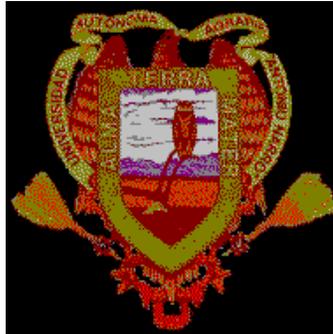


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



**Pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.), establecimiento
producción y manejo**

Por:

SOTERO LOPEZ DOMINGUEZ

MONOGRAFIA

Presentada como requisito parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Abril de 2001

**Pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.), establecimiento producción
y manejo**

Sotero López Domínguez

Universidad Autónoma Agraria

"Antonio Narro"

Abril de 2001

Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

División de Ciencia Animal

Pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) establecimiento producción y manejo

Monografía

Que como Requisito Parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Presenta

Sotero López Domínguez

Aprobada

Presidente del Jurado

Coordinador de la División
de Ciencia Animal

Ing. Luis Pérez Romero

Ing. José R. Peña Oranday

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Abril de 2001

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

División de Ciencia Animal

Monografía

Pasto Guinea (*Panicum maximum* jacq.), establecimiento producción y manejo

Sotero López Domínguez

Que somete a la consideración del H. Jurado examinador, como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

Aprobada

Presidente del jurado

Ing. Luis Pérez Romero

Sinodal

Sinodal

Ing. Gilberto Gloria Hernández

MC. Juan J. López González

Coordinador de Ciencia Animal

Ing. José Rodolfo Peña O.

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Abril de 2001

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por permitirme vivir, por conservar a mi familia saludable, por permitirme lograr mi sueño de terminar la carrera que desafortunadamente los que provenimos del medio rural pocos tenemos esa oportunidad.

A MI “ALMA MATER”

A la institución tan noble que me albergo y que me formo como ciudadano de bien en la etapa mas importante de mi vida.

A MIS ASESORES

Al Ing. Luis Pérez Romero

Por sus valiosas y atinadas sugerencias y apoyo en general en la realización del trabajo.

Dr. Heriberto Díaz Solís

Ing. Gilberto Gloria Hernández

MC. Juan J. López González

A ellos, mis mas sinceros agradecimientos por su apoyo brindado.

DEDICATORIA

AMIS PADRES

A ellos a mi Papa Sr. Juvencio López Martínez, a mi Mama Sra. Paola Domínguez Ramos, a las dos personas que con nada en el mundo les he de pagar todo lo que me han dado, a quienes les debo esto que considero un triunfo y el salir victorioso es por ellos.

A MIS HERMANOS

A mis hermanos mayores; Romeo, Julieta, Isidora, Margarita a ellos a quienes nunca me negaron su apoyo a ellos que desafortunadamente no tuvieron la misma suerte que yo de terminar una carrera pero que como su hermano menor nunca negaron impulsarme en lograr mi objetivo.

AMIS CUÑADOS:

A Honorato, a Rubén, a Toño y Tere, a quienes con su apoyo y consejos logre visualizar mis propósitos y así concluir satisfactoriamente lo que fue en un momento dado solo un espejismo.

A MIS SOBRINOS:

A Paola, Jessica, Dennis, Erik, Toño. Juve, Isaura, Diego, Mirella y Valeria, quienes me representaron el aliento de seguir adelante y poder servirles de ejemplo algún día, mismo que hoy por hoy me siento feliz de haberlo logrado.

A MIS COMPAÑEROS DE LA GENERACIÓN LXXXVIII DE LA ESPECIALIDAD DE ZOOTECNIA.

A todos aquellos que lograron visualizar su objetivo de ser profesionistas, y a los que se quedaron en el camino, se les ha de recordar siempre.

A la mujer más paciente que conozco, a la persona que admiro por dar tanto cariño y comprensión gracias..... Mary.

Índice

Página

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
INDICE DE CONTENIDO	III
INDICE DE CUADROS	IV
1. Introducción	1
Objetivos	3
Justificación	3
2. Revisión de literatura	4
Clasificación taxonómica	4
Origen y distribución	5
Descripción botánica	5
Características morfológicas	6
Floración y reproducción	7
Características genéticas	9
Variedades y cultivares	9
Ecología de la especie	11

Adaptación climática	11
Adaptación edáfica	12
Resistencia a enfermedades	13
Resistencia Plagas	13
Resistencia a la sequía	14
Producción de semilla y germinación	16
Calidad	19
Pureza	19
Germinación	19
Factores que afectan la calidad de la semilla	20
Tiempo de almacenamiento	20
Temperatura	20
Humedad relativa	20
La escarificación método para optimizar la germinación de la semilla	21
Valor nutritivo	22
Establecimiento del zacate Guinea	24

Preparación del terreno	24
Época de siembra	25
Método de siembra	25
Reproducción por semilla	25
Reproducción por esquejes	26
Fertilización método para mejorar la calidad del forraje	26
Riego	29
Costo de establecimiento	29
Rendimiento del forraje	30
Producción y calidad del forraje	32
Frecuencia de corte o cosecha	33
Asociación con leguminosas	35
Potencial como zacate bajo apacentamiento	37
Utilización y manejo general de la especie	38
<i>Panicum maximum</i> Jacq. y la producción animal	42
3. Conclusiones	44

4. Resumen	46
5. Literatura citada	49

Índice de cuadros

	pagina
Cuadro 1: Valor nutritivo de <i>Panicum maximum</i> Jacq. en diferentes etapas de crecimiento	24
Cuadro 2: Estimación de costos en el establecimiento de 1 ha de zacate Guinea bajo riego	30
Cuadro 3: Rendimiento y digestibilidad de <i>P. maximum</i> bajo distintas frecuencias de corte	31
Cuadro 4: Efecto de la madurez al corte en la composición de hojas y tallos en pasto Guinea, Paso del Toro, Veracruz	32
Cuadro 5: Efecto de la madurez al corte en producción y calidad del pasto Guinea, Paso del Toro, Veracruz	35
Cuadro 6: Producción de leche con <i>Panicum maximum</i> Jacq. durante 651 días	43
Cuadro 7: Cambio de peso de novillos en pastoreo en pradera con <i>Panicum maximum</i> Jacq. en Cotaxtla, Veracruz	43

Capitulo 1

Introducción

A nivel mundial, las áreas tropicales comprenden 89 países e incluyen la mitad de la tierra potencialmente cultivable. En esta zona se localizan 55% del ganado bovino, 36% de ovinos, 34% de porcinos, 68% de caprinos y 53% de equinos. Los rumiantes en estas áreas basan su alimentación en praderas nativas, naturalizadas y cultivadas, con gran diversidad de alternativas en el manejo del recurso pastizal.

Las regiones tropicales en México, comprenden aproximadamente el 25% del territorio nacional y se localizan principalmente en las franjas costeras, desde el nivel del mar, hasta alrededor de los 1000 m de altitud y abarcan desde el sur de Sinaloa y Tamaulipas, hasta la frontera con Guatemala y el Mar Caribe y algunas áreas de la depresión central del Río Balsas. En estas regiones existen diversas variantes de clima cálido, destacando el cálido subhúmedo, con precipitación que fluctúa entre 1000 a 2500 mm anuales, según la región y ocupa la mayor superficie, mientras que el cálido húmedo, con presencia en regiones pequeñas de los estados de Chiapas, Veracruz y Tabasco, con lluvias todo el año, en las

que el mes más seco, durante el periodo de sequía, presenta una precipitación superior a 60 mm y con mas de 2500 mm promedio anual. En todas estas regiones la temperatura del mes mas frío es mayor de 18° C lo que caracteriza este tipo de clima, (García, 1988).

En estas regiones existe una gran diversidad de problemas, derivados de un deficiente manejo de las praderas en los aspectos de conservación de su capacidad productiva, control de plagas y enfermedades, aspectos sanitarios y reproductivos del ganado y efectos diversos del clima sobre todo los animales y praderas, que se manifiestan en bajos índices de producción. Sus recursos naturales poseen un elevado potencial para la producción animal, localizándose en esta área el 50% del ganado bovino del país cuya producción se asocia íntimamente con la de los forrajes, la cual esta condicionada a la duración y distribución de la precipitación, la fertilización nitrogenada principalmente y la optima frecuencia de corte o cosecha.

Las pasturas introducidas en los trópicos y subtrópicos son inicialmente productivas pero dicha productividad decae con la edad, proceso enlazado con el debilitamiento del suelo y con el manejo en general, el cual es frecuentemente asociado con la perdida de las especies deseables. Dentro de las tantas especies de gramíneas introducidas en las regiones tropicales que se emplean como forraje, uno de los mas destacados es el Pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.), el cual ha manifestado ventajas en diversas condiciones de suelo y clima; además, ha mostrado un comportamiento bastante aceptable en comparación con otros pastos introducidos, en lo referente a rendimiento de materia seca

(MS), facilidad de establecimiento, entre otras características (Universidad de la Habana, 1978).

Objetivos

El presente trabajo tiene por objetivo presentar información respecto al establecimiento producción y manejo de la especie *Panicum maximum* Jacq., así como de los principales factores que modifican la calidad forrajera, como es la fertilización nitrogenada, requerimiento de agua y frecuencias de cosecha. Del mismo modo se pone énfasis y se plantea las ventajas sobre la optima utilización de esta gramínea, sola y en asociación con leguminosas de regiones tropicales para mejorar la calidad nutritiva de la dieta de los animales.

Justificación

La ganadería tropical es afectada por las condiciones propias de aquellas regiones, entre las que destaca la calidad del forraje misma que la mayoría de las especies de gramíneas que se emplean son de bajo valor nutritivo.

La revisión bibliográfica nos permite conocer mas sobre un tema en especial, pero además permite concentrar la información y hacerlo fácilmente disponible que en este caso es lo que se busca y así posiblemente ayudar a resolver incógnitas con lo que respecta a la utilización de este pasto adaptado al trópico como es el Guinea y aminorar así los principales factores que lo afectan.

Capítulo 2

Revisión de literatura

Clasificación taxonómica

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Paniceae

Genero: *Panicum*

Especie: *maximum* Jacq.

Sinónimos: *P. Giganteum* Mez, *P. Jumentorum* pers.

(Harvard y Bernald, 1969)

Nombres comunes en México: Guinea, Privilegio, Zacaton, Guineo.

Origen y distribución

El Zacate Guinea se considera nativo de África y se cree que fue introducido a América vía Brasil, en los desechos del material que se usaba para camas en los barcos que traficaban esclavos (White et al., 1959). Existe en la actualidad algunas variedades de esta especie que ha sido desarrolladas en Brasil, Sudáfrica, Australia y la India (Davies y Hutton, 1970).

Por lo anterior la distribución de esta especie es cosmopolita, es decir en todos aquellos lugares que cuentan con regiones con clima de tipo tropical (cálido húmedo y subhúmedo).

Descripción botánica

Pasto perenne de tipo amacollado que mide 0.5 - 4.5 m de altura. Tallos erectos, pero pueden ser también ascendentes, glabros o vellosos, de fuertes a delgados y con 3 a 15 nudos. Las hojas son lineares a lineares -lanceoladas, miden 15 - 60 cm de largo y mas 25 cm de ancho con muchas ramificaciones las

mas bajas se encuentran en un verticilo diferente, (Narayanan y Dabadghao, 1972).

Las espiguillas miden 3 - 4 mm de largo, son color verde o púrpura, glabras o algunas veces vellosas. La gluma inferior mide de un cuarto a un tercio del tamaño de la espiguilla, es amplia y abraza la base de la espiguilla, la gluma superior es tan larga como la espiguilla. El flósculo inferior es masculino o vacío, dependiendo de la variedad y el superior mide mas de 3 mm de largo, tiene una lema y una palea finamente rugosas en la parte transversal. El grano es de forma elíptica y mide alrededor de 2 mm de largo, Parsons (1972).

Características morfológicas

Planta

El Zacate Guinea como ya se dijo es una Gramínea alta (3 m o más), vigorosa amacollada, perenne, que cubre el suelo lentamente sin llegar a formar césped. Las cepas o macollos se engruesan por medio de yemas que emergen a corta distancia de la cepa principal. Se considera que una planta de edad madura tiene una proporción hoja tallo de 1: 1.1, (Whyte, 1959).

Raíz

El sistema radicular es abundante y profundo y se podría decir que tiene una formación completa cuando la planta semilla por primera vez, De León. (1977) .

Espiga

La inflorescencia del Guinea es una panícula abierta de 15 a 20 cm de longitud, produce abundante semilla que van madurando en forma heterogénea y se desgranar rápidamente (Humphreys, 1976).

Semilla

La espiguilla o espícula del Guinea tiene glumas externas lisas e internamente encierran al cariósido el primer par de glumas, formando una estructura que sierra herméticamente. Respecto al número de semillas por kilogramo hay diversidad de opiniones; Davies y Hutton (1970), dicen que hay 16 111 000; Humphreys (1976), considera que hay de 1.6 a 2.4 millones de semillas por kilo y, Whyte et al (1959) opinan que hay de 1 760 000 a 3 100 00.

Floración y reproducción

La floración en *Panicum maximum* dura bastante tiempo (a excepción tal vez de cuando empieza a finales de la temporada) y esto afecta la cosecha y la producción. Otros dos importantes factores que también afectan la producción de

semilla son el daño causado por los pájaros y una pobre formación de semilla. En Filipinas, Javier (1970) observó que el 25% de las espiguillas florecieron 6 días después de la emergencia de la canícula y que el 50% se desprendieron 15 días después. Sin embargo, en Colombia, Alarcón et al., (1969) encontró que las espiguillas maduran alrededor de 32 días antes de la antesis.

En Filipinas, la floración se presentó empezando la tarde y llegó a su máximo de las 6 p.m. a las 10 p.m. dependiendo de la variedad y duró aproximadamente 80 minutos. *Panicum maximum* es una planta apomictica facultativa y pseudogamica con alrededor de 2-3% de reproducción sexual la cual se efectúa por polinización cruzada o autopolinización y esta estimación por lo general se mantiene en la progenie de plantas sexuales (Combes y Pernés, 1970).

Javier (1970) acepta la predominante reproducción apomictica de *Panicum maximum* pero afirma que de acuerdo a la citología, la sexualidad tiene valores que fluctúan desde 22-53%; sin embargo, estos mismos autores mencionan que el 2-3% de reproducción sexual observada actualmente, dista mucho de lo estimado debido a la frecuencia en la reducción de sacos embrionarios. Aun bajo pseudogamia, la polinización es para la formación del endospermo que es indispensable para el crecimiento normal del embrión.

La apomixis y la pseudogamia del pasto Guinea fueron descubiertas por Warmke (1954), quien observó que en las espiguillas donde se habían cortado los estigmas no produjeron semilla. Sin embargo, si los estigmas fueron cortados

3 horas antes de la antesis o mas tarde, la semilla se formara de manera normal, lo que indica que el tubo polínico alcanzó al óvulo en menos de tres horas. La mayoría de las plantas y sus poblaciones son tetraploides, normalmente alotetraploides con $2n= 32$, aunque los hexaploides ($2n = 48$) ocurren con mucha frecuencia y pueden producir numerosas plantas, alrededor de 14% por medio de reproducción sexual (Combes y Pernés, 1970). También se ha reportado otros niveles de ploidia: triploides ($2n = 24$), pentaploides ($2n = 40$), octaploides ($2n = 64$) nonaploides ($2n = 72$) y plantas con números cromosómicos irregulares ($2n = 31, 36, 37$ y 38). También hay formas diploides ($2n = 16$) que difieren bastante de los tipos con ploidias altas por ser enteramente sexuales. Combes y Pernés (1970), encontraron en Korogwe, en la zona de Tanga en Tanzania, una población de plantas diploides puramente sexuales y otro centro diploide menos definido en una zona cercana a Daresalam. Estos diploides de reproducción sexual sirven como centros de variabilidad. Sin embargo, las progenies de tetraploides y de hexaploides obtenidas sexualmente también contribuyen en gran medida a la variabilidad de la especie y varias formas que han surgido son fijadas por la apomíxis.

Características genéticas

La variedad más común de Guinea es autotetraploide ($2N=36$) y muestra una irregularidad meiotica, pero como su reproducción es apomictica, la progenie de las semillas es muy uniforme (Whyte et al., 1959). Esta uniformidad la

confirma (Humphreys, 1976) quien cataloga al Guinea como una especie apomictica obligada, de sexualidad muy limitada. Sin embargo, hay algunos reportes, como el desarrollado por Javier (1970), citado por Humphreys (1976) en Laguna, Filipinas, quien observó una marcada diversidad genética en la característica de maduración y desgrane de varios clones de Guinea.

Variedades y cultivares

Panicum maximum es una especie muy variable, en especial en el este de África donde existen numerosos tipos silvestres, algunos de ellos ya han sido descritos como variedades botánicas. Las plantas difieren en habito, altura, diámetro del tallo, grado de ramificación, etcétera, y debido a sus características agronómicas se pueden distinguir principalmente dos grupos:

1. Tipos largos o medianos, recomendados para abono verde y pastoreo, pueden establecerse por medio de divisiones del macollo y con una densidad de 5 000 - 10 000 partes vegetativas por hectárea.
2. Tipos pequeños y de crecimiento lento, recomendados por lo general para pastoreo, pueden ser establecidos a gran escala casi siempre por medio de semilla, algunos son razonablemente buenos productores de semilla.

Pueden ser mas variables que la progenies de semillas apomicticas (Pernés et al., 1970). Al grupo 1 pertenecen los cultivares mejor conocidos como Colonia (Colonial) cultivado en Brasil e introducido a otros países;

Boringuen y Broadleaf, (hoja ancha), ambos cultivados en Puerto Rico; Guinea (Venezuela); Hamil que produjo mas que otros pastos en las pruebas realizadas por Grof y Harding (1970) en Australia; Gatton (Australia); Semper verde (Brasil) este nombre también es utilizado para identificar a *Panicum maximum* como especie en Brasil; Sigor y Nchisi (Kenia); King ranch (EUA) y otros cultivares menos conocidos, mencionados por Motta (1953) y otros autores.

Al grupo 2 pertenecen los cultivares Green panic o Slender Guinea (var. Trichoglume), es de la variedad mas sobresaliente conocido en Australia como cultivar Petrie, ampliamente distribuido y cultivado en el Viejo Mundo, este cultivar forma tallos finos con hojas situadas en la parte alta en la mayoría de las variedades, produce una gran cantidad de semilla, pero el porcentaje de cariósides es por lo regular pequeño. El cultivar Makueni, alcanza una altura superior a 1 m, es originario de África del sur (Kenia), es relativamente buena. El cultivar Embu (Kenia) anteriormente mencionado, es un tipo rastrero que forma una cubierta uniforme. No es un buen productor de semilla y en Australia produjo mucho menos que los tipos ordinarios durante la temporada cálida y lluviosa que es cuando se produce el mayor volumen de pasto, pero produjo 5.14 ton de MS/ha durante la temporada fresca y seca, mientras que otros cultivares produjeron de 1.89 a 3.46 ton (Grof y Harding, 1970).

Ecología de la especie

Adaptación climática

Las regiones tropicales y subtropicales es donde esta especie se ha desarrollado con éxito donde los meses mas cálidos la temperatura mas alta excede los 40° C y la temperatura mas baja en los meses fríos no desciende de los 18° C; la precipitación en estas áreas es de 1 000 a 1 800 mm anuales, (<http://www.fao.org>).

Las épocas de sequía no deben exceder de cuatro meses El Zacate Guinea, no es resistente mas que a heladas ocasionales y ligeras, pero es tolerante a las sombras y puede crecer bien bajo árboles que no tengan follaje muy denso (Whyte et al., 1959).

Coinciden con lo reportado por Jones (1969), quien señala que *Panicum maximum* crece en climas cálidos tropicales libres de heladas, quien observo una sobrevivencia de 0 a 6 % en plantas que pasaron el invierno con temperaturas de -10° C; este mismo autor reporta que esta especie tolera la sombra y puede cultivarse en plantaciones de árboles. En la india (Narayanan y dabadghao, 1972) reportan que crece y se desarrolla satisfactoriamente debajo de árboles de Mango.

Algunas variedades pueden cultivarse en trópicos semiáridos y en lugares con precipitación de 650 a 800 mm, pero la mayoría se desenvuelve mejor en lugares mas húmedos con mas de 1 000 mm de lluvia anual (Jones, 1969).

Adaptación edáfica

Panicum maximum Jacq. se establece principalmente en suelos de textura media y buen drenaje, de preferencia en suelos arenoso-margoso o margosos, no tolera los suelos pesados arcillosos o inundaciones y encharcamientos prolongados; pero si es tolerante a inundaciones pasajeras o de muy corto tiempo, siempre y cuando los ápices de los pastos se encuentren expuestos al aire, Enderson, (1970). Este mismo autor señala que cortar el pasto antes de una inundación reduce el porcentaje de sobrevivencia. Información similar nos reportan Harvard and Bernal (1969), quienes indican que esta gramínea crece bien en tierras ácidas o ligeramente ácidas, frescas, fangosas, fértiles, principalmente en tierras ricas en humus; pero que no se inunde y que no tenga drenaje incompleto, Whyte et al., (1959).

Resistencia a enfermedades

Panicum maximum es prácticamente tolerante a las enfermedades de las hojas, pero el cultivar Gamalote es sensible a la mancha foliar causada por el hongo *Cercospora fuscimaculosus*. Las espiguillas con frecuencia están expuestas a las enfermedades de los tizones causados por *Fusarium spp.* y algunas variedades son mas susceptibles que otras a las enfermedades que atacan las espiguillas. Un tizón aparentemente similar al que ataca a *Setaria*

anceps, causado probablemente por el mismo hongo patógeno (*Tilletia echinosperma*) ha sido observado en ciertas regiones de Kenia (Bogdan, 1971).

Resistencia a plagas

La germinación y emergencia la especie en estudio son lentas y dispares por lo que es necesario proteger a la plántula de las malezas, considerado como una plaga. En Rhodesia es recomendable dejar emerger las malezas para después eliminarlas y posteriormente sembrar semillas de *Panicum maximum*; también pueden utilizarse herbicidas antes de la siembra para obtener buenos resultados, incluyendo diferentes formas de 2,4-D, Bailey (1967). Este mismo autor sugiere realizar cortes oportunos o pastoreos si las malezas son palatables en suelos con una gran población.

En general durante el establecimiento se deberá poner especial atención al combate de las malas hierbas y de retoños de árboles o arbustos en áreas mal desmontadas o mal quemadas. El problema de malas hierbas se acentúa, cuando se trata de sembrar acahuales jóvenes o áreas que han sido utilizadas con cultivos agrícolas anuales.

Resistencia a la sequía

En un estudio llevado a cabo por Martínez et al., (1996), donde evaluaron el efecto de la humedad del suelo y profundidad del horizonte argílico sobre el desarrollo del pasto Guinea, según resultados, encontraron diferencia significativa en el contenido de humedad del suelo en las diferentes épocas del año y entre el estrato superficial y el horizonte "B" de acuerdo a la profundidad del argílico. La disponibilidad de materia seca (MS) y crecimiento de la planta dependió de la interacción entre época del año con profundidad del argílico y del manejo del pastizal según los niveles de suplementación que recibían los animales.

Las relaciones suelo-planta medida por las correlaciones entre los componentes de la planta y la humedad del suelo explican el papel del argílico menos profundo en proveer agua aprovechable por la planta en el periodo de escasas lluvias y en la recuperación del pastizal después de una prolongada sequía. En la época de lluvia el crecimiento de la planta depende del contenido de humedad del suelo en el estrato superficial y no del horizonte argílico, (Martínez et al.,1996). Por lo que podemos concluir que esta especie necesariamente requiere de humedad disponible en el horizonte argílico en las épocas de crisis, y este factor lo puede resolver el hombre proveyendo de agua mediante riegos calendarizados que como se sabe es una practica que muy rara vez lo practican productores de aquellas regiones.

Investigación efectuada por González y Páez (1995), donde estudiaron los efectos de deficiencia hídrica en las diferentes etapas de desarrollo (reproductiva y vegetativa) de *Panicum maximum* reportan que la producción de biomasa sólo

fue afectada por déficit cuando se aplicó en la etapa reproductiva. Encontraron cierto tipo de tolerancia en el peso seco total y de los culmos con una doble aplicación de deficiencia hídrica en el mismo grupo de plantas. El área foliar se redujo con el déficit hídrico siendo mayor cuando se aplicó en la etapa reproductiva. Similarmente, la relación de área foliar (RAF), disminuyó por efecto del déficit hídrico durante ambas etapas, siendo más afectada en la reproductiva. En la etapa vegetativa, la RAF disminuyó debido a reducciones en la relación de peso foliar (RPF), en contraste con las reducciones debido a disminuciones en el área foliar específica (AFE) durante la etapa reproductiva. La aplicación de un segundo ciclo no altera estos resultados. La velocidad neta de asimilación (VNA), la velocidad relativa de crecimiento (VRC) y la duración del área foliar (DAF) fueron afectadas por el déficit durante ambas etapas, obteniéndose reducciones mayores durante la etapa reproductiva. La aplicación de dos ciclos de deficiencia hídrica a un mismo grupo de plantas generó valores nulos en la fotosíntesis neta. En conclusión, la aplicación de un déficit hídrico durante la fase reproductiva tiene un efecto más pronunciado en el crecimiento y la fisiología del pasto Guinea.

Producción de semilla y germinación

Producción en el campo. La producción de semilla de Zacate Guinea es una de las más complejas, en México se trata solo de una actividad familiar en la que participan mujeres y niños y ocasionalmente el jefe de la familia, cuando le

queda algo de tiempo en su actividad primaria. Cada una de estas familias llega a coleccionar de 50 a 100 kg de semilla en una temporada, semilla que entregan a acaparadores, (De León, 1977).

El método de cosecha es como sigue; se cortan espigas que por su color se juzga que estén maduras o muy próximas a madurar; las espigas que recolectan los miembros de la familia, se amontonan en el patio de la casa o en el campo mismo, los montones son tan altos como se pueda y se cubren con una manta, lona o con un lienzo de polietileno, de esta manera se deja que las espigas “suden” uno o varios días durante los cuales, debido al alto contenido de humedad de la semilla se presenta elevadas temperaturas en el interior de la pila de espigas, ocasionando la muerte de embriones, en demérito de la calidad de la semilla, pero a favor de la economía del colector, ya que el recibe mas dinero entre mas semilla entregue al comerciante, independientemente de la calidad de la semilla. Cuando ha pasado el periodo de “sudado” se quita la lona que cubre el montón de semilla, se toman pequeños haces de espigas y se sacuden y restriegan entre si para que desgrane toda la semilla posible, luego se junta esta y como normalmente no se hace toda la operación sobre un piso de concreto o sobre lona, cuando se recoge la semilla, se levanta con tierra, piedras y demás basura que se encuentran presentes. La semilla así coleccionada se filtra con arpillas o tela mosquitera , se envasa en costales de yute, mantas o otros materiales, posteriormente se lleva acabo un proceso adecuado de secado, (De León 1977). Posteriormente viene lo que es la maduración poscosecha, que es importantísimo, y de acuerdo a Smit (1970), puede tomar de 6 a 18 meses.

La semilla tiene forma de una espiguilla con una sola cariósida y dependiendo de la variedad, difiere en tamaño. En variedades con espiguillas largas, 1 000 de estas pesan 1.40 g (7 000 000/kg) y 1 000 semillas escarificadas, es decir a las que se les han removido las suaves glumas pesan 0.85 g (1 200 000/kg). Las semillas sin procesar de la var. Sabi que tienen espiguillas pequeñas pesan 0.75 g/1 000 o 1 350 000/kg (Bogdan, 1966). Whyte et al. 1959) mencionan un número mayor de semillas por kilo 1 760 000 - 3 100 000 debido posiblemente a que también se presenta un gran número de espiguillas vacías.

En un gran número de variedades, la mayoría de las espiguillas pueden estar vacías, pero en otros tipos el porcentaje de espiguillas con cariósida puede ser razonablemente alto, por ejemplo, el cultivar Makueni, originario de Kenia o el cultivar Sabi de Rhodesia, que son relativamente buenos productores de semilla. Se tiene poca información sobre la producción de semilla y viejos reportes de Kenia muestran que el pasto Guinea delgado produce alrededor de 300 lb de semilla / acre (alrededor de 335 kg/ha) lo que tal vez se refiere a semilla de baja calidad, donde el porcentaje de espiguillas con cariósida puede ser tan bajo como de 1 a 5%. Boonman y Van Wijk (1973) reportan que el cultivar Makueni produce 25 kg de semilla pura germinable/ha.

En Filipinas Javier (1970), reportan una producción de 48 - 51 kg/ha de semilla con un 5 - 7% de semillas bien formadas en tres cultivares y una producción de 99 - 156 kg en dos selecciones del cultivar Sabi.

La cosecha se realiza manualmente azotando la panícula de las variedades largas o cortando el pasto cerca del suelo en las variedades de panícula pequeña, apelmazándolo y posteriormente trillándola al golpear con palos. Para prevenir un excesivo desprendimiento de semilla y evitar un posible daño por pájaros, las canículas pueden amarrarse antes de la cosecha o los stooks se voltean boca abajo.

La semilla requiere de una maduración poscosecha, y de acuerdo a varios autores pueden tomarse de 6 a 18 meses. La longevidad de la semilla depende de las condiciones de almacenaje, y en contenedores sellados a una temperatura de 10° C la viabilidad puede durar mucho tiempo, pero pierde rápidamente si se almacena en bolsa y a temperaturas mayores de los 10° C.

Calidad

De León (1977), señala que la calidad de la semilla de zacates se cuantifica en un laboratorio con equipo y personal especializado y esta comandada por dos factores que integran la siguiente formula:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Pureza} \times \text{Germinación}}{100}$$

Pureza

La pureza es el numero de gramos de semilla de cada muestra de cien que están llenas o que tienen cariósido formado, (se expresa en %), De León (1977).

Germinación

La germinación es el numero de semillas de cada cien semillas puras, que están vivas y que presentan una germinación normal inmediata o dureza debida a la latencia propia de la especie (se expresa en %). La semilla pura y viva es la proporción que tiene el lote de semillas analizado, que estén llenas o con cariósido formado y que además estén vivas, Humphhreys (1976).

Factores que afectan la calidad de la semilla

Tiempo de almacenamiento

En Rhodesia (Smith, 1970) ha reportado una germinación del 5% en semillas recién cosechadas, la germinación aumento a 24% cuando se almaceno alrededor de un año.

Temperatura

En un estudio llevado a cabo por Sarroca et al., (1980), señalan la posibilidad de mantener la germinación de las semillas de zacate Guinea después de 14 meses de almacenamiento (a temperatura baja y con un contenido de humedad inicial bajo, 10 a 11%). Si no se dispone de cámara fría la semilla puede ser almacenada al ambiente de 6 a 8 meses sin que afecte la variabilidad. Por lo que también concluyen que existe una mayor influencia de la temperatura en la germinación en comparación con la humedad relativa. Las semillas almacenadas a bajas temperaturas mantienen su viabilidad por un espacio mas prolongado de tiempo (Tomeu, Mendiola y Díaz, 1973).

Humedad Relativa

El contenido de humedad en las semillas es una función de la humedad relativa de la atmósfera. En muchas regiones húmedas del mundo (especialmente en las regiones tropicales), la humedad del medio es tan alta que cuando las semillas son almacenadas al ambiente los contenidos de humedad de las semillas pueden ser asta de 16 a 18% con ulterior deterioro de las mismas que se refleja en la germinación.

Dange y Kothari (1968), establecieron el 71% de humedad relativa como el mas alto tolerable por las semillas almacenadas de *Pennisetum typhoides* para

mantener su capacidad de germinación. Humedades superiores favorecieron el ataque de hongos, y a su vez, causaron el fallo completo de la germinación en poco tiempo.

La escarificación método para optimizar la germinación de la semilla

Hay reportes que señalan la obtención de hasta un 40% de germinación en la semilla de *Panicum maximum* Jacq., cuando fue escarificada químicamente con ácido sulfúrico por 10 min. Las glumas suaves de las espiguillas pueden inhibir la germinación, pero las duras (la lema y la palea de los flósculos fértiles) no deben quitarse y en las pruebas realizadas por Smith (1970), las cariósides desnudas no germinaron.

La germinación puede aumentarse también al sumergir la semilla a una solución de KNO_2 o en agua en circulación. Alternar humedad y sequedad durante las primeras etapas de germinación puede incrementar la germinación de la semilla y pasa lo mismo alternando las temperaturas por ejemplo de 10 a 40° C.

Valor nutritivo

Panicum maximum es considerado un pasto muy palatable para cualquier tipo de ganado, por lo menos en las primeras etapas de crecimiento, o sea unas semanas después del último corte o pastoreo. En las últimas etapas de crecimiento, las hojas son muy palatables, pero los tallos gruesos de las

variedades mas robustas no son muy apreciados, el pasto de otras variedades mas finas que se encuentran en una etapa mas avanzada tienen tallos finos que también son menos palatables.

De acuerdo al análisis citados por Butterworth (1967), el contenido de PC en el pasto cortado en diferentes etapas de crecimiento fluctúa desde 4 a 14%, pero se han registrado contenidos mayores. En Venezuela, la variedad *trichoglume* contenía mas de 20% de PC a los 28 días después del ultimo corte pero se redujo hasta 8.8% en el pasto con 56 días de crecimiento (Combellas y González, 1973). Algo similar sucedió en Brasil (Gomide et al., 1969) donde un pasto con 4 semanas de crecimiento contenía 22.6% de PC y 12.4 y 8.5% a las 12 y 32 semanas después del ultimo corte.

También se han reportado altas cantidades de PC para cultivos jóvenes y fuertemente fertilizados con N en Puerto Rico, Kenia y ocasionalmente en otras áreas. Sin embargo, el efecto de los fertilizantes no siempre es consistente y aunque se han obtenido incrementos en el contenido de PC en el pasto de *Panicum maximum* se mantuvo casi intacto cuando las cantidades de N se incrementaron de 140 a 420 kg/ha.

El contenido de FC fluctúa entre 28 y 36% dependiendo principalmente de la frecuencia de cortes y de la edad de la planta. El contenido de P con frecuencia excede el 0.15% que es el adecuado para los requerimientos del ganado, aunque en Ghana se ha reportado un 0.11-0.15 % de P en plantas relativamente jóvenes (Sen y Mabey, 1966) y Gomide et al., 1969) han obtenido datos

similares. El contenido de ELN varia de 40-50% y al parecer es ligeramente menor que en otros pastos; el contenido de ELN es de 0.6-2.8 %. También se han reportado contenidos relativamente altos de Na.

Los datos obtenidos por diversos investigadores y citados por Butterworth (1967) dan una digestibilidad de MS que varia de 40-62%; el contenido de NTD varia de 38-61%, aunque hubo un caso donde una planta muy vieja donde el contenido de NTD fue de 31%.

La digestibilidad de la proteína cruda fluctúa de 15-73%, dependiendo de la edad de la planta y del contenido de PC y el contenido de PCD es de 0.6% en pasto que contiene alrededor de 4% de PC hasta 71% cuando el contenido de PC fue superior al 15%. De acuerdo a Butterworth (1967), la digestibilidad de la FC fluctúa de 40-70%, el contenido de ELN es de 26-27%, estas cifras muestran la gran variación del valor nutritivo del pasto de *P. maximum* que depende principalmente de la etapa de crecimiento en el que fue cosechado.

En cuanto al valor al valor nutritivo del Guinea citamos análisis expuesto en <http://www.fao.org>., según se muestra en el siguiente cuadro, donde se puede observar la variación que existe dependiendo del tiempo transcurrido al momento de la cosecha, considerando las principales fracciones que la conforman.

Cuadro 1: Valor nutritivo de *Panicum maximum* Jacq. en diferentes etapas de crecimiento. (<http://www.fao.org>.)

%	%
---	---

Edad	Principios Brutos				Principios Disponibles			
	Proti- dos	Grasas	Gluci- dos	Celulo- sa	Proti- dos	Grasas	Gluci- dos	Celulo- losa
Verde	2.4	1.3	13.6	9.6	1.5	0.6	9.3	5.6
10 días	3.9	0.4	8.4	5.3	0.5	0.2	5.2	2.8
20 días	2.9	0.5	11.3	6.7	1.8	0.2	7.5	3.9
30 días	3.1	0.5	11.4	11.3	1.9	0.3	7.8	6.6
40 días	2.2	0.4	12.8	7.8	1.3	0.2	5.3	4.4
50 días	2.2	0.6	9.5	12.6	1.4	0.3	6.5	7.3
60 días	1.3	1.9	9.8	9.6	0.8	0.8	6.3	5.4
70 días	1.1	1.3	7.9	6.6	0.8	0.7	5.7	3.6
80 días	1.1	0.7	10.4	7.9	0.7	0.3	6.9	4.4
90 días	1.2	1.8	11.5	12.4	0.8	0.9	7.9	7.3
100 días	1.0	0.8	10.5	10.5	0.6	0.4	6.5	6.2

Establecimiento del zacate Guinea

Preparación del terreno

Para el establecimiento debe procurarse la preparación de una buena calidad de siembra con maquinaria; de no poderse hacer así, se puede sembrar sobre cenizas producto de un desmonte y quema a mano.

Época de siembra

Como se menciona anteriormente la época de siembra será en cuanto empiece el patrón de lluvias, o un poco antes si es posible mismo que se modifican de acuerdo a la época de lluvia de cada región (De León, 1977).

Método de siembra

Reproducción por semilla

La siembra puede hacerse al voleo o si el terreno lo permite puede usarse equipo convencional de siembra para especies pequeñas. La densidad de siembra a utilizar es un factor modificado por las condiciones del terreno, el equipo a utilizar y sobre todo la calidad de la semilla de que se dispone. En México, por lo general, la semilla que se encuentra en el mercado es de una calidad baja y heterogénea y muchos ganaderos acostumbran elevar sus densidades para asegurar un buen establecimiento, (De León, 1977). Este mismo autor refiere que en algunas regiones de México se acostumbra acompañar al Guinea durante el primer ciclo de crecimiento con un cultivo anual como maíz o sorgo forrajero, en cualquiera de los casos deberá tenerse en cuenta que la densidad de siembra del cultivo sea mas baja de lo normal o se tendrá problemas en el establecimiento de la pasta. Sea por siembra en el lugar de cultivo, a razón de 5 kg/ha al iniciar las lluvias. Hay que rastrillar superficialmente y pasar el rodillo, pues las semillas son muy pequeñas. Al principio es necesario impedir que prosperen las malas hierbas, pero una vez formado la cepa el crecimiento se hace vigoroso, Mottoka et al., (1967).

Reproducción por Esquejes

En áreas pequeñas se puede establecer este Zacate por esquejes, una planta establecida se obtienen los esquejes de cepas desgajadas, cortando las raíces y los tallos a 2 y 10 cm de la corona respectiva, Harvard-Duclos, (1969).

Por otro lado Chacon y Sarmiento (1993), recomiendan plantar esquejes de 15 cm, a una densidad de una planta por metro cuadrado.

Fertilización método para mejorar la calidad del forraje

El contenido de proteína de los pastos y forrajes tropicales es sumamente importante en la alimentación animal. Bajos niveles de proteína normalmente resultan en una disminución en el consumo de pastos. El nivel crítico de proteína en forrajes tropicales está establecido en 7%, manifiestan que los valores por debajo de este nivel es normal encontrarlo en pastos tropicales durante la época de sequía, señalando que es necesario corregir esta deficiencia para aumentar el consumo de pasto por el animal (Pirela et al., 1996).

Una de las prácticas culturales capaces de aumentar el contenido de nitrógeno en los pastos lo constituye la fertilización nitrogenada, por lo que se hace necesario conocer la cantidad de fertilizantes nitrogenados que debería aplicarse

al sistema suelo-planta para poder subsanar las variaciones que se presentan en el contenido de nitrógeno en los pastos.

En un estudio efectuado por Pirela et al (1996), con el objeto de evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la estratificación del nitrógeno (0, 200 y 300 kg N/ha/año) y el rendimiento de materia seca del pasto Guinea, resultados que obtuvo muestran un incremento en la concentración de nitrógeno total de la biomasa removida con el aumento de los niveles de nitrógeno aplicados observándose una disminución de la misma durante los periodos de lluvia. Esta disminución en la concentración de nitrógeno en la materia seca, ocurre posiblemente debido al alto contenido de humedad de los pastos durante el periodo lluvioso.

Existe un mejor efecto del tratamiento de 200 kg N/ha, ya que según resultados, generó rendimientos para la biomasa removida, residual y radicular respectivamente. Esta respuesta positiva es de esperarse ya que el nitrógeno forma parte primordial de las estructuras proteicas y de la clorofila en las plantas, lo que le permite un estímulo en el desarrollo y crecimiento de hojas y tallos (Pirela et al, 1996).

Coinciden con resultado reportados por Crespo (1974), quien señala que el uso eficiente del nitrógeno varía estacionalmente, dependiendo principalmente de la precipitación. Igualmente otros autores han observado en sus estudios la presencia de una disminución en el contenido de nitrógeno en la materia seca durante la época de lluvia. Esta respuesta del Zacate Guinea lo reporta Coto et

al.,1989, quienes han encontrado resultados similares, manifestando además que el efecto es lineal y positivo, ya que el nitrógeno forma parte importante de la estructura química de las proteínas.

Aspioles et al., (1977), aplicando dosis de 0, 400, 500 y 600 kg N/ha encontraron que a medida que aumentaba el nivel de fertilización con nitrógeno se incrementa la producción de PC en el pasto y que esta tiende a incrementarse en los periodos de más lento crecimiento.

En numerosos países, la aplicación de N ha producido incrementos en la producción de MS y PC y también aumenta la producción animal. Por lo general las respuestas son altas aun con cantidades moderadas de N de 100 - 250 kg/ha, disminuyendo gradualmente conforme a la aplicación de un máximo de 600 kg de N/ha. En Queensland Grof y Harding (1970), obtuvieron un incremento de 38 kg de MS por kilo de nitrógeno al aplicar 140 kg de N/ha.

Además la aplicación de fertilizantes ayuda a mejorar considerablemente la producción de semilla (Ramos, 1977), siendo el nitrógeno y el fósforo los elementos de mayor importancia. El primero de ellos (Camacho, 1977),es indispensable para la producción de gramíneas, porque de su disponibilidad depende el vigor y el numero de los tallos y ramas florales; y el segundo, además de estimular el aprovechamiento del nitrógeno, es definitivo para mantener una buena fructificación y formación del fruto o semilla.

Riego

El riego se contempla para las épocas críticas que varían de acuerdo a la región que bien pueden ser los meses de marzo a mayo considerando también la etapa en que se encuentre la planta ya que en la fase reproductiva es la etapa que mas afecta la producción de biomasa (González y Páez, 1995). Lo anterior se contempla efectuarlo por inundación mediante bordeo y canalización en el terreno obviamente.

Esta actividad lo podemos contemplar una vez ya establecida la planta ya que el riego de presiembra es necesario pero precisamente por tal razón se debe tomar en cuenta el sembrar en la temporada de lluvia para asegurar el establecimiento de la especie evitando costos que podemos evitar (De León, 1977).

Costo de establecimiento

El establecimiento de la especie en estudio resulta rentable si consideramos que con un buen manejo podemos cosechar el forraje hasta por 6 años, además de que el costo de establecimiento es mínimo como se puede observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 2: Estimación de costos en el establecimiento de una hectárea de zacate Guinea bajo riego.

Concepto	Costos			
	Veces	Unidades	\$/U	(\$) parcial
Preparación del terreno				
Barbecho	1	1 ha	350.0	350.0
Rastreo	1	1 ha	300.0	300.0
Bordeo y Canalización	2	1 ha	300.0	600.0
Siembra				
Semilla	1	5 kg	60.00	300.0
Fertilizante Nitrogenado	2	100 kg	200.0	400.0
Siembra y Fertilizac. grano pequeño	1	1 ha	300.0	300.0
Herbicidas	2	2 L	60.0	240.0
Riegos				
Riego de auxilio	2	1 ha	200.0	400.0
Costo Total				2 890.0

Rendimiento del forraje

Existen numerosos y controvertidos datos sobre la productividad de *Panicum maximum* en la literatura. Crowder et al., (1970) afirman que en Colombia, un cultivo de esta planta bien fertilizado y con riego puede producir hasta 40-50 ton de MS/ha y en la India (Narayanan y Dabadghao, 1972) han reportado una producción de 226 ton de forraje fresco/ha/año en 12 cortes.

En Puerto Rico se reporto una producción de 46.72 ton de MS/ha en un cultivo fertilizado con 900 kg de N/ha y en otras pruebas se obtuvo una producción superior a las 35 ton/ha (Vicente-Chandler et al., 1972). También en Tailandia se han obtenido buenos resultados; 20 ton de MS/ha/año en los primeros 2 años de crecimiento cuando el pasto fue bien fertilizado con N-P-K y con riego durante la temporada de sequía (Holm, 1972).

En la Guayana Francesa Borget (1966) obtuvo una producción menor de 14.4 ton de MS/ha, pero la producción real es entre las 4 y 12 ton de MS/ha o 15 y 50 ton de forraje fresco y algunas veces puede ser menor. La producción depende de la variedad, fertilidad del suelo, fertilizantes aplicados, lluvia y manejo. En el siguiente cuadro se puede observar claramente la variabilidad que muestra esta especie y reafirma lo que otros autores señalan sobre la producción y calidad del mismo basándose en la digestibilidad *in Vitro*.

Cuadro 3: Rendimiento y digestibilidad de *Panicum maximum* bajo distintas frecuencias de corte (Romero et al., 1988).

Frecuencia de Corte	Producción kg MS/ha	Digestibilidad <i>in Vitro</i> (%)
----------------------------	----------------------------	---

3	2890	65
6	3380	52
9	4893	47
10	12 306	47

* Cortes efectuados cada 3, 6, 9 y 10 semanas.

Nótese que a medida que aumenta el intervalo en días entre cortes el rendimiento de MS también aumenta pero la digestibilidad disminuye mostrando correlación negativa en tiempo entre cortes y digestibilidad.

Producción y calidad del forraje

En Nigeria, Oyenuga (1960), determino que el pasto Guinea daba el índice mas alto de crecimiento y el mayor rendimiento de forraje verde (70 toneladas por hectárea y por año), cuando se le dejaba un crecimiento de doce semanas. El corte cada tres semanas dio un rendimiento mínimo total de 50 toneladas por hectárea. Con el corte cada doce semanas se obtuvo también el rendimiento mas alto de materia seca. El porcentaje de proteína cruda en la materia seca, en los cortes cada tres semanas, fue aproximadamente de 11.6 y disminuyo al 6.4 por ciento, al cortar el pasto cada 12 semanas. Datos similares encontró Garza (s/f) como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 4: Efecto de la madurez al corte en la composición de hojas y tallos en pasto Guinea, Paso del Toro, Veracruz. Garza (S/F).

Especie	Semanas	% Proteínas		Kg. Produc./ha		Contribución en % hojas
	Al corte	Hojas	Tallos	Hojas	Tallos	
Z. Guinea	3	8.9	5.9	29	5	85
	5	6.7	4.7	35	10	78
	7	5.3	3.7	61	20	75
	9	4.4	3.1	62	33	67

Frecuencia de corte o cosecha

El manejo de los pastizales mejorados con vistas a maximizar la productividad implica conocer el comportamiento de sus especies frente a la defoliación periódica (corte o pastoreo). Existe una base de conocimientos prácticos sobre manejo y productividad de pastizales tropicales, de modo que, en general, al menos para las especies más difundidas, se tienen datos sobre su producción aérea bajo diferentes regímenes de uso. En un experimento llevado a cabo por Moreno y Sarmiento (1993), donde estudiaron la evolución de la biomasa aérea y la dinámica de producción de vástagos y hojas en plantas de *P. maximum Jacq.* sometido a tres frecuencias de corte (0, 30 y 60 días) en un ecosistema característico de las regiones tropicales. Las plantas no cortadas (0) alcanzaron mayor biomasa aérea y producción primaria, seguidas de las plantas sometidas a corte cada 60 días, y, por último, las plantas cortadas cada 30 días, pero aunque las plantas no cortadas alcanzaron mayor producción aérea que las sometidas a corte, sin embargo, la biomasa se distribuye en órganos de sostén principalmente poco utilizables como forraje.

Las plantas sometidas a corte crecieron mas por unidad de biomasa aérea, y la producción relativa fue mayor en el grupo sometido a corte cada 30 días. Este incremento se relaciona con mayor producción de laminas foliares y, por consiguiente, con el desarrollo del área foliar mayor que en las plantas no cortadas, las que, por el contrario, distribuyen la mayor parte de sus asimilados en la producción de tallos o de inflorescencias.

De este modo, *P. maximum* sometido a corte en las frecuencias indicadas, responde a través de mecanismos que le permiten compensar la gran pérdida de biomasa aérea ocasionada por el corte o cosecha. Los principales mecanismos para compensar estas pérdidas son: a) aumento de la producción relativa de hojas; b) posible traslado de sustancias de reserva desde los órganos subterráneos hacia el tejido aéreo remanente; c) distribución de nuevos asimilados en tejidos asimilatorio, incrementando el área foliar ; y d) aumento en la tasa de renovación de hojas, Moreno y Sarmiento, (1993).

Resultado similar encontró McNaughton (1979), quien señala que la cosecha periódica favorece el proceso productivo, es decir, hay mayor producción por unidad de biomasa; lo anterior lo comprobó al someter a pastoreo suave una pradera donde predominaba *P. máximo*, y donde hallo aumento en la producción aérea de dicha especie. Además de estos mecanismos, las plantas sometidas a corte o cosecha periódica tienen mejor calidad forrajera, ya que no ocurre una lignificación severa como se sabe ocurre en las plantas viejas, (Chacon, 1989).

En Trinidad, Paterson (1953) demostró que, al aumentar el intervalo de tiempo entre cortes, disminuye el contenido de proteínas del pasto Guinea (*Panicum maximum*); mientras que la materia seca aumenta.

A partir de los resultados obtenidos para el área foliar y la tasa de asimilación diaria de CO₂ se sugiere que la frecuencia de optima de corte estaría alrededor de 40 días; sin embargo a partir de este momento el carbono asimilado es asignado a estructura de sostén y de reproducción (Chacon-Moreno y Sarmiento, 1995); en consecuencia la frecuencia para producir un rendimiento optimo de forraje sería entre 30 y 35 días, cuando la tasa asimilatoria es mas alta con respecto a la encontrada en las plantas de control, y que el área foliar esta cercana al máximo.

Cuadro 5: Efecto de la madurez al corte en producción y calidad del pasto Guinea. Paso del Toro, Veracruz. Garza (S/F).

Semanas al corte	Ton/ha de M.P	Materia seca %	Hojas %	Proteína %
3	0.4	19	78	8.2
5	0.8	19	71	6.1
7	1.7	25	68	4.8
9	2.5	27	57	3.8

Asociación con leguminosas

En Australia y otros lugares se han establecido satisfactoriamente mezclas con *Centrosoma pubescens* y con *Stylosanthes guianensis*. Otras leguminosas han sido cultivadas con resultados variables, pero la mayoría de las veces favorables como *Glycine wightii*, *Macroptilium atropurpureum*, *Pueraria phaseoloides*, *Desmodium uncinatum* y *D. Intortum* y ocasionalmente *Stizolobium deeringianum*, *Calopogonium orthocarpum*, *Indigofera spicata* y *Leucaena leucocephala*.

En pruebas realizadas en Queensland (Grof y Harding, 1970), encontraron que *Stylosathes guianensis* forma una mezcla mas balanceada que las otras cuatro especies estudiadas, las leguminosas constituyen alrededor del 47% del pasto, siendo la producción total de la mezcla de 5.77 ton de MS/Ha y 66 kg de N/ha, del cual la leguminosa contribuyo con 46 kg y el pasto 20 kg. las mezclas con *Macroptilium atropurpureum* y *centrocema pubescens* produjeron 4.43 y 3.98 ton de MS/Ha respectivamente, de las cuales las leguminosas constituían el 25 y 43%.

En Kenia (Kenya Report, 1970), las mezclas con *Desmodium uncinatum* y *D. Intortum* produjeron en el ciclo (1969-1970), 7.6 ton y 9.1 ton de MS/Ha respectivamente en comparación con las 4.1 ton producidas por *P. maximum* cultivado individualmente.

En otras pruebas, las mezclas con leguminosas incrementaron la producción de MS hasta un 100%, pero por lo general, los incrementos son bajos, algunas veces insignificantes y en algunas ocasiones los rendimientos han sido menores que los obtenidos con pastos puros.

El contenido de PC aumenta invariablemente debido a la presencia de leguminosas en el prado, los incrementos pueden ser duplicados e incluso cuadruplicados. La producción animal con mezclas de *P. maximum*/leguminosa es por lo general mucho mayor que la de pasto solo.

Potencial como zacate bajo apacentamiento

En un estudio llevado a cabo por Osuna et al., (1991), donde evaluaron el pasto Guinea, bajo diferentes niveles de carga animal (2 y 3 UA/ha) y de suplementación alimenticia (0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 kg MS/100 kg PV-día), sobre el rendimiento y el valor nutritivo de esta especie de pasto, en una región tropical, y según resultados la suplementación no afectó el rendimiento ni la calidad del pasto Guinea, bajo ninguna de las cargas estudiadas. Sin embargo, la carga animal 2 UA/ha resultó con mayores rendimientos (kg MS/ha-28 días), tanto al inicio del ensayo (1921 kg) como al final (1691 kg), que la carga 3 UA/ha (1234 y 481, respectivamente). El rechazo de materia seca por los animales, por encima de 50 cm de altura del pastizal, fue superior en el tratamiento de carga 2 UA/ha. La calidad en términos de proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) y nutrientes digestibles totales (NDT), fue superior para el

pasto bajo la carga 2 UA/ha. Los valores mas bajos y mas altos encontrados fueron 2.62 y 11.16% de PC, 34.20 y 54.11% DIVMO y 35.90 y 56.81% NDT durante los meses secos y los meses con precipitación respectivamente.

El nivel de carga 3 UA/ha tubo una respuesta totalmente diferente al nivel de carga 2 UA/ha en la disponibilidad de MS; en el transcurso de todo el periodo de evaluación, la cantidad de MS estuvo por debajo de los requerimientos teóricos de MS de los animales.

Durango et al., (1970), reportan valores de MS parecidos a los obtenidos en la carga 2 UA/ha; existen valores mas altos trabajando en ganado de carne (Linares 1981). Para cargas superiores a 2.5 UA/ha la disponibilidad de MS en Guinea, no era suficiente, dada su baja eficiencia de utilización, Chango (1982).

Autores como Lamela (1987) indican una disponibilidad de MS en la misma especie de pasto, superior 35 kg de MS/vaca/día. También utilizando cuatro niveles de carga 2.0, 2.5, 3.0 y 3.5 vacas/ha en la época seca hasta 548 kg/ha en primavera, Davidson et al., (1985), con una carga de 3 UA/ha en forma global, en pasto guinea, es necesario la suplementación (Hernández et al., 1987). De esta manera recomiendan la suplementación con cargas en el orden 3.5 UA/ha, Jerez et al., (1988).

Utilización y manejo general de la especie

El zacate Guinea es una especie valiosa que se puede utilizar mediante pastoreo directo, suministro de verde triturado, heno, o ensilado, puede rendir de 50 a 60 toneladas de forraje verde por hectárea, bajo condiciones favorables (Whyte, 1959). Aunque hay reportes de que puede rendir hasta cien toneladas de forraje verde por año (Havard y Bernald, 1969).

Es aconsejable utilizar el Guinea en cualquiera de las formas citadas, a intervalos de 3 a 4 semanas durante la época de crecimiento a una altura de 15 a 20 cm (Whyte, 1959)

El zacate Guinea, al igual que la mayoría de zacates formadores de macollos no persiste bajo un pastoreo o pisoteo intenso y continuo; produce mejor sometido a un sistema de rotación de pastoreo. Debido a la dificultad de conservar heno en zonas tropicales el excedente de producción que tiene los zacates amacollados como el Guinea se usa frecuentemente para preparar ensilados, de esa manera se puede tener forraje disponible durante las épocas de estiaje (Whyte, 1959).

En áreas húmedas el Guinea se puede utilizar bien, asociado con leguminosas tropicales como (*Centrosema pubescens*), (Kudzu), (*Pueraria phaseoloides*) y otras, whyte (1959). Una pasta vieja de Guinea puede ser renovada permitiendo que semille la población existente de plantas procediendo luego a hacer alguna preparación de cama de siembra rústica, mediante un paso ligero de rastreo con arado de discos o quemando el crecimiento viejo (Whyte et al., 1959).

El pasto es pastoreado o cortado para utilizarlo como abono verde o para henificación, pero rara vez para ensilaje. La utilización depende del tipo de agricultura de la región, por ejemplo en la india, el pasto es cortado para darlo a los animales como forraje verde. Los cortes o pastoreos a 15 - 20 cm de altura del nivel del suelo e incluso mas altos, no representan ninguna ventaja sobre los cortes bajos de alrededor de 5 cm pero Whyte et al., (1959) recomiendan cortar el pasto a una altura de 15 - 20 cm la tendencia general es que con cortes o pastoreos frecuentes y un incremento de los niveles de corte la producción aumenta, en cambio sucede lo contrario cuando se realizan pocos cortes. Generalmente se recomienda el pastoreo rotativo con intervalos de 3 a 9 semanas entre cada uno, durante la época de crecimiento, con lo cual se incrementa la producción animal y de pasto, pero también hay reportes de que los pastoreos continuos pueden producir igual o mejor que los pastoreos rotativos; aunque pueden tener un efecto adverso en el pasto que se vuelve evidente a los pocos años de utilización.

Picar y Filomenneau (1972) notaron que cortar en el periodo entre la etapa de mayor crecimiento vegetativo y al comienzo de la floración da como resultado una actividad meristemática pobre inmediatamente después del corte, reduciendo de esta manera el crecimiento posterior, por lo tanto, sugieren evitar los cortes en esta etapa.

Por lo regular esta planta responde mucho mejor que otros pastos tropicales a la aplicación de fertilizantes, en especial a la fertilización nitrogenada, en Uganda Stobbs, (1969), la aplicación de N incrementa la frecuencia de *Panicum*

maximum en una mezcla con *Hyparrhenia rufa* hasta un 25 - 30%, en cambio hubo una dominancia casi completa de *H. rufa* en potreros sin tratamiento. También se ha observado un incremento de la frecuencia de *P. maximum* en pastizales naturales bajo el efecto de la aplicación de N. Por lo regular, se aplican 50 kg de N/ha después de cada corte o pastoreo o 100 kg cada segundo corte, pero algunos veces, la aplicación total puede ser efectiva como la aplicación fraccionada.

La respuesta a la aplicación de fertilizantes fosforados depende en gran medida, del contenido de fósforo asimilable en el suelo y algunas veces se ha obtenido incrementos considerables de MS incluso mayores que los obtenidos con N en suelos deficientes en fósforo, por ejemplo en suelos de granito. En una prueba realizada en Uganda en suelos relativamente pobres, la aplicación de 34 y 68 kg P/ha aumentó la producción total de tres años de MS de 26.6 ton a 33.5 y 35.7 ton/ha. (Wendt, 1971). En la misma prueba, la aplicación de azufre a razón de 22 kg/ha incrementa la producción de MS de 28.3 ton a 33.4 ton/ha, también se observaron las respuestas de la aplicación de azufre en suelos deficientes de este nutriente en Australia y Kenia. Las respuestas a la aplicación de potasio (K), fueron mas erráticas que las de fósforo (P), aunque en algunas pruebas se han obtenido ganancias considerables de MS en suelos suministrados con otros nutrientes minerales. El efecto de los micronutrientes ha sido poco estudiado, pero si se conoce la respuesta de la aplicación de molibdeno (Mo).

En la India, el estiércol es utilizado con frecuencia y se recomienda una aplicación básica de 6 a 25 ton/ha seguida de aplicaciones posteriores de 6 a 10 ton que pueden combinarse con la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Narayanan y Dabadghao, 1972).

El riego por aspersión durante la temporada de sequía es algunas veces aplicado en Brasil (Ladeira et al., 1966) para incrementar la producción de pasto durante los cinco meses mas secos y fríos de 6.7 a 8.0 ton/ha en suelos sin fertilizar y de 9.1 a 10.9 cuando se fertiliza con cantidades moderadas de N-P-K. sin embargo, en pruebas de riego su efecto ha sido reportado en raras ocasiones. En la India se practica el riego con aguas residuales y se han obtenido producciones superiores a las 100 ton de forraje fresco/ha.

***Panicum maximum* Jacq. y la producción animal**

Panicum maximum puede ser utilizado intensivamente, en Puerto Rico, Venezuela y Brasil se ha reportado una carga animal de 2 novillos / ha y algunas veces mayor. Sin embargo, en Australia y otros lugares, la carga animal en los trópicos y subtrópicos menos húmedos es usualmente del orden de 2-4 ha / cabeza de ganado vacuno. Las mezclas de pasto / leguminosa permiten una carga animal mayor que con pasto solo y en Hawai se reporto de 6 vacas / ha en prados con mezclas de *Panicum maximum/Leucaena leucocephala* (Plucknett, 1970). Generalmente la ganancia de peso vivo es del orden de 200-400 kg/ha, dependiendo de la producción de pasto y de los contenidos de PCD, en México se reporto una ganancia de 190 kg/ha en novillos Cebú durante la época de

crecimiento que es de julio a enero. Sin embargo, se han obtenido ganancias mayores, por ejemplo en los trópicos húmedos de Australia la ganancia fue de 722 kg/ha, Grof y Harding, (1970). El aumento de peso vivo por animal al día también varía y en Colombia se considera normal un aumento de 0.5 kg durante la temporada de seca y 0.8 kg durante la temporada de lluvias (Crowder et al., 1970). En Puerto Rico (Caro Costas y Vicente-Chandler, 1969) reportan que una pradera de *P. maximum* bien fertilizada y con un contenido de PC de 18.2%, la producción de leche variaba de 1 000 a 8 000 kg/ha/año y se obtuvieron 790 kg o 15 kg/día/vaca. En Hawái las vacas que pastaron en prados con mezclas de *P. maximum/Leucaena leucocephala* dieron 9 970 kg de leche/ha o 12.5 kg/día/vaca y en Queensland, Australia, las vacas que pastaron en un prado con una mezcla del cv. Petri (var. Trichoglume) sin fertilizar, produjeron 3.1 ton de leche por vaca en un periodo de lactación (Tucker et al., 1972). En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos de un estudio en producción de leche con zacate Guinea durante 651 días.

Cuadro 6: Producción de leche con *Panicum maximum* Jacq., durante 651 días (Jara et al., 1982).

Variables estudiadas	Pasto evaluado
	Guinea
Días de pastoreo	651.0
Producción / vaca, lts	16.3
Producción de leche / ha, lts	1940.0
Producción de leche/ha / día	52.70

* 350 kg de urea / ha en 4 aplicaciones + 300 kg de P₂O₅.

De acuerdo a los datos la producción de leche durante 365 días es de 8.7 litros que viene siendo proporción de 651 días. El siguiente cuadro muestra resultados en el aumento de peso de novillos empleando como forraje la especie en estudio.

Cuadro 7: Cambio de peso de novillos en pastoreo en Pradera con *Panicum maximum Jacq.*, en Cotaxtla, Ver, (Arroyo y Teunissen, 1964).

Pradera	Animales / ha	Aumento de peso diario, g	Ganancia de peso / ha, kg
Z. Guinea	2.45	450	175

Novillos de 24-34 meses. Peso vivo de 240-280 kg.

Pastoreo continuo por 214 días.

3. Conclusiones

En las regiones tropicales la producción de leche y carne depende principalmente de la alimentación a base de forrajes. Sin embargo, es importante considerar que la disponibilidad y calidad nutrimental de estos, varia ampliamente dependiendo de la época del año lo que causa fluctuaciones en la productividad animal.

Por tal razón se concluye que cuando la producción deriva de ganado bajo condiciones de pastoreo, es necesario considerar la calidad nutrimental del

forraje presente en la pradera. La calidad nutricional del forraje consumida por los animales en pastoreo, es uno de los factores que afectan o modifican el consumo de pasto y por ende de nutrimentos. Al respecto, esta comprobado que los pastos con un bajo contenido de proteína cruda como son los tropicales, provocan un marcado descenso en el consumo animal, debido a que no satisfacen las necesidades de nitrógeno ruminal y se deprime el crecimiento bacteriano necesario para realizar una adecuada digestibilidad de los alimentos (Livas, 1996).

Las cifras del valor nutritivo que se señalan muestran la gran variación que puede presentar el pasto Guinea principalmente de la etapa en que fue cosechado y en general del manejo que se le de cómo gramínea forrajera, mismas que el productor puede modificar con vista a mejorar la calidad. Como se señalo en el trabajo la producción de forrajes tropicales depende primordialmente del suministro de algunos nutrientes, del agua del suelo en el cual se cultiva y de los factores climáticos a los cuales esta expuesto, de manera que la producción de pasturas, es una respuesta integral a las variables que actúan sobre ella. Uno de los factores de restricción mas importante de los cultivos tropicales es la carencia de un abastecimiento adecuado de agua durante el desarrollo de las cosechas mismas que el productor puede remediar.

De igual manera el ganadero debe establecer la carga animal o presión de pastoreo para cierta época del año ya que el aumento de la carga animal dentro de la pradera puede modificar sustancialmente el nivel de consumo de materia seca de los animales por lo que es necesario hacer ajustes en la densidad

animal/ha a fin de obtener consumos adecuados y no caer en el sobrepastoreo que como se sabe es un factor que deprime la calidad y producción de forraje.

4. Resumen

La productividad estacional de la que tanto se quejan los productores de la regiones tropicales es resultado del poco interés que se pone en combatir los factores que lo ocasionan, ya que hoy en día la ganadería ya no es de esperar que la temporada de lluvia sea buena si no que implica conocer y emplear tecnología que nos ayude a aminorar estos efectos, es por ello que en este

estudio se indican las variables que se les debe prestar atención para obtener mejor calidad y rendimiento de forraje, ya que la alimentación del inventario ganadero del área tropical para la producción de leche y carne, consiste en pastoreo de praderas o potreros, a base de gramíneas con genotipos como el Pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) nativa de África tropical, que se extiende en los subtrópicos de Sudáfrica y que está ampliamente diseminada en América donde existe este tipo de clima.

Crece desde el nivel del mar hasta los 1 800 m de altitud, raramente un poco más alto. Es un pasto perenne de tipo amacollado que llega a medir hasta 4.5 m de altura presenta tallos erectos aunque pueden ser ascendentes y glabros, fuertes a delgados y presentan hasta 15 nudos. *Panicum maximum* crece en climas cálidos y tropicales libres de heladas, teniendo como punto crítico los -10° C donde han observado una sobrevivencia de 0-6%. *Panicum maximum* se establece principalmente en suelos de textura media y buen drenaje, de preferencia en suelos arenoso-margoso o margosos, no tolera los suelos pesados arcillosos o inundaciones y encharcamientos prolongados; pero si es tolerante a inundaciones pasajeras o de muy corto tiempo, siempre y cuando los ápices de los pastos se encuentren expuestos al aire.

Panicum maximum puede establecerse por semilla o vegetativamente por medio de cortes del macollo. La propagación vegetativa puede ser aplicada en la práctica en los tipos largos, plantas solas que ocupen un espacio considerable. Las divisiones deben plantarse cada 2 m y se requieren 5 000-10 000 esquejes para una hectárea. Cuando se plantan durante la temporada de lluvias o en

tierras de regadío, las divisiones sobreviven muy bien y el pasto puede ser cortado o pastoreado por primera vez a los 3-4 meses después del establecimiento, pudiendo cosechar asta por 6 años si se le da un buen manejo, recomendando quemar una vez por año para deshacerse del material viejo lignificado y que aprovechar los renuevos que resultan suculentas para el animal, lo anterior antes de que inicie la temporada de lluvia. La siembra con semilla también da buenos resultados se debe sembrar de 1-2 kg/ha de semilla con un 100% de germinación y pureza; cuando la calidad de la semilla es baja se recomienda sembrar de 4-10 kg/ha. La cubierta con paja retiene la humedad del suelo y mejora el establecimiento.

Por lo regular esta planta responde mucho mejor que otros pastos tropicales a la aplicación de fertilizantes, en especial a la fertilización nitrogenada. Se ha observado un incremento de la frecuencia de *Panicum maximum* en pastizales naturales bajo el efecto de la aplicación de N, por lo regular, se aplican 50 kg de N/ha después de cada corte o pastoreo o 100 kg cada segundo corte, pero algunas veces, la aplicación total puede ser tan efectiva como la aplicación fraccionada. La respuesta a la aplicación de fertilizantes fosforados depende en gran medida, del contenido de fósforo asimilable en el suelo.

El pasto debe ser pastoreado o cortado a una altura de 15-20 cm al nivel del suelo e incluso mas alto, debe ser rotativo con intervalos de 3 a 9 semanas entre cada uno durante la época de crecimiento con lo cual se incrementa la producción animal y de pasto según autores hasta por seis años, contrario a lo

que sucede cuando se realizan pocos cortes ya que ocurre una lignificación severa deteriorando la calidad del forraje.

Crowder et al (1970) afirman que en Colombia un cultivo de esta planta bien fertilizado y con riego puede producir hasta 40 a 50 ton de MS/ha. La producción real es entre las 4 y 12 ton de MS/ha de o 15 y 50 ton de forraje fresco, la digestibilidad de la MS varia de 40-62%.

La producción depende de la variedad, fertilidad del suelo, fertilizantes aplicados, lluvia y manejo y aunque el pasto Guinea tiene la fama de ser un pasto muy palatable para cualquier tipo de ganado por lo menos durante las primeras etapas de crecimiento, osea unas semanas después del ultimo corte o pastoreo esta calidad y el rendimiento mismo debe de mejorarse si bien es cierto que es un conjunto de variables las que interactúan en la producción de forraje el productor debe conocer y contrarrestar estas variables con vista a maximizar la producción y mejorar la calidad del mismo.

6.- Literatura citada

Alarcón, E. M., J. C. Lotero and L. R. Escobar. 1969. Producción de semilla de los pastos Angleton, Puntero y Guinea. *Agricultura trop.*, 25, 4, 206-14.

Arroyo, R. D., y H. Teunissen. 1964. Estudio comparativo de producción de carne de cinco zacates tropicales. *Tec. Pec. en México*. 3: 15-19.

Aspioles, J., A. Avila y R. Pérez. 1977. Influencia de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y composición mineral de la Guinea. *Agrotécnica de Cuba*. 9: 53-58.

Barnes, R. F. 1965. *Agron. J.* 57, 213.

Bailey, D. R. 1967. Observations on the use of preplant herbicides in the pasture establishment in the wet tropics. *Qd J. Agric. Anim. Sci.*, 24, No. 1, 31-40.

Binard, L. 1958. Results from some trials in the germination of *Panicum maximum*. *Agricultura*. 6 : 310.

Bogdan, A. V. 1966. Seed morphology of some cultivated African grasses. *Proc. Int. Seed Test. Ass.*, 31, No. 5, 789-799.

Bogdan, A. V. 1971. Notes on but disease of *Setaria* grass, *Kenya Fmr.* No. 9, 33.

Boonman, J. G. and A. J. P. Van Wijk, 1973. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. 7. The breeding for improved seed and herbage productivity. *Neth. J. Agric. Sci.* 1973. 21, 12-23.

Borget, M. 1966. Rendements et caractéristiques de cinq Graminées fourrangeres sur sables côtiers a Cayenne (Guyane Francaise). *Agron. Trop.* Paris, 21, No. 2, 250-259.

Butterworth, M. H. 1967. The digestibility of tropical grasses. *Nutr. Abstr. Rev.*, 37, No. 2, 349-368.

Camacho, U. R. 1977. Factores que intervienen en la producción de semillas de especies forrajeras. Memorias del seminario de Alimentación de rumiantes con forrajes. A.C.O.P.A. Bogota, Colombia. pp. 41-44.

Caro-Costas, R. and Vicente- Chandler, J. 1969. Milk production with all-grass rations from steep intensively managed tropical pastures. *J. Agric. Univ. P. Rico*, 53, No. 4, 251-258.

Chacon-Moreno, E., y G. Sarmiento. 1993. Dinámica del crecimiento y producción primaria de gramínea forrajera tropical, *P. maximum* (tipo común), ante diferentes frecuencias de corte. Turrialba, 45 (1-2): 8-18.

Chacon, E. 1989. Estudio de la producción primaria de una gramínea tropical bajo diferentes frecuencias de corte y su interpretación en base a la dinámica de las superficies asimilatorias. Tesis Lic. Mérida, Méx., Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes. p. 157.

Chacon-Moreno, E., y G. Sarmiento. 1995. Dinámica del crecimiento y producción Primaria de una Gramínea tropical, *Panicum maximum* (Tipo común) sometida a diferentes frecuencias de corte. Turrialba (C.R.). En prensa.

Chango, R., O. Quintana, y J. Toledo. 1982. Comportamiento de vacas mestizas Holstein sometidas a diferentes sistemas de alimentación durante la época seca.

Ciencia y Técnica en la Agricultura. *Pastos y Forrajes*. 5: 29-39.

Church, D. C. 1970. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. 3. Edit. USA, o and B. Bokks.

Combes, D. and J. Pernes. 1970. Variations dans les nombres chromosomiques du *Panicum maximum* Jacq. en relation avec le mode de reproduction. *C. R. Acad. sc. Paris*. 270. 782-5.

Coto, G., R. Herrera, M. Pérez, J. Alert, y S. Poppe. 1989. Estudio de las fracciones nitrogenadas solubles e insolubles en el pasto estrella fertilizado con alta dosis de N. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 23: 103-107.

Crespo, 1973. Efecto de la fertilización N-P-K sobre el rendimiento sobre la hierba de Guinea (*Panicum maximum* Jacq.). *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 7: 103-107.

Crespo, G. 1986. Variación de la respuesta de los pastos tropicales al fertilizante nitrogenado durante el año 3. Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) sin irrigación. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 20: 75-83.

Crowder, L. V., H. Chaverra. and J. Lotero. 1970. Productive improved grasses in Colombia. Proc. 11 th int. grassld Congr., Surfees Paradise. 1970. 147-149.

Dange, S. R. and K. L. Kothari. 1968. Effect of relative humidity and lengh of storage period upon fungal invasion and germination percentage of seeds (millets) *Bull. Grain Tech.* 6 : 110.

Davidson, T. M., R. T. Cowan, R. K. Shepherd, y P. Martin. 1985. Milk production from cows grazing on tropical grass pastures 1. Effects of stocking rate and level of nitrogen fertilizer on the pastures and diet. *Austr. J. of Exp. Agric.* 25: 505-514.

Davies, J. G. and E. M. Hutton. 1970. Tropical and Subtropical Pasture Species in Australian Grasslands N. N. U. Canberra, R. Milton Maure Editor. pp. 23-30

Durango, O., H. Padilla, E. Alarcón, A. Ortega, A. Ramírez, y E. Huertas. 1970. Evaluación de cuatro gramíneas tropicales para producción de leche. Universidad Nacional, Facultad de Agronomía de Palmira, Programas de Ganado de leche y pastos y forrajes. ICA. Palmira-Colombia. pp. 10.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana) Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuarta edición. México, D. F.

Garza, T. R. S/F. Influencia del periodo de crecimiento en el rendimiento y contenido proteico de siete zacates tropicales en quince conferencias sobre temas pecuarios, gobierno del estado de Veracruz, dirección General de Ganadería. pp. 69.

González, M. E., y A. Páez. 1995. Efecto del déficit aplicado durante diferentes etapas del desarrollo de *Panicum maximum* Jacq. *Rev. Fac. Agron. (Luz)* 1995, 12: 79-93.

Grof, B. and Harding, W. A. T. 1970. Dry matter yields and animal production of Guinea grass (*Panicum maximum*) on the humid tropical coast of north

Queensland. *Tropical Grasslands*, 4, No. 1, 85-95.

Hartman, E. and Kestel. 1962. Plant Propagation. Principles and practices. Univ. California.

Havard-Duclos, B. 1969. Las plantas forrajeras Tropicales. Editorial Blume. Barcelona, España. pp. 380.

Hernández, D., C. Sáez, T. García, M. Cerballo, y C. Mendoza. 1987. Factores del manejo en pastoreo de la Guinea Likoni para la producción de leche. *Rev. Pastos y Forrajes. (Cuba)*. 10: 83-93.

Holm, J. 1972. The yields of some tropical fodder plants from northern Thailand. *Thai. J. agric. Sci.*, 5, 227-236.

<http://www.fao.org/waicent/FAOINFO/AGRICULT>.

Humphreys, L. E. 1976. Producción de semillas Pratinenses Tropicales. FAO AGP: PFC. pp. 112.

Jara, S. J., M. B. Marín, M. B. Valles, V. S. Fernández, G. Lucía, y M. F. Escobar. 1982. Evaluación de la producción de leche en ganado bovino en pastoreo. Memoria. Reunión de investigación Pecuaria en México. México, D. F. pp. 464-468.

Javier, E. Q. 1970. The flowering habitats and mode of reproduction of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.), Proc. 11 th int. Grassland Congr., Surfers Paradise, 1970, 284-9.

Jarringe, R., P. The Vend, C. Demarquilly. 1970. Proc. 11 th Int. Grassland Congr. 762.

Jerez, I., M. Pérez, y J. L. Rivero. 1988. Comparación de la bermuda cruzada 67 (*Cynodon dactylon*) con la Guinea común (*Panicum maximum*) con suplementación o sin suplementación en la producción y composición de la leche. *Rev. Cubana Ciencia Agrícola*. 22: 139-144.

Jones, R. M. 1969. Mortality of some tropical grasses and legumes following frosting in the first winter after sowing. *Trop. Grasslands*, 3, No. 1, 57-63.

Kenya Report. 1970. Agric. Exp. Sta., No. 24. 109-122.

Lamela, L. y Ruiz, F. 1987. Evaluación comparativa de pastos para la producción de leche. 1. Buffel formidable, Guinea común de Australia y Guinea Likoni. *Rev. Pastos y Forrajes*. 10: 169-175.

Ladeira, N. P., D. J. Sykes, A. Daker, and J. A. Gomide. 1966. Estudos sôbre produção e irrigação dos capins Pangola, sempre-verdee gordura, durante o ano de 1965. *Rev. Ceres*, 13, No. 74, 105-116.

León, G. R. C. 1977. Algunas consideraciones Técnicas sobre la producción de semilla de Zacate Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en México. Boletín No. 3. Productora Nacional de Semillas. México. 1977.

Linares, O. C. 1981. Sistemas de producción de carne con pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq) interrelacionado carga animal y suplementación. Tesis de Maestría. Universidad Zulia. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. División de Estudios para Graduados. Maracaibo, Venezuela. pp. 91.

Livas, C. F. 1996. Estimación de requerimientos nutricionales para ganado bovino en pastoreo en el trópico. Memorias (Apuntes) Diplomado en Manejo de Pastizales en el Trópico. Modulo II. CEIEGT-FMVZ-UNAM. Altamira, Tam. Noviembre de 1996.

Martínez, J., T. Clavero, y A. Casanova. 1996. Efecto de la humedad del suelo y profundidad del horizonte argílico sobre el desarrollo del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 13: 327-340.

McLeod, M. N. y Minson, D. J. 1965. Proc. 9 th. *Grassland Soc.* 25, 296.

McNaughton, S. J. 1979. Grazing as an optimization process: Grass-ungulate relationships in the Serengeti. *American Naturalist.* 113: 691-703.

Mcillroy, R. J. 1987. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Cuarta reimpresión. Primera edición. Editorial Limusa. México. P 107-113; 126 y 127.

Minson, D. J. et. al. 1960. *J. Br. Grassland Soc.* 15, 124.

Minson y Mcleod, M. N. 1970. Proc. 11 th. Int. Grassland Congr. 719.

Minson, D. J. 1986. Proc. Aust. Grassland Congr. (Perth) 25.

Motta, M. S. 1953. *Panicum maximum*. Emp. *J. exp. Agric.*, 21, No. 81, 33-41.

Motooka, P. S., D. L. Plucknett, D. F. Saiki and O. R. Young. 1967. Pasture establishment in tropical brushlands by aerial herbicide and seeding treatments on Kauai. *Tech. Prog. Rep. 165 Hawaii agric. Exp. Stn.*

Narayanan, T. R. and Dabadghao, P. M. 1972. Forage Crops of India, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.

Osuna, B. D. R., I. M. Urdaneta, A. Casanova, M. Ventura, S. C. González, y E. Rincón. 1991. Evaluación del pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq), bajo diferentes niveles de carga animal y de suplementación alimenticia. *Revista de Agronomía (Luz)*: 8: 49-59.

Oyenuga, V. A. 1960. *W. Afr. J. Biol. Chem.* 4, 46-63.

Parsons, J. J. 1972. Spread of African pasture grasses to the American tropics, *J. Range Mgmt*, 25, No. 1, 12-17.

Paterson, D. D. 1953. *J. Agric. Sci. Cam.* 23, 615-41.

Pérez, P. J. y Quero, C. A. R. 1996. Los recursos forrajeros tropicales nativos de México y su potencial de aprovechamiento ganadero. *Ciencia*. V47. N1-2^a. 1996. pp. 344-358.

Pernes, J., Combes, D. and Rene-Chaume, R. 1970. Differentiation des populations naturelles du *Panicum maximum* Jacq. en Côte-d'Ivoire par acquisition de modifications transmissibles, les unes par graines apomictiques, d'autres par multiplication vegetative. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 270, 1972-1995.

Picard, D. and Fillonneau, C. 1972. Mise en évidence d'une période critique pour la fauche chez les Graminées. L'exemple de *Panicum maximum*. *Fourrages*. No. 52. 71-80.

Pirela, M. F., T. Clavero, L. Fernández, A. Casanova, y L. Sandoval. 1996. Estratificación del nitrógeno y rendimiento de materia seca en el pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) sometido a diferentes niveles de fertilización nitrogenada. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*: 1996, 13: 761-771.

Plucknett, D. L. 1970. Productivity of tropical pastures in Hawaii. *Proc. 11 th int.*

Grassld Congr., Surfers Paradise, 1970. A38-A49.

Ramos, N. A. 1977. Manejo de los pastos con destino a la producción de semilla. Memorias del Seminario de Alimentación de Rumiantes con Forrajes. A.C.O.P.A. Bogota, Colombia. pp. 65-72.

Roberto, E. 1972. Viability of seeds. London, Champman and Hall. Ltd.

Romero, E. F., R. Borel, A. Camero y S. Sijbrandij. 1988. Evaluación agronómica de gramíneas en la zona atlántica de Costa Rica. En: Pizarro, E. (Ed.). Red

Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 1^a. Réunion de la PT-CAC. Veracruz, México. pp. 210-215.

Sarroca, J., J. Herrera, N. Polunin, y O. Concepción. 1980. Establecimiento y producción de semillas de Guinea "Likoni" (*Panicum maximum*). *Cienc. Téc. Agric. Pastos y Forrajes*. Vol. 3. No.1. 107-128.

Sen, K. M. and Mabey, G. L. 1966. The chemical composition of some indigenous grasses of coastal savanna of Ghana at different stages of growth. *Proc. 9th int. Grassld Congr., Sao Paulo, Brasil. 1965*. Pág. 763-771.

Smith, C. J. 1970. Seed dormancy in Sabi *Panicum*. *Proc. int. Seed Test. Ass.*, 36, No.1, 81-97.

Stobs, T. H. 1969. The influence of inorganic fertilizers upon the adaptation, persistency and production of grass and grass/legume swards in eastern Uganda. *E. Afr. Agric. For. J.*, 35, No. 2, 112-117.

Tameu, A., B. Mendiola y N. Díaz. 1973. Almacenamiento de semillas de Sorghum. *Rev. Cub. Cienc. Agric.* 7: 109.

Tilley, J. M. A. and Terry, R. A. 1963. *J. Br. Grassland Soc.* 18, 104.

Tucker, V. C., P. O'Grandy, R. A. D. Smith, and I. Byford. 1972. Effect on milk yield and composition of using hay and silage conservation for dairy cows grazing Glycine- green panic pastures. *Australian J. Dairy Techn.*, 27, No. 4, 144-148.

Universidad de la Habana. 1978. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Recomendaciones.

Vicente-Chandler., S. Silva, J. Rodríguez, and F. Abruña. 1972. Effect of two heights and three intervals of grazing on the productivity of a heavily fertilized Pangola grass pasture. *J. Agric. Univ. P. Rico*, 56. No. 2, 110-114.

Warmke, H. E. 1954. Apomixis in *Panicum maximum*. *Amer. J. Bot.*, 41, 5-11.

Wendt, W. B. 1971. Effects of nodulation and fertilizers on *Desmodium intortum* at Serere, Uganda. *E. Afr. Agric. For. J.*, 36, No. 4, 317-321.

Whyte, R. O. Moir, T. R. G. and Cooper, J. P. 1959. Grasses in Agriculture. *FAO Agricultural Studies*. No. 42. FAO. Rome. pp. 417.