

UNIVERSIDAD DE MATANZAS “CAMILO CIENFUEGOS”

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES
INDIO HATUEY**

**Evaluación del potencial forrajero de cuatro
cultivares de *Pennisetum purpureum* en un suelo
Pardo de la región central de Las Tunas**

Autor: *Ing. Lázaro Manuel García Torres*

Tutores: *DrC. Anesio R. Mesa Sardiñas*

MSc. Juan Diez Núñez

MSc. Jorge L. Rivero Moreno

**Tesis presentada en opción al título académico de Master en
Pastos y Forrajes**

Las Tunas, 2011

“Año 53 de la Revolución”

Pensamiento

*La tierra no es de nadie, la tierra la pedimos
prestada a nuestros nietos.*

José Martí.

*Conservemos los suelos como fuente inagotable de
riquezas.*

Dedicatoria

A mis padres Adis Esther y Juan Manuel fallecidos ya, Dios los tenga en la gloria.

Al comandante en Jefe Fidel Castro y a la Revolución Cubana que me han dado la gran oportunidad de estudiar y trabajar dignamente para la sociedad y el sustento de mi familia.

Agradecimientos

A los Doctores Anesio Mesa Sardiñas y Marta Hernández por su entereza y dedicación a mi formación como Master en Pastos y Forrajes, su contribución en la revisión y recomendaciones de la tesis final, vaya hacia ellos nuestra eterna gratitud, que Dios los bendiga y los proteja por siempre.

A los MSc. Juan Diez Núñez y Jorge I. Rivero Moreno por su apoyo incondicional a la parte experimental y la revisión bibliográfica. A todas las personas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Las Tunas, que de una forma u otra han contribuido en el proceso de investigación.

A todo el claustro de profesores que contribuyeron al desarrollo de esta maestría.

A mi hermana María Luisa, fuente de inspiración para que desarrollara esta maestría y a toda mi familia por el apoyo brindado.

Doy gracias a todas las personas que de una forma u otra han facilitado poder desarrollar esta maestría lo cual me seria imposible nombrarlos a todos, reciban el cariño y amor, que todos merecen.

Resumen

Con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo de los cultivares de *Pennisetum purpureum* (cvs. King grass, Cuba CT-169, Cuba CT-115 y Taiwán morado), se condujo un experimento en suelo Pardo grisáceo, perteneciente a la EEPF de Las Tunas, con pH ligeramente ácido, bajo contenido de M.O. y de Fósforo asimilable. Para la siembra de los cultivares anteriormente citados, se preparó el suelo con laboreo mínimo. La siembra de estos cultivares de *P. purpureum* se realizó utilizando una distancia de plantación de 0,90 m de camellón por 0,60 m de. El tamaño de los esquejes fue de 25 a 30 cm, contando cada uno de tres a cinco yemas por tallo. La edad de la semilla utilizada fue de 90 días y la profundidad de siembra se realizó de 15 a 20 cm. El tape se realizó con azada con un espesor de suelo de 3 a 5 cm. El estudio se realizó en condiciones de secano, y sin fertilización alguna. La frecuencia de corte fue de 60 días para el período lluvioso y cada 90 días para el período poco lluvioso, todos los cortes se realizaron a nivel del suelo. En un diseño de bloques al azar, y cinco réplicas, se estudiaron las variables siguientes: altura de las plantas, rendimiento de masa verde (t de MV/ha/año), rendimiento de materia seca (t de MS/ha/año), % MS, Relación hoja-tallo, ahijamiento por plantón y Incidencia de plagas y enfermedades. Tanto en el primer año como en el segundo la dinámica de crecimiento en altura mostró un patrón muy similar para todos los cultivares objeto de estudio, donde se destacó ligeramente con valores superiores el Cuba CT-169. En sentido general la mayor altura se alcanzó en el periodo mayo-julio y el segundo de julio a septiembre. En cuanto al rendimiento de MV no se encontraron diferencias significativa entre los cultivares en ningunas de las épocas evaluadas, ni en el acumulado anual del primer año de estudio y los rendimientos superaron las 127 t/ha/año en todos los casos. Aunque no hubo diferencias significativas, se pudo observar que el cv. Cuba CT-169 mostró el mejor resultado. Ya en el segundo año se detectaron diferencias significativas para ($P < 0,05$) en el período lluvioso y total anual, donde el cultivar CT-169 mostró diferencias significativa ($P < 0,05$) en superioridad sobre el resto de los cultivares. En el período de menor precipitación los rendimientos de todos los cultivares evaluados fueron similares. En cuanto al rendimiento de MS no se observaron diferencias significativas ni para las épocas del año ni para los cultivares de *P. purpureum* en el primer año de evaluación. No obstante, el cv. CT-169 mostró el mayor valor y en el segundo año de evaluación, el análisis de varianza practicado mostró diferencias significativas en la estación lluviosa y el total anual, donde el cultivar CT-169; difirió significativamente sobre del resto de los tratamientos. En la época de menor precipitación todos los cultivares tuvieron un comportamiento similar. El por ciento de hojas de los diferentes cultivares evaluados de esta especie no mostraron diferencias significativas en ambas épocas del primer año. Se pudo observar además que en el período lluvioso el contenido de hojas fue mayor (42,3 a 44,5), mientras que en el segundo de evaluación los diferentes cultivares mostraron diferencias significativa para ($P < 0,05$) solamente en la estación seca. Se observó además el CT-169 mostró mayor porcentaje de hojas, superando de 3-5 unidades porcentuales del resto de los cultivares. Los cultivares de *Pennisetum purpureum* objeto de estudio, resultó ser el de mejor comportamiento el cultivar CT-169 con marcadas diferencias tanto en producción de biomasa, rendimiento de materia seca, porcentaje de hojas y número de hijos por plantón.

Índice general

Introducción	1
Capítulo I. Revisión bibliográfica.....	5
I.1 Generalidades de la especie <i>Pennisetum purpureum</i>	5
I.1.1 Introducción de <i>Pennisetum purpureum</i> en América	6
I.1.2 Introducción de <i>P. purpureum</i> en Cuba	6
I.2 Uso de los <i>P. purpureum</i> como plantas forrajera	6
I.3 Aspectos agrotécnicos	7
I.3.1 Preparación del suelo	7
I.3.2 Siembra y establecimiento.....	7
I.3.3 Principales plagas y enfermedades que atacan a la especie <i>Pennisetum purpureum</i>	9
I.4 Valor nutritivo de la especie <i>P. purpureum</i>	10
I.4.1 Edad de rebrote	10
I.4.2 Rendimiento agrícola.....	12
I.4.3 Utilización de <i>P. purpureum</i> para el ganado bovino	16
I.5 Aspectos taxonómicos	17
I.5.1 Características botánicas de <i>Pennisetum purpureum</i>	17
I.5.2 Características de los cultivares en estudio.....	19
I.5.3 King grass.....	19
I.5.4 Cuba CT-169	20
I.5.5 Cuba CT-115	21
I.5.6 Taiwán morado	21
I.6 Consideraciones ambientales del uso de <i>Pennisetum purpureum</i>	22
Capítulo II. Materiales y métodos	24
II.1. Ubicación del área experimental	24
II.2 Suelo del área experimental.....	24
II.3 Comportamiento de las variables climáticas	25
II.4 Diseño	25
II.4.1 Tratamientos.....	25
II.4.2 Variables a estudiar	25
II.5 Procedimiento experimental	26
II.5.1 Preparación del suelo	26
II.5.2 Siembra y establecimiento.....	26
II.5.3 Procedimiento general.....	26
II.5.4 Mediciones y análisis estadístico.....	27
II.6 Procesamiento estadístico	27
Capítulo III. Resultados y discusión	28
Conclusiones	39
Recomendaciones	40
Referencias bibliográficas.....	41

Índice de tablas

Tabla 1. Composición nutricional de <i>P. purpureum</i> cv. King grass a tres edades de corte.	11
Tabla 2. Composición bromatológica del forraje en el período evaluado.	12
Tabla 3. Valor nutritivo de tres cultivares de <i>P. purpureum</i>	12
Tabla 4. Ventajas del cv. CUBA CT-169 comparado con el king grass.	22
Tabla 5. Algunas diferencias del CUBA CT-115 comparado con el king grass.	22
Tabla 6. Composición química del suelo en el área experimental.	24
Tabla 7. Comportamiento de algunos indicadores del clima en el período experimental y últimos once años.	25
Tabla 8. Variables estudiadas y la frecuencia de medición.	26
Tabla 9. Rendimiento de MV (t/ha) de los cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> evaluados. Año 1.	31
Tabla 10. Rendimiento MV (t/ha) de los cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> evaluados. Año 2.	31
Tabla 11. Rendimiento de MS (t/ha) de los cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> evaluados. Año 1.	32
Tabla 12. Rendimiento de MS (t/ha) de los cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> evaluados. Año 2.	33
Tabla 13. Por ciento (%) de MS de los cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> evaluados. Año 1.	33
Tabla 14. Por ciento (%) de MS de los cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> evaluados. Año 2.	34
Tabla 15. Por ciento (%) de hojas de los cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> evaluados. Año 1.	35
Tabla 16. Por ciento (%) de hojas de los cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> evaluados. Año 2.	36
Tabla 17. Número de hijos/plantón de los cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> evaluados según las épocas del año. Año 1.	37
Tabla 18. Número de hijos/plantón de los cultivares de <i>Pennisetum purpureum</i> evaluados según las épocas del año. Año 2.	38

Índice de gráficos

Fig. 1. Altura (m) de la planta al momento del corte. Año 1.	29
Fig. 2. Altura (m) de la planta al momento del corte. Año 2.	29

Abreviaturas utilizadas

Abreviatura	Significado
°C	grados Celsius
cmol	Centimol
EEPF IH	Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio hatuey
EM	Energía metabolizable
FAD	Fibra ácida detergente
FND	Fibra neutra detergente
g	gramo
kg	kilogramo
ICA	Instituto de Ciencia Animal
IIPF	Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes
kg	kilogramo
lb	libra
m	metro
MCal	megacaloría
mg	miligramo
MINAG	Ministerio de la Agricultura
mm	milímetro
MS	Materia seca
MV	Materia verde
MO	Materia orgánica
N	Nitrógeno
No.	Número
PB	Proteína bruta
PCC	Partido Comunista de Cuba
snm	Sobre el nivel del mar
t/ha	tonelada por hectárea
U	Unidad

Introducción

El problema fundamental de la ganadería tropical es la alimentación de los animales en la época seca, la que puede durar de cuatro a siete meses ininterrumpidamente y constituye el período crítico para la ganadería, según lo expresado por Lok *et al.*, 2009). En esta época, el rendimiento de los pastos tropicales disminuye considerablemente, ocurren pérdidas de peso en los animales, muerte y apreciable disminución de la continuidad del proceso productivo (Martínez, 2001).

Es por eso que los pastos y forrajes (Herrera, 2004) resultan ser una fuente apropiada de alimentos para el vacuno, principalmente en países de clima tropical como es el caso de Cuba, debido al elevado número de especies, dada su plasticidad ecológica que pueden ser utilizadas y la posibilidad de ser cultivadas todo el año.

Teniendo en cuenta un análisis detallado realizado por Crespo (2009) de los mapas de suelos de Cuba, a escala de 1:250 000, 1:50 000 y 1:25 000, con respecto a la dinámica de la fertilidad de los suelos ganaderos, entre los años 1977-2000, observó que hubo una tendencia creciente a la disminución de los contenidos de fósforo y potasio, y fueron extremadamente agudos los bajos contenidos de materia orgánica y de potasio, así como la baja fertilidad natural en las áreas de forrajes, semillas y pastoreo intensivo. Entre los problemas más graves que enfrenta la ganadería cubana, se identifica la degradación de los suelos y la atención indebida de los procesos que la ocasionan, lo que compromete seriamente el futuro de esta actividad económica.

Es conveniente señalar que la degradación de los suelos y la insuficiente atención a los procesos que la ocasionan, comprometen seriamente la agricultura cubana y la de la mayoría de los países de la región tropical, por lo que es imprescindible detener los procesos que la ocasionan (MINAGRI, 2001; Vargas, 2008) y establecer sistemas agrícolas capaces de satisfacer la creciente demanda de alimentos para la población.

Esta drástica reducción del contenido de materia orgánica en los suelos cubanos (Soca *et al.*, 2008) ha sido inducida mayormente por el hombre, sobre todo como consecuencia de la incorrecta aplicación de agrotecnologías modernas (Altieri, 1996; Martínez *et al.*, 1999).

Es por eso, que gran la mayoría de los países de la región tropical incorporaron el desarrollo sostenible como un elemento fundamental e importantísimo en su política agraria (Riesco, 1992). Dada esta situación, los nuevos enfoques en los sistemas de producción animal deben lograr un incremento en la productividad para responder a las demandas de seguridad

alimentaría de una población creciente, y más compatibles con el uso racional de los recursos naturales (Pezo, 1996). Además, de considerar los costos económicos, sociales y ambientales de las nuevas tecnologías a introducir (Ruiz Pierrugues, 2002).

Tal es así, que López y Nieves (2001) y Nieves (2004) afirman que las condiciones actuales desde el punto de vista social, económico y ecológico de Cuba, sugieren la búsqueda de sistemas productivos sostenibles, con nuevos enfoques, teniendo en cuenta las condiciones naturales de cada ecosistema, donde el ganado vacuno y otras especies de rumiantes tienen una alta adaptabilidad. Su crianza constituye la vía de mayores posibilidades para la producción de proteína de alto valor biológico para la alimentación de la población. Por lo tanto, se requiere de una búsqueda continua de nuevas fuentes de alimentos con una mayor calidad y redimiendo, además de una elevada adaptabilidad a las más diversas condiciones del país.

Es por eso, que Lamela *et al.* (2010) plantean que cuando se piensa en un sistema sostenible para producir leche, en el cual se utilice como alimento fundamental el pasto, es necesario la presencia de las especies arbóreas, debido a que mejoran el valor nutritivo de la dieta y las leguminosas pueden desempeñar un papel importante en la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico, el cual se utiliza por las gramíneas en la asociación

Los diseños de alternativas tecnológicas para los sistemas de producción bovina en el trópico, incluyen también la introducción de germoplasma forrajero como una de las principales vías para aumentar la productividad de los agroecosistemas ganaderos en los países en desarrollo (Funes, 1977; Paretas y González, 1990; Ramírez *et al.*, 2004). Es por eso que la introducción de nuevas cultivares de *P. purpureum* en la provincia de Las Tunas constituye una prioridad.

Por otra parte, el trabajo desarrollado para minimizar los efectos del cambio climático, específicamente la sequía agrícola sobre la producción de alimentos, se encuentra el desarrollo de programas de mejoramiento genético dirigido a la obtención de nuevos cultivares, con una productividad aceptable en condiciones de bajos insumos hídricos, así como el establecimiento de tecnologías de producción que garanticen su ahorro (González Cerero, 2004), como es el caso de la obtención de nuevos cultivares de la especie *P. purpureum*.

Es conocido que la fuente más abundante y barata de alimentos en los que se sustenta la producción ganadera en los países tropicales está basada en los pastos y forrajes. La estacionalidad de la producción de estos, origina de forma generalizada, un desbalance entre

las dos épocas del año (primavera y seca), por lo que es necesario cubrir los requerimientos con otros alimentos.

Los pastos y forrajes fundamentalmente gramíneas; aunque con niveles más bajos de proteínas que las leguminosas, constituyen la principal base alimentaria de la ganadería cubana, por su condición de país tropical y en vía de lograr su pleno desarrollo socio-económico. Por ello resulta obvio alcanzar una elevada producción y calidad en estos alimentos, con un manejo eficiente y adecuado, por lo que constituye un factor decisivo para obtener elevados indicadores de la reproducción, producción y la salud de los animales Sánchez *et al.* (2006)

El trópico estacional Senra (2002) tiene condiciones climáticas adecuadas para obtener rendimientos de biomasa altos por unidad de área si se aplica un buen manejo, lo cual compensa la menor calidad de los pastos y forrajes.

La necesidad de aumentar la producción de la tierra disponible para actividades agropecuarias, obliga a los productores a recurrir a alternativas que aporten volumen pero que a su vez impriman calidad para la producción, por lo cual deben implementar pasturas manejadas bajo un régimen de corte y acarreo, con el fin de suplir las necesidades diarias de los hatos. Una de las variedades de pasto más utilizada es *Pennisetum purpureum* cv. King grass, que se caracteriza por tener una buena producción de biomasa de calidad nutricional aceptable (Araya y Boschini, 2005; Meléndez *et al.*, 2000).

La especie forrajera más usada en Cuba, después de la caña de azúcar, es *Pennisetum purpureum* debido a la alta producción de biomasa y su buena proporción de hojas. Además debido a su rusticidad y plasticidad es capaz de adaptarse a una gran diversidad de suelos incluyendo aquellos de baja fertilidad y con condiciones climáticas adversas como las altas temperaturas y bajas precipitaciones.

Independientemente del cultivar, de las condiciones ambientales y de manejo, *P. purpureum* produce los más altos rendimientos dentro del amplio número de gramíneas que crecen en países tropicales y subtropicales

La introducción del king grass, cultivar de menor fotoperiodicidad marcó un paso de avance, mostrando además una gran adaptación a los diferentes condiciones edafoclimáticas del país y en particular a los suelos pobres del área central de la provincia de Las Tunas.

Los mejoradores de plantas en Cuba, han obtenido en los últimos años nuevos cultivares de *Pennisetum purpureum* que superan al king grass en valor nutritivo, disposición y proporción de las hojas.

El rápido desarrollo de técnicas para el cultivo de células y tejidos está influyendo en forma significativa en el incremento de los rendimientos en muchas especies de importancia agrícola, incluyendo gramíneas y leguminosas forrajeras. Estas técnicas permiten mejorar plantas con el cultivo de órganos para polinizar óvulos en tubos de ensayos, cultivar anteras para obtener plantas con la mitad de sus cromosomas, intercambiar material genético libre de enfermedades en formas de cultivo *in vitro*, propagar aceleradamente su material genético y obtener e inducir variabilidad en las plantas regeneradas de células y tejidos Martínez *et al.* (1988).

Actualmente en la ganadería tunera se están extendiendo nuevas cultivares de *Pennisetum purpureum* obtenidos por esta vía; sin embargo, aún no se conoce su potencial productivo para las diferentes regiones edafoclimáticas.

Problema. Se desconoce el potencial de producción de forrajes de nuevas cultivares de *Pennisetum purpureum*, en los suelos del centro de Las Tunas

De acuerdo con la situación anteriormente planteada se propone la siguiente (**Hipótesis**). La evaluación agronómica de nuevos cultivares de *Pennisetum purpureum* permitirá seleccionar los más adaptables y productivos para la región central de Las Tunas.

Objetivo general

Evaluar el comportamiento de nuevos cultivares de *Pennisetum purpureum* en la región central de La Tunas

Objetivo específicos

- ✚ Seleccionar los cultivares de *P. purpureum* mayor rendimiento de materia seca.
- ✚ Seleccionar los cultivares de *P. purpureum* más adaptados a las condiciones edafoclimáticas de la región central de Las Tunas.

Novedad científica

Por primera vez se realiza una evaluación sobre la producción de biomasa en cultivares de *Pennisetum purpureum* en las condiciones edafoclimáticas de la región central de la provincia Las Tunas.

Capítulo I. Revisión bibliográfica

I.1 Generalidades de la especie *Pennisetum purpureum*

La hierba elefante (*P. purpureum* Schum.) una de las más ricas en géneros y especies dentro de la familia de las gramíneas.

Se ha naturalizado en muchas áreas tropicales, América y Oceanía. Crece muy bien en los países tropicales y subtropicales (Natural Resource Conservation Service 2002; Pacific Island Ecosystems; Risk 2002) donde se han originado selecciones comerciales y nuevos híbridos en Estados Unidos, India, Brasil y Cuba entre otros.

En el mundo tropical es conocida con diversos nombres, como: falsa caña de azúcar, Napier grass, Capin elefante, Bagra; pero en Cuba se le conoce comúnmente como hierba de elefante, según Holm *et al.* (1977) y Burkill (1994).

Se utiliza fundamentalmente como planta de corte para sistemas de corte y acarreo. Hay excepciones para su uso en pastoreo como el cultivar Cuba CT-115 y el Mott.

Con hierba elefante a edades de 30-50 días se puede hacer heno. Es muy utilizado para ensilajes aunque su calidad es inferior a la de maíz o sorgo. Se puede ver en cercas vivas o en la protección de terrazas y en suelos con pendiente. Normalmente se corta a 10-15 cm del suelo, en pastoreo el ganado consume solo las hojas (con excepciones). Generalmente se corta cuando alcanza la altura de 1,5 m, ya que el porcentaje de hojas disminuye con la edad.

Puede crecer a orillas de ríos y arroyos con corriente de agua. En algunos países (ejemplo Sur de La Florida) las variedades con alta germinación de la semilla como Napier y los Taiwanes verdes o morados, han escapado al cultivo y son declaradas invasoras.

Las variedades de esta especie crecen en un amplio rango de suelos entre 4,5 y 8,2 de fertilidad, mejor en suelos profundos, bien drenados y fértiles donde ofrece rendimientos altos. Se puede explotar en suelos menos fértiles o arenosos donde producirá de acuerdo con los nutrimentos recibidos. Aunque pueden crecer en corrientes de agua, otros no resisten encharcamiento en los suelos por tiempos prolongados (más de 7 días). Se ve crecer hasta 2000 m de altura y se cultiva preferentemente hasta 1 200 m.

Los cultivares comerciales en Cuba son: King grass, Cuba CT-115, Cuba CT-169, Napier, Merkeron, Taiwán-144, Taiwán 801-4 (Centro Nacional de Sanidad Vegetal, 2009).

La especie *Pennisetum purpureum*, los investigadores y productores plantean que debido a su plasticidad ecológica y a su buen rendimiento, se utiliza ampliamente en Cuba para la

producción de forraje (Herrera y Crespo, 2006). Numerosas son las variedades de estas especies que se han utilizado con este propósito, entre ellas el king grass del que ha ocupado el 85 % de las áreas destinadas a la producción forrajera en Cuba, durante la década del 80 del siglo pasado (Crespo, 2006).

En este mismo período, se inició un programa para el mejoramiento de esta variedad mediante la aplicación de la biotecnología y la mutagénesis física, según Martínez *et al.* (1988).

Con este proyecto, se obtuvieron nuevas variedades, con marcadas diferencias genotípicas y fenotípicas, las que se evaluaron para conocer el comportamiento de algunos indicadores agronómicos y de calidad (Herrera *et al.*, 2010).

I.1.1 Introducción de *Pennisetum purpureum* en América

Según la bibliografía revisada *Pennisetum purpureum* (Schum.) fue introducido en América a través de los Estados Unidos en 1913, como planta forrajera procedente de África. Posteriormente se fue desarrollando en otros países como Puerto Rico, Cuba, Colombia, Panamá, Costa Rica, Venezuela y Brasil y otros del área tropical y subtropical.

I.1.2 Introducción de *P. purpureum* en Cuba

En la época republicana se introdujo la hierba elefante (*Pennisetum purpureum*) como planta forrajera, donde fue usada en Cuba con ese propósito desde el año 1947, según lo informado por Machado *et al.* (1979) y Peña, (2004).

I.2 Uso de los *P. purpureum* como plantas forrajera

El género *Pennisetum* se ha utilizado ampliamente como fuente de forrajes y para la conservación en forma de ensilajes en zonas tropicales, por sus características de responder a la fertilización nitrogenada en primavera y al riego durante el período menos lluvioso del año según Lavezzo referido por Ojeda *et al.* (1990).

Algunas investigaciones realizadas con genotipos de *Pennisetum sp.* demuestran que este pasto es una alternativa forrajera para aumentar la producción animal por su productividad de materia seca y valor nutritivo (Márquez *et al.*, 2007).

El género *Pennisetum* se encuentra muy extendido por toda la zona tropical y es utilizado como base forrajera en la alimentación de vacas, ovejas y cabras. Este pasto pertenece a las gramíneas y por lo tanto su valor nutritivo está delimitado por su contenido proteico y su valor

energético. Esta afirmación es muy variable puesto que tanto el contenido en proteína como el de energía pueden variar, según el estado vegetativo de la planta. En estudios realizados en Brasil con varios ecotipos de *Pennisetum* se ha visto que como era de esperar que la máxima cantidad de proteína se concentra en la hojas y se alcanza a los 28 días de crecimiento, donde se reduce al 60 % a los 56 días y hasta el 40 % a los 126 días. De donde se desprende que es muy importante la rotación de los pastos para el aprovechamiento de las plantas jóvenes.

Además por su buen establecimiento y altos rendimientos, y los niveles de consumo y rendimientos de proteína digestible y energía metabolizable superiores a los de otros forrajes hace que esta especie sea preferida por los productores (Ramírez *et al.*, 2008).

En Latinoamérica, es bastante usado el pasto maralfalfa (*P. purpureum* x *P. glaucum*) un híbrido que es perenne con una alta productividad y que ha sido introducido por los productores de Colombia, Brasil y Venezuela, entre otros, debido a su potencial como forraje para rumiantes (Correa, 2006 y Moreno y Molina, 2007), entre otros.

I.3 Aspectos agrotécnicos

Dentro de los aspectos agrotécnicos que son necesarios tener en cuenta para una buena explotación de la especie *P. purpureum*, son la preparación del suelo, calidad de la semilla, siembra y establecimiento, así como las labores de mantenimiento.

I.3.1 Preparación del suelo

La preparación de suelo debe realizarse de acuerdo a las condiciones que se presenten, en suelos llanos y de buen drenaje es suficiente con las labores normales de arado y grada. Aquellos suelos que presentan un drenaje deficiente deberán incluir en su preparación labores de zanjeos, además de las normales (Machado *et al.*, 1979).

También para la siembra y establecimiento de estos cultivares se puede hacer una preparación de suelo convencional en caso que lo requiera, y en suelos maestros, se pueden aplicar técnicas de laboreo mínimo.

I.3.2 Siembra y establecimiento

La hierba elefante en sentido general, presenta dos tipos de reproducción: sexual (por semillas) y asexual (por esquejes vegetativos). La primera presenta problemas de baja fertilidad (Bernard, 1972; Hernández *et al.*, 1976) y por otra parte, se obtienen plantas pequeñas de crecimiento y desarrollo lento. La mejor forma de multiplicación es el uso de esquejes vegetativos.

Según Machado (1988), la mejor parte vegetativa para lograr un buen establecimiento parece ser la parte central de los tallos, seguida de la caña entera. Las yemas situadas en la parte central de la planta están más aptas para la brotación por estar en un estado de desarrollo intermedio que favorece el ahijamiento, alcanzando una mayor altura y rendimiento; esta brotación no ocurre simultáneamente durante los primeros días, sino que es de forma gradual y aún después de los 28 días ésta continúa, donde la planta se establece aproximadamente a los cuatro meses. Durante esta etapa se puede realizar un control de malezas con azadón en los entresurcos del cultivo, ya bien establecida la planta es muy competitiva con las malezas.

También las semillas para la siembra deben tener una edad entre 90 y 160 días, y la profundidad de siembra entre 15 a 20 cm son las más deseables para alcanzar un buen establecimiento de estas especie en periodo cortos de tiempo y con un máximo ahorro de las mismas. Los esquejes deben ser troceados de manera tal que cada uno tenga de tres a cinco nudos (Machado *et al.*, 1983).

Según Padilla y Ayala (2006) en el caso específico de king grass el número de yemas por tallo no debe ser inferior a tres; aunque el tallo entero puede ser sembrado sin dificultad, ya que se obtiene buena germinación y similares rendimientos con el consiguiente ahorro de mano de obra. El éxito de plantar tallos enteros depende del método de plantación empleado y sobre todo del tapado de la semilla, así se obtienen resultados adecuados cuando estas se cubren con arados de discos o vertederas, mientras que la germinación es diferente cuando se realiza con grada ligera o media.

También existen resultados como los de Oakes (1967) y Humphreys (1974) quienes plantean que la semilla vegetativa es de buena germinación cuando los tallos tienen alrededor de 6 meses y cada esquejes presenta de tres a cinco nudos; aunque esto puede depender de la especie, y de las condiciones agroecológicas imperantes en el banco de semillas. Es conocido que la germinación decrece a medida que disminuye el número de nudo. Sin embargo, en Cuba los mejores resultados, de acuerdo a la edad se han obtenido con tres meses respecto a cinco, aprovechando su brotación y teniendo en cuenta que no se afecta la producción de semilla (Hernández *et al.*, 1976)

Además estos autores plantean no hacer tratamientos o remoción del suelo (aporque, desaporque o subsolación) en bancos de semillas agámica de esta planta cuando las mismas pudieran efectuarse en febrero o abril para sembrar en julio debido a que no se

encuentran diferencias en producción de semillas y germinación al compararlas con el control, sin labor.

La hierba de elefante como cualquier otra gramínea, puede sembrarse en cualquier época del año, si se cuenta con posibilidades de irrigación, aunque su fecha óptima coincide con el mes de mayo, específicamente en la segunda quincena.

En esta etapa se produce buena germinación y establecimiento y su producción de forraje es muy superior a la que se obtiene cuando se siembra en estos meses del año (Anon, 1964).

Se puede realizar labores de fertilización orgánica (materia orgánica, humus de lombriz o cenizas) e inorgánicas (N-P-K) según se disponga para suministrar.

Se realizan labores de cultivo y limpia integral para su mantenimiento según lo requiera el cultivo.

I.3.3 Principales plagas y enfermedades que atacan a la especie *Pennisetum purpureum*

La producción de alimento no solo conspira la superficie cultivable y la escasez de insumos, sino que también existen otros factores de gran importancia que inciden negativamente, como es el deterioro que sufren los cultivos productos de los insectos-plagas y microorganismos causante de enfermedades.

Los síntomas más observados en las gramíneas tropicales son las manchas foliares, donde se manifiesta, en dependencia del grado de susceptibilidad de los cultivares evaluados, desde una pequeña mancha lineal o redonda hasta la invasión de los tejidos afectados con la producción de un tejido totalmente seco.

Este tipo de enfermedad probablemente sea el más dañino, ya que las hojas, además de ser los órganos fotosintéticos de la planta, son la principal proporción utilizable por el ganado (Lenné *et al.*, 1983). Existen también en la parte foliar de las plantas, otros síntomas que son conocidos como añublos, término utilizado para algunas enfermedades fungosas el cual alude a las nieblas, que favorecen el desarrollo y propagación de esos agentes causantes (AGRIOS, 1988)

Los hongos de igual modo atacan las semillas de las plantas y provocan cuantiosas pérdidas, ellos pueden producirse en el proceso de formación como en el periodo de pre y postcosecha y la sintomatología que se manifiesta sobre estos órganos va desde la producción de hipertrofias hasta la momificación de las simientes por masa de micelios de los microorganismos fungosos (Delgado y Alonso, 1994).

Entre las enfermedades más comunes están: Falso carbón de la espiga y *Helminthosporium sacchari*, su nombre común (mancha púrpura), según Rojas *et al.* (2009).

Las especie del género *Pennisetum purpureum*, es atacada por insectos de los órdenes Lepidoptera, Coleoptera y Homoptera, causando daños que producen desde la pérdida del área foliar por masticadores hasta el apacharramiento y muerte por succión de la savia, e inoculación de toxinas y transmisión de virus.

Barrientos y Miret (1979) reportan diferentes insectos atacando a las especies del género *Pennisetum*, entre ellos *Mocis* sp., *Spodoptera frugiperda*, *Preponia* sp. y *Antonina* sp.

Muchas enfermedades fungosas están informadas; pero la más común es la mancha de la hoja causada por el *Helminthosporium sacchari* (syn. *Bipolaris sacchari*), *Helminthosporium ocellum* y *Pyricularia grisea*. Además son atacadas por la bacteria *Pectobacterium carotovorum*. Otras enfermedades son, y la Pseudo-Fiji, las bandas cloróticas, una enfermedad de la caña de azúcar y otras

I.4 Valor nutritivo de la especie *P. purpureum*

Uno de los aspectos que más influyen en el valor nutritivo de los pastos es la edad del rebrote, nivel de fertilización, época del año en que es explotada, entre otros factores.

I.4.1 Edad de rebrote

Entre los factores que más afectan la calidad de los forrajes se encuentran la edad y la época del año, con la edad disminuyen los principales indicadores nutricionales, por efecto de un incremento sostenido en los componentes lignocelulósicos; mientras que la acción de la época se vincula más a los rendimientos y a la disminución en el valor nutritivo, cuando la planta florece (Ojeda *et al.*, 2010).

En un estudio donde se valoró el efecto de la edad del rebrote (60, 75 y 90 días) sobre el valor nutricional de *P. purpureum* cv. King grass (tabla 1) se encontró que la mayor calidad del forraje se presentó cuando se cortó a los 60 días; pero a los 90 la calidad fue muy afectada. (Chacón y Vargas, 2009).

El adecuado manejo de dicho pasto, involucra aspectos tales como la edad de rebrote, la cual está íntimamente ligada a la relación hoja-tallo que presenta el material ofrecido a los animales (Brizuela *et al.*, 2008), lo cual va a definir en gran parte el aprovechamiento que se puede lograr del material disponible, al mismo tiempo, dicha variable puede ayudar a

identificar la edad de cosecha óptima en la cual el material obtenido presenta las más aptas características físicas y químicas para la producción.

Tabla 1. Composición nutricional de *P. purpureum* cv. King grass a tres edades de corte.

Componente	60 días	75 días	90 días
MS %	13,03	13,79	14,43
PC %	9,56	8,70	8,42
EE %	1,41	1,37	1,29
Cenizas %	14,47	13,86	13,61
FND %	73,78	75,48	76,91
FAD %	46,53	49,77	51,83
Celulosa %	34,38	36,47	38,28
Hemicelulosa %	27,25	26,23	24,71
Lignina %	12,15	13,30	13,59
Relación hoja/tallo	1,34	1,33	1,31

Fuente: Cachón y Vargas (2009)

Ramírez *et al.* (2008), obtuvieron, que el rendimiento aumentó al envejecer la planta y los mejores valores fueron a los 105 días, informaron que la proteína disminuyó con la edad y los mejores tenores se obtuvieron a los 30 días, y la fibra aumentó, con valores admisibles para este género forrajero.

En este sentido, Santana *et al.* (2011) en la provincia Granma, Cuba, realizaron una prueba de digestibilidad *in vivo* en *P. purpureum* para determinar el efecto de la edad (18, 25, 32, 39, 46, 53, 60, 67, 74 y 81 días de rebrote) y encontraron incrementos estables del rendimiento de biomasa por hectárea (hasta 2,58 t/corte). La proteína bruta decreció desde valores cercanos a 14 % hasta menos de la mitad a los 81 días, la materia seca (que es baja, 14 a 18 %) y la fibra bruta (30 a 38 %) se incrementaron. Los coeficientes de digestibilidad de todos los nutrientes estudiados y la energía metabolizable estimada (9,54 a 5,86 MJ/kg MS) fueron linealmente menores conforme maduró el forraje y como consecuencia de todo lo anterior la producción de energía y proteína digestible se incrementó hasta un límite para luego disminuir, alcanzando su máximo entre los 54 y 60 días de rebrote, que implica finalmente el intervalo recomendado para la cosecha del forraje. No obstante, los valores de proteína, tanto en el pasto king grass como en las variedades de elefante son bajos, oscilando entre 6 y 7 %, lo que coincide con Senra (1990).

Por otra parte, los estudios realizados con forraje de king grass (tabla 2) donde recibieron dos aplicaciones de N a razón de 40 kg/ha, en suelos Ferralítico Rojo, con precipitaciones anuales 1 549 mm, en condiciones de secano, y obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 2. Composición bromatológica del forraje en el período evaluado.

Período	MS (%)	PB (g/kg MS)	EM (MCal/kg MS)
Sept-diciembre	20,0	52	1,60
Enero-abril	25,0	37	1,30
Marzo-agosto	18,2	56	1,60

Fuente: Ojeda *et al.* (2010)

También, otros estudios realizados por Martínez *et al.* (1988) muestra la variabilidad intraespecífica de las diferentes variedades en cuanto al contenido de proteína cruda, no así en cuanto al contenido de fibra cruda, según se puede apreciar en la tabla 3.

Tabla 3. Valor nutritivo de tres cultivares de *P. purpureum*.

Cultivar	Proteína cruda t/ha/año	Fibra cruda t/ha/año	Digestibilidad	Proteína cruda %
King grass	5,0	44,4	65,8	9,82
CT-169	4,5	44,0	68,2	11,50
CT-115	5,1	44,6	65,4	11,12

No obstante, una de las variedades más utilizada es *Pennisetum purpureum* cv. King grass, que se caracteriza por tener una buena producción de biomasa de calidad nutricional aceptable, según los resultados de Meléndez *et al.* (2000) y Araya y Boschini (2005) entre otros autores.

El adecuado manejo de dicho pasto, involucra aspectos tales como la edad de rebrote, la cual está íntimamente ligada a la relación hoja-tallo que presenta el material ofrecido a los animales (Brizuela *et al.*, 2008). Esto va a definir en gran parte el aprovechamiento que se puede lograr del material disponible, al mismo tiempo, dicha variable puede ayudar a identificar la edad de cosecha óptima en la cual el material obtenido presenta las más aptas características físicas y químicas para la producción.

I.4.2 Rendimiento agrícola

Paretas (1990) plantea que todas las especies de *Pennisetum purpureum* se adaptan a un amplio rango de suelos (latosólicos, no calcarios y momtmorilloníticos), requiere altas temperaturas y precipitaciones anuales no menores de 1 000 mm, aspectos necesarios a tener en cuenta para establecer estrategias y lograr niveles de rendimiento adecuados.

También los rendimientos agrícolas de la especie *Pennisetum purpureum* pueden verse afectado por días cortos, temperaturas bajas y escasez de precipitaciones del período invernal, según lo atribuyó Faría *et al.* (1999) al comparar varios cultivares de la especie.

Machado *et al.* (1983) plantearon que los rendimientos de la hierba elefante, independientemente de la variedad y de las condiciones ambientales y de manejo, se encuentra entre los más altos dentro de un amplio número de gramíneas que crecen en países tropicales y subtropicales. En una revisión sobre este género, Machado *et al.* (1979) informan producciones de 14 a 35 t /ha/año con fertilización entre 200 y 400 kg de N/ha/año; aunque también se informan valores superiores entre 6 y 85 t/ha/año de MS, reportado por Freitas *et al.* (2000). Este amplio margen en los rendimientos se debe fundamentalmente a factores de manejo, fertilidad de suelo y a regímenes de precipitaciones.

En Cuba, Funes (1977), plantean que con niveles de hasta 400 kg/ha/año de fertilizante nitrogenado en varios cultivares de la especie *P. purpureum*, los rendimientos de materia seca fluctúan entre 24 y 27 %, para el período seco con respecto a la producción anual.

Herrera y Ramos (1990) informaron además que en Cuba, el pasto king grass (*Pennisetum purpureum* cv. King grass) es el cultivar del género *Pennisetum* con mayor rendimiento anual de materia seca (20 a 28 t/ha) en comparación a otras variedades como el napier, enano y San Carlos (14 a 16 t/ha). Una forma de mejorar el rendimiento de MS y el valor proteico en el pasto es a través de las asociaciones con leguminosas.

En este sentido, Herrera y Ramos (1990) demostraron que la mayor producción fue para el tratamiento asociado del pasto king grass con *Centrosema pubescens*, seguidos de T₃ (king grass + *Macroptilium atropurpureum*) y T₄ (king grass + *Centrosema macrocarpum*) con valores de 33 y 27 t MS/ha/año; mientras que para el año siguiente el orden fue T₄ (king grass + *Centrosema macrocarpum*), T₅ (king grass + *Centrosema pubescens*) y T₂ (king grass + *Psophocarpus tetragonolobus*) con rendimientos de 28, 26 y 25 t MS/ha/año, respectivamente. Asimismo, el menor rendimiento promedio se obtuvo en el tratamiento testigo, indicando que las leguminosas estarían aportando entre el 11 y 35 % a la producción total de materia seca.

En otro estudio realizado por Espinoza *et al.* (2001), en Venezuela, con un suelo de textura franco-arenosa y pH neutro a alcalino, con mediano contenido de fósforo, evaluaron king grass con 50 kg N/ha/corte (testigo), king grass asociado con *Psophocarpus tetragonolobus*, king grass asociado con *Macroptilium atropurpureum*, king grass asociado con *Centrosema macrocarpum* y king grass asociado con *Centrosema pubescens*. Realizaron una fertilización de establecimiento y mantenimiento, este último aplicado a inicios y final del período lluvioso a razón de 40 y 30 kg/ha de superfosfato triple y cloruro de potasio para cada época. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0,01$) para la

producción de materia seca anual acumulada y por corte, donde se obtuvo un mayor rendimiento en los tratamientos asociados a las leguminosas (24 a 30 t MS/ha/año). Asimismo, el contenido de proteína, fósforo y calcio fue mayor en estos tratamientos, demostrando una vez más el efecto benéfico de las leguminosas.

Hertentains *et al.* (2009) evaluaron en Chiriquí, Panamá y en dos localidades: Buena Vista y Volcán, los genotipos Cuba CT-22, Cuba CT-115, Cuba CT-169, y Taiwán 144. Los rendimientos de MS en la primera localidad (caracterizada por poseer una precipitación media anual de 5 900 mm/año, alto contenido de M.O.) variaron desde 32,8 a 41,7 t/ha/año; mientras que en Volcán con un menor nivel de precipitación (3 120 mm), los rendimientos variaron desde 24,7 a 51,4 t/ha/año

El king grass puede producir hasta 26,3 t de materia seca (MS) con cortes cada 75 días sin fertilizar, y hasta 37,7 t de MS fertilizado con 200 kg.ha⁻¹ de N (Pinzón y González, 1978). En Cuba se han obtenido rendimientos de 47,3 a 52,8 t MS.ha⁻¹ con cortes cada 60 días a una altura de 10 a 25 cm del suelo (Cordoví *et al.*, 1980). Si el crecimiento del pasto no es interrumpido por bajas temperaturas y si el N y el agua no son limitantes, se obtienen altas producciones cortando el pasto a una altura de 15 cm del suelo cada 45 a 60 días (Mendoza y Stanley, 1987).

En una revisión bibliográfica sobre esta especie, efectuada por Machado *et al.* (1979) reportaron que los rendimientos en Cuba pueden oscilar entre 16 y 27 t de MS/ ha/año lo cual depende de la variedad y del manejo, aunque también informaron rendimientos de 30 a 35 t de MS/ha, en el primer año. Informaron además que los rendimientos más altos en Cuba fueron alcanzados con una dosis de 400 kg de N/ ha, donde se obtuvo 38 t de MS/ha/año.

En estudios realizados por Gerardo, Rodríguez y Solano (1982) donde evaluaron el comportamiento de 13 gramíneas tropicales, durante dos años en condiciones de secano, y en un suelo cuarcítico de la provincia de Pinar del Río, y fertilizados con una dosis de 240 kg de N/ha/año, solamente en la época de lluvia y con una frecuencia de corte de 32 y 42 días en lluvia y seca respectivamente, encontraron que los mayores rendimientos anuales y en seca se obtuvieron en king grass y *Panicum maximum* cvs. Likoni, SIH-27 y Común, en ambos años de evaluación al alcanzar 19,1 y 4,5; 18,4 y 6,1 ,16.3 y 5,0; 16,1 y 5,1 t MS/ ha (anual y en seca, respectivamente). En todas las gramíneas se obtuvo más del 65 % en el período lluvioso. El contenido proteico estacional fue aceptable, fluctuando entre 11,0 y 14,2 % en el período lluvioso, sin embargo los tenores de Ca y P fueron marcadamente bajos.

En otro experimento conducido por Gerardo y Oliva (1982) durante un año, bajo condiciones de riego y fertilización, evaluaron 14 gramíneas, con una frecuencia de corte de 5 y 6 semanas para época de lluvia y de seca respectivamente, la fertilización consistió en la aplicación de 270 kg de N/ha/año fraccionado por corte. Al respecto informaron que por los rendimientos anuales se destacaron las variedades Cra-265 y king grass con 23,38 y 22,83 t MS/ha respectivamente. En el periodo de menor precipitación, Cra-265 y king grass resultaron las más destacadas con rendimientos de 5.24 y 5.48 t MS/ ha respectivamente.

También sobre suelo Ferralítico Rojo evaluaron 19 gramíneas, por Hernández y Hernández (1984), y obtuvieron que el cv. Napier tuvo un rendimiento fue 16,0 t de MS/ha/año y el pennisetum enano fue el de peor comportamiento con 13,0 t de MS/ha/año.

Estos resultados planteados anteriormente indican la alta respuesta que tiene *P. purpureum* a la fertilización nitrogenada; pero en las condiciones actuales habrá que buscar fórmulas de fertilización orgánica que se encuentren en sintonía con el medio ambiente y que no destruya el equilibrio en la fauna edáfica.

A pesar de que los rendimientos anuales de esta especie son objetivamente altos en relación con otras gramíneas tropicales, los mismos se ven afectados por un sensible desequilibrio estacional, independiente de la variedad y de las condiciones edafoclimáticas.

Un híbrido denominado pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) que es un pasto perenne con alta productividad tiene gran potencial como forraje para la alimentación de los rumiantes (Correa, 2006; Moreno y Molina, 2007), y también han demostrado que es una alternativa forrajera para aumentar la producción animal por su alta productividad de materia seca y valor nutritivo aceptable (Márquez *et al.*, 2007).

No obstante, en un estudio realizado por Clavero y Razz (2009), indicaron que la calidad de este pasto y de las gramíneas y leguminosas en sentido general, es afectada negativamente a medida que avanza la madurez de la planta lo cual puede ser debido a incrementos en la acumulación de material muerto en el perfil de la planta y la lignificación de las paredes celulares. Esto sugiere que el pasto maralfalfa debe ser cosechado alrededor de las seis semanas de crecimiento para optimizar su valor nutritivo.

En los últimos tiempos, el uso de *Pennisetum purpureum* var. OM-22 se ha ido incrementando en los procesos de ensilaje en la región Latinoamericana (Gómez y Gómez, 2007), así como también el uso, en procesos de corte y acarreo o pastoreo directo, con las especies arbóreas Guash (*Leucaena leucocephala*), matarratón (*Gliricidia sepium*) y caulote (*Guazuma ulmifolia*), especies ampliamente adaptadas a las condiciones locales

edafoclimáticas (Gómez *et al.*, 2006) y de alta calidad nutritiva (Pinto *et al.*, 2008), lo que refleja el considerable potencial que, como recurso forrajero, representa pero que se encuentra aún no explorado en la región.

Esta especie, al igual que el resto de las gramíneas tropicales, poseen características relacionadas con una mayor eficiencia fotosintética, debido a que son plantas del grupo C₄, por lo que poseen mayores tasas de crecimientos y niveles de producción de materia seca, cuyos valores, teóricamente pueden alcanzar entre 67 y 80 t de MS/ha/año, siempre y cuando no existan limitaciones biológicas ni ambientales. Durante los primeros años de establecido ésta especie puede alcanzar entre 25 a 28 t de MS/ha/año, mientras que estos valores de rendimiento anual contrastan con los rendimientos promedio de 8 a 12 t de MS/ha/año en condiciones de secano y sin fertilización, informados por Crespo (2006).

Estas especies responden eficientemente al fertilizante nitrogenado, de manera que con 60 kg de N/ha (dosis óptima según varios estudios realizados) se logra producción de 88 kg/ha/día, por lo que este mismo autor plantea que mayor cantidad de N no produce incremento adicional del rendimiento.

Por todo lo anteriormente expuesto, existe una variabilidad en cuanto a los resultados del rendimiento de MS. Esto está condicionado por la variedad, las condiciones edafoclimáticas y el manejo utilizado.

I.4.3 Utilización de *P. purpureum* para el ganado bovino

Los pastos resultan ser una fuente apropiada de alimento para el vacuno, principalmente en países de clima tropical debido al elevado número de especies que pueden ser utilizadas, también por la posibilidad de cultivarlos todo el año y de utilizarlos como alimentos fibrosos, además de no competir con el alimento para el ser humano y suelen ser una importante fuente económica (Crespo, 2006).

La utilización de la especie *Pennisetum purpureum* por el ganado bovino data desde la época de la seudorepública, para su uso como forraje verde fundamentalmente y en sus formas conservadas en forma de ensilaje y heno.

Por los altos rendimientos y de aceptable valor nutritivo, es muy preferido por los ganaderos como alimento voluminoso para alimentar su masa ganadera, sobre todo en el período poco lluvioso (estación seca); además por las ventajas que ofrece esta gramínea para almacenar una gran cantidad de biomasa en pie (de 4 a 6 meses), con buena calidad del forraje, según Martínez *et al.* (2009).

Tal es así, que Franco *et al.* (2005), demostraron que la inclusión del CT-115 para el pastoreo en la época de seca y la utilización de banco de proteínas incrementó la cantidad y calidad de la biomasa ofertada a las vacas lecheras, logrando indicadores productivos más favorables.

Por otra parte, esta especie vegetal puede ser utilizada también para la producción de cabras. Así, Nunes Medeiros *et al.* (2007), utilizaron varios niveles de inclusión de heno de *P. purpureum* en la dieta, hasta un 60 % y les proporcionó una mejor relación costo/beneficio para los machos en recría, mientras que para las hembras el nivel de 45 %. Agregan que estos resultados pueden ser indicados para los productores en Brasil.

I.5 Aspectos taxonómicos

El género *Pennisetum* comprenden las especies de mayor potencial de rendimiento de biomasa en el trópico. Varios cultivares de *Pennisetum* se han utilizados en Cuba desde hace varias décadas, entre ellos el Napier, Candelaria y el King- grass (Roche y Hernández, 1993).

Según (Catasús, 1997), la especie *Pennisetum purpureum* pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

- ❖ Reino: Vegetal
- ❖ División: *Magnoliophyta*
- ❖ Clase: *Magnoliopsida*
- ❖ Orden: *Poales*
- ❖ Familia: *Poaceae*
- ❖ Subfamilia: *Panicoideae*
- ❖ Tribu: *Paniceae*
- ❖ Género: *Pennisetum*

De acuerdo a Mejía, (1984) posee los siguientes nombres comunes: Caña de azúcar forrajera, caña de uva, caña japonesa, pasto panamá, *Pennisetum* híbrido.

I.5.1 Características botánicas de *Pennisetum purpureum*

La especie *Pennisetum purpureum* es una gramínea perenne que forma macollas hasta siete metros de alto, formadas por numerosos tallos robustos de uno a 2,5 m de alto y puede alcanzar hasta 8 m de altura y 2,5 cm de diámetro en la base, ramificados en la parte

superior. Las hojas pueden alcanzar hasta 1 m de largo y cuatro centímetros de ancho, pubescentes, tienen los márgenes duros y aserrados. Estas son vigorosas. La inflorescencia es una panícula compacta, erecta de ocho a 30 cm de largo, densamente cubierta de espiguillas. En la base de éstas, hay una corona de pelos o cerdas, una más larga. En la espiguilla hay uno a cinco y por lo general dos flores; la inferior estaminada o estéril, la superior bisexual y fértil. El número de cromosomas es $2n=27, 28$ y 56 (Long y Lakela, 1971; Holm *et al.*, 1977; Skerman y Riveros, 1990; Burkill 1994).

La hierba elefante es del tipo alto perenne pudiendo alcanzar desde 1,0 a 3,0 m en suelos fértiles. Sus tallos son erectos y con nudosidades en los cuales se encuentran las yemas y los primordios radiculares. Debido a este hábito de crecimiento es preferido como un pasto para corte, donde es usada en Cuba con ese propósito desde 1947.

Las hojas, son envainadoras, grandes, el largo puede alcanzar 60-100 cm y el ancho de 2 a 4 cm, dependiendo de la variedad y de la fase de desarrollo vegetativo o sexual, donde son más anchas en la primera.

Las vainas inferiores son más largas que el entrenudo en las 2, 4 y 6 primeras hojas. La sierra de las hojas es más o menos fina. El número de estos puede variar ligeramente, así como los nervios de la hoja. En el cogollo del último dewlap visible puede haber de 3-5 hojas. Los polos de la vaina, en el cogollo pueden ser cortos o largos y los pelos del limbo pueden estar en la base de éste o en el haz o en el envés.

La inflorescencia de la hierba elefante es una panícula espiciforme, densa y cilíndrica donde las espiguillas se disponen en grupos sub-sentados, y rodeados de cerdas. De acuerdo Burkill (1994) las espiguillas están en grupos de 1-6, disminuyendo en invierno a una; cada grupo está formado por una espiguilla sentada y otras pediceladas que salen debajo de ella. Las espiguillas pediceladas son machos o estériles, mientras que las sentadas tienen dos florecillas, la primera masculina, la segunda hermafrodita.

La floración es más intensa en invierno, ocurriendo a partir del mes de septiembre; pero algunas variedades son más tempranas que otras.

El sistema radical es muy profundo, llegando alcanzar los 450 cm de profundidad y nunca menos de 400 cm (Clavero y Urdaneta, 1997). No obstante, cuando esta hierba es sometida a corte, muchas de las raíces ocupan los primeros 10 cm de la capa superior de suelo y su extensión en esta profundidad depende del espaciamiento entre surcos y la profundidad de siembra (Assis *et al.*, 1976).

En estudios realizados con el pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott), Clavero y Urdaneta (1997), concluyeron que el desarrollo del sistema radicular es bueno con un 75 % de las raíces en los primeros 30 cm de profundidad y con raíces absorbentes a profundidades superiores a los 60 cm. El crecimiento lateral tiene lugar principalmente en los 25 cm próximos al centro de la macolla.

I.5.2 Características de los cultivares en estudio

Las especies que conforman el germoplasma de *Pennisetum* son altamente heterocigótico y presenta alta variabilidad genética. Este hecho implica que los genotipos de esta especie presenten características morfológicas y productivas distintivas, según Viera da Cunha *et al.* (2011).

Es por eso que en esta investigación se estudiaron cuatro cultivares de la especie de *Pennisetum purpureum*. Estas fueron: King grass, Cuba CT-169, Cuba CT-115 y Taiwán morado. Las características de cada uno de ellos se expresan a continuación.

I.5.3 King grass

Es obtenido a partir de un cruzamiento (*Pennisetum typhoides* x *Pennisetum purpureum*), es del tipo alto, perenne, con buenos rendimientos en materia seca, así como poseer altos contenido de fibra bruta y carbohidratos solubles en alcohol.

Una de las variedades más utilizadas es *Pennisetum purpureum* cv. King grass, que se caracteriza por tener una buena producción de biomasa y de calidad nutricional aceptable (Araya y Boschini, 2005).

Según Rúa (2008) su principal característica es la alta talla que puede desarrollar donde puede alcanzar una altura próxima a los 3 m. Además, se caracteriza por tener un crecimiento erecto, pero debido a su altura, y a que sus hojas son muy largas y anchas con abundante vello en sus bordes; el ápice de la hoja se dobla hacia abajo cuando ya no es capaz de soportar su propio peso por efecto de la gravedad.

Sus tallos son largos y gruesos, y son más frondosos hacia su tercio superior. Se adapta preferiblemente en climas tropicales por debajo de los 1 800 msnm y cálidos hasta 0 msnm. Su producción por unidad de área de cultivo o rendimiento de cosecha varía en un rango que según la región y época del año es entre 70 y 120 t de pasto MV/ha, y en casos extremos puede llegar a producir hasta 200 t/ha. De su predecesor, el pasto elefante, porta en su genética el gen recesivo de color púrpura, de manera que aunque comúnmente el king

grass es un pasto de color verde intenso sólido, pudiera presentar en determinadas ocasiones una tonalidad púrpura o vetas moradas.

El king grass se introdujo en Cuba procedente de Panamá en 1974, en la década de los años ochenta y se utilizó como planta donante en el Programa de Mejoramiento Genético a través de la inducción de mutaciones y el cultivo *in vitro* desarrolladas por el ICA; además se desarrollaron diversos programas de investigaciones en muchos centros de investigaciones, tales como la EEPF Indio Hatuey, el IIPF, adscrito al MINAG, con su red de Estaciones Experimentales a todo lo largo y ancho del país. Además se introdujo en muchas empresas de explotación ganadera.

En el programa antes mencionado del ICA, se obtuvieron los clones Cuba CT-115 y Cuba CT-169, mediante técnicas de cultivo de tejidos y regeneración de plántulas *in vitro*, seleccionadas entre altas poblaciones, mediante las técnicas propias del campo de la fitotecnia de las mutaciones y Martínez *et al.* (1996).

Este cultivar llegó a convertirse en la década del 80 del siglo pasado una de las plantas principales destinadas a la producción de ensilajes y forraje fresco de acuerdo a lo planteado por Martínez *et al.* (2010).

El king grass puede alcanzar un rendimiento entre 80 a 120 t/ha/año. La calidad es baja con un contenido de proteína de 7 a 10 % y una digestibilidad entre 50 y 60 %, según Anon (sa).

I.5.4 Cuba CT-169

De los somaclones de *Pennisetum purpureum* obtenidos por cultivo de tejidos, el Cuba CT-169 presenta las hojas más anchas y largas; lo que incrementa su relación hoja-tallo. Es de porte erecto, los tallos alcanzan una altura a los seis meses mayor de 4 m, con un grosor de 3 a 5 cm. La longitud de los entrenudos es de 13 a 15 cm y tiene 28 cromosomas ($4x = 28$).

Las hojas son de color verde claro, lisas, con vellosidades por ambas caras, con 120 y 150 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho, insertadas con un ángulo de 45 a 60°. La proporción de hojas en la planta íntegra oscila entre 45 % a los 60 días y 35 % a los 180 lo que se cataloga como alto entre otras variedades comerciales.

En Cuba este clon, florece a partir de noviembre hasta marzo si alcanza el tamaño y la edad requerida. La inflorescencia es una falsa espiga de color verde pálido o nevado.

Es tolerante a la sequía aunque su comportamiento es mejor con riego en el periodo seco. Con riego y fertilizantes puede producir 40 t de MS/ha/año; pero disminuye con la edad de la plantación, el número de cortes y la fertilización. En estas condiciones puede alcanzar hasta 20 t de MS/ha/año. Tiene menor resistencia al corte que la variedad king grass. Se recomienda para la producción de forrajes y ensilajes

En conclusión tiene las siguientes propiedades:

- Alto rendimiento de materia seca
- Forraje de alta calidad, con fertilizante 14 a 17 % PB
- Tolerante a la sequía
- Alta proporción de hojas
- Más carbohidratos solubles
- Menor resistencia al corte

Herrera y Ramos, (2006) señalan un grupo de características de este cultivar comparado con el king grass, donde se observan las diferencias fenotípicas. Dictaminan que el cv. Cuba CT-169 es superior en todos los caracteres evaluados, según la tabla 4.

I.5.5 Cuba CT-115

Obtenido por cultivo de tejido, su carácter genético lo hace acortar los entrenudos a medida que envejece. Sin embargo esto no afecta el largo de las vainas y las hojas por lo que aumenta su proporción de hojas. Tiene un tallo sumamente blando y prácticamente no florece, deposita niveles altos de carbohidratos solubles en sus hojas.

Es ideal para almacenar forrajes en pie para época de seca (4-6 meses), tiene buena respuesta al pastoreo por eso es usada en bancos de proteínas en asociación con otras plantas forrajeras. Es de porte bajo, rendimiento alto, con tolerancia a la sequía y alta proporción de hojas. Las hojas son estrechas y velludas y al igual que el king grass tiende a enrollar la hoja en horas del medio día o por estrés hídrico, según las observaciones realizadas por Martínez *et al.* (2009).

Uno de los elementos observados en este clon fue su elevada capacidad de rebrote lo que le permite acumular biomasa sin grandes afectaciones a su calidad (Herrera *et al.*, 2002).

Herrera y Martínez (2006) evaluaron un grupo de caracteres comparándola con el cv. King grass. En la tabla 4 se observa la superioridad del Cuba CT-115 con respecto al king grass, según se puede observar en la tabla 8.

I.5.6 Taiwán morado

Comúnmente se le denomina elefante morado, se desarrolló en Tifton, Georgia, EE.UU. De origen africano por selección de una progenie auto polinizada del pasto Merkeron, el cual es un híbrido seleccionado de un cruce de pasto elefante enano x pasto elefante alto.

Este cultivar es introducido en Venezuela en la década de los 80 y ahora está presente en la mayoría de los países tropicales y subtropicales. Su principal característica es que posee en

su componente genético un gen recesivo que le da una coloración púrpura donde obtiene su segundo nombre, (Rojas *et al.* 2009).

Tabla 4. Ventajas del cv. CUBA CT-169 comparado con el king grass.

Indicador	Unidades porcentuales
Mayor tenor de proteína bruta	0,9-1,0
Mayor digestibilidad	2-3
Mayor proporción de hojas	8-12
Mayor contenido de cenizas en hojas	1,0
Mayor tenor de carbohidratos solubles en agua	0,3-0,4
Menor cantidad de nitratos en tallos	0,7
Hojas más largas, cm	8-10
Hojas más anchas, cm	0,5-0,7
Tallos más gruesos, cm	0,1-0,3

Herrera y Martínez (2006)

Tabla 5. Algunas diferencias del CUBA CT-115 comparado con el king grass.

Indicador	Unidades porcentuales
Mayor proporción de hojas	8-10
Mayor proteína bruta	0,8-1,0
Mayor digestibilidad	3-4
Menor rendimiento	10
Mayor rendimiento de hojas	10
Menor nitrato en el tallo	0,5
Acumula más carbohidrato s solubles en el tallo	0,4
Menor altura (cm)	55

Herrera y Martínez (2006)

I.6 Consideraciones ambientales del uso de *Pennisetum purpureum*

En los momentos actuales el cambio climático es una amenaza al desarrollo sostenible debido a la reducción de las áreas forestales, la pérdida de la biodiversidad, los eventos hidrometeorológicos más frecuentes e intensos, la pérdida de la agroproductividad, la reducción de las áreas de cultivo, la reducción de la calidad y la disponibilidad del agua, la afectación de los manglares y los ecosistemas costeros, y el incremento de la vulnerabilidad de los asentamientos costeros, según los apuntes realizados Milera (2011).

La conservación de la biodiversidad y la producción ganadera están basadas en los conceptos de diversidad funcional, donde las especies encontradas, manejadas y no manejadas, contribuyen a la provisión de servicios ecosistémicos valorados por los productores (Clerck, 2010).

En Cuba las áreas ganaderas cuentan con más de 50 variedades de pastos, entre las que se incluyen gramíneas, leguminosas y otras especies herbáceas y arbóreas tropicales

perennes, con alta eficiencia en la captación de la energía solar, muchas de ellas C₄, de raíces profundas, que se adaptan a diferentes tipos de suelos con mínimos insumos importados; también existen cultivos de uso múltiple, y otros permanentes y temporales de raíces superficiales.

Con el cultivo de la especie *P. purpureum* en el trópico se favorece considerablemente la purificación del aire que se respira, por su complejo fotosintético a partir del carbono C₄ (ácidos carboxílicos), que son capaces de fijar más del 96 % del CO₂ atmosférico para formar carbohidratos y liberar gran cantidad de oxígeno, por lo que puede ser una alternativa para atenuar los efectos del cambio climático Alonso (2010).

Por otra parte, ayudan a la conservación de los suelos, mediante su sistema radical difuso y profundo, evitando de esta forma la erosión de los mismos.

También, en producción de biomasa sostenible se puede asociar con otros cultivos, en bancos de proteína, por lo que puede favorecer la biodiversidad del ecosistema ganadero, pues incrementa el desarrollo de la flora y la fauna.

Es una especie que permite el policultivo en la fase de establecimiento, lo que logra así un mejor aprovechamiento de la tierra, aumenta la producción de alimento para los seres humanos como es el intercalamiento con frijoles, ya que este último le fija al suelo una gran cantidad de nitrógeno y materia orgánica.

En el período seco tiene altas concentraciones de clorofila a, b y carotenos que son muy necesarios para la producción de leche y carne en el bovino, contribuyendo así a minimizar el desbalance estacional de la producción de pastos y favorecer el medio ambiente de la zona donde se desarrolla.

Se puede asociar con árboles en los pastizales donde podría ser una alternativa favorable en la restauración, el mantenimiento y sostenibilidad de los recursos naturales en las áreas ganadera de América Latina incluyendo a Cuba (Reinoso, 2001; Murgueitio *et al.*, 2006; Simón, 2006; Soto, 2008; Borroto, 2010; Febles, 2010).

Estas asociaciones ofrecen beneficios socioeconómicos y ecológicos, evidenciados por diversos estudios científicos y experiencias exitosas de productores ganaderos (Ibrahim *et al.*, 2006; Suárez *et al.*, 2006). Por lo general, los árboles pueden ser el elemento de manejo eficaz para elevar la biodiversidad en los pastizales, extraer nutrientes y agua de las capas más profundas del suelo, producir biomasa en diferentes estratos, propiciar un ambiente favorable para el desarrollo de los pastos asociados y el ganado, crear un microclima para la actividad de la fauna edáfica y lograr producciones de hojarasca que participen en el ciclo biogeoquímico de los nutrientes en el suelo (Sánchez *et al.*, 2008; Soto, 2008).

Capítulo II. Materiales y métodos

II.1. Ubicación del área experimental

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Las Tunas, institución perteneciente a la Red de Estaciones del Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes del Ministerio de la Agricultura, la cual se encuentra situada en la carretera Las Tunas-Bayamo, a los 20°, 54 de latitud Norte y 76°,55 de longitud Oeste, a una altura de 50 msnm.

II.2 Suelo del área experimental

Se realizó análisis químico de suelos antes de efectuar la siembra. Los métodos utilizados para este fin, se expresan a continuación:

- ❖ Contenido de materia orgánica (MO) por el método de Walkley-Black (Jackson, 1970)
- ❖ pH por potenciometría, relación 1:2,5
- ❖ Contenido de fósforo y potasio asimilable por el método de Oniani (1964)
- ❖ Cationes cambiabiles con extracción con acetato de amonio 1 N pH 7 (método de Maslova, citado por Dinchev, 1972)

Este suelo se cataloga como Pardo Grisáceo (Hernández *et al.*, 1999), que se caracteriza fundamentalmente por poca profundidad efectiva, baja fertilidad, poca retención de humedad, pH ligeramente ácido y topográfica ligeramente ondulada. En la tabla 6 se expresa la composición química del suelo empleado en la experimentación.

Como se puede apreciar en la presente tabla, lo más significativo es el bajo contenido de materia orgánica, bajo contenido de fósforo y pH ligeramente ácido.

Tabla 6. Composición química del suelo en el área experimental.

Indicador	Contenido
K ⁺ (c mol/kg)	0,26
Na ⁺ (c mol/kg)	0,04
Ca ⁺⁺ (c mol/kg)	6,2
Mg ⁺⁺ (c mol/kg)	3,3
P ₂ O ₅ (mg/100g)	2,01
K ₂ O (mg/100g)	4,02
MO (%)	1,9
pH en H ₂ O	5,7

II.3 Comportamiento de las variables climáticas

El primer año del experimento tanto en el período poco lluvioso como en el lluvioso la precipitación total fue de 892 mm de agua; mientras que en el segundo año, ya en el período lluvioso cayeron 1 050 mm y 93 mm en el invierno, según se puede apreciar en la tabla 7.

En comparación con la media histórica, los períodos poco lluviosos fueron muy severos, no siendo así con el período lluvioso.

La temperatura no marcó variación con respecto a la media histórica al igual que la humedad relativa del aire.

II.4 Diseño

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cinco réplicas.

II.4.1 Tratamientos

Los tratamientos consistieron en la evaluación de los cuatro cultivares de la especie *Pennisetum purpureum*. Estas fueron:

1. King grass
2. Cuba CT-169
3. Cuba CT-115
4. Taiwán morado

Tabla 7. Comportamiento de algunos indicadores del clima en el período experimental y últimos once años.

Año	Período	No. días con lluvia	Lluvia (mm)	Temperatura promedio (°C)	Humedad relativa (%)
1er. año	Poco lluvioso	7	32	23,1	74
		37	860	26,6	80
2do. año	Lluvioso				
	Poco lluvioso	6	93	23,7	76
		51	1 050	26,7	82
Media histórica	Lluvioso				
	Poco lluvioso	7	179	23,8	74
		35	924	26,5	79
	Lluvioso				

II.4.2 Variables a estudiar

Las variables estudiadas; así como la frecuencia con que se realizaron las mismas se expresan en la tabla 8.

II.5 Procedimiento experimental

II.5.1 Preparación del suelo

La preparación de suelo se realizó con laboreo mínimo, por ser un suelo maestro sin grandes infestaciones de malas hierbas, para lo cual se utilizó un tractor Yum-6m y una grada de 2 200 lb (donde se le dio dos pases al área) y la surca se realizó con una yunta de bueyes y un arado de vertedera.

Tabla 8. Variables estudiadas y la frecuencia de medición.

Mediciones	U/M	Frecuencia
1) Altura de las plantas	cm	Por corte
2) Rendimiento de masa verde	t/h	Por corte
3) Rendimiento de materia seca	t/h	Por corte
4) % materia seca	%	Por corte
5) Por ciento de hojas	%	Por corte
6) Ahijamiento por plantón	U	Por corte

II.5.2 Siembra y establecimiento

La siembra de los cuatro cultivares de *P. purpureum* se realizó utilizando una distancia de plantación de 0,90 m de camellón por 0,60 m de narigón y así en cada surco se plantaron 11 esquejes dobles, por lo que cada parcela quedó constituida por 44 plantones.

El tamaño de los esquejes fue de 25 a 30 cm, contando cada uno de tres a cinco yemas por tallo. La edad de la semilla utilizada fue de 90 días y la profundidad de siembra se realizó de 15 a 20 cm. El tape se realizó con azada con un espesor de suelo de 3 a 5 cm.

La plantación se realizó en la segunda quincena del mes de mayo del año 2008, donde se logró más de un 96 % de brotación de las yemas y a los 90 días se realizó un corte de establecimiento, para ahí comenzar a realizar las mediciones de las diferentes variables expresadas anteriormente

II.5.3 Procedimiento general

Las parcelas tuvieron un área total de 28 m² (7 x 4 m), y 1 m entre cada parcela. Estas estaban constituidas por cuatro surcos y se despreciaron los dos correspondiente a las partes exteriores de las mismas para disminuir el efecto de borde, por lo que el área de cálculo de cada parcela fue de 14 m².

La frecuencia de corte fue de 60 días para el período lluvioso y 90 días para el período poco lluvioso, todos los cortes se realizaron a nivel del suelo. Por lo que se realizaron cinco cortes

al año (dos en el período poco lluvioso y tres en el período lluvioso). Después de cada corte se realizaron labores de cultivo con buey y limpia de plantas indeseables con azada.

II.5.4 Mediciones y análisis estadístico

Para efectuar las mediciones de las variables indicadas en la tabla 3 se siguió el siguiente procedimiento:

Para medir la altura se utilizó una regla graduada en cm, y se colocó próximo a la planta de forma perpendicular al suelo desde la superficie de este hasta que las hojas se doblaron en su mayoría.

Para determinar el rendimiento de la masa verde se utilizó una pesa de reloj graduada en kg, y se pesó totalmente la parcela.

El rendimiento de MS, se utilizó una balanza graduada en gramos para medir el peso de la muestra antes y después de ser secada. Para este proceso se utilizó una estufa de circulación forzada, con temperatura de 80°C por 72 horas. La base de cálculo fue basado en el por ciento de MS de cada muestra y la MV obtenida.

El por ciento de hoja se realizó en base seca, se separaron cuidadosamente las hojas de los tallos, y posteriormente se pesaron para el cálculo del % de hojas.

El ahijamiento por plantón se hizo conteo en las parcelas y después se promediaron por cultivar.

La incidencia de plagas y enfermedades se mantuvo la observancia semanal de las mismas, con el objetivo de plantear presencia o ausencia de las mismas.

II.6 Procesamiento estadístico

El procesamiento de los datos se realizó mediante el paquete estadístico, software estadístico, versión 2,0 del Instituto de Ciencia Animal (1998). En los casos de las comparaciones de media se aplicó la prueba de Duncan (1955).

Capítulo III. Resultados y discusión

En muchas explotaciones pecuarias el forraje es considerado la fuente de menor costo para suplir los nutrientes a los animales (Luginbuhl y Poore, 2005), por lo que el éxito de dichas empresas depende en una gran proporción del uso adecuado y manejo de este elemento.

Una de las variables estudiada en esta investigación fue la altura del pasto, pues esta constituye uno de los elementos que forman parte de los componentes del rendimiento. Ha sido utilizado por numerosos investigadores para indicar el crecimiento de los cultivos, entre ellos, Olivera (2004), para la caracterización de grupo de accesiones de *Brachiaria* spp. donde la velocidad del crecimiento fue medido en la altura del pasto, siempre estuvo colocado en la primera componente principal por Noda (2006) en *Morus alba* donde encontró que esta variable influyó positivamente en el rendimiento de MS, y Martínez *et al.* (2010) quien encontró ecuaciones debidamente ajustadas entre la altura y el rendimiento de MS, entre otros.

En el primer año (fig. 1) la dinámica de crecimiento en altura mostró un patrón muy similar para todos los cultivares objeto de estudio, donde se destacó ligeramente con valores superiores el Cuba CT-169. En sentido general la mayor altura se alcanzó en el periodo mayo-julio, donde las precipitaciones estuvieron en el orden de los 200 mm, las temperaturas promedio de 26,4°C y la humedad relativa se comportó al 79 %, es decir se crearon las condiciones favorables para el desarrollo del cultivo.

Estas condiciones propiciaron un aumento del proceso fotosintético, elementos que fueron confirmados por Verdecia *et al.* (2009) en dos cultivares de la especie *Panicum maximum*: Tanzania y Uganda. Unido a lo anteriormente expuesto, las especies tropicales tienen además un comportamiento productivo que obedece, básicamente, a su insignificante fotorespiración, alta tasa de fijación de CO₂, gran eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar y consecuentemente, a su alta tasa fotosintética.

Esto es característico de las plantas que realizan sus procesos fotosintéticos por la vía C₄ que siguen las gramíneas tropicales y que las distingue de los pastos templados y las leguminosas tropicales, ya que estas se rigen por la vía C₃ con una menor eficiencia fotosintética (Carneiro, 2006).

Este resultado coincide con Martínez *et al.* (2010) quienes encontraron que los clones OM-22 y Cuba CT-169 superaron en altura al king grass. Los resultados obtenidos por Lok *et al.* (2009), la altura del king grass en un banco de biomasa de esta especie vegetal fue mayor a

lo obtenido en este trabajo, debido quizás a las diferencias en cuanto a la fertilidad de los suelos y al régimen de precipitación y demás condiciones ambientales, tanto para el período lluvioso como el menos lluvioso.

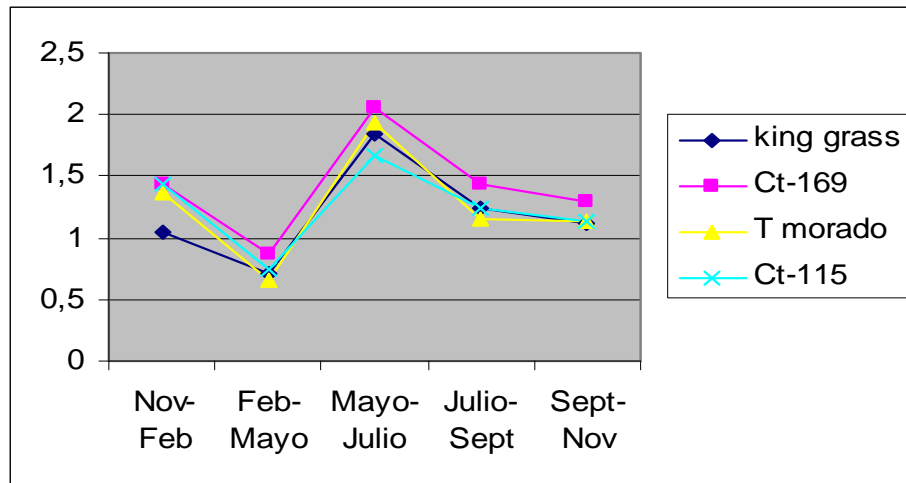


Fig. 1. Altura (m) de la planta al momento del corte. Año 1.

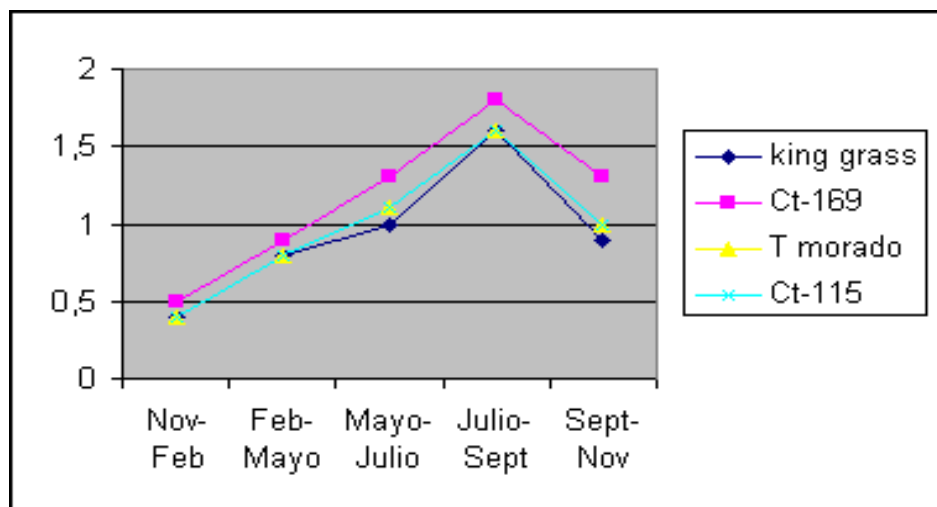


Fig. 2. Altura (m) de la planta al momento del corte. Año 2.

En el segundo año (fig. 2), analizando el comportamiento de estos cultivares se pudo observar que el cv. Cuba CT-169 que se destacó por el crecimiento en altura durante toda la etapa experimental. El periodo de mayor crecimiento correspondió a los meses de julio a septiembre, donde se obtuvieron los mayores valores en este parámetro. Las precipitaciones caídas en este período lograron los mejores comportamientos, con 312 mm y las temperaturas promedio fueron de 26,8°C.

Además en esta época de mayores precipitaciones es donde las plantaciones recibieron la mayor cantidad de horas-luz para realizar las funciones fotosintéticas.

Estos resultados coinciden con Rojas *et al.* (2009), donde obtuvo en el caso del cv. Morado una altura promedio de 1,8 a 2,0 m de altura en su madurez fisiológica en el período lluvioso, logrando además una relación hoja/tallos apropiada.

Por otra parte, la mayor altura de los pastos en la época lluviosa ha sido informada por numerosos autores, entre ellos Verdecia *et al.* (2009) en las cultivares Mombasa y Uganda de la especie *Panicum maximum* y Gerdes *et al.* (2000) informaron además que la mayor frecuencia de corte trajo consigo una mayor altura del pasto.

Por otra parte, Ibarra y León (2001) y Márquez *et al.* (2007), han obtenido resultados muy similares a lo obtenido en este experimento.

En otros estudios realizadas por Padilla *et al.* (1996), con la especie *Panicum maximum*, obtuvieron resultados similares a lo obtenido en esta investigación, al plantear que las plantas que se desarrollaron en los meses de mayor intensidad lumínica, temperatura y precipitaciones, o sea, en el período lluvioso, que son condiciones necesarias para que esta especie se desarrolle, y exprese su máximo potencial productivo. Posteriormente, en otro trabajo (Padilla, 2002) con la misma especie de *Panicum maximum*, indicó una mayor altura de las plantas sembradas al inicio del período lluvioso, así como un adelanto en la floración, no expresándose así, en el período menos lluvioso.

Ibarra y León (2001) por su parte, obtuvieron resultados similares a los 63 días de crecimiento y concluyeron que a esta edad, el pasto elefante cultivar Morado mostró los mejores índices de producción forrajera y valor nutritivo.

En cuanto al rendimiento de MV (tabla 9), no se encontraron diferencias significativa entre los cultivares en ningunas de las épocas evaluadas, ni en el acumulado anual del primer año de estudio y los rendimientos superaron las 127 t/ha/año en todos los casos. Aunque no hubo diferencias significativas, se puede observar que el cv. Cuba CT-169 mostró el mejor resultado.

Ya en el segundo año (tabla 10) se detectaron diferencias significativas para ($P < 0,05$) en el período lluvioso y total anual, donde el cultivar Cuba CT-169 mostró diferencias significativa ($P < 0,05$) en superioridad sobre el resto de los cultivares. En el período de menor precipitación los rendimientos de todos los cultivares evaluados fueron similares. En el segundo año de evaluación los rendimientos de MV fueron menores en comparación al primer año, motivado quizás a que el suelo estuviera más empobrecido de nutrientes, ya que

este experimento no recibió ningún tipo de fertilización. Es conocido que esta especie en sentido general (Herrera y Ramos, 2006) es altamente extractoras de N y K del suelo.

Tabla 9. Rendimiento de MV (t/ha) de los cultivares de *Pennisetum purpureum* evaluados. Año 1.

Tratamiento	Lluvia	Seca	Año
King grass	105,7	21,8	127,8
Cuba CT-169	124,9	33,4	158,0
Taiwán Morado	105,4	30,4	137,4
Cuba CT-115	119,7	26,7	146,0
ES $\bar{X} \pm$	10,2	4,7	10,0

Se pudo observar que los rendimientos anuales estuvieron por encima de las 100 t de masa verde/ha, excepto en el cv. Taiwán Morado de la especie *P. purpureum* que solo llegó a 99,3 t/ha de biomasa. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Espinoza *et al.* en el año 2000, al lograr más de 120 t/ha/año, con porcentaje de proteína que oscilan entre 6 y 8,5 %.

Tabla 10. Rendimiento MV (t/ha) de los cultivares de *Pennisetum purpureum* evaluados. Año 2.

Tratamiento	Lluvia	Seca	Total
King grass	82,5 ^a	18,7	100,1 ^a
Cuba CT-169	100,7 ^b	24,2	124,9 ^b
Taiwán Morado	78,1 ^a	21,2	99,3 ^a
Cuba CT-115	83,7 ^a	20,2	103,9 ^a
ESX \pm	4,9 *	1,7 NS	6,2 *

Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente para (P<0,05)

También Bogdan (1977) informó en una amplia revisión bibliográfica sobre el tema que las especies del género *Pennisetum*, en su mayoría, presentan rendimientos de 40 t de MV/ha/corte y más de 120 T MV/ha/año, resultados que coinciden en su mayoría a los encontrados en este experimento. Sin embargo, esta especie es muy sensible a la baja fertilidad del suelo, por lo que son muy exigentes en fertilización, especialmente nitrógeno, según lo informado por (Guzmán, 1983; FUSAGRI, 1986; Pizarro, 2001).

En cuanto al rendimiento de MS no se observaron diferencias significativas ni para las épocas del año ni para los cultivares de *P. purpureum* en el primer año de evaluación (tabla 11). No obstante, el cv. Cuba CT-169 mostró el mayor valor.

Por otra parte, en el segundo año de evaluación (tabla 12), el análisis de varianza practicado mostró diferencias significativas en la estación lluviosa y el total anual, donde el cultivar Cuba CT-169; difirió significativamente sobre del resto de los tratamientos. En la época de menor precipitación todos los cultivares tuvieron un comportamiento similar.

Los altos rendimientos de MS en el segundo año, pudiera deberse a una mejora en las condiciones climáticas, ya que las precipitaciones anuales fueron de 1 143 mm en 57 días de lluvia, mientras que en el año anterior la precipitación fue de 892 mm con 44 días. Estos resultados fueron superiores a los obtenidos por (Martínez *et al.*, 2009).

También Herrera y Ramos (1990) obtuvieron en el pasto king grass un rendimiento anual de MS de 20 a 28 t MS/ha cuando lo comparaba con otras variedades como el Napier, Enano y San Carlos. Este resultado es inferior a lo obtenido en este experimento en el segundo año de evaluación.

Tabla 11. Rendimiento de MS (t/ha) de los cultivares de *Pennisetum purpureum* evaluados. Año 1.

Tratamiento	Lluvia	Seca	Total
King grass	15,2	3,8	19,0
Cuba CT-169	17,1	6,0	23,1
Taiwán Morado	13,5	5,2	18,7
Cuba CT-115	14,8	4,2	19,1
ES $\bar{X} \pm$	1,5	0,7	1,7

Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente para $P < 0,05$

Martínez *et al.* (1994) obtuvieron producciones de MS de 18,1 t/ha/año, en cuatro años de trabajo con Cuba CT-169, que en iguales condiciones aventajó al king gras en 2,3 t de MS/ha/año. Los resultados obtenidos, muestran en coincidencia con lo anteriormente planteado la superioridad del Cuba CT-169 con respecto al king grass. Esta superioridad pudiera deberse a las características planteadas de este cultivar en la revisión bibliográfica.

Como se pudo observar en el segundo año, los rendimientos fueron superiores, en todos los cultivares evaluados, tal como sucede con la gran mayoría de las gramíneas, debido en lo fundamental, en que el sistema radical se ha profundizado con la edad de la plantación.

Clavero y Urdaneta (1997), han observado correlaciones positivas y altamente significativas ($P < 0,001$) entre el sistema radical y el rendimiento de MS, y con la altura de la planta, por lo que se pudiera plantear que estas plantas mantienen un balance funcional entre el sistema

radical y la parte aérea, el cual depende de la tasa de absorción del sistema radicular y la tasa de fotosíntesis de la masa foliar.

Tabla 12. Rendimiento de MS (t/ha) de los cultivares de *Pennisetum purpureum* evaluados. Año 2.

Tratamiento	Lluvia	Seca	Año
King grass	24,3 ^a	4,7	29,0 ^a
Cuba CT-169	37,7 ^b	6,1	43,8 ^b
Taiwán Morado	26,7 ^a	5,2	31,9 ^a
Cuba CT-115	25,2 ^a	5,1	30,6 ^a
ES \bar{X}	2,0*	0,4 N, S	2,1**

Medias con letras diferentes difieren significativamente, para $P < 0,05$

Los rendimientos obtenidos se podrían mejorar con el uso de fertilizantes o de árboles y arbustos leguminosos, donde la segunda opción es científicamente mejor, ya que estos poseen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo, presentan un relativo elevado valor nutritivo, mejoran la relación C:N del suelo, por lo que son especies de una gran importancia en los ecosistemas, porque permiten la sustentabilidad de éstos a través del tiempo (Espinoza *et al.*, 2001).

En cuanto al % de MS el primer año de evaluación (tabla 13), no se observaron diferencias significativas entre los diferentes cultivares, ni para la lluvia, seca y total anual donde se observa para todos los cultivares de *P. purpureum* evaluados un contenido ligeramente menores en la época de menor precipitación.

Por otra parte, los porcentajes de materia seca que se obtuvo en este experimento, se acercan a los informados en otras investigaciones para esta especie, sin que se muestren grandes diferencias en los valores de cada cultivar.

Ya en el segundo de evaluación (tabla 14) se observó diferencias significativas ($P < 0,05$) solamente para la época lluviosa, no así para la época seca, donde se observa que el cv. CT-169 tuvo valores mayores.

Tabla 13. Por ciento (%) de MS de los cultivares de *Pennisetum purpureum* evaluados. Año1.

Tratamiento	Lluvia	Seca
King grass	19,2	17,0
CT-169	19,8	18,3
Taiwán Morado	20,2	17,0
CT-115	20,3	15,9
ES $\bar{X} \pm$	0,7	0,7

El por ciento de MS en las especies vegetales, es un elemento a considerar dentro de las variables del valor nutritivo, lo que se respalda con las afirmaciones de Crowder y Chheda (1982) y Mares (1983). Esto debe reflejarse en el aumento de los componentes de la pared celular (FND y FAD) y reducción de los contenidos celulares (PC y EE), según lo observado Chacón-Hernández y Vargas-Rodríguez (2009) al estudiar la digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote en la Universidad de Costa Rica.

En este caso, los mayores por cientos de MS se presentaron en los tratamientos de Cuba CT-169 y Taiwán Morado para el período lluvioso y mientras que para la estación seca no hubo diferencias significativas entre los cultivares en estudio. Sin embargo, estos resultados son superiores a los logrados por (Martínez *et al.*, 2009), por lo que pudiera ser otra alternativa de alimentación para el ganado en coincidencia con lo informado por.

Valenciaga *et al.* (2009) encontró en el king grass un rango de valores desde 15,0 hasta 27,0 %, cuando estudiaba el efecto de la edad del rebrote sobre la composición química del king grass.

El contenido de MS en los pastos puede ser un indicador importante, pues está estrechamente relacionado con los constituyentes de la pared celular, y estos están afectados por la disponibilidad de agua, desarrollo del sistema radicular de la planta y época del año, entre otras.

Tabla 14. Por ciento (%) de MS de los cultivares de *Pennisetum purpureum* evaluados. Año 2.

Tratamiento	Lluvia	Seca
King grass	30,2 ^a	26,5
Cuba CT-169	38,6 ^b	27,1
Taiwán Morado	37,2 ^b	25,0
Cuba CT-115	31,2 ^a	27,4
ES $\bar{X} \pm$	0,6**	2,4 N S

Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente para $P < 0,05$

Estos resultados obtenidos por este grupo de investigadores del ICA, solamente se asemejan a los obtenidos en este experimento en el período de menor precipitación.

El mayor contenido de MS en ambos años, en la época de mayores precipitaciones, es lógico; pues esté influenciado por el régimen de precipitaciones, y sobre todo en el segundo año, donde las lluvias fueron más abundantes.

La estructura del pasto o los componentes del rendimiento ha cobrado especial atención en el trabajo de muchos investigadores, así la cantidad de hojas y de tallos de las especies pratenses, tiene una marcada importancia para el manejo correcto del pasto y es considerada tan importante como su calidad nutritiva para la producción animal (Hernández, 1995). De hecho ambas fracciones estructurales guardan una relación directa con el valor nutritivo del pastizal, y permite evaluar el crecimiento de una planta determinada.

Por otra parte, la productividad de las especies vegetales depende de muchos procesos fisiológicos, entre ellos la fotosíntesis que es el principal, ya que según Sage y Kubien (2007) contribuye con el 90 % del total de MS de la planta.

Como parte de esta estructura del pasto, el componente hojas, es también de gran importancia, pues en ellas se depositan la mayor cantidad de proteínas y de otras sustancias importantes para la nutrición animal (Herrera, 1983). Por otra parte, esta fracción estructural es también la preferida cuando los animales tienen amplia posibilidad de seleccionar (Ruiz y Vázquez, 1983).

El por ciento de hojas de los diferentes cultivares evaluados de esta especie (tabla 15), no mostraron diferencias significativas en ambas épocas del primer año. Se puede observar además que en el período lluvioso el contenido de hojas fue mayor (42,3 a 44,5) con respecto al período menos lluvioso.

Tabla 15. Por ciento (%) de hojas de los cultivares de *Pennisetum purpureum* evaluados. Año 1.

Tratamiento	Lluvia	Seca
King grass	43,6	35,7
Cuba CT-169	44,5	36,6
Taiwán Morado	44,3	34,2
Cuba CT-115	42,3	31,0
ES $\bar{X} \pm$	4,4	5,1

En el segundo de evaluación (tabla 16) muestra que los diferentes cultivares evaluados en la región central de Las Tunas mostraron diferencias significativa para ($P < 0,05$) solamente en la estación (seca), en el segundo año de evaluación. Se observó además el Cuba CT-169 mostró mayor porcentaje de hojas, superando de 3-5 unidades porcentuales del resto de los cultivares. Esto tiene gran significación, pues debe poseer tenores proteicos y de digestibilidad superiores cuando sea suministrado este forraje a los animales. Para el período

lluvioso, no se encontraron diferencias significativas, en correspondencia a lo obtenido por (Martínez *et al.*, 2009).

Tabla 16. Por ciento (%) de hojas de los cultivares de *Pennisetum purpureum* evaluados. Año 2.

Tratamiento	Lluvia	Seca
King grass	35,8	50,0 ^a
Cuba CT-169	43,0	53,0 ^b
Taiwán Morado	38,6	48,8 ^a
Cuba CT-115	38,4	48,2 ^a
ES $\bar{X} \pm$	1,3 NS	0,8 *

Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente para $P < 0,05$

Los materiales vegetales con una mayor proporción de hoja tienen mejores valores nutricionales, según las observaciones realizadas por Chacón-Hernández y Vargas-Rodríguez (2009), por lo que tienen una mejor calidad nutricional que los tallos.

Es por eso, que el contenido de hojas; así como la relación hoja/tallo, es un elemento importante a considerar en las especies y/o cultivares a evaluar, pues la proporción de hojas presentes en la planta determina también los porcentajes de MS, PC, EE, cenizas, FAD, celulosa y lignina, aumentan su concentración en la planta al incrementarse la cantidad de hoja; mientras que la cantidad de FND se disminuye, según los análisis realizados por Brizuela *et al.* (2008).

El manejo adecuado de los pasto, involucra aspectos tales como la edad de rebrote, la cual está íntimamente ligada a la relación hoja:tallo que presenta el pasto ofrecido a los animales (Brizuela *et al.*, 2008) y que va a definir en gran parte el aprovechamiento que se puede lograr del material disponible; al mismo tiempo, dicha variable puede ayudar a identificar la edad de cosecha óptima en la cual el forraje obtenido presente las más aptas características físicas y químicas para la producción.

Se puede apreciar en dichas tablas, que el rendimiento de hojas fue superior para el período lluvioso, al menos para el primer año. Estas diferencias pudieran estar enmarcadas por la alta eficiencia fotosintética que tienen las gramíneas en el período lluvioso, donde además de las precipitaciones y las altas temperaturas, entre otras variables climáticas, pudieran influenciar positivamente. En el segundo año, el rendimiento fue superior en la seca, debido fundamentalmente a que las condiciones climáticas fueron superiores con respecto al primer año.

Además, la mayor proporción de hojas durante el período lluvioso puede deberse a la aparición de una mayor cantidad de hijos y la necesidad que tiene la planta de sintetizar las sustancias necesarias para su desarrollo posterior; (Herrera, 1983). Por otra parte, la disminución en el período poco lluvioso pudiera estar asociado según los criterios de Romero *et al.* (1998), al aumento de la longitud de los tallos y su grosor, así como al envejecimiento de las hojas.

También (Verdecia, 2006), al evaluar algunos cultivares del género *Panicum*, plantea que durante el período poco lluvioso la planta como respuesta a las bajas temperaturas, a la disminución de la horas luz y las precipitaciones, tiende a desarrollar menos el tallo y aumenta la proporción de las hojas para poder captar la mayor cantidad de luz posible para realizar la fotosíntesis.

Los resultados indican que el cv. Cuba CT-169 tuvo la mayor cantidad de hojas para ambas épocas y años de evaluación. Esto se encuentra en sintonía por lo expresado por Herrera y Martínez (2006) quienes plantearon que este cultivar presenta de 8 a 10 unidades porcentuales de hojas, mayor que el king grass, además de presentar hojas más anchas y largas.

Por otra parte, en sentido general se observan mayores porcentajes de hojas en la época de lluvia, lo que puede estar dado por el carácter fotoperiódico de *P. purpureum* que desplaza la reservas de nutrientes hacia la formación floral en el período poco lluvioso coincidente con menores temperaturas y luminosidad.

Otro aspecto importante evaluado fue el número de hijos/plantón en los cuatro cultivares de la especie *P. purpureum*. Se pudo observar que en todos los casos hubo diferencias significativas para ($P<0,01$), para el primer y segundo año de evaluación (tablas 17 y 18).

Tabla 17. Número de hijos/plantón de los cultivares de *Pennisetum purpureum* evaluados según las épocas del año. Año 1.

Tratamiento	Lluvia	Seca
King grass	11,7 ^c	18,1 ^a
Cuba CT-169	13,9 ^a	17,7 ^a
Taiwán Morado	13,5 ^{ab}	17,8 ^a
Cuba CT-115	13,1 ^b	15,0 ^b
ES $\bar{X} \pm$	0,2 *	1,0 **
Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente de $P<0,01^{**}$ $P<0,05^{*}$		

En época de seca y para ambos años de evaluación, el menor ahijamiento se presentó en Cuba CT-115, sin diferencias entre el resto de los demás tratamientos. Por otro lado, en la época de lluvia y en el primer año, el mayor ahijamiento se presentó en Cuba CT-169, sin diferir de Taiwán Morado; pero superior al king grass y al CT-115.

Martínez, *et al.* (2010) cuando estudiaban los cultivares king grass, OM-22 y Cuba CT-169 lograron altas correlaciones negativas entre el contenido de hojas y de fibra; pero también en todos los casos las curvas se mantuvieron más altas en Cuba CT-169.

Tabla 18. Número de hijos/plantón de los cultivares de *Pennisetum purpureum* evaluados según las épocas del año. Año 2.

Tratamiento	Lluvia	Seca
King grass	10,2 ^d	13,6 ^{ab}
Cuba CT-169	15,4 ^a	17,6 ^c
Taiwán morado	12,8 ^b	14,2 ^b
Cuba CT-115	11,6 ^c	12,6 ^a
ES $\bar{X} \pm$	0,3 **	0,4**

Medias con letras diferentes difieren significativamente $P < 0,01$




Por otra parte, Herrera y Martínez (2006) describieron las características del cv. Cuba CT-169. Como promedio de cinco cortes al año, las hojas fueron 12 cm más largas y 0,5 cm más anchas que las de king grass. Estos resultados coinciden con los obtenidos en todo el ciclo de crecimiento, al tener el Cuba CT-169 mayor proporción de hojas que el king grass. Por su rápido crecimiento, productividad y buen contenido proteico, la variedad Cuba CT-169 lo recomendaron para la producción de forrajes y ensilajes a mayor escala.

En sentido general estos bajos ahijamientos pudieran estar asociados al marco de plantación utilizado; así (Crespo, 2006) logró de 30-40 hijos por plantón; pero con mayores distancia de plantación.

Conclusiones

- ✚ En las curvas de crecimiento expresado en altura, se observó la marcada estacionalidad, donde en el período lluvioso fue mayor el crecimiento en ambos años, y todos los cultivares evaluados tuvieron un patrón muy similar.
- ✚ Se pudo constatar que en el primer año de evaluación el rendimiento de MS fluctuó de 18 a 23,1 t de MS/ha/año; mientras que en el segundo año varió de 30 a 43,8 t de MS/ha/año. El cultivar CT-169 mostró superioridad en este parámetro.
- ✚ Los cultivares de *Pennisetum purpureum* objeto de estudio, resultó ser el de mejor comportamiento el cultivar CT-169 con marcadas diferencias tanto en producción de biomasa, rendimiento de materia seca, porcentaje de hojas y número de hijos por plantón.
- ✚ De acuerdo con los resultados obtenidos se pudo observar que la cantidad de Materia Seca que producen los cultivares de *Pennisetum purpureum*, se puede mejorar el sistema de alimentación de las vaquerías de la zona central de Las Tunas.

Recomendaciones

-  Establecer estudios similares en diferentes zonas de la provincia para evaluar el comportamiento agro-productivo de estos cultivares, en las condiciones edafoclimática de la provincia.
-  Continuar estudios para validar los indicadores seleccionados y divulgar sus resultados obtenidos para que sirvan de herramientas a productores, docentes e investigadores para el seguimiento del efecto del manejo de estos cultivares como plantas forrajeras.
-  Realizar estudios con la utilización de varias alternativas de fertilización orgánica, a fin de mejorar los rendimientos agrícolas.

Referencias bibliográficas

- AGRIOS, G. 1988. Plant pathology. Third ed. Academic Press Inc. 803 p.
- Alonso Gisela. 2010. Conferencia Magistral (Cambio climático y su repercusión en la producción de alimentos con especial énfasis en los empleados en la producción animal). III Congreso de Producción Animal Tropical. La Habana
- Altieri, M. 1996. Bases agroecológicas para una agricultura sustentable. Agroecología y Agricultura Sostenible. Módulo 1. p. 122
- Anon. 1964. Pastos y Forrajes. INRA. Habana. 55 p.
- Anon. S/A: *Pennisetum purpureum*. Espécies forragearas multiproposito. <http://www.tropicalforageas.info/multiproposito/key/multiproposito/media/html/pennisetum%20purpureum%20schumach.htm>. [15/07/2011]
- Araya, M. y 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
- Assis, F.; Lima, M.; Viana, O. y Alves, J. 1976. The root system of elephantgrass-*Pennisetum purpureum* schum-cultivar Mineiro-at various spacings and de phts. *Solo*. 68:5
- Bernard, C. 1972. Register of Australian herbage plant cultivars. Division of Plant Industry.CSIRO. Canberra. Australia. 78
- Barrientos, A. y Miret, R. 1979. Plagas y enfermedades. En: Los pastos en Cuba. La Habana. 1:377
- Bogdan, A.V. 1977. Tropical pasture and fooder plants (grasses and legumes). Tropical Agriculture Series, Longman Group Limited, London, p. 475
- Borroto, O. 2010. Conferencia Magistral (Producción animal en Cuba. Retos y perspectivas). III Congreso de Producción Animal Tropical. La Habana
- Brizuela, E.; Ferrando, C. y Blanco, L. 2008. Distribución vertical de hojas y de la relación hoja-tallo en *Trichloriscrinita* diferida. <http://www.aapa.org.ar/congresos/2005/PpPdf/PP74.pdf>. [05/08/2011]
- Burkill, H.M. 1994. The useful plants of West Tropical Africa. Royal Botanic Gardens. Kew, UK. 636 p.
- Carneiro, B. 2006. Interceptação de luz, arquitetura e assimilação de carbono em dosséis de capimxaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] submetidos a estratégias

- de pastejo rotacionado. Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens Piracicaba, SP, Brasil
- Catasús, L. 1997. Manual de Agrostología. Editorial Academia. 98 p.
- Chacón-Hernández, P.A. y Vargas-Rodríguez, C.F. 2009. Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote. *Agronomía Mesoamericana*. 20(2):399-408.
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal. 2009. Lista oficial de variedades comerciales. Registro de variedades comerciales. Subdirección de Certificación de Semillas. Ministerio de La Agricultura
- Clavero, T. y Razz, R. 2009. Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 26:557-561
- Clavero, T. y Urdaneta, R. 1997. Crecimiento del sistema radical del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv Mott). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 14:657-663
- Clerck, Fabrice de. 2010. Aplicaciones ecológicas para la adaptación al cambio climático en paisajes ganaderos. Resúmenes. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos. (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio). CATIE–CIPAV. Turrialba, Costa Rica. p. 6
- Crespo, G. 2006. Producción de biomasa de pastos tropicales. Conferencia. Instituto de Ciencias Animal. La Habana
- Crespo, G. 2009. Recuperación de la fertilidad del suelo en áreas ganaderas degradadas. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 43 (4):355
- Cordoví, E.; Herrera, J. y Sarroca, J. 1980. Producción y utilización del king grass en suelos pardos tropicales. *Pastos y Forrajes*. 3:41
- Correa, H. 2006. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*. 18(6)
- Crowder, L. y Chheda, H. 1982. Tropical grassland husbandry. Longman Group Limited. New York. 582 p.
- Delgado, A. y Alonso, O. 1994. Patógeno fungosos más frecuentes en las gramíneas. *Pastos y Forrajes*. 17:90
- Dinchev, D. 1972. Agroquímica. Ed. Revolucionarias, Instituto Cubano del Libro. La Habana.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F. Tests. *Biometrics* 11:1

- Espinoza, F. 2000. Las leguminosas forrajeras: más de 50 años de estudios en Venezuela ¿y entonces...?. *Revista Carabobo Pecuaria*. 148:11
- Espinoza, F.; Argenti, Patricia; Gil, J.; León, L. y Perdomo, E. 2001. Evaluación del pasto king grass (*Pennisetum purpureum* cv. King grass) en asociación con leguminosas forrajeras. *Zootecnia Tropical*. 19 (1):59
- Faría, J.R.; González, B.; Faría Mármol, J. y Morillo, J. 1999. Producción forrajera de cuatro germoplasmas de *Pennisetum purpureum* en sistemas intensivos bajo corte. *Communications in Soils Science and Plant Analysis*. XXX. p. 2259. http://www.aida-itea.org/jornada38/sistemas/miscelanea/m4_faria.pdf. [15/08/2011]
- Febles, G. 2010. Conferencia magistral Estrategia desarrollada por el Instituto de Ciencia Animal para abordar la adaptación y mitigación al cambio climático en el área de la ganadería cubana. III Congreso de Producción Animal Tropical. La Habana
- Franco, R.; Vargas, S. y Silveira, E.A. 2005. Influencia del banco de proteínas y del con CT-115 (*Pennisetum purpureum*) para el pastoreo, sobre algunos indicadores productivos de una vaquería destinada a la producción de leche. *Rev. Electrónica Veterinaria REDVET*. 6 (11). <http://www.veterinaria.org/revista/redvet>
- Freitas, N.S.A. de; Falcão, T.M.M. de A; Burity, H.A.; Tabosa, J.N. y Silva, M.V. da. 2000. Characterization and genetic diversity of elephant grass cultivars and their hybrids with millet through isoenzymatic patterns. *Pesq. agropec. bras.* 35 (6):1125. <http://dx.doi.org/10.1590/50100-204x2000000600008>. [15/0/2011]
- Fundación Servicio para el Agricultor (FUSAGRI). 1986. *Pastos. Serie Petróleo y Agricultura*. 10:112
- Funes, F. 1977. Introducción y evaluación inicial de gramíneas en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias Habana. Cuba. 110 p.
- Gerardo, J.; Rodríguez, R. y Solano, J.C. 1982. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. IX. Condiciones de secano, San Cristóbal. *Pastos y Forrajes*. 5:129
- Gerardo, J. y Oliva, O. 1982. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. VIII. Pastoreo con riego y fertilización. *Pastos y Forrajes*. 5:25
- Gerdes, L.; Werner, C. J.; Colozza, T.M.; Carvalho, D.D. y Schammass, A.E. 2000. Avaliação de características agrônômicas e morfológicas das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. *Rev. Bras. Zootec.* 29 (4):947

- Gómez, I. y Gómez, J. 2007. Evaluación del valor nutritivo del *Pennisetum purpureum* OM-22 como recurso forrajero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chiapas. 145 p.
- Gómez, C.H.; Nahed, T.J.; Tewolde, A.; Pinto, R.; y López, J. 2006. Áreas con potencial para el establecimiento de árboles forrajeros en el centro de Chiapas. *Técnica Pecuaria en México*. 44 (2):133
- González Cerero, María C. 2004. Un granito de arena en la lucha contra la sequía agrícola. VI Simposio de Agricultura Ecológica Sostenible. Congreso Científico del INCA. Memorias. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana. [CD ROM]
- Guzmán P. 1983. La planificación pecuaria en Venezuela. Dirección de Información y Relaciones Públicas de la Gobernación del Dtto. Federal. Caracas. p. 234
- Hernández, D. 1995. Manejo del *Panicum maximum* cv. Likoni para la producción de leche. Efecto de la oferta de materia seca. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Pastos y Forrajes. EEPF Indio Hatuey, Universidad de Matanzas
- Hernández, R.; Gómez, María E. y Matías, C. 1976. Utilización de semilla agámica en hierba Candelaria (*Pennisetum purpureum*, Schumach.). Serie Téc. Científica A-12. EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba
- Hernández, Neice y Hernández, J.E. 1984. Evaluación inicial de 19 gramíneas. *Pastos y Forrajes*. 7:23
- Hernández, A. et al. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. AGRINFOR. La Habana. 64 p.
- Herrera, R. 1983. La calidad de los pastos. En: Los Pastos en Cuba. t. 2. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. p. 59
- Herrera, G.F. 2004. Pastos tropicales. Fisiología, calidad y métodos de muestreo. Documento Doctorado Grupal. Universidad de Granma. p. 49
- Herrera, R.S. y Crespo, G. 2006. *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. EDICA, Instituto de ciencia animal. [CD-ROM]
- Herrera, R.S.; Díaz, Dalibia y Álvarez, Y. 2010. Nuevas variedades de *Pennisetum purpureum* con resistencia a la sequía y salinidad. En: III Congreso de Producción Animal Tropical. La Habana
- Herrera, R.S.; Martínez, R.O.; Tuero, R.; García, M. y Cruz, A.M. 2002. Movimiento de sustancias durante el pastoreo y rebrote del Clon Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum*). *Rev. cub. Cienc. agríc.* 36:417

- Herrera, R.S. y Martínez, R.O. 2006. Mejoramiento genético por vías no clásicas. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. (Versión electrónica). Eds. R.S. Herrera, G.J. Febles y G.J. Crespo. Instituto de Ciencia Animal. Cuba
- Herrera, R. y Ramos, N. 1990. Evaluación agronómica. En: Herrera, R. (Ed). King grass. Plantación, establecimiento y manejo en Cuba. EDICA. Cuba. p. 111
- Herrera, R.S. y Ramos, N. 2006. Factores que influyen en la producción de biomasa y la calidad. Cap. V. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. (Eds. R.S. Herrera, G.J. Febles y G.J. Crespo). EDICA. La Habana. p. 79
- Hertentains, L.A.; Troetsch, O. y Santamaría, E. 2009. Manejo y utilización de cultivares de *Pennisetum purpureum* en fincas lecheras de las tierras altas de Chiriquí. Centro de Investigación Agropecuaria de Panamá
- Holm, L.G.; Plucknett, D.L.; Pancho, J.V. y Herberger, J.P. 1977. The world's worst weeds. East-West Center. Honolulu, HI. 609 p.
- Humphreys, L.R. 1974. Pasture grasses. In: A guide to better pastures for the tropics and sub-tropics. p. 23
- Ibarra, Gisela y León, J. 2001. Comportamiento bajo corte de dos variedades de *Pennisetum Purpureum*, Taiwán 801-4 y Taiwán 144 en condiciones de secano. *Reproducción Animal*. 1:31
- Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Casasola, F. y Rojas, J. 2006. Sistema silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. Memorias. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. [CD-ROM]
- Instituto de Ciencias Animal 1998. Software estadística Versión 2,0. Software Estadística
- Jackson, M.L. 1970. Análisis químico de suelos. Univ. Wisconsin. p. 282
- Lamela, L., Soto, R.B.; Sánchez, Tania; Ojeda, F. y Montejó, I. 2010. Producción de leche de una asociación de *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* y *Pennisetum purpureum* CT-115 bajo condiciones de riego. *Pastos y Forrajes*. 33:311
- Lenne, Jillian; Vargas, Amparo y Torres, Celina. 1983. Descripción de las enfermedades de las principales leguminosas forrajeras tropicales CIAT. Cali, Colombia. 50 p.
- Lok, Sandra; Crespo, G.; Torres, Verena; Fraga, S. y Noda, Aida. 2009. Impacto de la tecnología de banco de biomasa de *Pennisetum purpureum* Cuba CT-115 en el sistema

- suelo-pasto-animal de una unidad de producción de leche con ganado vacuno. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 43 (3):307
- Long, R.W. and O. Lakela. 1971. A flora of Tropical Florida. University of Miami Press, Coral Gables, FL. 962 p.
- López, J.; Nieves, Kirenia. 2001. Determinación del valor nutritivo de cinco Cultivares de caña de azúcar y selección de las promisorias para la alimentación animal. Tesis de grado. Universidad de Granma. Cuba
- .Luginbuhl, J. y Poore, M. 2005. Nutrition of meat goats. http://www.cals.ncsu.edu/an_sci/extension/animal/Meatgoat/MGNutr.htm. [18/08/2011]
- Machado, R. 1988. Introducción y mejoramiento de pastos. EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. p. 385
- Machado, R.; Cáceres, O. y Miret, R. 1983. *Pennisetum purpureum* cvs. Taiwán A-144, A-146, A-148 y 801-4. *Pastos y Forrajes*. 6:143
- Machado, R.; Lamela, L. y Gerardo, J. 1979. Hierba de elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach). *Pastos y Forrajes*. 2:157
- Mares, V. 1983. Aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico: compilación de documentos presentados en actividades de capacitación. CATIE, Departamento de Producción Animal. Turrialba, Costa Rica. vol. 3. 300 p.
- Martínez, O. 2001. Manual de producción de biomasa. Yerba elefante CT-115. Consejo de Iglesias de Cuba. Departamento de coordinación de asesoría de proyectos. Ciudad de La Habana. p. 27
- Martínez, R.F.; Calero, B.; Aguado, J. & Tuve, N. 1999. Influencia del nitrógeno sobre la síntesis de humus y sus fracciones en suelos ferralíticos rojos. *Rev. cub. Cienc. agric.* 8:3
- Martínez, R.O.; Herrera, R.; Cruz, R., Tuero, R. y García, M. 1994. Producción de biomasa con hierba elefante (*Pennisetum purpureum*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción animal en el trópico. I. Rendimientos. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 28. 221
- Martínez, R.O.; Herrera, R.S.; Cruz, R. y Torres, Verena. 1996. Cultivo de tejidos y fitotecnia de las mutaciones. *Pennisetum purpureum*: otro ejemplo para la obtención de nuevos clones. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 30:11
- Martínez, O.; Herrera, R.; Monzote, Martha y Cruz. R. 1988. Avances de la investigación biotecnológica y su aplicación a los pastos forrajes en Cuba. *ACPA*. 1:50
- Martínez, R.O.; Herrera, R.S.; Tuero, R. y Padilla, C. 2009. Hierba Elefante, variedades Cuba CT-115, Cuba CT-169 y Cuba OM-22 (*Pennisetum* sp.). *ACPA*. 2:44

- Martínez R.O; Tuero, R.; Torres, Verena y Herrera, R.S. 2010. Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM-22 y king grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 44 (2):189
- Márquez, F.J.; Sánchez, D.; Urbano 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. *Zootecnia Tropical*. 25 (4).253-259
- Mejía, M.M. 1984. Nombre científico y vulgar de especies forrajeras tropicales. CIAT. Cali, Colombia. 75 p.
- Meléndez, J.; Ibarra, G. y Iglesias, O. 2000. *Pennisetum purpureum* cv. CRA-265 en condiciones de secano. Parámetros agronómicos y valor nutritivo. *Producción Animal*. 12:17
- Mendoza, E.P. y Stanley, C.S. 1987. Producción y utilización de king grass y otros pennisetums para la producción de carne y leche. Departamento de Agronomía, Universidad de Florida. Gainesville, Florida
- Milera, Milagros. 2011. Cambio climático, afectaciones y oportunidades para la ganadería en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 34:127
- Ministerio de la Agricultura. 2001. Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. Instituto de Suelos. AGROINFOR. Agencia de Información y Comunicación para la Agricultura. La Habana. 39 p.
- Moreno, F. y Molina, D. 2007. Buenas prácticas agropecuarias en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta. MANA-FAO. Impresión CTP Print Ltda. Colombia. 139 p.
- Murgueitio, E., Cuellar, P.; Ibrahim, M.; Gobb, J.; Cuartas, C.A.; Naranjo, J.F.; Zapata, A.; Mejías, C.E.; Zuluaga, A.F. y Casasola, F. 2006. Adopción de sistemas agroforestales pecuario. *Pastos y Forrajes*. 29:365
- Natural Resources Conservation Service. 2002. Plants profile: *Pennisetum purpureum* Schumacher. Washington, DC. http://plants.usda.gov/cgi_bin/plant_profile.cgi?symbol=PEP U2. 3 p. [16/07/2011]
- Nieves, Kirenia. 2004. Comportamiento agronómico y composición química de cuatro géneros de pastos mejorados. Tesis en opción al grado de Master en Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma. Cuba

- Noda, Yulai. 2006. Influencia de la frecuencia y la altura de corte en la producción y composición bromatológica de *Morus alba* (Linn.). Tesis presentada en opción al título académico de Master en Pastos y Forrajes. EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba
- Nunes, A.; Costa, R.; Germano. I.; Batista, S.; Ramos, F.F.; Vallecillo, A. y. dos Santos, N.M. 2007. Efecto de diferentes niveles de consumo de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum var. Cameroon) durante la recría de caprinos. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 15 (3):75
- Oakes, A.J. 1967. Effect of nitrogen fertilization and plant spacing on yield and composition of Napier grass in the dry tropics. *Trop. Agric. Trin.* 44:77
- Ojeda, F.; Pino, Bárbara N.; Lamela, L.; Santana, H. y Montejo, I. 2010. En estudio de un ciclo de ceba con una dieta integral a base de forraje hollejo de cítricos. 1. Efecto de la calidad del forraje. *Pastos y Forrajes*. 33:81
- Ojeda. F.; Díaz. D. y González, Idolidia. 1990. Estudio del ácido fórmico como conservante del género *Pennisetum*. *Pastos y Forrajes*. 13:93
- Olivera, Yuseika. 2004. Evaluación y selección inicial de accesiones de *Brachiaria* spp. para suelos ácidos. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Pastos y Forrajes. EEPF Indio Hatuey
- Oniani, O. 1964. Determinación del fósforo y potasio del suelo en una misma solución de los suelos Krasnozen y Podsolicos en Georgia. *Agrojima*. 6:25
- Pacific Island Ecosystems y Risk. 2002. Invasive plant species: *Pennisetum purpureum* Schumacher, Poaceae. 2 p. <http://www.hear.org/pier3/pepur.htm>. [16/07/2011]
- Padilla; C. 2002. Métodos de laboreo y fertilización química del suelo en la recuperación de un área forrajera de guinea *Panicum maximum* Jacq. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 36 (2):173
- Padilla, C.; Gómez, J. y Febles, G. 1996. Efecto de la siembra en el establecimiento de *Panicum maximum* Jacq. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 30 (2):217
- Padilla, C. y Ayala, J. 2006. Siembra y establecimiento de pastizales de gramíneas. ICA. EDICA. [CD-ROM]
- Paretas, J.J. 1990. Ecosistemas y regionalización de los pastos en Cuba. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. MINAGRI. 178 p.
- Paretas, J.J y Gonzáles, A. 1990. Ecosistemas y regionalización de pastos en Cuba. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, Ministerio de la Agricultura. Universidad de La Habana. 177 p.

- Peña, M. 2004. Introducción y potencial productivo de los pastos y forrajes. En: Explotación de Pastos y Forrajes. t. 1. 2a. ed. p. 9
- Pezo, D.1996. Potencial de sostenibilidad en sistemas de producción animal basados en la utilización de recursos alimenticios locales. En: Primer ciclo de conferencias sobre "Utilización de recursos alimenticios alternativos para rumiantes en el trópico". Venezuela. p. 116-146
- Pinto, R.R.; Gómez, C.H.; Medina, F.J.; Hernández, A.; Guevara, F.; Martínez, B. y Hernández, D. 2008. Árboles forrajeros de Chiapas. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 115 p.
- Pinzon, B.R. y González, J. 1978. Evaluación del pasto elefante Panamá bajo diferentes intervalos de cortes y dosis de fertilización con N. *Cienc. Agropec. (Panamá)*. 1:29
- Pizarro, E. 2001. Grasses and legumes for tropical zones. En: Tejos, R., Zambrano, C., Mancilla, L. y García, W. 2001. VII Seminario Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. p. 151
- Ramírez, A.; Benítez, D.G.; Guevara, O.; Díaz, M. & Guerra, J.R. 2004. Impacto de la actividad ganadera en los macizos montañosos cubanos. Memorias del Congreso Internacional de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados. IIA Jorge Dimitrov. Granma, Cuba.
- Ramírez, J.; Verdecia, D. y Leonard, I. 2008. Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum* Cuba CT 169 en un suelo Pluvisol. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 9(5). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050508/050806.pdf>. [20/06/2011]
- Reinoso, M. 2001. Sistemas silvopastoriles: una opción agroecológica para la ganadería. I Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica. SIGA. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. p. 26
- Riesco, J. 1992. La ganadería bovina en el trópico americano. Situación actual y perspectivas. En: Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano. (Ed. Fernández-Baca, S.). Santiago, Chile. p. 13
- Roche, R. y Hernández, J. 1993. Estudio comparativo de somaclones de king grass (*Pennisetum purpureum*) con riego: *Pastos y Forrajes*. 16:135
- Rojas, A.; Palavicini, G. y Sánchez, R. 2009. Mezclas de *Pennisetum purpureum* var. King grass con pseudo tallo de guineo morado (*Musa* spp.) como fuente de forraje de vacas en producción durante la época seca. *Agronomía Costarricense*. 12 (2):237

- Romero, C.S.; Medina, R. y Flores, R. 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes morfológicos del pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) en la zona de bajo Tocuyo, Estado Falcón. *Zootecnia Tropical*. 16:41
- Rua, M. 2008. Pastos de corte para el trópico. Cultura empresarial ganadera. <http://www.encyclopedia.thefreedictionary.com>. [14/08/2011]
- Ruiz Pierrugues, R. 2002. Nutrición y alternativas de los sistemas de producción bovina en el trópico. Taller de alimentación. Congreso de Mejoramiento Animal. XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Memorias. Palacio de Convenciones de La Habana. [CD ROM]
- Ruiz, R. y Vázquez, C.M. 1983. Consumo voluntario de pastos y forrajes tropicales. En: Los pastos en Cuba. t. Utilización. ICA. La Habana. 117
- Sage, R.F. y Kubien, D.S. 2007. The temperature response of C₃ and C₄ photosynthesis. *Plant Cell and Environment*. 30:1086
- Sánchez, Saray; Crespo, G.; Hernández, Marta y García, Y. 2008. Factores bióticos y abióticos que influyen en la descomposición de la hojarasca en pastizales. *Pastos y Forrajes*. 31:99
- Sánchez, Tania; Milera, Milagros; Simón, L.; Lamela, L. y López, O. 2006. Asociación gramíneas-leguminosas. Potencialidades como alimento para rumiantes. *ACPA*. 25:37
- Lok, Sandra; Crespo, G.; Torres, Verena; Fraga, S. y Noda, Aida. 2009. Impacto de la tecnología de banco de biomasa de *Pennisetum purpureum* Cuba CT-115 en el sistema suelo-pasto-animal de una unidad de producción de leche con ganado vacuno. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 43 (3):307
- Santana, Á.A.; Pérez, A; Figueredo, María E. 2011. Efectos del estado de madurez en el valor nutritivo y momento óptimo de corte del forraje Napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) en época lluviosa. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 48 (3):277
- Senra, A. 1990. Uso en la producción animal. En: Herrera, R. (Ed). King grass. Plantación, establecimiento y manejo en Cuba. EDICA. Cuba. p. 193
- Senra, A 2002. Manejo del pasto y la recuperación lechera. *ACPA*. 3:31
- Simón, L. 2006. Experiencias en proceso de difusión, adaptación y mejora de la tecnología del silvopastoreo racional en cuba. Memorias. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. [CD-ROM]. Centro de Convenciones Plaza América. Varadero, Cuba

- Skerman, P.J. y Riveros, R. 1990. Tropical grasses. FAO Plant Production and Protection Series 23. FAO. Rome. 832 p.
- Soca, M.; Cancio, R. & Fuentes, M. 2008. Desarrollo y estado actual de los suelos dedicados a la ganadería. II Taller Nacional de Fertilidad de los Suelos de la Ganadería. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. [CD-ROM]
- Soto, R.B. 2008. Producción de leche con una asociación de árboles forrajeros y CT-115 bajo condiciones de riego. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Pastos y Forrajes. EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. 79 p.
- Suárez, J.; Pérez, A.; Lamela, L.; Simón, L. y Esperance, M. 2006. La difusión y adopción de tecnologías. En. Recursos forrajeros, herbáceos y arbóreos. (Ed. Milagros Milera). Universidad de San Carlos de Guatemala, EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. p. 435
- Valenciaga, Daiky; Chongo, Bertha; Herrera, R.S., Torres, Verena; Oramas, A.; Cairo, J.G. y Herrera, Magali. 2009. Efecto de la edad de rebrote en la composición química de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 43 (1):73
- Vargas, S. 2008. Rediseño, manejo y evaluación de un agroecosistema de pastizal con enfoque integrado para la producción de leche bovina. Tesis de doctorado. Universidad Central de Las Villas, Cuba. 110 p.
- Verdecia, D. 2006. Rendimiento y evaluación de algunos indicadores del valor nutritivo de dos cultivares de *Panicum maximum* (cv. Likoni y Tanzania). Tesis presentada en opción al título de Master en Nutrición Animal. Universidad de Granma. Cuba
- Verdecia, D.M.; Ramírez, J.L.; Leonard, I. y García, F. 2009. Potencialidades agroproductivas de dos cultivares de *Panicum maximum* (cv. Mombasa y Uganda) en la provincia Granma. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*
- Vieira da Cunha, M.; Andrade Lira, M.; Ferreira dos Santos, Mércia Virginia; Freitas, Erinaldo Viana de; Batista Dubeux, J. C. Jr; Carneiro Leão de Mello, A.; Rodovalho Martins, Kalina Gerciane. 2011. Association between the morphological and productive characteristics in the selection of elephant grass clones. *Rev. Bras. Zootec.* 40 (3). <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000300004>. [15/07/2011]