



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como
requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Morfología y rendimiento del pasto King Grass verde (*Pennisetum
purpureum Schumach*), en condiciones climáticas del cantón
Babahoyo”.

AUTOR:

Ginger María Salazar Martínez

TUTOR:

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, MBA

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020

DEDICATORIA

Dedico esta meta a mis padres Miguel Ángel Salazar Estrada y María Anyelina Martínez Urresto, que me dieron su apoyo tanto económico como moral para emprender este arduo viaje de saberes, quienes con sus incondicionales consejos me ayudaron día a día en el transcurso de cada semestre de mi carrera universitaria. También dedico esto a mis hermanas y mi cuñado que me escucharon y me motivaron a seguir y a no desmayar a mitad del peliagudo camino.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a Dios por la vida q me designó, a mis padres quienes con esfuerzo, sudor y trabajo me brindaron una buena educación, quienes me inculcaron valores desde pequeña para poder formar la mujer que me he convertido, a mis hermanas por su apoyo incondicional. Y como olvidar a mis formadores personas ricas en sabiduría, quienes se han tomado el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos, especialmente de campo y temas q corresponde a mi profesión q me han ayudado a llegar al punto en el q me encuentro.

Sin duda alguna este proceso no ha sido nada fácil, pero gracias a las ganas, carismas y pasión, al momento de transmitirme sus conocimientos he logrado importantes objetivos y obtener mi tan anhelada titulación profesional.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Objetivos.....	2
1.1.1.	General.....	2
1.1.2.	Específicos.....	2
II.	MARCO TEÓRICO.....	3
2.1.	Gramíneas.....	3
2.2.	Hábitos de crecimiento de las gramíneas.....	4
2.3.	Características generales de las gramíneas forrajeras.....	5
2.4.	Composición química de las gramíneas.....	6
2.5.	Importancia de las gramíneas en la alimentación de los rumiantes.....	8
2.6.	El género <i>Pennisetum</i>	9
2.7.	Características agronómicas.....	9
2.8.	Factores que influyen en la producción de biomasa y calidad.....	9
2.9.	Origen.....	9
2.10.	Clima.....	10
2.11.	Edad de la cosecha.....	10
2.12.	Riego.....	10
2.13.	Fertilización en <i>Pennisetum purpureum</i>	11
2.14.	Valor nutritivo de los forrajes tropicales.....	11
2.15.	Valor nutritivo del género <i>Pennisetum</i>	12
2.16.	Influencia de la época en el valor nutritivo.....	12
2.17.	Influencia de la fertilización en el valor nutritivo.....	12
2.18.	Factores relacionados con la planta que influyen en el consumo voluntario.....	13
2.19.	<i>Pennisetum purpureum schumach</i>	13
2.20.	Fertilización, Utilización y manejo.....	13
2.21.	Características morfológicas de los pastos.....	14
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1.	Ubicación y descripción del campo experimental.....	15
3.2.	Material genético.....	15
3.3.	Métodos.....	15
3.4.	Factores estudiados.....	15
3.5.	Análisis estadístico.....	15

3.6. Caracterización morfológica.....	16
3.6.1. Altura de la planta (AP).....	16
3.6.2. Diámetro de tallo (DT).....	16
3.6.3. Longitud de hoja (LH)	16
3.6.4. Ancho de hoja (AH)	16
3.6.5. Área foliar (cm ²).....	16
3.6.6. Rendimiento peso húmedo (PH).....	17
3.6.7. Rendimiento peso seco (PS)	17
3.6.8. Producción del Porcentaje de Materia Seca (%RMS).	17
3.7. Tamaño de la muestra	17
IV. RESULTADOS.....	19
4.1. Variabilidad de la especie	19
4.2. Coeficientes de correlación	16
4.3. Análisis de componentes principales	16
V. CONCLUSIONES.....	18
VI. RECOMENDACIONES	19
VII. RESUMEN	20
VIII. SUMMARY.....	21
IX. BIBLIOGRAFÍA	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variabilidad de la especie en pasto King Grass “morado” (<i>Pennisetum purpureum</i>). FACIAG 2020.	19
Cuadro 2. Coeficientes de correlación de Pearson en pasto King Grass “morado” (<i>Pennisetum purpureum</i>). FACIAG 2020.....	15
Cuadro 3. Descriptores pasto King Grass. FACIAG 2019.	¡Error! Marcador no definido.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería es considerada como fuente de progreso, importante para el desarrollo económico agropecuario por ser este un sector dinámico y en constante crecimiento (Friedrich 2014). La ganadería en el Ecuador es muy dependiente del pastoreo, a su vez los pastos a más de considerarse el alimento más accesible para la alimentación del ganado, esta ofrece todos los nutrientes necesarios para un buen desempeño animal, por lo tanto, todo lo que se pueda generar por mejora de la producción de pastos se reflejara de forma directa en la producción de carne o leche (Del Pozo 2004).

En Ecuador la ganadería se constituye en puntal fundamental dentro de las actividades agropecuarias y el desarrollo económico del país, considerando que la baja productividad y calidad es el resultado del manejo inadecuado de estas pasturas forrajeras desde su establecimiento hasta su producción, asociada estas entre otras cosas a la poca utilización de materiales o especies mejoradas, el manejo insipiente de la fertilización, riego y otras actividades que acentúan esta problemática.

Entre las especies tropicales que más se han estudiado se encuentra *Pennisetum purpureum Schum* y dentro de esta, la variedad King grass. Que se constituye entre los materiales más utilizados para la producción de forraje, por sus elevados rendimientos de materia seca, además de tener características favorables que han sido utilizadas en investigaciones para la obtención y selección de mutantes (Herrera 2006).

En este sentido se han desarrollado diferentes evaluaciones agronómicas de esta especie, dirigidas principalmente al conocimiento de los principales factores que influyen en la producción de biomasa y la calidad (Crespo 2011), así como su utilización en la producción animal (Senra 2006).

El presente trabajo experimental, permitirá describir al pasto King Grass verde (*Pennisetum purpureum Schumach*), bajo las condiciones edafoclimáticas del cantón Babahoyo, lo cual permitirá actualizar información sobre la morfología del material evaluado.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Describir morfológicamente el pasto King Grass verde (*Pennisetum purpureum*), en las condiciones edafoclimáticas del cantón Babahoyo.

1.1.2. Específicos

- Determinar diferencias fenotípicas morfológicas del material de pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*), bajo las condiciones del cantón Babahoyo.
- Evaluar el índice de correlación entre las variables evaluadas en el pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*), bajo las condiciones del cantón Babahoyo.
- Determinar el porcentaje promedio de rendimiento de materia seca en pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*), bajo las condiciones del cantón Babahoyo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Gramíneas

Las gramíneas forman una familia muy numerosa que se ha subdividido en 28 tribus, de las cuales, las seis más numerosas incluyen la mayoría de las plantas herbáceas de importancia económica. Las seis tribus están muy repartidas, aunque la importancia en las distintas regiones está determinada fundamentalmente por la temperatura y, en menor grado, por la pluviosidad (Dávila *et al.* 2006).

En las zonas templadas cuya pluviosidad presenta una distribución relativamente uniforme, el crecimiento y maduración de las gramíneas es lento, lo que permite utilizarlas en las primeras fases de crecimiento, cuando el valor nutritivo es alto (Arguelles *et al.* 1997).

Sin embargo, en los climas más cálidos el crecimiento de las gramíneas es más rápido, lo que determina que los niveles de proteína y fosforo desciendan hasta niveles muy bajos, al tiempo que aumenta el contenido de fibra (Bautés *et al.* 2020).

En los trópicos húmedos la gramínea disponible suele ser fibrosa pero succulenta (es decir de alto contenido de agua); en las zonas menos húmedas, la gramínea madura se seca y es consumida como si se tratase de un “heno de pie”. En ambos casos, la digestibilidad es baja, siendo los valores normales para los productos herbáceos tropicales 0,1-0,15 unidades más bajos que los correspondientes a los productos de zonas templadas. Las diferencias en la composición entre las gramíneas de las zonas templadas y tropicales no se deben únicamente al clima. Las especies de gramíneas de las zonas templadas pertenecen a la categoría de plantas C3 en las que el compuesto de tres átomos de carbono, fosfoglicerato, es un intermediario importante en la fijación por fotosíntesis del dióxido de carbono. La mayoría de las gramíneas tropicales tienen una ruta de fotosíntesis C4, en la que el dióxido de carbono se fija en primer lugar en una reacción en la que intervienen el compuesto de cuatro átomos de carbono, oxalacetato. El bajo contenido en proteína que suelen presentar las gramíneas tropicales es una característica inherente al metabolismo vegetal C4 que guarda relación con la supervivencia en condiciones de baja fertilidad del suelo. Otra característica de las gramíneas tropicales se refiere al hecho de los carbohidratos

de reserva se encuentra en forma de almidón, en lugar de fructanos (Bogdan 1977).

Otro factor de importancia nutritiva guarda relación con la anatomía de las hojas de las gramíneas tropicales, que es distinta a la de las gramíneas de las zonas templadas. En las gramíneas tropicales, existen más calidad de haces vasculares y las vainas de los haces tienen paredes más gruesas, lo que supone más cantidad de lignina, estando las células mesofilas más densamente agrupadas en las gramíneas de las zonas templadas. Por ejemplo, en las gramíneas tropicales, los espacios de aire intercelulares representan solamente el 3-12 por ciento del volumen de las hojas, en comparación con el 10-35 por ciento en las gramíneas de zonas templadas. Ello permite explicar, en parte, por qué las gramíneas tropicales representan una mayor resistencia a la tracción que las de las zonas templadas, características que determinan una menor degradación mecánica y microbiana en el rumen. Las consecuencias son una menor digestibilidad de las gramíneas tropicales y una ingestión voluntaria más baja (Cabrera 2009).

2.2. Hábitos de crecimiento de las gramíneas

En las zonas de climas fríos y templados, el crecimiento de la gramínea comienza en primavera, cuando la temperatura del suelo llega a los 4-6°C. A partir de ese momento, la pauta de crecimiento es muy semejante, independientemente de la especie o variedad. Tiene lugar una rápida producción de hojas que va seguida de un incremento en el crecimiento de los tallos lo que conduce a la emergencia de la inflorescencia y, por último, a la formación de la semilla. A medida que tiene lugar el crecimiento de la hierba en la primavera, aumenta el contenido de MS del cultivo, al principio lentamente y luego con más rapidez, a medida que crecen los tallos y emergen las inflorescencias y, finalmente, con más lentitud al ir madurando las espigas (Cáceres 1985).

En los climas cálidos, probablemente la temperatura del suelo es lo suficiente alta como para permitir el crecimiento de la gramínea durante todo el año, aunque el crecimiento suele verse limitado por la falta de agua. En las zonas en las que el clima se caracteriza por tener las estaciones húmeda y seca claramente diferenciadas, el crecimiento de la gramínea es rápido durante la temporada de

lluvias, pero, a medida que el suelo se deseca, la gramínea madura y muere, dejando un recurso alimenticio que, en ocasiones, se denomina “heno en pie”. Incluso en las condiciones de intensa humedad, las plantas situadas en la zona oscura en la base del césped pueden morir, lo que origina un producto herbáceo envejecido de bajo valor nutritivo (Chacón 2010).

El ritmo de crecimiento de la gramínea depende del medio ambiente, los nutrientes disponibles y la cantidad de hojas en el césped que interceptan la luz. Inmediatamente después de la siega, existe un periodo de rebrote lento, que va seguido de un ritmo acelerado y, por último, un periodo de crecimiento más lento, a medida que madura la gramínea. Al aumentar el área ocupada por las hojas, la capacidad fotosintética de las sucesivas nuevas hojas recién expandidas va reduciéndose como consecuencia de la mayor cantidad de sombras en que se desarrollan. El ritmo a que tiene lugar el rebrote, depende de la madurez del cultivo en el momento de la siega. Si la gramínea es joven y frondosa, se recupera con más rapidez y comienza el rebrote antes que si se siega la gramínea madura. En los pastos de las zonas templadas, el ritmo de crecimiento normal durante la primavera es de unos 40-100 kg de MS por hectárea y día (Clavero 2009).

2.3. Características generales de las gramíneas forrajeras.

La familia poaceae o gramonae es de amplia distribución, ya que está prácticamente, presente en cualquier bioma por tanto es uno de los grupos vegetales más ampliamente adaptados a diferentes ambientes. Se distribuye en comunidades diversas que abarcan de la tundra ártica, los bosques templados y calido-humedos, hasta las zonas áridas y semiáridas, e incluso los habitats acuáticos (Confalone *et al.* 2010).

Las gramíneas tropicales son de crecimiento y maduración rápida, los cuales, al tener esta característica, su calidad nutricional también cambia rápidamente. Las principales limitaciones que presentan, son la reducción en el contenido de proteína y el aumento en pared celular a medida que el forraje madura (CORPOICA 2013). La producción de materia seca en los forrajes tropicales introducidos varia de 2000 a 5000 Kg/ha con edad de rebrote de los 30 a 60 días y un contenido de proteína mayor a 7% (Crespo 2011).

2.4. Composición química de las gramíneas.

La composición de la materia seca de las gramíneas es muy variable; por ejemplo, el contenido en proteína bruta puede variar entre 30 g/kg en la gramínea muy madura, y más de 300 g/kg en la hierba tierna muy fertilizada. En líneas generales, el contenido de fibra bruta está inversamente relacionado con el contenido en proteína bruta, pudiendo oscilar la fibra ácido detergente entre 200 y más de 450 g/kg en las especies herbáceas muy maduras de los brezales (Díaz 2007).

El contenido en humedad de la hierba tiene gran importancia si se siega para la conservación; es alto en las fases iniciales del crecimiento, normalmente entre 750 y 850 g/kg, descendiendo a medida que las plantas maduran hasta alcanzar los 650 g/kg. Además de la fase de crecimiento, las condiciones climáticas influyen considerablemente sobre el contenido de humedad (Faria 2012).

La composición de la materia seca depende de la proporción relativa existente entre las paredes celulares y el contenido celular. Las paredes celulares están formadas por celulosas y hemicelulosas, reforzadas con lignina. Generalmente, el contenido de celulosa se sitúa en el intervalo de 200-300g/kg MS, en tanto que la hemicelulosa puede variar entre los 100 y los 300 g/kg. Las concentraciones de ambos componentes polisacáridos aumentan con la madurez; del mismo modo lo hace la lignina, que reduce la digestibilidad de los polisacáridos (Febles 2006).

El contenido celular incluye los carbohidratos hidrosolubles y gran parte de la proteína. Los carbohidratos hidrosolubles de la hierba incluyen fructanos y los azúcares glucosa, fructosa, sacarosa, rafinosa y estaquiosa. En las gramíneas en las zonas templadas, el carbohidrato de reserva fructano es el más abundante en los hidratos de carbono solubles, encontrándose principalmente en los tallos. Las gramíneas de origen tropical y subtropical acumulan en los tejidos vegetativos almidones en lugar de fructanos, en tanto que estos se depositan fundamentalmente en las hojas. El contenido de carbohidratos solubles en las gramíneas es muy variable, oscilando entre la pequeña cantidad de 25 g/kg MS en algunas especies tropicales, y más de 300 g/kg MS en algunas variedades de ballico (Fortes 2012).

Los compuestos nitrogenados más importantes de los productos herbáceos se encuentran en forma de proteína, encontrándose casi el 80% del nitrógeno total en forma de proteína verdadera. Aunque el contenido total en proteína desciende con la madurez, las proporciones relativas entre los aminoácidos no se modifican sustancialmente. Del mismo modo, la composición de aminoácidos de las proteínas se diferencia poco entre las especies de las gramíneas. Este hecho no resulta sorprendente, ya que hasta la mitad de la proteína celular de las gramíneas se encuentran en forma de una sola enzima, ribulosa bifosfato carboxilasa, que realiza una importante función en la fijación fotosintética del dióxido de carbono. Las proteínas de la gramínea son especialmente ricas en el aminoácido arginina, incluyendo cantidades apreciables de ácido glutámico y lisina. Los valores biológicos para el crecimiento son superiores a los de las proteínas de las semillas. La metionina es el primer aminoácido limitante del crecimiento de la proteína de la gramínea, seguido por la isoleucina. No obstante, si se tiene en cuenta el notable metabolismo de los aminoácidos en el rumen, este factor carece de importancia para los animales rumiantes. En general, el contenido en proteína de las gramíneas tropicales es más bajo que el de las especies de las zonas templadas (García 1982).

El contenido en aminoácidos de los forrajes resulta muy importante si dichos alimentos se administran como fuentes de proteínas para los no rumiantes. Sin embargo, para los rumiantes, las características más importantes de las proteínas de los forrajes son su degradabilidad en el rumen y su digestibilidad global. En los forrajes inmaduros, ambas medidas suelen ser muy altas (0,7-0,8), aunque descienden a medida que los forrajes maduran (y desciende su contenido en proteína total) (González 1995).

El contenido de compuestos nitrogenados no proteicos de los productos herbáceos varía con el estado fisiológico de las plantas. En general, cuanto más favorables son las condiciones para el crecimiento, mayor es el contenido en N no proteico y en nitrógeno total; a medida que maduran las plantas ambos contenidos descienden. Los componentes principales de la fracción nitrogenada no proteica son aminoácidos y amidas, como la glutamina y asparagina, que intervienen en la síntesis proteica; también pueden existir nitratos, a los que se ha prestado mucha

atención en los últimos tiempos, debido a los efectos tóxicos sobre los animales (Hernández 2009).

El contenido en lípidos de las gramíneas, representado por el extracto etéreo, es relativamente bajo, superando rara vez los 60 g/kg MS. Los componentes de esta fracción son triacilgliceroles, glucolípidos, ceras, fosfolípidos y esteroides. Los triacilgliceroles se encuentran en pequeñas cantidades, siendo los principales componentes los galactolípidos, que constituyen el 60 por ciento del contenido total de lípidos. El ácido graso más importante es el ácido linolénico, que supone entre el 60 y 75 por ciento del total de ácidos grasos existentes, siguiéndole en importancia los ácidos linoleico y palmítico (Herrera 1981).

El contenido en minerales de la gramínea es muy variable, dependiendo de la especie, fase de crecimiento, tipo de suelo, condiciones de cultivo y fertilización (Juárez-Lagunes *et al.* 2000).

La gramínea verde es una fuente excepcionalmente rica en B-caroteno, precursor de la vitamina A, pudiendo encontrarse cantidades de hasta 550 mg/kg en la materia seca de la gramínea tierna. El material herbáceo de este tipo aporta, aproximadamente, 100 veces las necesidades de las vacas al ser consumidos en cantidades normales (Martínez 2006).

En general, se consideraba que las plantas en crecimiento no contienen vitamina D, aunque suelen existir precursores. Sin embargo, algunos trabajos sugieren que los productos herbáceos contienen vitamina, aunque en cantidades relativamente bajas. El mayor contenido en vitamina D de la hierba madura respecto a la hierba tierna, puede deberse a la existencia de hojas muertas en las que se ha producido vitamina D por irradiación del ergosterol (Juárez-Lagunes *et al.* 1999).

La mayoría de los cultivos forrajeros verdes son buenas fuentes de vitamina E y la mayoría de las vitaminas del grupo B, especialmente riboflavina (Leão 2009).

2.5. Importancia de las gramíneas en la alimentación de los rumiantes

Los rumiantes proporcionan al humano productos de alto valor nutricional

como leche y carne a partir de la utilización de forrajes de calidad variable, lo cual se da gracias a la relación simbiótica que tienen los rumiantes con la población microbiana (bacterias, protozoarios y hongos) alojada en el rumen. Estos microorganismos tienen la capacidad de hidrolizar la celulosa, hemicelulosa y otras sustancias resistentes a la digestión por parte de las enzimas producidas por el animal huésped, obteniendo con ello alrededor del 70% de la energía necesaria para su mantenimiento y producción. En este sentido la cantidad de cada nutriente absorbido va a depender de dos factores: 1) cantidad de forraje en materia seca consumido por día y, 2) concentración y disponibilidad de un nutriente en particular por cada kilogramo de forraje (Minson 1990).

2.6. El género *Pennisetum*.

El género *Pennisetum purpureum* se encuentra distribuido en toda la región tropical y subtropical y posee numerosas especies y variedades (Leño 2009). Entre sus variedades más conocidas se encuentra el king grass (Febles 2006).

2.7. Características agronómicas

Resiste sequía y humedad alta, precipitaciones entre 800 y 4000 mm anuales, presenta buen establecimiento y requiere de control de malezas (Peters *et al.* 2002), posee elevados rendimientos de materia seca y composición química aceptable.

2.8. Factores que influyen en la producción de biomasa y calidad

El clima, edad de cosecha, características del suelo, el riego, entre otros, se encuentran entre los factores que influyen en la producción de biomasa y calidad por lo que cualquier trabajo enfocado a la modelación del rendimiento, debe considerar los factores anteriores y sus interacciones (Confalone 2010).

2.9. Origen

De origen africano y mejorado genéticamente Tifton, Georgia, EE. UU (Clavero 2009) por selección de una progenie auto polinizada del pasto Merkeron, el cual es un híbrido alto, seleccionado de un cruce de pasto elefante enano x pasto elefante alto. Este cultivar fue introducido en Venezuela en la década de los 80 y

ahora se encuentra en la mayoría de los países tropicales y subtropicales (Santana 2010).

2.10. Clima

Ramos *et al.* 1995 plantearon que la existencia de dos estaciones climáticas, condiciona que se presenten marcado desbalance estacional. Estos son: a) Período poco lluvioso: desde noviembre hasta abril, caracterizado por presentar bajas temperaturas, días de corta duración e intensidad lumínica y bajas precipitaciones y b) Período lluvioso: se extiende desde mayo hasta octubre y se caracteriza por sus altas temperaturas, días largos con alta intensidad lumínica y elevadas precipitaciones.

2.11. Edad de la cosecha

Herrera y Martínez 2006, indicaron que una de las características principales del género *Pennisetum* es su alto potencial para producir elevados rendimientos de materia seca, a partir de realizar varias cosechas en el año.

Según Herrera y Ramos 2006, en la mayoría de los trabajos se puso en evidencia que las frecuencias de corte más prolongadas, proporcionaron mayores rendimientos, sin embargo, señalaron la disminución progresiva de su calidad bajo este manejo.

De forma aislada se encontraron trabajos que relacionaron el rendimiento con la edad de corte (Vargas 2010); y (Ramírez 2010) explicaron el crecimiento del cultivo, con la utilización de modelos polinomiales, sin embargo, este tipo de modelos no permiten la interpretación biológica de sus parámetros.

Otros trabajos emplearon modelos no lineales (Díaz 2007 y Martínez *et al.* 2010), sin embargo, sólo se limitaron a la selección del modelo de mejor ajuste para explicar la acumulación del rendimiento.

2.12. Riego

Mota *et al.* (2010) mencionaron que el riego es uno de los factores más importantes en el manejo de los forrajes y constituye una de las estrategias para

reducir el efecto de la estacionalidad de la producción de los pastizales, sobre todo en época de sequía.

2.13. Fertilización en *Pennisetum purpureum*

Según Cabrera *et al.* 2009, las gramíneas que se utilizan en sistemas de corte son altamente demandantes de nutrientes, principalmente de N el cual es uno de los elementos más importantes que determina el nivel de producción de forraje por unidad de superficie. Según Fortes 2012 los nutrientes, que en mayor cantidad se requieren son el Nitrógeno (N), Fósforo (P) y el Potasio (K). Otros nutrientes secundarios son: calcio, azufre y magnesio.

Herrera *et al.* 1981, encontraron respuesta lineal positiva del RMS del king grass, con el incremento de la dosis de N (0, 100, 300, 500, 800).

Estudios similares realizados por Faría *et al.* 1997, en (*Pennisetum purpureum* vc. Mott) con la aplicación de 4 niveles de N (0, 150, 300 y 450 kg /ha/año) y observaron que el rendimiento y la tasa de acumulación de materia seca, se incrementaron a medida que aumentó el nivel de fertilizante. Estos estudios indicaron disminución en la eficiencia de utilización de N con empleo de dosis superiores a los 300 kg N ha⁻¹

2.14. Valor nutritivo de los forrajes tropicales

Según Cáceres 1985, las necesidades nutritivas de los animales se satisfacen a partir de dos grandes grupos de alimentos: los ricos en energía y/o proteína y los alimentos groseros, entre los cuales se encuentra los pastos y forrajes.

Según González 1995, el valor nutritivo lo conforman la composición química, la digestibilidad y el consumo de alimentos, los que a su vez determinan la eficiencia productiva de los animales.

El valor nutritivo de las plantas depende de varios factores, entre ellos la: especie, variedad, edad, fertilización y condiciones edafoclimáticas, indicadores que se encuentran entre los que más se estudiaron.

2.15. Valor nutritivo del género Pennisetum

Influencia de la edad en la composición química

Machado 1985, encontró en el king grass y otras variedades de *P. Purpureum* que la PB disminuyó (6,9 a 6,3 % en lluvia y de 12,2 a 7,8 % en seca) y la FB se incrementó (30,2 a 34,7% en lluvia y 27,8 a 30,1 % en seca) a medida que avanzó la edad del forraje, al emplear frecuencias de corte de 35, 49 y 56 días y altas dosis de fertilizante N.

Cáceres 1985 observó que la PB y la DMS disminuyeron, después de los 56 días de cosecha. Así mismo, Valenciaga et al. 2009 constataron que el avance de la edad de rebrote en la composición química de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT -115 se relacionó con la disminución del tenor de PB. Por su parte Santana *et al.* (2010) observaron este mismo comportamiento en Napier.

De manera general, se observó que la PB y la DMS disminuyeron con la edad, mientras que la FB y la MS tuvieron un comportamiento contrario.

Otro factor que ejerce influencia en el valor nutritivo es la época del año.

2.16. Influencia de la época en el valor nutritivo

Cáceres 1985 observó en el king grass que los contenidos de MS y PB fueron superiores durante la temporada poco lluviosa, mientras la FB se incrementó en la temporada lluviosa.

En general, los valores más bajos de proteína responden al efecto de dilución característico de la época de lluvia para la mayoría de las gramíneas (Ramírez 2008), ya que en esta época se reduce la cantidad de hojas, que son los órganos de mayor calidad nutricional.

2.17. Influencia de la fertilización en el valor nutritivo

García Trujillo y Cáceres 1982, destacaron el bajo contenido de materia seca del king grass, principalmente en el período lluvioso al aplicar altas dosis de fertilizante N. Así mismo, plantearon que el nivel de fertilizante fue el efecto de mayor influencia en el incremento de la PB.

Cáceres 1985, informó que el incremento de la fertilización N (400 y 800 kg N ha⁻¹año⁻¹) en el king grass produjo un descenso significativo en el contenido de MS y FB y un aumento en la PB, mientras que la digestibilidad de los nutrientes no sufrió variaciones, como tampoco el contenido energético y el consumo de materia seca (Cáceres *et al.* 1989). Es por ello que el incremento del valor nutritivo no debe buscarse con el uso de altas dosis de fertilización nitrogenada.

2.18. Factores relacionados con la planta que influyen en el consumo voluntario.

Santana *et al.* 1985 en king grass y Taiwan registraron bajos índices de consumo de MS, al parecer porque estos forrajes presentaron bajos contenidos de PB (menos de 7 %) y altos contenidos de FB.

Chacón y Vargas 2010 observaron que conforme aumentó la edad de cosecha disminuyeron la PB y el consumo de MS, por el contrario, hubo aumento de la FB.

2.19. *Pennisetum purpureum schumach*

Conocido comúnmente como Elefante verde, gigante elefante grass, merker grass, napier, capim elefante (Piter 2011). Es una planta perenne y de crecimiento erecto, alcanza entre 1,5 a 1,8 metros de altura a los 150 días y puede llegar a una altura de 3 m, con tallos de 3 a 5 cm de diámetro. Sus hojas son anchas y largas con tricomas verdes claro cuando son jóvenes y verde oscuro cuando están maduras. Las raíces forman cepas muy compactas y sólidas que pueden alcanzar hasta 2 m de profundidad. La inflorescencia es compacta y cilíndrica de 12 a 15 cm de largo, florece muy poco, se caracteriza por el acortamiento de la distancia entre los nudos del tallo. (CORPOICA *et al.* 2013).

2.20. Fertilización, Utilización y manejo.

En general una buena fertilización puede hacerse después de cada corte con 75 kg por hectárea de N y anualmente por lo menos 50 kg de P₂O₅ y K₂O (Argüelles y Alarcón 1997).

2.21. Características morfológicas de los pastos

Al igual que en otras plantas que florecen, los pastos (gramíneas) están constituidos por dos partes principales: los retoños constan del tallo (culmo) y las hojas. Las hojas de los pastos están situadas en el tallo en dos hileras opuestas alternadas, por ejemplo, la tercera hoja está arriba de la primera, la cuarta hoja está arriba de la segunda y así sucesivamente. El nudo es la zona del tallo donde emerge la hoja y puede observarse claramente que al alrededor del mismo, la porción del tallo que se encuentra entre los nudos se llama entrenudo y está envuelto por una vaina. Los tallos pueden ser erectos, ascendentes u horizontales; este último puede arrastrarse sobre la superficie del suelo y se llama estolón, o por debajo se llama rizoma. La hoja consiste de una vaina y limbo o lamina. La vaina es de forma cilíndrica y algunas veces comprimida, es la parte baja de la hoja y abraza al tallo; su función principal es proteger y dar soporte a la parte tierna que se encuentra en la zona inferior del entrenudo en el tallo; lo cual es necesario por su crecimiento intercalado, cada entrenudo se alarga a partir de su base por un tiempo considerable y cesa después de que el ápice ha detenido su crecimiento. En el ápice de la vaina nace el limbo que es una porción linear de hoja plana o algunas veces doblada o enrollada, cuya función principal es realizar la fotosíntesis. El limbo se refiere más bien a la hoja funcional. Más abajo del entrenudo, en la axila de la hoja, se encuentra una yema que puede o no desarrollarse en un tallo lateral entre la yema y el tallo existen unas protuberancias que se asemejan a unas hojas con dos quillas, conocidas como profilo. En la línea de separación entre la vaina y el limbo, se presenta una pequeña saliente llamada lígula que es membranosa, a veces se reduce a un anillo o un anillo de pelos, y en raros casos no existe (Bogdan 1977).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El trabajo experimental se realizó en la facultad de ciencias agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo ubicada en el km 7 ½ de la vía Babahoyo - Montalvo de la provincia de Los Ríos, situada a una altura de 8 m.s.n.m, y en las siguientes coordenadas geográficas 01°-49´S de latitud y 79°-32´ W de longitud. Se presenta 2 656 mm de precipitación de promedio anual; lo que causa un promedio de 76 % de humedad relativa; a una temperatura es de 26.2°C./¹

3.2. Material genético

Este trabajo experimental se realizó el material de pasto King Grass verde (*Pennisetum purpureum*), mismo que se encuentra sembrado dentro de los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FACIAG), de la Universidad Técnica de Babahoyo (UTB).

3.3. Métodos

Para la ejecución de este trabajo se utilizaron los métodos: deductivo, inductivo y experimental.

3.4. Factores estudiados

Variable Dependiente: Características agronómicas y productivos del pasto King Grass verde (*Pennisetum purpureum*).

Variables Independientes: Condiciones edafoclimáticas del cantón Babahoyo.

3.5. Análisis estadístico

Para efecto de este estudio se analizó el comportamiento agronómico de las variables cuantitativas de los diferentes individuos evaluados, en relación con cada característica. Este análisis consistió en determinar la media aritmética, desviación estándar y el coeficiente de variación, que se utilizaron en el análisis de datos

¹ Datos obtenidos de la estación meteorológica UTB- FACIAG- INAHMI.2019

estadísticos.

3.6. Caracterización morfológica

Para la caracterización morfológica del de este pasto se utilizó como base la guía técnica para la descripción del pasto Navajita (*Bouteloua gracilis*) propuesto por (Carrillo *et al.*, 2015), el cual consistió en evaluar o medir la altura de la planta (AP), altura de follaje (AF), diámetro de tallo (DT), longitud de hoja (LH), número de hojas por planta (NH), ancho de hoja (AH), rendimiento de peso húmedo (PH), rendimiento de peso seco (PS), porcentaje de rendimiento de materia seca (%RMS).

3.6.1. Altura de la planta (AP)

La altura se midió en una población de 16 plantas tomadas al azar desde el nivel del suelo hasta el ápice de la inflorescencia más alta, esta variable se reportó en metro (m).

3.6.2. Diámetro de tallo (DT)

Para evaluar esta variable se utilizó un calibrador vernier, tomando el tallo a 30 cm del nivel del suelo en una población de 16 plantas. Esta variable se reportará en centímetro.

3.6.3. Longitud de hoja (LH)

La longitud de hoja se midió tomando una hoja representativa de la parte central de la planta, cada hoja se midió desde la base de la lámina foliar hasta el ápice de la misma. Esta variable se representó en centímetro.

3.6.4. Ancho de hoja (AH)

El ancho de la hoja se tomó en las mismas hojas donde se evaluó la longitud, tomando el tercio medio de la hoja, esta variable se reportará en centímetros.

3.6.5. Área foliar (cm²)

Esta variable se obtuvo de forma matemática, multiplicando el ancho por la longitud de la hoja y este resultado multiplicándole la constante 0,705 de esta

manera su valor quedo expresado en cm².

3.6.6. Rendimiento peso húmedo (PH)

Esta variable de peso húmedo se obtuvo cortando cada planta desde la base, para después proceder a embalarla e identificarla y pesarla con la ayuda de una gramera en el laboratorio de suelo de la FACIAG, esta variable se expresó en gramos.

3.6.7. Rendimiento peso seco (PS)

El rendimiento de peso seco se obtuvo después de haber colocado a la estufa cada una de las plantas que se extrajo del campo por 48 horas a 70 °C y así obtener el valor de esta variable en gramos.

3.6.8. Producción del Porcentaje de Materia Seca (%RMS).

Se determino con los datos obtenidos de peso húmedo y peso, para lo cual se dividió el peso seco (PS) para peso húmedo (PH), y al resultado de este valor se le multiplico por cien, otorgando la variable buscada % RMS.

$$\%RMS = \left(\frac{ph}{ps} \right) * 100$$

3.7. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra fue tomada basado en la metodología utilizada por Universidad Nacional de Colombia de Palmira. Dicha formula de estimación de la muestra está representada por la ecuación:

$$n = \frac{4CV^2}{E^2\%}$$

Donde,

CV = Porcentaje de variación asociado con el descriptor que se considere más variable dentro de los individuos evaluados. Este valor también se verifico en la literatura, en investigaciones que hace referencia a poblaciones.

$E^2\%$ = Error permisible expresado como porcentaje de la media muestral (\bar{X}) y la media verdadera (μ) del descriptor, expresada como porcentaje de la media verdadera (μ) con un nivel de confianza de 95%. Para este estudio se tomó como población a evaluar 16 individuos con un CV=40 y E de 20 como lo indica el siguiente cuadro.

Tamaño de muestra para diferentes combinaciones de CV y E^2 , utilizando la ecuación 1.

$E^2\%$	Coeficientes de variación (CV, %)						
	10	15	20	25	30	35	40
10	4	9	16	25	36	49	64
15	2	4	7	11	16	22	28
20	1	2	4	6	9	12	16

Fuente: Boletín técnico IPGRI N.8

IV. RESULTADOS

4.1. Variabilidad de la especie

Como resultado de este trabajo experimental se evidencio que en las variables evaluadas no se detectaron variabilidad fenotípica ya que ninguno de los individuos evaluados presentó en el análisis estadístico coeficiente de variación (Cv) > 50%, que sugiere que existe homogeneidad de la especie en las condiciones evaluadas sustentado en el Cv < 20%.

Cuadro 1. Variabilidad de biotipos de pasto King Grass verde (*Pennisetum purpureum Schumach*), en condiciones de Babahoyo. FACIAG 2020.

Variable	Población (n)	Media	Error experimental (E.E)	Coeficiente de variación (CV)
Altura de planta (m)	16.00	2.31	0.10	17.67
Diámetro de tallo (cm)	16.00	2.84	0.06	8.63
Longitud de hoja (cm)	16.00	96.63	3.90	16.15
Ancho de hoja (cm)	16.00	3.87	0.12	12.62
Área Foliar (cm ²)	16.00	263.59	13.36	20.27
Peso Húmedo (g)	16.00	539.79	21.92	16.25
Peso seco (g)	16.00	138.84	7.79	22.43
% RMS	16.00	74.04	1.30	7.00

Cuadro 2. Coeficientes de correlación de Pearson en pasto King Grass verde (*Pennisetum purpureum* Schumach), bajo las condiciones de Babahoyo. FACIAG 2020.

	Altura de planta (m)	Diámetro de tallo (cm)	Longitud de hoja (cm)	Ancho de hoja (cm)	Área Foliar (cm ²)	Peso Húmedo (g)	Peso seco (g)	%RMS
Altura de planta (m)	1	0.18	0.02	0.64	0.18	0.73	0.6	0.75
Diámetro de tallo (cm)	0.35	1	0.88	0.19	0.52	0.29	0.33	0.76
Longitud de hoja (cm)	0.56	-0.04	1	0.97	0.000150	0.72	0.64	0.57
Ancho de hoja (cm)	-0.13	0.35	0.01	1	0.02	0.11	0.65	0.38
Área Foliar (cm ²)	0.36	0.17	0.81	0.59	1	0.55	0.45	0.94
Peso Húmedo (g)	0.09	0.28	-0.1	0.42	0.16	1	0.06	0.26
Peso seco (g)	0.14	0.26	0.13	0.12	0.2	0.48	1	3.70E-03
%RMS	-0.09	-0.08	-0.15	0.24	-0.02	0.3	-0.68	1

4.2. Coeficientes de correlación

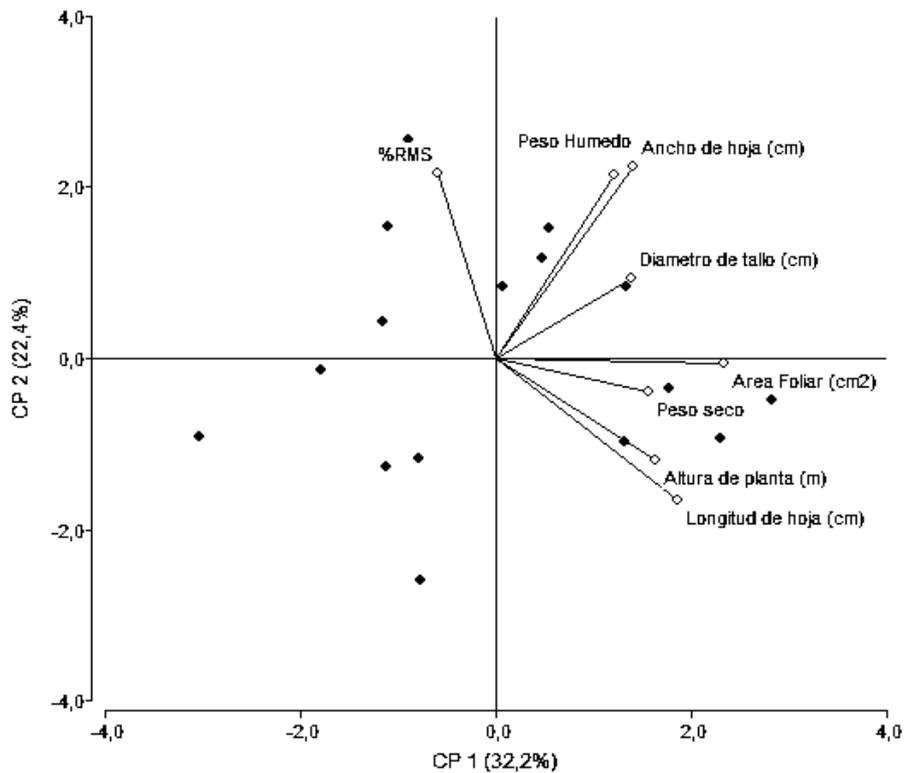
El cuadro 2. muestra los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables evaluadas, donde se observó que el área foliar tiene una correlación muy estrecha con la longitud de hoja 0.81 con alta significancia 0.000150; identificándose también la correlación entre Área foliar y ancho de hoja 0.59; y la correlación negativa entre %RMS y el peso seco -0.68, es decir que, a menor peso seco, menor será el porcentaje de rendimiento de materia seca.

4.3. Análisis de componentes principales

Cuadro 3. Análisis de los componentes principales de las variables en estudio de pasto King Grass verde (*Pennisetum purpureum* Schumach), bajo las condiciones de Babahoyo. FACIAG 2020.

Correlaciones con las variables originales		
Variables	CP 1	CP 2
Altura de planta (m)	0,59	-0,36
Diámetro de tallo (cm)	0,5	0,28
Longitud de hoja (cm)	0,67	-0,5
Ancho de hoja (cm)	0,51	0,68
Área Foliar (cm ²)	0,84	-0,02
Peso Húmedo	0,44	0,65
Peso seco	0,57	-0,12
%RMS	-0,22	0,66

Figura 2. Componentes Principales



En la Figura 2, Análisis de componentes principales, se observa una vinculación positiva con el primer eje son: peso húmedo, ancho de la hoja y diámetro de tallo. La variable mas vinculada al segundo eje en sentido positivo fue %RMS y en sentido negativo: área foliar, peso seco, altura de la planta y longitud de la hoja. La proyección opuesta del %RMS sobre el segundo cuadrante negativo en relación con las variables mencionadas en este cuartil, indica que disminuye el %RMS en la medida que las variables opuestas disminuyen su valor.

En la figura 2 también se puede el grado de asociación entre las variables que esta determinada por la separación angular que forma sus proyecciones. De acuerdo con la proyección angular la mejor asociación está constituida por peso húmedo con ancho de hoja. Seguida por altura de planta y longitud de hoja.

V.CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en el trabajo experimental, se puede concluir que:

- En la presente investigación se pudo determinar que no se detectaron diferencias fenotípicas en los individuos evaluados del material de pasto King Grass verde (*Pennisetum purpureum* Schumach).
- Con respecto al coeficiente de correlación, los resultados mostraron correlación directa entre las variables: área foliar con longitud de la hoja 0.81; de igual forma se evidencio relación entre %RMS con peso seco.
- El porcentaje promedio de Rendimiento de Materia Seca estuvo en 74.04 lo que indica que es un material de buen aporte vegetativo.

VI. RECOMENDACIONES

Por lo expuesto se recomienda:

- Incorporar nuevas variedades de pastos y forrajes a este tipo de investigaciones.
- Seguir desarrollando investigación de aspectos relacionados con el manejo y comportamiento agronómico de materiales de pasto de importancia económica.
- Socializar los resultados obtenidos en este trabajo experimental en congresos, artículos científicos y otros medios para bienestar del productor agropecuario.

VII. RESUMEN

Esta investigación se realizó con la finalidad de Describir morfológicamente el pasto King Grass verde (*Pennisetum purpureum* Schumach), bajo las condiciones agroecológicas del cantón Babahoyo. Se analizó la diversidad morfológica en un tamaño de muestra de 16 individuos situados dentro de Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad técnica de Babahoyo situado en Babahoyo provincia de Los Ríos. Para evaluar la variabilidad de características fenotípicas del pasto King Grass se adaptaron caracterizadores utilizados para otros estudios de la misma índole. Como resultados se pudo evidenciar que no existen diferencias fenotípicas en los eco tipos evaluados de King Grass verde (*Pennisetum purpureum* Schumach), ya que más del 90% de las variables evaluadas no superaron un CV > al 50%, lo que indica que la especie puede tener poca variabilidad. Con respecto al coeficiente de correlación, los resultados muestran relación entre las variables evaluadas, en donde se pudo determinar que existen variables que se relacionan como: área foliar con longitud de la hoja 0.81; De igual forma se evidencio relación entre Área foliar y ancho de hoja 0.59. Por otro lado, en el análisis también se muestra una fuerte relación estrecha %RMS y el peso seco -0.68.

Palabras claves: morfología, variabilidad, diversidad, caracterización, pasto.

VIII. SUMMARY

This research was carried out with the purpose of morphologically describing the Green King Grass (*Pennisetum purpureum* Schumach), under the agro-ecological conditions of the Babahoyo canton. Morphological diversity was analyzed in a sample size of 16 individuals located within the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo located in Babahoyo province of Los Ríos. To evaluate the variability of phenotypic characteristics of King Grass grass, characterizers used for other studies of the same nature were adapted. As results, it was possible to show that there are no phenotypic differences in the evaluated eco-types of King Grass (*Pennisetum purpureum* Schumach), since more than 90% of the evaluated variables did not exceed a $CV > 50\%$, which indicates that the species can have little variability. Regarding the correlation coefficient, the results show a relationship between the evaluated variables, where it was possible to determine that there are variables that are related to: leaf area with leaf length 0.81; Similarly, a relationship between leaf area and leaf width 0.59 was evidenced. On the other hand, the analysis also shows a strong relationship between % RMS and dry weight -0.68.

Keywords: morphology, variability, diversity, characterization, grass.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, A., Herrera, R.S, Díaz, Laisury & Aida Noda 2013; Influence of rainfall and temperature on biomass production of Pennisetum purpureum clones. Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 47, Number 4, 2013.
2. ARGÜELLES, German M. y ALARCON, Enrique M. Principales pastos de corte en Colombia su manejo y capacidad de sostenimiento. [En línea]. <http://comalfi.com.co/data/documents/Principales-Pastos-de-corte-en-Colombia.pdf>. 1997 42 P
3. Boutes, C. D. y Zarza, A. 2009. Efecto de la fertilización nitrogenada y la frecuencia de cortes sobre el comportamiento productivo de dos pasturas de cynodondactylon (l) pers en la estanzuela. http://www.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/actividades/documentos/cboutes.pdf. [Consultado: 19 de febrero de 2020].
4. Bogdan, A.V. 1977. T Fodder plants (Grasses Legumes). Group Ltd. London, Gret Britain. Pp. 475.
5. Cabrera, E.J., Sosa, E.E., Castellanos, A.F., Gutiérrez, A.O. & Ramírez. J.H. 2009. Comparación de la concentración mineral en forrajes y suelos de zonas ganaderas del estado de Quintana Roo. México. Vet. Méx. 40: 167.
6. Cáceres, O. 1985. Estudio de los principales factores que afectan el valor nutritivo de las gramíneas forrajeras tropicales en Cuba. Centro Universitario Camilo Cienfuegos y EEPF indio Hatuey. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. 65p.
7. Chacón, P. A. y Vargas, C. F. 2010. Consumo de Pennisetum purpureum cv. king grass a tres edades de cosecha en caprinos1. Agronomía mesoamericana 21(2): 267.
8. Clavero, T. & Razz, R. 2009. Valor nutritivo del pasto maralfalfa (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum) en condiciones de defoliación. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 26: 78.
9. Confalone, Adriana; Navarro, Miguel; Vilatte, Carlos; Aguas, Laura 2010; Uso del modelo expolineal en un cultivo de soja; En: X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología; Disponible en: <http://agro.unc.edu.ar/~clima/AADA/Congresos/MDQ/86.htm> [Consultado: 23 febrero 2020].

10. CORPOICA Y UNIVERSIDAD NACIONAL. 2013. www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_72.pdf.
11. Crespo. G. 2011. Comportamiento de la materia orgánica del suelo en pastizales. Rev. Cuban. Cienc. Agríc. 45 (4): 343.
12. Davila, T., Epstein, M.J. & Shelton, R. (2006). Making Innovation Work: How to manage it, Measure it, and Profit from it. Pennsylvania, (p. 262-263) Wharton school publishing.
13. Del Pozo, P. 2004. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Anuario nuevo. Universidad Agraria de La Habana, CU.
14. Díaz, Dalibia. 2007. Evaluación agronómica de nuevas variedades Pennisetum purpureum en condiciones de sequía el Valle del Cauto. Tesis en opción al Título Académico de Master en Pastos y Forrajes. Universidad de matanzas "Camilo Cienfuegos, 84 p.
15. Faría, J., B. González, Chirinos, Z. 2012. Producción forrajera de cuatro germoplasmas de pennisetum purpureum en sistemas intensivos bajo corte. Disponible en: http://www.aida-itea.org/jornada38/sistemas/miscelanea/m4_faria.pdf [Consultado: 11 marzo del 2020].
16. Febles, G. J. y Herrera, R.S. 2006. Introducción y características botánicas. En: Pennisetum purpureum para la ganadería tropical. Eds.Herrera. R.S.. Febles. G. y Crespo. G. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana.Cuba. 12 p.
17. Fortes, Dayleni. 2012. Comportamiento morfofisiológico de Pennisetum purpureum vc. Cuba CT-115 utilizado como banco de biomasa. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. 102 p.
18. Friedrich, T. 2014. Producción de alimentos de origen animal. Actualidad y perspectivas. Rev. Cuban. Cienc. Agríc. 48:5.
19. García Trujillo, R., Cáceres, O. 1982. Valor nutritivo de forrajes tropicales. I. king grass. Rev. Pastos y Forrajes, 5(3):343
20. González, R. 1995. Contribución al estudio de los factores que limitan el consumo de forraje de caña de azúcar en los bovinos. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencia, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.

21. Hernández, Naivy., Soto. F. y Caballero, A. 2009. Modelos de simulación de cultivos. Características y usos. *Cultivos Tropicales* 30:1. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/> [Consultado: 3 de febrero de 2020].
22. Herrera, R.S. 1981. Influencia del fertilizante nitrogenado y la edad de rebrote en la calidad del pasto Bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* cv. Coast cross 1). Tesis en opción al grado de Doctor en Agronomía. ISCAH-ICA. La Habana, Cuba. 145 p.
23. Herrera, R.S. 2006. Crecimiento y desarrollo. En: Fisiología, producción de biomasa y sistema silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás. 1ra Ed. Herrera, R.S., Rodríguez, Idalmis D., Febles, G.J. Ed. EDICA, La Habana, Cuba, p. 53.
24. Martínez, R.O. 2006. Mejoramiento genético por vías no clásicas. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Eds. Herrera, R.S., Febles, G. y Crespo, G. Ed. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 37p.
25. Juarez Lagunes, F.I., Fox, D. G., Blake, R. W., Pell, A.N., 1999. Evaluation of tropical grasses for milk production by dual-purpose cows in tropical Mexico. *J. Dairy Sci.* 82, 2136–2145.
26. Leão, F.F. 2009. Citogenética e potencial forrageiro de combinações genômicas de capim-elefante e milheto. Tese apresentada à para a obtenção do título de Doutor. Universidade Federal de Lavras, Brasil. 112 p.
27. Machado, R. 1985. Comparación de cultivares forrajeros. II. Efecto de la frecuencia de corte y la variedad sobre la composición química. *Pastos y Forrajes*, 9:191.
28. Martínez, R. O., Tuero, R., Torres, Verena y Herrera. R. S. 2010b. 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. Cubana Cienc. Agríc.* 44: 189.
29. Minson, J. D. (1990). *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press. San Diego,
30. Moreno, H., J. Pérez, y N. F. Meléndez. 1977. Efecto de la carga animal en la producción de carne en pasto alemán (*Echinochloa polystachya*). *Agricultura Tropical* 2:156.
31. Mota, V.J., Reis, G., Sales, S.T., Rocha, E.C., Júnior, V.R., Oliveira, F.G.,

- Walker, S.F., Martins, C.E. & Cóser. A.C. 2010. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capimelefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. Rev. Bras. Zootec. 39: 1191.
32. Peters, M., Franco, L.H., Schmidt, A., e Hincapié. B. 2002. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores de Centroamérica. Centro Agricultura Tropical (CIAT). Caliz. Colombia.p-26.
33. PIRELA, Manuel F. 2005. valor nutritivo de los pastos tropicales. manual de ganadería doble proposito. 2005. Citado el: 16 de abril de 2020.
34. Ramírez, J.L. 2010. Rendimiento y calidad de cinco gramíneas en el Valle del Cauto. Tesis presentada en opción al título de Doctor en Ciencias Veterinarias, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 121p.
35. Ramos, N., Herrera, R.S., Schalitz, G. y Curbelo. F. 1995. Estudio del rendimiento y calidad de gramíneas templadas evaluadas en Cuba. Rev. cubana Cienc. agríc. 29:109.
36. Santana, A.A., Pérez. A. y Figueredo, María Eugenia. 2010. Efectos del estado de madurez en el valor nutritivo y momento óptimo de corte del forraje napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) en época lluviosa. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 1(3): 277
37. Senra, A. 2006. Uso en la producción animal. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Eds.Herrera, R.S., Febles, G. y Crespo, G. Ed. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, p.209-219.
38. Valenciaga, Daiky, Chongo, Bertha, R. S. Herrera, 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 cubana Cienc. Agríc, 43:73.