejor desarrollo durante la época de nortes es que, de acuerdo a Aceves (2010), existen algunos cultivos tropicales que tienen una eficiencia fotosintética alta aún bajo condiciones de baja radiación solar; de acuerdo a los datos obtenidos de clima, únicamente se obtuvo en época de nortes 4.6 h de brillo sol/d, mientras que en la temporada de Secas, ésta fue de 7.78 h (Anexo 1). Por otro lado, entre más altura, más tallos, los cuales debido a su

elongación requieren de un gran consumo de energía y coincide generalmente con una drástica caída del valor nutritivo (Pirela, 2005).

En cuanto a la relación hoja/tallo, es conveniente que haya una mayor cantidad de hojas que tallos pues se ha observado que éstas presentan mayor contenido de proteína, de contenido celular y menor contenido de fracciones fibrosas, lo que le confiere una mejor calidad y por ende mayor consumo por los animales (Kunst, 2003), además que son consumidas en un 42 % más que los tallos (Enriquez *et al.*, 2011); esto sucede sobre todo en especies de porte erecto como es el caso del CT-115. Los resultados en el presente estudio nos señala que independientemente de la época del año, las mejores relaciones se obtienen hasta antes de los 45 d de rebrote lo que se traduce en una aceptable cantidad de hojas, después de estos periodos de crecimiento, la planta tiende a producir más tallo que hoja con relaciones por debajo de 1, lo cual significa que hay más tallos los cuales se engrosan y se lignifican, lo que repercute negativamente en el consumo del pasto por el animal. Los resultados difieren con lo que informó Martínez (2005) relacionado con que una de las características de este pasto es el acortamiento de sus entrenudos a los 90 d de rebrote y que al suceder debería de haber presentado un mayor número de hojas con lo cual se debería tener una alta relación hoja/tallo.

Lascano (1981) al evaluar diferentes gramíneas muestra que la hoja tiene mayor digestibilidad que los tallos, por ejemplo el pasto Chontalpo (*Brachiaria decumbens*) en hoja, un 71 % y en tallo 60 %, el pasto Chetumal (*B. humidicola*), 77 % en hoja y 60 % de digestibilidad en tallo. Herrera *et al.*, (2008) reportaron valores de cenizas del pasto Cuba CT-115, en época de Secas, donde la hoja tiene 9.20 % y el tallo 3.87 % y para la época de lluvias 9.47 % y 3.08 % respectivamente para hoja y tallo. Este mismo autor (Herrera, 2009) informó una digestibilidad de 52.8 % en hoja del CT-115 y 48.3 % de tallo. Araya y Boschini (2005) mostraron valores de porcentaje de materia secas en el pasto King grass de 21.40 % y 19.95 % para hoja y tallo, respectivamente, en el mismo experimento estudiaron 5 variedades de *Pennisetum* donde el mayor contenido de materia secas, proteína cruda y cenizas se encontraron en las hojas, en comparación a los tallos.

Valenciaga *et al.* (2001) reportaron valores de la degradación ruminal de la MS para hoja de 59.70 % y 38.19 % para tallo, contenido de PC de 14.25% y 7.06 %, para hoja y tallo,



respectivamente, así como contenido de FDN de 67.39 y 68.98 %, respectivamente en hoja y tallo, contenido de lignina de 3.80 % en hoja y 4.22 % en el tallo. Chacón y Vargas (2009) reportaron datos del contenido de materia secas para el pasto King grass a tres edades de rebrote, independientemente de esto, el mayor porcentaje de materia secas se obtuvo en las hojas que en tallos, a los 60 d de rebrote las hojas tuvieron 15.47 % de MS y el tallo 11.42 %. Martínez y Herrera (2006), citado por Herrera (2009), en un estudio que mencionan del mejoramiento de *P. purpureum* en Cuba, reportaron para el pasto Cuba CT-115 11.5 % de PC en hoja y 5.6 % en tallo. Casanovas *et al.*, (2006), al evaluar el pasto Cuba CT-115 a diferentes edades de rebrote y en época de Secas, en Cuba mostraron valores de relación hoja/tallo de 1.3:1, 1.1:1, 0.85:1 y 0.62:1 a los 45, 75, 90 y 120 d, respectivamente, lo que demuestra la tendencia a la baja de producción de hojas; en este mismo experimento encontraron 6.7 % de PC en hoja y 4.48 % en tallo.

La producción de forraje es la acumulación de biomasa producto del crecimiento de la vaina foliar, vaina envolvente, de los entrenudos de los tallos y por el desarrollo de las yemas axilares que dan orígenes a modificaciones secundarias. Las hojas de los pastos de tipo amacollado presentan una duración larga lo que se traduce en una acumulación importante de biomasa foliar por tallo (Chapman y Lemaire, 1993). En referencia a la producción de biomasa en base secas, en la presente tesis se puede observar que para la época de nortes, el pasto obtuvo la máxima producción de biomasa a partir de los 75 d de rebrote, mientras que para las épocas de Secas y lluvias la producción siguió el aumento hasta los 90 d. Con respecto a estas dos últimas épocas, investigadores cubanos tienen el criterio (Senra, comunicación personal, 2011; Casanovas *et al.*, 2006) que este pasto pudiera evaluarse hasta los 120 d ya que puede seguir creciendo y producir más cantidad de biomasa lo que puede estar relacionado con la presencia de una mayor altura de la planta, incremento en el largo y ancho de la hoja, así como la masa de hojas y tallos, sobre todo, de estos últimos.

El hecho de que este pasto haya obtenido su máximo rendimiento a los 75 d, es atribuido a las diferencias climáticas que prevalecen con respecto a las otras dos épocas, las temperaturas mínimas y máximas en nortes fueron de 17.6° C y 26.7° C, mientras que en lluvias, éstas fueron de 20.6° C y 32.4° C, respectivamente y las horas brillo sol de 4.6 h/d en nortes y 6.5 h/d en

lluvias (Anexo 1). Esto se sustenta en los señalamientos de Aceves (2010) quien señaló que la temperatura tiene una influencia directa sobre la tasa de crecimiento y respiración de la planta y la luz sobre la fotosíntesis y las reacciones fotoperiódicas.

Los mayores rendimientos de forraje se lograron en la época de lluvias con una producción de 24.18 t/MS/ha a una edad de rebrote de 90 d, le siguió la época de nortes con 11.7 t/MS/ha a 75 d de rebrote y la más baja en la época de Secas con 9.26 t/MS/ha a los 90 d de rebrote, como ya se mencionó, durante la época de lluvias existen las condiciones climáticas más apropiadas para que la planta acumule mayor cantidad de biomasa (Enríquez, *et al.*, 2011), con la observación de que el factor limitante del pasto CT-115 para las condiciones de Tabasco, fue la falta de lluvia, pues en esta temporada únicamente se obtuvo el 1.2 % de la precipitación acumulada durante todo el periodo de estudio ( Anexo 1), la secas induce a que la planta entre en stress hídrico y cierra sus estomas para no perder agua de sus estructuras, lo que no le permite que entre CO<sub>2</sub> para la elaboración de fotosintatos (Pérez y Martínez, 1994), mientras que en las otras dos épocas, el agua no fue un factor limitante (74.8 % del total en lluvias y 24 % en nortes). Las producciones de forraje en general, se pueden considerar bastante buenas.

Araya y Boschini (2005) reportaron valores de producción promedio para el pasto King grass fertilizado y durante la época de lluvias de 7.3, 9.0 y 11.6t/ha/corte a tres edades de rebrote (70, 84y 98 d, respectivamente), los cuales son inferiores a los encontrados en este estudio para época de lluvias. Márquez *et al.*, (2007) en un experimento realizado en Mérida, evaluaron tres genotipos de *P. purpureum*, a 63 d de rebrote y los cuales fueron fertilizados con N en diferentes dosis, mostraron valores de 51, 43 y 31 t MS/ha/año, respectivamente para Taiwán A-146, Marafalfa y pasto Morado.

Cerdas y Vallejos (2010) realizaron un experimento para conocer la producción de biomasa secas del pasto Camerún (*P. purpureum*) en dos localidades de Costa Rica en zona secas: en Liberia lograron producciones de 8.85, 11.29, 14.71 t/ha/MS y en Santa Cruz 5.03, 10.32 y 16.51 t/ha/MS a los 30, 60 y 90 d, respectivamente para cada localidad. Al comparar en el experimento a los mismos d de rebrote se encontraron producciones menores para la época de Secas, esto pudiera estar relacionado con que en el estudio de Costa Rica, las dosis de fertilización fueron más altas.

En relación a la tasa de crecimiento del pasto en estudio; debido a la existencia de controles genéticos dentro de las plantas, los productos fotosintéticos se distribuyen de una manera particular en cada planta, lo que genera una expresión morfológica característica en cada especie o cultivar. El crecimiento se puede definir como el aumento irreversible de volumen de una célula, tejido, órgano o individuo, generalmente acompañado de un aumento de masa. Para que exista crecimiento no basta con que se haya producido división celular, dado que la simple división de una célula no constituye aumento de volumen o masa (Pérez y Martínez, 1994). La mayor tasa de crecimiento de las especies tropicales es cuando se registra la máxima precipitación pluvial (Abaunza *et al.*, 1991; Villarreal, 1994; Velazco *et al.*, 2001). En la presente tesis la mayor tasa de crecimiento diaria del pasto Cuba CT-115 se encontró en la época de nortes y lluvias con 1.66 y 1.65 kg/MS/ha/d, respectivamente, por lo que prácticamente podemos considerar una tasa de crecimiento similar, mientras que en la época de Secas fue de 0.70 kg/MS/ha/d (Figura 9) lo cual es inferior en 58 % al de las otras dos épocas. Como ya fue señalado con anterioridad, esto se puede atribuir a que en época de Secas, la planta por falta de humedad, al cerrar sus estomas deja de absorber CO<sub>2</sub> por lo cual la tasa de crecimiento se puede reducir o suspender (Pérez y Martínez, 1994)).

En el presente estudio se observa que en la época de lluvias, la tasa de crecimiento llega al tope entre los 75 y 90 d; mientras que en las épocas de secas y norte el incremento se mantiene hasta la máxima edad de rebrote que fue de 90 d, por lo cual es muy posible que este pasto, en esas épocas pueda seguir creciendo a mayores edades. Según Senra el CT-115 (información personal 2011) durante la época secas se mantienen altas tasas de crecimiento hasta los 120 d de rebrote. Debido a los diversos factores ambientales todas las plantas forrajeras tropicales tienen épocas de más lento y rápido crecimiento, por lo que sus puntos óptimos de crecimiento varían de una época a otra (Enríquez, *et al.*, 2011). Según Aceves (2010), durante la época secas el factor limitante es la falta de agua para tener un crecimiento rápido, y en época de nortes es la temperatura en primer lugar y en segundo término el fotoperiodo (días cortos).

Toda planta viva está constituida por dos fracciones: agua y materia secas. La materia secas de los alimentos a su vez está conformada por una fracción orgánica y otra inorgánica (Pirela, 2005). Es notorio el hecho de que este pasto contiene gran cantidad de agua y por lo tanto poco

contenido de MS; lo que puede ser un factor negativo ya que al tener mucha agua contribuye al efecto de llenado rápido del rumen del animal y éste deja de consumir el pasto, lo que implica, menos consumo de MS (Lascano, 1991). A los 90 d de rebrote, el porcentaje de MS es considerado bueno si se compara con otras gramíneas, en diversos estudios de variedades de *Pennisetum* se mostraron contenidos inferiores de MS, aún a esa misma edad: Araya y Boschini (2005), en Costa Rica estudiaron cinco variedades de *P. purpureum* a diferentes edades de rebrote, donde muestran promedios de contenido de MS en planta entera de 19.44, 21.04, 19.82, 17.80 y 17.17 respectivamente para Taiwán, King grass, Gigante, Enano y Camerún, donde se puede observar el mayor porcentaje en King grass. El CT-115 en el presente estudio a una edad de 90 d produjo un porcentaje de MS mayor que el obtenido por su progenitor. Márquez *et al.*, (2007) en un experimento establecido en Mérida, Venezuela donde evaluaron tres variedades de *P. purpureum* a 63 d de rebrote reportaron contenidos de MS de 19.5, 22.1 y 22.5 % para los pastos Morado, Marafalfa y Taiwán A-146, respectivamente; estos valores son similares a los encontrados en el presente estudio.

Otra observación es que, independientemente de la época del año, los mayores porcentajes de MS se encontraron en el último tratamiento estudiado (90 d) lo que confirma que a mayor edad de la planta, mayor es la acumulación de materia seca, debido a la pérdida de agua y a que los tejidos se vuelven más viejos, además que a edades tempranas los tallos son muy suculentos (Chacón y Vargas 2009 y Valenciaga *et al.*, 2009).

Refiriéndonos al factor época, el mayor contenido de MS se observó en la época de lluvias, el menor en época de secas (Anexo 9) e intermedio en la época de nortes. El hecho de que el mayor porcentaje se presentó en esa época pudiera estar relacionado con que la tasa de crecimiento fue más rápida en lluvias, lo que hace que fisiológicamente la planta se vuelva vieja más rápido y acumule MS (Quero *et al.*, 2006); mientras que en Secas fue más lento el crecimiento, donde la maduración de la planta es más lenta y por lo tanto también los incrementos de MS son menores, debido a las condiciones climáticas de la época secas, especialmente de la falta de precipitación, era de esperarse que hubiese un mayor contenido de MS (Juárez y Bolaños, 2007).

Como se ha mencionado, las hojas tienen mayor valor nutritivo que los tallos (Kunst, 2003); en el porcentaje de MS en hojas y tallos para las épocas de secas y nortes no se encontró correlación significativa entre los d de rebrote y contenido de MS, lo cual significa que los incrementos dentro de cada una de estas épocas son mínimos conforme aumenta la edad de la planta, mientras que en la época de lluvias los incrementos son más altos conforme aumentó la edad. Los mayores porcentajes de MS en hojas, tanto como en tallos, en el CT-115 son observados en la época de Secas, esto se atribuye al efecto de senescencia en las hojas ya que su cubierta es más sensible y la pérdida de agua se acelera; mientras que los tallos sufren un endurecimiento (Chacón y Vargas, 2009). Para las épocas de lluvias y nortes se tienen menores porcentajes de MS tanto en tallos como en las hojas, esto se debe a que el agua en el suelo no es un factor limitante en ambas épocas y por lo tanto, la planta puede saturar sus tejidos de agua (Pérez y Martínez, 1994). Independientemente de la época del año, dentro de la misma edad, los tallos del CT-115 tienen menor contenido de MS, esto como ya se dijo, se debe a la senescencia de las hojas y a la estructura de los tallo (Chacón y Vargas, 2009), además de que se ha señalado por los investigadores cubanos (Martínez y Herrera, 2006) que el CT-115 tiene como una de sus características contar con tallos suculentos, lo cual le permite ser un forraje aprovechable para su época de Secas. Chacón y Vargas (2009) encontraron porcentajes de MS a los 60 d de 15.47 % en hojas y 11.42 % en tallos, a los 75 d, 16.66 % en hojas y 12.05 % en tallos y a los 90 d, en hojas 17.45 % y 12.64 % en tallos, con lo cual se confirma que los tallos de esta especie tienen menos MS que las hojas.

Las proteínas son el principal compuesto nitrogenado de las plantas; su contenido es elevado cuando éstas son jóvenes y desciende a medida que maduran (Combellas y González, 1971; Martín, 1998; Juárez y Bolaños, 2004; Juárez y Bolaños, 2007). Es sabido que las gramíneas tropicales son de rápido crecimiento y maduración, debido a esta característica, su calidad nutricional también cambia rápidamente, ya que con la edad sufren modificaciones sensibles y graduales en su composición química (Pirela, 2005; Juárez y Bolaños, 2007).

El comportamiento de la concentración de PC en este estudio en las tres épocas fue diferente, dentro de cada una de las frecuencias de corte, sin embargo en el promedio general (Anexo 12) la época de Secas y de lluvias prácticamente tienen un contenido similar (8.07 % y 8.59%,

respectivamente), mientras que en nortes, que es una de las épocas más críticas en las tierras bajas del Estado de Tabasco el CT-115 presentó un valor alto, siendo éste de 13.40 %; este comportamiento coincide con el reportado por Meléndez (1998) en el pasto Azuche (*Hymenachne amplexicaulis*) donde el mayor porcentaje de PC se presentó en la época de nortes (10.3 %), Secas (8.7 %) y en lluvias (8.3 %); en un trabajo realizado por Reyes (1998) con Cocoíte (*Gliricidia sepium*) también encontró el mayor porcentaje de PC en la época de nortes (22 %) aunque este valor es similar al de Secas (21 %) y el menor se obtuvo en lluvias (19 %).

Como era de esperar ya que así lo demuestran un gran número de estudios realizados con forrajes tropicales (Pirela, 2005; Juárez y Bolaños, 2007; Enríquez *et al.*, 2011.), independientemente de la época del año conforme, avanza la edad de la planta, los porcentajes de proteína disminuyeron y esto se presentó hasta los 75 en las épocas de Secas y lluvias, y es posible que antes de esa edad la planta alcanzó su concentración mayor de proteína para volver a iniciar un nuevo ciclo de desarrollo y esto puede estar relacionado con que en esa etapa las hojas de la planta principalmente, llegaron a su senescencia, por lo que baja o se interrumpe, totalmente, la tasa de fotosíntesis. Esto ha sido señalado para diversas plantas (Bidwell, 1987) y posteriormente se tiene un nuevo incremento en la proteína al haber nuevos rebrotes (Juárez y Bolaños, 2007).

En términos generales, se puede considerar que en época de nortes, todos los porcentajes de PC obtenidos son altos ya que están por arriba de un 10 %; Araya y Boschini (2005) evaluaron 5 variedades de *P. purpureum* en Costa Rica a diferentes edades de rebrote en la época de lluvias encontraron valores de PC para el pasto King grass de 12.43, 11.10 y 10.28 % a 70, 84 y 98 d de rebrote, respectivamente. Estos resultados son mayores a los obtenidos en el presente experimento con el CT-115 en esta misma época, lo cual se podría atribuir a que el pasto King grass fue fertilizado con N y P aparte. Valenciaga *et al.* (2001), en un trabajo realizado en el Instituto de Ciencia Animal de la Habana, Cuba, encontraron valores de 11.38 % de proteína a los 65 días de rebrote del pasto CT-115, este dato oscila entre los valores encontrados en el presente experimento en las tres épocas a los 60 d de rebrote del pasto.

Con la excepción de la época de nortes, se puede considerar que este pasto, en las edades donde tiene mayor rendimiento de forraje presenta valores alrededor del 7 % PC lo cual no es deseable, sin embargo, se señala que la PC de pastos de uso común en las regiones tropicales de México,

oscilan entre 5.5 a 11.9 % en época de Secas, gramíneas de corte a 90 d de rebrote contienen entre 4.0 a 12.6 % PC y en lluvias, este valor oscila entre 5.9 y 7.5 % a una edad de rebrote de 90 d (Juárez, *et al.* 2002).

La FDN es el componente estructural que más se relaciona con el consumo del alimento de los rumiantes, por poseer todos los ingredientes de la fibra que ocupan espacio en el rumen y la FDA es el mejor indicador de la digestibilidad del forraje, debido a su alto contenido de lignina, correlacionándose esta como indicador de baja digestibilidad del forraje (Van Soest *et al.*, 1991).

En el presente experimento, el mayor contenido de FDN y FDA se encontraron en lluvias, esto se puede atribuir a que en este periodo, la planta debido a que las condiciones climáticas, les son más favorables para tener un desarrollo más acelerado, lo cual se confirma con los porcentajes de MS más altos que se tienen durante esta época en este estudio (Cuadro 13), o sea que cuando una planta tiene un mayor desarrollo requiere de que las diversas estructuras de la misma sean más sólidas y esto se traduce en carbohidratos estructurales como son celulosa, hemicelulosa y lignina, principalmente (Pirela, 2005). En las época de Secas y nortes, contienen menores porcentajes que en la época de lluvias y esto se debe a que, el pasto CT-115 tiene menores porcentajes de MS, por lo tanto, sus componentes estructurales son más bajos, lo que se traduce en un forraje más succulento y nutritivo ya que sus contenidos de lignina son más bajos, componente que como sabemos es totalmente indigestible (Faria, 1998).

Como es lógico, a mayor edad de la planta los contenidos tanto de FDN como de FDA aumentaron hasta un valor máximo de 72.24 % para el primero y 42.59 % en el segundo. En general, los contenidos de FDN y FDA en este estudio son bajos comparados con otros pastos de este mismo género, según Ramírez *et al.*, (2008) mencionan que este pasto cuando envejece, acumula menos cantidad de lignina que el resto de los *Pennisetum* y por lo tanto significa una mayor degradación del pasto, sin embargo, Correa (2006) menciona que el pasto marafalfa a dos edades de rebrote contiene 54.7 y 66.9 % de FDN, respectivamente a 56 y 105 d de rebrote valores que son menores a este estudio a los 60 y 90 d de rebrote del CT-115.

Valenciaga *et al.* (2001) del Instituto de Ciencia Animal de la Habana, Cuba, reportan valores de 68.23 y 39.43 % de FDA y FDA, respectivamente a los 65 d de rebrote del pasto CT-115,

resultados similares a los encontrados en este experimento a los 60 d donde se encontraron valores de 69.34% de FDN y 38.86 % de FDA.

En relación a la DIMS cabe mencionar que el incremento de los constituyentes de la pared celular (Ramírez de la Rivera *et al.* 2004 y Torrerozza *et al.* 2006) es uno de los principales cambios que presentan las plantas y que influyen directamente en la digestibilidad y en la eficiencia de utilización de los forrajes por parte de los animales (Valenciaga *et al.* 2006 y Vieira y Fernández 2006).

Hay que resaltar que la degradación observada en promedio dentro de las tres épocas del año es baja, ya que en todos los casos estuvo por debajo del 50 %, lo cual también se observa en los diferentes días de rebrote excepto a los 30 d en época de lluvias y 45 d en épocas de Secas y nortes, respectivamente. Esto se puede deber a dos factores: al alto contenido de humedad que tiene el pasto así como a los elevados valores obtenidos de FDN y FDA.

La disminución con la edad de la DIMS se puede relacionar con el aumento de la concentración de los componentes de la pared celular a medida que avanza la edad de rebrote (Valenciaga, 2007; Capanema *et al.* 2005). Robles (2009) encontró un 37.56 % de degradación a las 24 h de incubación del pasto Cuba CT-115 cuando este tenía 70 d de rebrote, cuyo valor es menor en las tres épocas a los 75 d del mismo pasto en este experimento. Valenciaga, *et al.*, (2001), encontraron una DIMS del CT-115 de 50.14 % a 24 h de incubación y 56 d de rebrote del pasto.

Definitivamente, los niveles de degradación de la MS del CT-115 obtenidos en la presente tesis y confirmados por otros señalados anteriormente, nos señalan que este pasto en términos generales no es de una alta calidad al tener en cuenta que las especies forrajeras que mantienen alta degradación por periodos prolongados en la estación de crecimiento, son de alto valor para la producción animal, con relación a aquellas que tienen alta degradación en su estado juvenil o etapas tempranas de rebrote pero su digestibilidad decrece rápidamente (Enriquez *et al.*, 1999)



## **VII. CONCLUSIONES**

Se concluye que en Tabasco, el pasto CT-115 no tuvo un buen comportamiento tanto en la producción de biomasa como en la calidad en la época de secas, sin embargo presentó excelente comportamiento en la época de nortes. Definitivamente, debido al contenido de PC, MS y DIMS el CT-115 evaluado bajo las condiciones de Tabasco, este pasto en términos generales no es de una alta calidad.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aceves, N. L. A. 2010. El clima y el cultivo del cacao. En: Córdova-Avalos V., E. García-López y J. J. Obrador-Olán. (Eds) 2010. Cultivo y transformación del cacao en Tabasco. Publicación especial del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México. 94 p.
- AOAC. 2000. Association of Official Analytical Chemistry. Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists. 17<sup>th</sup> Ed. Gaithersburg. United States of America. 168 p. Disponible en: <http://www.eoma.aoac.org/>
- Abaunza, M. A. Lascano, C. E., Giraldo, H. y Toledo, J. M. (1991). Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. *Pasturas tropicales* 13 (2): 2-9.
- Allison, C. D. (1985). Factors affecting forage intake by range ruminants: a review. *J. Range manage.* 38:305.
- Aranda, I. E. M. 1995. Valor nutritivo de los alimentos y plantas forrajeras. Curso de actualización de profesionistas pecuarios. Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México. Pp. 16-23.
- Araya, M., Boschini, C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la Meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 16 (1): 37-43.
- Argel, P.J. y Lascano, C.E. 1998. *Cratylia argénte*a (Desvaux) O. Kuntze: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. *Pasturas tropicales*. 20(1): 37- 43.
- Argel, M. P. J. 2005. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. p. 42-50. *In: Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. Tampico, Tam., México.
- Biblioteca virtual EcuRed de Cuba
- Bidwell, R. G. S. 1987. Fisiología Vegetal. AGT Editor. 1ra Ed. en español. Cap 21: 549-567 p. México, D. F.
- Bolaños, A. E. D. 1995. Comportamiento productivo de bovinos en pastoreo en el Estado de Tabasco. *Revista México Ganadero* Num. 396. 30-35 p.
- Bolaños, A. E. D, y Huyghe, C, (2005). Crecimiento y distribución de la materia secas entre órganos vegetativos y reproductores en alfalfa. *Agricultura Técnica en México*. 31: 65–72.
- Bondi, A. A. 1989. Nutrición Animal. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 546 p.

- Brunken, J.N. 1977. Systematic study of *Pennisetum* section *Pennisetum* (Gramineae) Amer. J. Bot. 64: 161.
- Cáceres, O. 1985. Estudio de los principales factores que afectan el valor nutritivo de gramíneas tropicales en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de C. Dr. En Ciencias Agrícolas.
- Cáceres, O., González, A. y Ojeda, A. 1996. Valor nutritivo de recursos forrajeros tropicales para los rumiantes. EEPF “Indio Hatuey”, Universidad de Matanzas, Cuba.
- Capanema, E. A., balakshin, M. Y. & Dadla, J. F. 2005. A comprehensive approach for quantitative lignin characterization by NMR spectroscopy. J. Agric. Food Chem. 52:1850.
- Casanovas, E., Figueredo, Y., Soto, R., Novoa, R. y Valera, R. 2006. Efecto de la frecuencia de corte en el comportamiento fenológico y productivo de *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT – 115 en el periodo poco lluvioso. Universidad de Cienfuegos, Cuatro Caminos, Cienfuegos, Cuba. En: Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 40, No. 4, 2006.
- Cerdas, R. y Vallejos, E. 2010. Productividad del pasto Camerún (*Pennisetum purpureum*) con varias dosis de nitrógeno y frecuencias de corte en la zona secas de Costa Rica. Revista electrónica de las sedes regionales de la Universidad de Costa Rica. Vol. XI, No. 22. p.17
- Chacón, H. P. A. y Vargas, R.C. F. 2009. Digestibilidad y Calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote. Revista Agronomía Mesoamericana 20 (2): 399-408. Nota técnica. Universidad de Costa Rica, COAT Rica.
- Chamorro, V. D. Importancia de la proteína en la nutrición de rumiantes con énfasis en la utilización de proteínas de especies arbóreas. Seminario-taller Internacional sobre manejo de la proteína en producción de ganado bovino. Corpoica.
- Chapman, D. F., and G. Lemaire. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plants regrowth after defoliation. Proc. XVII Int. Congress. Palmerston North, N. Z. pp: 95–104.
- Church, D. C. y W. G. Pond. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México. pp 438.
- CIAT. 1983. The relationship between pasture structure and the utilization of tropical forage plants. Hill Farming Research Organization. Red Internacional de Evaluacion de Pastos Tropical. Reunion de trabajo. Cali (Colombia). 22-24
- Combellas, J. & González, E. 1971. Rendimiento y valor nutritivo de forrajes tropicales. 3 *P. maximum* var. Trichoglume. Agron. Trop. 22 (6): 6351.
- Correa, C. H. J. 2006. Calidad nutricional del pasto Marafalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a dos edades de rebrote. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

- Crespo, G. 2001. La producción de pastos y forrajes. I Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana. CD-ROM.
- Dávila, C. y Urbano, 2005. Uso de pastos de corte en los sistemas intensivos. En González, C. y E. Soto (Ed.), Manual de Ganadería Doble Propósito. Editorial Astro Data, Maracaibo, Venezuela. p.193.198.
- De Dios, V. 2001. Ecofisiología de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo. Colección José N. Rovirosa. UJAT. 376 pp
- Deschamps, F. C. & Alves de Brito, C. J. F. 1998. Quality and participation of several fractions of three elephant grass cultivars (*Pennisetum purpureum* Schumach). Anais da XXXV Reuniao da SBZ. Botucatu – SP.
- Enríquez, Q. J. F., Meléndez, N, F. y Bolaños, A. E. D. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro técnico Núm. 7. Veracruz, México. 262 p.
- Enríquez, Q. F. 2001. Los forrajes del trópico húmedo de México: conocimiento actual e investigación futura. En: Memoria: Los forrajes en México. Presente y futuro. Programa de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. pp. 1.24
- Enriquez, Q. J. F., Meléndez, N. F., Bolaños, A. E. D. y Esqueda, E. V. A. 2011. Producción y manejo de forrajes tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias. Centro de Investigaciones Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta, Medellín de Bravo, Ver., México. 405 p.
- Estrada, P. M. 2001. Cambio climático global: causas y consecuencias. Revista de información y análisis. Núm. 16:7-17.
- Estrada, A. J. 2004. Pastos y Forrajes para el Trópico Colombiano. Editorial Universidad Caldas. Ciencias Agropecuarias. Colombia. 506 p.
- Faría, M. J. 1998. Fundamentos para el manejo de pastos en sistemas ganaderos de doble propósito. Mejora de la ganadería mestiza de doble propósito. Ed. Astro. Data, S. S. Maracaibo, Venezuela. p. 215-232.
- Faría, M. J. 2006. Pastos y Forrajes en la ganadería de doble propósito. X Seminario de Pastos y Forrajes. Postgrado de producción animal, Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia, Maracaibo.
- FAO. 2010<<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>> /Consultado: 25 Marzo de 2012/
- Goering, H. K. & Van Soest, P. J. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications).US Departament of Agriculture. Agricultural Handbook. 379 p.

- Gómez, V.A. 2003. Degradación de los componentes celulares de gramíneas forrajeras con la adición de enzimas fibrolíticas y la respuesta productiva de bovinos en pastoreo. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México, México.
- González, R. 2006. Valor nutritivo. Cap. VIII. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. (Eds. R.S. Herrera, G.J. Febles, G.J. Crespo). EDICA. La Habana, Cuba. p. 179.
- <http://culturaempresarialganadera.ning.com/forum/topics/aclaracion-sobre-pastos-de-corte-cuba-22?commentId=2432435%3AComment%3A157181>
- [http://www.ecured.cu/index.php/King\\_grass\\_CT-115](http://www.ecured.cu/index.php/King_grass_CT-115)
- <http://www.cerealesyforrajes.com.ar/TechNotes/PDF/TechNote03.PDF>) conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes.
- Herrera, R.S. & Martínez, R.O. 2006. Mejoramiento genético por vías no clásicas. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Eds. Herrera, R.S., Febles, G. y Crespo, G. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p.15
- Herrera, R.S. & Ramos, N. 2006. Factores que influyen en la producción de biomasa y la calidad. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Eds. Herrera, R.S., Febles, G. y Crespo, G. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. p.79.
- Herrera, R. S., Fortes, D., García, M., Cruz, A. M. y Romero, A. 2008. Estudio de la composición mineral en variedades de *Pennisetum purpureum*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol.42, núm. 4. pp. 395-401. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- Herrera, R.S. 2009. Mejoramiento de *Pennisetum purpureum* en Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Volumen 43, No. 4. pp. 345-349. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- <http://www.cerealesyforrajes.com.ar/TechNotes/PDF/TechNote03.PDF>)
- Ibarra, G. G. y León, M. J. 2001. Comportamiento bajo corte de dos variedades de *Pennisetum purpureum*: Taiwán 801-4 y Taiwán 144 en condiciones de secano. Revista Producción Animal, vol. 13, No. 1. Universidad de Camagüey, Cuba. p. 31-35
- INEGI. 2004. Regiones ecológico-ganaderas por entidad federativa. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx).
- INEGI. 2009 <<http://www.inegi.gob.mx>>/Consultado: 22 Abril de 2012.
- INRA. 1981. Alimentación de los rumiantes. Ediciones Mundi Prensa. 697 p.
- Juárez, L. F. I., Montero, M. L. y Hernández, H. V. D. 2002. Manejo nutricional del ganado de doble propósito en pastoreo. p. 1-11. In: Día del ganadero 2002. Memoria técnica. División Pecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y

- Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Playa Vicente. Veracruz, México.
- Juárez, H. J. y Bolaños, A. E. D. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Revista Universidad y Ciencia, Trópico húmedo*. P.81-90.
- Kawas, J. R. Armienta, G. y Kawas, J. J. 1993. Suplementación mineral del ganado en pastoreo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México. 24 p.
- Kunst, C. 2003. ¿Qué es un balance forrajero?. Grupo de producción animal, E. E. A. Santiago del Estero. Sitio Argentino de Producción Animal.
- Lascano, C. 1981. Calidad de pasturas y nutrición. P. 558-628. In: Programa de adiestramiento de posgrado en producción y utilización de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Lascano, C. 1991. Producción animal en pasturas tropicales. P 63-79. In: Pérez, P. J. y J. G. Herrera H. (Eds). Memoria del Seminario Internacional Evaluación de Pasturas Tropicales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx., México.
- Lascano, C. E. y P. Ávila. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13(3):2-10.
- López, J., Cámara, C. J., Sánchez, E. D., Martínez, A. A., Vera, G. E. y Tejeda, D. I. 2007. Minerales en la ganadería bovina extensiva en Tabasco. Libro científico Núm. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Huimanguillo, Tabasco, México. 184 p.
- Machado, R., Seguí, E., Olivera, Y., Toral, O. & Wencomo, H. 2006. Fundamentación teórica y resultados del programa de introducción. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. Ed. M. Milera. Universidad San Carlos. Guatemala.
- McDonald, P., Edwards, RA., Greenhalgh, JFD. Y Morgan, C.C. 2006. Nutrición animal. Sexta edición, Ed. Acribia. Zaragoza, España. 587 p.
- McDowell L. R. y J. D. Arthington. 2005. Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales. Cuarta Edición. University of Florida. IFAS.
- Martín, P. C. 1998. Valor nutritivo de las gramíneas tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 32: 1-10.
- Martínez, R. O., Herrera, R. S., Cruz, R. & Torres, V. 1996. Cultivo de tejido y fitotecnia de las mutaciones en pastos tropicales. *Pennisetum purpureum*: otro ejemplo para la obtención de nuevos clones. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola*. 30:1.

- Martínez, R. O. 1998. Banco de biomasa para la sostenibilidad de la ganadería tropical. Mejora de la ganadería mestiza de doble propósito. Ed. Data, S. A. Maracaibo, Venezuela.
- Martínez, R. O. 1999. Estrategias de alimentación para ganado bovino en el trópico. Memoria del curso en Tantakín. Centro de Desarrollo Tecnológico, México.
- Martínez, R. O. 2001. Cómo guardar comida para la secas con la: Hierba Elefante CT-115. Instituto de Ciencia Animal y el Consejo de Iglesias de Cuba. Pp: 1.27.
- Martínez, R. O. 2001b. Manual de producción de biomasa: Hierba elefante, CT-115. CIC-DECAP. La Habana, Cuba.
- Martínez, Z. R. O. 2005. Un modelo de manejo del pasto en el periodo seco para la producción de leche. XI Seminario manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Departamento de pastos, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. pp. 31- 40
- Martínez, R. O. y Herrera, R. S. 2006. Empleo del Cuba CT-115 para solucionar el déficit de alimento durante la secas. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Eds. Herrera, R.S., Febles, G. y Crespo, G. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. p. 221
- Márquez, F., Sánchez, J., Urbano, D. y Dávila C. 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). 1. Rendimiento y contenido de proteína. Revista Zootecnia Tropical, 25 (4): 253-259. Mérida, Venezuela.
- Mejía, H. J. 2002. Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. Acta Universitaria. Vol. 12 No. 3 Septiembre- Diciembre Guanajuato, Gto, México. p 56-63.
- Meléndez, N. F., González, M. J. A. & Pérez, P. 7. 1980. El pasto estrella africana. Boletín No. 7. Rama de Ciencia Animal. Colegio Superior de Agricultura Tropical. SARH. H. Cárdenas, Tabasco. p. 99.
- Meléndez, N. F. 1998. Manual de manejo de praderas para Tabasco. Folleto técnico Núm. 22. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco., México. 66 p.
- Meléndez, J., Ibarra, G., Iglesias, O. 2000. *Pennisetum purpureum* cv. CRA – 265 en condiciones de secasno. Parámetros agronómicos y valor nutritivo. Producción Animal 12:17-20.
- Meléndez, N. F. 2012. Principales Forrajes para el Trópico. 1ra. Edición. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca. Universidad Popular de la Chontalpa. H. Cárdenas, Tab., México. 516 p.
- Minson, J. D. 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press. San Diego, CA.

- Miranda, Z. H. A. 2007. Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales, Nicaragua, 2007. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Trabajo de graduación. Managua, Nicaragua. 32 p.
- Olivares, S. E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUNAL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L.
- Orskov, E. R., Hovell, F. D. y Mould. 1992. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Prod. Anim. Trop.* 5:195-213.
- Orskov, E. R. & Mc Donald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Cambridge.* 92:499.
- Orskov, E. R. 1992. Protein nutrition in ruminants. 2da. Edición. Nueva York. Academic Press Inc. London, p. 175.
- Osorio, A. M. M. 2000. El sistema de producción bovina de doble propósito en el trópico “La Rejeguera”. En: Producción bovina de doble propósito en el trópico “La Rejeguera”. Vol 3. Gobierno del Estado de Tabasco, Colegio de Postgraduados, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Villahermosa, Tab. p: 2-9.
- Palma-López D. J., J. Cisneros D., E. Moreno C. y J. A. Rincón-Ramírez. 2007. Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable. Colegio de Postgraduados-ISPROTAB-FUPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México. 195 p.
- Paretas, J.J., Suárez, J.J., y Vádez, L.R. 1989. Gramíneas y leguminosas comerciales promisorias para la ganadería en Cuba. MINAGRI, Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes.
- Paretas, J. J. y López, M. 2006. Regionalización de gramíneas, leguminosas y árboles multipropósito. Ed. M. Milera. Universidad San Carlos. Guatemala. p.37
- Parra, W. 2008. Evaluación de clones de *Pennisetum* para la producción de biomasa. Tesis de Diploma. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- Pérez, P. J. y Meléndez, N. F. 1980. La respuesta fisiológica de las forrajeras al manejo. Boletín CA-5. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cárdenas, Tab., México. 31 p.
- Pérez, G. F. y Martínez, L. J. B. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 218 p.
- Pérez, P., Rojo, R., Álvarez, A., García, J. 2003. Necesidades de investigación y transferencia de la cadena de bovino de doble propósito en el estado de Veracruz. Fundación Produce Veracruz. Colegio de Postgraduados. 170 p.



- Pezo D. 1982. La calidad nutritiva de los forrajes. En: Producción y utilización de forrajes en el trópico Compendio CAI, serie materiales de enseñanza N° 10 CAI. Turrialba, Costa Rica. pp70-102.
- Pirela, M. F. 2005. Valor nutritivo de los pastos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Manual de Ganadería de doble propósito. p. 176-182.
- Quero, J. L., Villar, R., Marañón, T., Zamora, R y Poorter, L.. 2006. Interactions of drought and shade effects on seedlings of four *Quercus* species: physiological and structural leaf responses. – New Phytol. 170: 819–834.
- Ramírez de la Rivera, aj. L., Leonard, I., López, Y., Álvarez, Y. y López, B. 2004. Efecto de la edad de rebrote en el valor nutritivo de dos especies de pastos tropicales (King grass CUBA CT-115 y *Brachiaria decumbens*). Disponible: <http://www.redpau.fpolar.info.velagrotrop/u20-6206a003.html>.
- Ramírez, J. L., Verdecia, D. y Leonard. I. 2008. Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum* Cuba 169 en un suelo pluvisol. Universidad de Granma, Cuba.Revista electrónica de veterinaria. Vol. IX, Num. 5.
- Reyes, M. F. 1998. Uso y valor nutritivo de árboles y arbustos con potencial forrajero en la región de la Sierra, Tabasco, México. XI Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Villahermosa, Tabasco. pp. 73-80
- Rickert, K. G. 1996. Stocking rate and sustainable grazing system. In: a. Elgersma, P. C. Struik y L. J. G. Van del Maesen (eds). Grasland Science in perspective. Wageningen Agricultural University papers 96..4 p. 29-66.
- Robles, R. J. M. 2009. Digestión del forraje íntegro y de las paredes celulares en los pastos *Pennisetum purpureum* CT-115, *Brachiaria humidicola* y en *Saccharu officinarum*. Tesis de Maestría. Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 65 p.
- Roche, R. y Hernández, J.E. 1993. Estudio comparativo de somaclones de king grass (*Pennisetum purpureum* ), con riego. Pastos y Forrajes 16 (2), p: 135- 146.
- Rodríguez, J. M., Lannes, M. & Chavez, J. L. 1976. Características nutritivas de los principales alimentos y aditivos utilizados en la alimentación de los animales. Fac. Ciencias Agrop. Universidad de la Haban, Cuba. p. 42
- Rodríguez, D., Martín, P. C., Alfonso, F., Enriquez, Ana V. Y Sarduy, L. 2009. Efecto de la inclusión de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 en el comportamiento productivo de toros mestizos Holstein alimentados con forraje de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* sp). Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. vol.43, núm. 1, pp. 29-32.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2010 <<http://www.siap.gob.mx/>>/ Consultado: 03 de Octubre de 2012/

- Soto, V. R. B. 2008. Producción de leche con una asociación de arboles forrajeros y CT-115 bajo condiciones de riego. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes.
- Stobbs, T.H. & Thompson, P.A.C. 1975. Milk production from tropical pasture. *World Animal Review*. 13:3-7.
- Tergas, L.F. 1984. El potencial del king grass como gramínea forrajera seleccionada para América Tropical. Programa de Pastos Tropicales. CIAT. Cali, Colombia.
- Torregroza, L., Cuadrado, H. and Vega, A. 2006. Producción, composición química y digestibilidad del pasto Braquia para (*Brachiaria arrecta*) en diferentes épocas y edades de rebrote. Disponible: <http://www.centroinvestigaionturipana.corpoica.braquiapara.htm>.
- Tukey, J. 1953. *The Problem of Multiple Comparisons*. Unpublished manuscript. Princeton University
- Valdez, G. Álvarez, J.L.J. Rodríguez, V., Martínez, O., Orta, S., Molina, A. 2001. Alimentación, capítulo 3. Sociedad cubana de criadores de ganado de carne y doble propósito, ACPA, SOCCA.
- Valenciaga, D., Chongo, B. y La O, O. 2001. Caracterización del clon *Pennisetum* CUBA CT-115. Composición química y degradabilidad ruminal de la materia secas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 35, No. 4. San José de las Lajas, La Habana. Pp. 349-354
- Valenciaga, D., La O, O., Chongo, B. y Oramas, A. 2006. Efecto del tiempo de reposo en la degradabilidad ruminal *in situ* del complejo lignocelulósico y la producción de has *in vitro* del clon Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum* sp.). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 40, Num. 1. San José de las Lajas, La Habana, Cuba. p. 71-81.
- Valenciaga, D. 2007. Caracterización química y estructural de las paredes celulares de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115 y su degradabilidad ruminal en búfalos de río (*Bubalis bubalos*). Tesis Dr. La Habana, Cuba p. 110.
- Valenciaga, D. Chongo, B., Herrera, R. S., Verena, T., Oramas, A., Cairo, J. G. y Herrera, M. 2009. Efecto de la edad de rebrote en la composición química de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 43, núm. 1, pp 73-79, La Habana, Cuba.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.

- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1985. Analysis of forage and fibrous foods. A laboratory manual for animal science, No. 613.
- Vazquez, G. J., Pérez, P. J. y Meléndez, N. F. 2011. Fertilidad de suelos para praderas tropicales. Fundación Produce Chipas, A. C., Universidad Autónoma de Chiapas y Facultad de Ciencias Agronómicas. 437 p.
- Velazco, Z. M. E., Hernández-Garay, A. González, H. V. A., Pérez, P. J., Vaquera, H. H. y Galvis, S. A. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto Ovillo (*Dactylis glomerata* L.). Técnica Pecuaria, México 39 (1): 1-14.
- Vieira, R.M.A. y Fernández, A.M.2006. Importancia de los estudios cuantitativos asociados a la fibra para la nutrición y alimentación de los rumiantes. 43 Reunión de la Sociedad Brasileira de Zootecnia. SBZ. Joao Pessoa. Brasil. pp 120.
- Villarreal, M. 1994. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. Pasturas Tropicales 16 (1): 27-31.
- Villegas, D. G., Bolaños, M. A. y Olguín, P. L.2001. La ganadería en México. Colección Temas Selectos de Geografía de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D. F. 158 p.

## IX. ANEXOS

Anexo 1. Datos climáticos presentados en el sitio durante la fase de experimentación

Factor	Época		
	Secas	Lluvias	Nortes
T mínima °C	18.3	20.58	17.62
T máxima °C	31	32.4	26.7
Horas brillo sol	7.8	6.5	4.6
Precipitación mm	27.7	586.6	1821.3

Fuente: Estación meteorológica del Colegio del Postgraduados, Campus Tabasco.

Anexo 2. Concentrado de los análisis de varianzas de las variables agronómicas evaluadas

Variable	C. M.	Valor F	P (>F)
<b>Altura</b>			
Época	3099.2	23.0797	0.000000172 ***
Tratamiento	18048.1	134.4036	0.00000022 ***
Epoca:Tratamiento	331.7	2.4699	0.02720 *
<b>Prod. biomasa verde</b>			
Época	15070.4	90.9231	0.000000548 ***
Tratamiento	5093.2	30.7281	0.000000559 ***
Epoca:Tratamiento	967.5	5.8374	0.0000508 ***
<b>Relación hoja/tallo</b>			
Época	0.22749	6.2369	0.0042491 **
Tratamiento	2.15426	59.0625	0.00000022 ***
Epoca:Tratamiento	0.17157	4.7040	0.0003651 ***
<b>Prod. biomasa base secas</b>			
Época	492.30	56.5590	0.000000121 ***
Tratamiento	231.40	26.5854	0.000000498 ***
Epoca:Tratamiento	53.73	6.1734	0.0000291 ***
<b>Tasa de crecimiento</b>			
Época	5626.4	11.3429	0.0001151 ***
Tratamiento	12298.8	24.7947	0.000000138 ***
Epoca:Tratamiento	1439.8	2.9026	0.0113980 *

P<0.05\*, P<0.01\*\*, P<0.001\*\*\*

Anexo 3. Concentrado de los análisis de varianzas de las variables de valor nutritivo evaluadas

Variable	C. M.	Valor F	P (>F)
<b>MS en planta entera</b>			
Época	28.632	26.7486	0.00000032***
Tratamiento	64.446	60.2064	0.00000022***
Epoca:Tratamiento	2.705	2.5273	0.024*
<b>MS en hoja</b>			
Época	241.900	120.2062	0.00000022 ***
Tratamiento	57.482	28.5644	0.00000017 ***
Epoca:Tratamiento	17.291	8.5924	0.000000757 ***
<b>MS en tallo</b>			
Época	136.560	42.5251	0.000000803 ***
Tratamiento	33.173	10.3301	0.00000645 ***
Epoca:Tratamiento	32.840	10.2264	0.000000865 ***
<b>Proteína Cruda</b>			
Época	172.295	152.1179	0.00000022 ***
Tratamiento	51.413	45.3920	0.000000101 ***
Epoca:Tratamiento	5.539	4.8904	0.0002612 ***
<b>FDN</b>			
Época	486.57	32.1829	0.000000335 ***
Tratamiento	145.86	9.6476	0.000000125 ***
Época:Tratamiento	25.50	1.6868	0.1302
<b>FDA</b>			
Época	325.06	19.1196	0.00000124 ***
Tratamiento	131.52	7.7361	0.0000915 ***
Época:Tratamiento	4.39	0.2582	0.9758
<b>Contenido celular</b>			
Época	501.39	29.7638	0.000000891 ***
Tratamiento	164.20	9.7475	0.0000114 ***
Epoca:Tratamiento	23.57	1.3994	0.2250
<b>Hemicelulosa</b>			
Época	26.591	3.632	0.035347*
Tratamiento	34.739	4.7334	0.003039 **
Epoca:Tratamiento	22.776	3.1033	0.007642 **
<b>Degradación <i>in situ</i> de la MS</b>			
Época	69.164	6.8582	0.002646 **
Tratamiento	260.896	25.8697	0.000000744 ***
Epoca:Tratamiento	25.412	2.5198	0.024602 *

P<0.05\*, P<0.01\*\*, P<0.001\*\*\*

Anexo 4. Efecto de la época del año y días de rebrote en la altura de la planta.

<b>Factores</b>	<b>Altura (cm)</b>
<b>Época</b>	
Secas	107.37 <sup>b</sup>
Lluvias	121.62 <sup>a</sup>
Nortes	96.82 <sup>c</sup>
<b>EE±</b>	<b>6.68</b>
<b>Días de rebrote</b>	
30	56.29 <sup>e</sup>
45	89.01 <sup>d</sup>
60	105.91 <sup>c</sup>
75	138.55 <sup>b</sup>
90	153.23 <sup>a</sup>
<b>EE±</b>	<b>5.17</b>

<sup>abcd</sup> Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

Anexo 5. Efecto de la época del año y días de rebrote en la producción de biomasa verde.

<b>Factores</b>	<b>Producción biomasa verde (ton/ha)</b>
<b>Época</b>	
Secas	30.58 <sup>c</sup>
Lluvias	85.36 <sup>a</sup>
Nortes	54.69 <sup>b</sup>
<b>EE±</b>	<b>7.41</b>
<b>Días de rebrote</b>	
30	29.55 <sup>d</sup>
45	43.32 <sup>c</sup>
60	59.24 <sup>b</sup>
75	72.98 <sup>a</sup>
90	79.29 <sup>a</sup>
<b>EE±</b>	

<sup>abcd</sup> Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

Anexo 6. Efecto de la época del año y días de rebrote en la relación hoja/tallo.

<b>Factores</b>	<b>Relación Hoja/tallo</b>
<b>Época</b>	
Secas	1.22:1 <sup>a</sup>
Lluvias	1.01:1 <sup>b</sup>
Nortes	1.04:1 <sup>b</sup>
<b>EE±</b>	<b>0.11</b>
<b>Días de rebrote</b>	
30	1.65:1 <sup>a</sup>
45	1.44:1 <sup>b</sup>
60	0.84:1 <sup>cd</sup>
75	0.85:1 <sup>c</sup>
90	0.69:1 <sup>d</sup>
<b>EE±</b>	<b>0.08</b>

<sup>abcd</sup>Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

Anexo 7. Efecto de la época del año y días de rebrote en la producción de biomasa base secas.

<b>Factores</b>	<b>Producción biomasa secas (t/ha)</b>
<b>Época</b>	
Secas	5.70 <sup>b</sup>
Lluvias	14.92 <sup>a</sup>
Nortes	7.14 <sup>b</sup>
<b>EE±</b>	<b>1.7</b>
<b>Días de rebrote</b>	
30	4.56 <sup>d</sup>
45	5.44 <sup>d</sup>
60	9.19 <sup>c</sup>
75	12.18 <sup>b</sup>
90	14.91 <sup>a</sup>
<b>EE±</b>	<b>1.31</b>

<sup>abcd</sup>Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

Anexo 8. Efecto de la época del año y días de rebrote en la tasa de crecimiento.

<b>Factores</b>	<b>Tasa de crecimiento (kg/ms/ha/d)</b>
<b>Época</b>	
Secas	70.21 <sup>b</sup>
Lluvias	94.93 <sup>a</sup>
Nortes	62.94 <sup>b</sup>
<b>EE±</b>	<b>12.8</b>
<b>Días de rebrote</b>	
30	37.35 <sup>d</sup>
45	57.05 <sup>c</sup>
60	73.80 <sup>bc</sup>
75	91.05 <sup>b</sup>
90	120.89 <sup>a</sup>
<b>EE±</b>	<b>9.5</b>

<sup>abcd</sup> Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a P<0.05 (Tukey, 1953)

Anexo 9. Efecto de la época del año y días de rebrote en el contenido de materia secas en planta entera.

<b>Factores</b>	<b>Materia secas (%)</b>
<b>Época</b>	
Secas	19.90 <sup>c</sup>
Lluvias	22.30 <sup>a</sup>
Nortes	21.10 <sup>b</sup>
<b>EE±</b>	<b>0.35</b>
<b>Días de rebrote</b>	
30	18.54 <sup>e</sup>
45	19.40 <sup>d</sup>
60	21.03 <sup>c</sup>
75	22.15 <sup>b</sup>
90	24.40 <sup>a</sup>
<b>EE±</b>	<b>0.21</b>

<sup>abc</sup> Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a P<0.05 (Tukey, 1953)



Anexo 10. Efecto de la época del año y días de rebrote en el contenido de materia secas en hoja.

<b>Factores</b>	<b>Materia secas en hoja (%)</b>
<b>Época</b>	
Secas	23.87 <sup>a</sup>
Lluvias	21.30 <sup>b</sup>
Nortes	16.98 <sup>c</sup>
<b>EE±</b>	<b>0.81</b>
<b>Días de rebrote</b>	
30	18.45 <sup>d</sup>
45	18.64 <sup>d</sup>
60	20.89 <sup>c</sup>
75	22.13 <sup>b</sup>
90	23.49 <sup>a</sup>
<b>EE±</b>	<b>0.63</b>

<sup>abcd</sup> Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

Anexo 11. Efecto de la época del año y días de rebrote en el contenido de materia secas en tallo.

<b>Factores</b>	<b>Materia secas en tallo (%)</b>
<b>Época</b>	
Secas	16.42 <sup>a</sup>
Lluvias	13.90 <sup>b</sup>
Nortes	11.20 <sup>c</sup>
<b>EE±</b>	<b>1.03</b>
<b>Días de rebrote</b>	
30	12.31 <sup>c</sup>
45	14.06 <sup>b</sup>
60	12.18 <sup>c</sup>
75	14.44 <sup>b</sup>
90	16.20 <sup>a</sup>
<b>EE±</b>	<b>0.8</b>

<sup>abc</sup> Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

Anexo 12. Efecto de la época del año y días de rebrote en el contenido de proteína.

<b>Factores</b>	<b>Proteína (%)</b>
<b>Época</b>	
Secas	8.07 b
Lluvias	8.59 b
Nortes	13.40 a
<b>EE±</b>	<b>0.61</b>
<b>Días de rebrote</b>	
30	12.88 <sup>a</sup>
45	11.40 <sup>b</sup>
60	9.40 <sup>c</sup>
75	7.93 <sup>d</sup>
90	8.51 <sup>cd</sup>
<b>EE±</b>	<b>0.47</b>

<sup>abc</sup> Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

Anexo 13. Efecto de la época del año y días de rebrote en el contenido de hemicelulosa.

<b>Factores</b>	<b>Hemicelulosa (%)</b>
<b>Época</b>	
Secas	30.26 <sup>b</sup>
Lluvias	32.26 <sup>a</sup>
Nortes	32.26 <sup>a</sup>
<b>EE±</b>	<b>1.56</b>
<b>Días de rebrote</b>	
30	31.59 <sup>bc</sup>
45	32.18 <sup>ab</sup>
60	30.47 <sup>bc</sup>
75	34.09 <sup>a</sup>
90	29.65 <sup>c</sup>
<b>EE±</b>	<b>1.21</b>

<sup>abc</sup> Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)

Anexo 14. Efecto de la época del año y días de rebrote en la degradación *in situ* de la materia secas.

<b>Factores</b>	<b>Degradación <i>in situ</i> de la MS (%)</b>
<b>Época</b>	
Secas	48.27 <sup>a</sup>
Lluvias	44.70 <sup>b</sup>
Nortes	45.60 <sup>b</sup>
<b>EE±</b>	<b>1.83</b>
<b>Días de rebrote</b>	
30	49.35 <sup>ab</sup>
45	51.37 <sup>a</sup>
60	47.48 <sup>b</sup>
75	42.37 <sup>c</sup>
90	40.37 <sup>c</sup>
<b>EE±</b>	<b>1.42</b>

<sup>abc</sup> Medias con diferentes superíndices en la misma columna difieren a  $P < 0.05$  (Tukey, 1953)