

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**CARACTERÍSTICAS GENERALES, RENDIMIENTO Y CALIDAD
DEL PASTO GUINEA *Panicum maximum* Jacq.**

Por: **PEDRO DÍAZ JARQUÍN**

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo, 2010.

Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

División de Ciencia Animal
Departamento de Producción Animal

**CARACTERISTICAS GENERALES, RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL PASTO
GUINEA *Panicum maximum* JACQ.**

Presentada por:

PEDRO DÍAZ JARQUÍN

MONOGRAFÍA

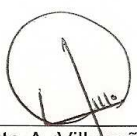
Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador, como requisito parcial para
obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA.

Aprobada por:


M.C. Manuel Torres Hernandez.
ASESOR PRINCIPAL


M.C. Enrique Esquivel Gutierrez
ASESOR


Ing. Roberto A. Villaseñor Ramoz
ASESOR


Ing. José Rodolfo Peña Oranday
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Marzo, 2010.

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



COORDINACION DE
CIENCIA ANIMAL

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Antes que nada quiero expresarle mis agradecimientos al todo poderoso por permitirme estar vivo y cumplir con un sueño que un día parecía estar muy lejano de alcanzar, pero que con su apoyo y la fe en él, a este camino duro y difícil de recorrer se le alcanzó la meta.

A MI FAMILIA:

Se que no tengo palabras para decirles cuanto les agradezco todo el esfuerzo que hicieron por mí, para que yo estudiara y tener la oportunidad de sacar adelante una carrera, por que se que no todos tenemos esta maravillosa oportunidad, me siento muy comprometido a dar resultados en agradecimiento a su esfuerzo. Solo quiero que sepa toda mi familia sin excepción de alguien que les estaré eternamente agradecido por apollarme incondicionalmente y que cada unas de sus palabras eran un sustento para soportar la distancia que existía entre ellos y la escuela. Los Amo con todo el Corazón.

A MI ALMA TERRA MATER.

No se puede dar gracias sin antes mencionar a mi Alma Terra Mater, a ti por cobijarme entre tus brazos para formar un agrónomo más, por que a quí se queda una etapa muy importante de mi vida que jamas se olvidará, a tí (UAAAN), siempre te llevaré en mi mente y te pondré en alto por que afortunadamente soy parte de tí y por que siempre seré un buen *BUITRE*.

Muy en especial también quiero agradecerle a la **División de Ciencia Animal, Al Departamento de Producción Animal, Al Departamento de Recursos Naturales Renovables y Al Departamento de Nutrición Animal**, a todos mis maestros y personas que contribuyeron en mi formación académica, gracias.

Al maestro, a la experiencia, al hombre, al “Ing. **David Martínez Rivera**” por brindarme su amistad, consejos y a poyo en todo momento.

A MIS ASESORES:

A ustedes por dedicarme su tiempo para establecer las ideas en un escrito, su apoyo y amabilidad fue fundamental para llevar a cabo este trabajo.

M.C. Manuel Torres Hernández

M. C. Enrique Esquivel Gutiérrez

Ing. Roberto A. Villaseñor Ramoz

Muchisimas gracias, a todos los que pusieron su esfuerzo para que yo me formara como un Agrónomo, se que no alcanzo a escribir a todos, pero de ante mano quiero que sepan que les estoy muy agradecido y que les deseo lo mejor de lo mejor en esta vida. Gracias.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

A ellos, a mi Padre Sr. Domingo Díaz León, a mi Madre, Emiliana Jarquín Ríos, a ustedes les debo la vida y que me trajeron al mundo con mucho amor, se que nunca alcanzaré a pagar todo lo que han hecho por mi, pero esto es de ustedes.

A MIS HERMANOS:

Hoy en este momento me siento como un pajarito, pequeño pero bien emplumado y las plumas son ustedes, como no voy a poder soportar cualquier tormenta con estas plumas. Hermano (a), **Artemio Díaz Jarquín, Paula Díaz Jarquín, Leoncio Díaz Jarquín, Andrés Díaz Jarquín,.....Everardo Díaz Jarquín.** Se que ustedes fueron el soporte en esta construcción, se que nunca alcanzaré a pagar lo que hicieron por mi pero quiero que sepan que cuenta con migo incondicionalmente.

A MIS TIOS:

A todos mis Tíos, quiero que sepan que los quiero mucho y que les estoy muy agradecido. Tío (a), Guillermo a usted quiero darle especialmente las gracias por que siempre me tuvo paciencia siempre que viajaba, Flaviano, Héctor, Antonio, Misael, Noel, Wenceslao, Fabián, Hermelindo, Benito, Juliana, Jacinta, Terecita, Victoria, Isabel, Marcelino, Felipe y Fortunata.

A MIS PADRINOS:

A ustedes, Padrinos Jesús Jarquín Ríos, José Manuel Reyes, Madrinas, Tiche Díaz León y Elena.

A MIS ABUELOS:

A ustedes que forman el sostén de mi árbol genealógico, Abuelos, Celestino Jarquín León (†), Francisco Díaz Díaz (†), Abuelas, Maria Ríos Heraz y Modesta León León.

A MIS PRIMOS:

A ustedes que al igual que yo, somos parte de una familia hermosa y numerosa es complicado mencionar a cada uno de ustedes pero quiero que sepan que los quiero mucho y que cuentan con migo. Solo quiero destacar el apoyo que recibí de mi primo **Sergio Francisco Díaz Gonzáles** durante mi estancia en la universidad.

A MIS AMIGOS:

A ellos que compartieron con migo grandes momentos y que vivimos historias muy importantes, se que ellos son parte de mi familia por que esta amistad es sincera y para toda la vida. **Cruz Antonio Saucedo Valenzuela, Natalio Manuel Cabrera, Arturo Castro (El Caballo), Edgar Avelar Ramos, Luís Antonio (Volador), Víctor Manzano Ramírez, Silverio Porras, Sergio Montelongo García, Alberto Montelongo García, Fernando Carrillo (El Chicles), Alberto Quevedo Zarate, Alfredo Guines.**

A MIS COMPAÑEROS

Solo quiero decirles que me siento muy contento de haber podido ser compañeros de generación, de compartir tanto momentos inolvidables durante la carrera, no me que mas que de ciarles lo mejor y que se les cumplan todos sus sueños en la vida.

ESTAS AQUÍ

Eres el dueño de tu mente. El moldeador de tu carácter y el hacedor de tu condición.

Tú entorno y tú destino.

No estas aquí sólo para ganarte la vida.

Estás aquí para que el mundo pueda vivir con mayor comodidad, con mejor visión, con un espíritu superior de esperanza y logros.

Estas aquí para enriquecer al mundo.

Tu trabajo consiste en llevar a tu gente del lugar en donde está, al lugar en que sueña pero nunca ha ido.

Estas aquí para reír más.

Estas aquí para amar mucho más a todos.

Estas aquí para jugar más, para volver a ser ese niño que eras...

Para cantar y cantarle a la vida...

Estas aquí para ganarte el respeto de la gente de valía y el cariño de los niños.

Estas aquí para dejar el mundo un poco mejor de lo que lo encontraste...

Enséñale a la gente que el objetivo de la vida es una vida de objetivos y que es más interesante y divertido el camino que la meta...

Que el vencer obstáculos puede dar talla de gigantes.

Estas aquí porque sabes que el día en que naciste, como todos, lloraste, pero tu sabes que el día que mueras sonreirás porque tienes la certeza de haber cumplido.

Marina David Buzali

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
INDICE DE CONTENIDO.....	III
INDICE DE CUADROS.....	IV
INDICE DE FIGURAS.....	V
Introducción.....	1
Objetivo.....	3
Justificación.....	3
Revisión de Literatura.....	4
Clasificación taxónomica.....	4
Descripción botánica general del pasto guinea (<i>Panicum maximum</i>).....	6
Características morfológicas.....	8
Planta.....	8
Raíz.....	8
Espiga.....	9
Floración y Reproducción.....	11
Características genéticas.....	13
Producción de semilla y germinación.....	14
Calidad de la semilla.....	28
Pureza.....	29
Germinación.....	30
Valor Cultural.....	30
Factores que afectan la calidad de la semilla.....	31
Ecología de la especie.....	32
Requisito del suelo.....	32
Origen y distribución del Zacate Guinea.....	33
Distribución en México.....	34
<i>Panicum maximum</i> cv. Hamil.....	35

<i>Panicum maximum</i> cv. Coloniao.....	37
<i>Panicum maximum</i> cv. Gatton Panic.....	38
<i>Panicum maximum</i> cv. Makueni.....	42
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzania.....	43
<i>Panicum maximum</i> cv. Massai.....	45
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza.....	47
<i>Panicum maximum</i> cv. Tobiata.....	49
<i>Panicum maximum</i> cv. Aries.....	50
<i>Panicum maximum</i> cv. Indiana.....	51
<i>Panicum maximum</i> cv. Atlas.....	51
<i>Panicum maximum</i> cv. Green Panic.....	52
<i>Panicum maximum</i> cv. Embu.....	54
<i>Panicum maximum</i> cv. Centenario.....	54
<i>Panicum maximum</i> cv. Centauro.....	54
<i>Panicum maximum</i> cv. Likoni.....	55
<i>Panicum maximum</i> cv. Natzuyataka.....	55
<i>Panicum maximum</i> cv. Natsukase.....	55
<i>Panicum maximum</i> cv. Natsukomaki.....	56
<i>Panicum maximum</i> cv. Sabi.....	56
<i>Panicum maximum</i> cv. Petrie.....	56
<i>Panicum maximum</i> cv. IPR 86 Milenio.....	57
<i>Panicum maximum</i> cv. Izi.....	58
<i>Panicum maximum</i> cv. Mutale.....	58
<i>Panicum maximum</i> cv. Ntchisi.....	58
<i>Panicum maximum</i> cv. Reyan No. 9.....	58
<i>Panicum maximum</i> cv. Riversdale.....	59
<i>Panicum maximum</i> cv. Si Muang.....	60
<i>Panicum maximum</i> cv. Umtali.....	60
<i>Panicum maximum</i> cv. Vencedor.....	60
<i>Panicum maximum</i> cv. Aruana.....	61
Cultivares adicionales prometedores.....	64

Resistencia a plagas y enfermedades.....	66
Resistencia a la sequía.....	69
Capacidad de fitorremediación.....	75
Resistencia al sombriamiento.....	76
Producción y calidad del forraje de (<i>Panicum maximum</i> Jacq.).....	82
Utilización y manejo de <i>Panicum maximum</i> en la producción animal.....	102
Aplicación de fertilizante para mejorar la calidad del forraje.....	106
Aplicación de riegos.....	109
Quema prescrita.....	110
Asociación con Leguminosas.....	117
Producción animal con Zacate Guinea.....	125
Ventajas y Desventajas.....	129
Conservación de forraje.....	129
Henificación.....	130
Pasos para realizar la henificación.....	131
Ensilaje.....	132
Establecimiento del Zacate Guinea.....	134
Preparación del terreno.....	136
Época de siembra.....	137
Métodos de propagación.....	137
Reproducción por semilla.....	145
Reproducción por macollos.....	146
Sistema de siembra.....	139
Voleo.....	139
Surcado.....	139
Espeque.....	139
Conclusiones.....	141
Literatura citada.....	142
Literatura de internet.....	145

Índice de cuadros

Cuadro 1. Fecha de iniciación de la floración y la cosecha de semillas de cinco pastos tropicales.....	12
Cuadro 2. Producción de semilla bruta (kg/ha) de cinco pastos con y sin fertilización.....	12
Cuadro 3. Producción de semilla pura de cinco pastos sin y con fertilización (kg/ha).....	13
Cuadro 4. Germinación de cinco pastos influenciados por la edad de la semilla (%).....	13
Cuadro 5. Rendimiento de semilla total y semilla pura de pasto guinea (<i>Panicum maximum</i>) cv Tanzania con diferentes dosis de Nitrógeno (kg/ha).....	22
Cuadro 6. Componentes del rendimiento, Calidad física y fisiológica de semillas del pasto guinea (<i>Panicum maximum</i>) cv Tanzania con diferentes dosis de Nitrógeno.....	22
Cuadro 7. Coeficiente de correlación entre el rendimiento de semilla y los componentes de dicho rendimiento en pasto guinea (<i>Panicum maximum</i>) cv. Tanzania.....	23
Cuadro 8. Producción de semilla y número de espigas/m ² de accesiones de <i>Panicum</i> . Región sur de Jalisco, México. (Promedio de dos estudios).....	24
Cuadro 9. Rendimiento cosechado de semilla pura germinable, componente del rendimiento, calidad física y fisiológica de semillas del pasto guinea, en dos etapas de aplicación de cidef-4.....	25
Cuadro 10. Rendimiento cosechado de semilla pura germinable, componentes del rendimiento, calidad física y fisiológica de semillas del pasto cunea con diferentes concentraciones de cidef-4.....	25
Cuadro 11. Coeficientes de correlación entre el rendimiento cosechado de semilla y los componentes de dicho rendimiento en pasto guinea.....	26
Cuadro 12. Promedio de pureza de tres especies de semillas de gramíneas forrajeras.....	27
Cuadro 13. Análisis de germinación de tres especies de semillas de gramíneas forrajeras.....	27

Cuadro 14. Producción y germinación de semilla de algunas variedades de <i>Panicum maximum</i>	28
Cuadro 15. Informaciones generales de Guinea Massai.....	47
Cuadro 16. Descripción general de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza.....	48
Cuadro 17. Descripción general de <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana.....	63
Cuadro 18. Características de algunos cultivares de <i>Panicum maximum</i>	65
Cuadro 19. Principales plagas y daños que ocasionan al zacate guinea.....	68
Cuadro 20. Valores promedio de la producción de peso seco (g) y área foliar (dm ²) en cada una de las cosechas de las plantas de guinea sometidas a deficiencia hídrica durante diferentes etapas del desarrollo.....	71
Cuadro 21. Índice de distribución de biomasa de las plantas de guinea, correspondientes a cada una de las etapas de desarrollo, bajo diferentes condiciones de riego.....	72
Cuadro 22. Índice de crecimiento de las plantas de guinea, correspondientes a cada una de las etapas del desarrollo, bajo diferentes condiciones de riego.....	73
Cuadro 23. Efecto de sombra sobre el inicio de florecimiento de cinco gramíneas en Junio y Abril de 1997.....	78
Cuadro 24. Producción de materia seca (kg/ha) y concentración de nitrógeno en las hojas verdes de seis gramíneas forrajeras en áreas con sombreado por angico-vermelho y a pleno sol, en cuatro épocas de evaluación.....	79
Cuadro 25. Fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad <i>in Vitro</i> de materia seca (DIVMS) de parte aérea de cinco gramíneas forrajeras, en área con sombreado natural y a pleno sol, en muestras de cuarta época de lluvias.....	80
Cuadro 26. Efecto de la madurez al corte en la composición de la hoja y tallos en pasto guinea.....	84
Cuadro 27. Valor nutritivo de (<i>Panicum maximum</i> Jacq.) en diferentes etapas de crecimiento.....	85
Cuadro 28. Rendimiento y digestibilidad de <i>Panicum maximum</i> bajo distintas frecuencias de corte.....	86
Cuadro 29. Características agronómicas de 12 somaclones de <i>Panicum maximum</i>	87

Cuadro 30. Fracciones de carbohidratos y proteínas en pasto mombaza (<i>Panicum maximum</i> cv Mombaza). Para utilizar en el CNCPS.....	88
Cuadro 31. Fracciones de carbohidratos y proteínas en pasto Tanzania (<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzania). Para utilizar en el CNCPS.....	89
Cuadro 32. Proporción hoja-tallo del <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzania en los dos períodos del año.....	91
Cuadro 33. Composición química y digestibilidad del <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzania en el período lluvioso.....	92
Cuadro 34. Composición química y digestibilidad del <i>Panicum maximum</i> cv Tanzania durante el período poco lluvioso.....	93
Cuadro 35. Rendimiento promedio de materia seca (t/ha) por época y totales 11 gramíneas forrajeras.....	94
Cuadro 36. Composición química (% MS) de pastos tropicales usados en sistema de producción de ganado de doble propósito en el noreste de México.....	95
Cuadro 37. Producción de gas <i>in vitro</i> (ml 500 mg MS) de pastos tropicales usados en sistema de producción de ganado de doble propósito en el noreste de México.....	95
Cuadro 38. Perfil de ácidos grasos volátiles (mm/L) de pastos tropicales usados en sistema de producción de ganado de doble propósito en el noreste de México.....	96
Cuadro 39. Sustrato degradado a 24 h de incubación (% MS) y producción de biomasa microbiana (mg RNA/100 mg de sustrato aparentemente degradado) de pastos tropicales.....	97
Cuadro 40. Contenido de energía bruta (GE), digestible (DE) y metabolizable (ME) (Mcal kg MS) de pastos tropicales usados en sistemas de producción de ganado de doble propósito en el noreste de México.....	97
Cuadro 41. Rendimiento total de materia seca (t/ha) de accesiones de <i>Panicum maximum</i> y porcentaje respectivo de producción en época de máxima y mínima precipitación, Rondonia, Brasil.....	99
Cuadro 42. Contenido de proteína cruda (PC), digestibilidad <i>in vitro</i> de la metería seca (DIVMS) y relación hoja-tallo (H/T) de accesiones de <i>Panicum maximum</i> en épocas de máxima y mínima precipitación.....	100

Cuadro 43. Producción de materia seca (t/ha) de cultivares forrajeros sometidos a tres frecuencias de corte, Burruyacu, Tucumán (Argentina).....	101
Cuadro 44. Composición mineral de <i>Panicum maximum</i> a diferentes edades de crecimiento.....	102
Cuadro 45. Material combustible y contenido de humedad en el material combustible y suelo para las seis especies quemadas durante tres años en la costa oeste de México.....	113
Cuadro 46. Efecto del fuego durante tres años en el rendimiento de forraje de seis gramíneas en la costa oeste de México (kg/ha).....	113
Cuadro 47. Efecto del fuego en la altura de seis gramíneas en la costa oeste México en el año 2 y 3 (cm.). Continuación.....	114
Cuadro 48. Efecto del fuego en el contenido de proteína cruda de seis gramíneas durante dos estaciones de crecimiento en la costa oeste de México en los años 2 y 3 (%)......	115
Cuadro 49. Efecto del fuego en la digestibilidad <i>in situ</i> de la materia seca de seis gramíneas durante dos estaciones de crecimiento en la costa oeste de México en los dos años 2 y 3 (%)......	116
Cuadro 50. Composición química del heno de pasto guinea en asociación con <i>Clitoria</i> (HPGC) y heno de pasto rhodes (HPR) utilizado en el ensayo metabólico.....	118
Cuadro 51. Digestibilidad aparente de heno de pasto guinea en asociación con <i>clítoria</i> (HPGC) y heno de pasto rhodes (HPR).....	119
Cuadro 52. Consumo voluntario de heno de pasto guinea en asociación con <i>clítoria</i> (HPGC) y heno de pasto rhodes (HPR).....	119
Cuadro 53. Composición química de la <i>L. leucocephala</i> y <i>P. maximum</i>	120
Cuadro 54. Parámetros de degradabilidad <i>in situ</i> de la MS en <i>L. leucocephala</i> y <i>P. maximum</i>	120
Cuadro 55. Parámetros de degradabilidad <i>in situ</i> de la PC en <i>L. leucocephala</i> y <i>P. maximum</i>	121
Cuadro 56. Composición química de asociaciones de leguminosas con <i>Panicum maximum</i>	121
Cuadro 57. Efecto del momento de comenzar el pastoreo después de la siembra en el rendimiento.....	124

Cuadro 58. Cambio de peso de novillos en pastoreo en praderas con <i>panicum maximum</i> Jacq.....	127
Cuadro 59. Producción de leche con <i>Panicum maximum</i> durante 651 días.....	127
Cuadro 60. Producción de carne caprina en <i>Panicum maximum</i> cv. Gatton panic.....	128
Cuadro 61. Comparación de ensilajes de diferentes pastos sobre la producción de leche, consumo y valor nutritivo.....	134
Cuadro 62. Estimación de costos en el establecimiento de una hectárea de zacate guinea bajo riego.....	140

Índice de figuras

Figura 1. Pasto Guinea (<i>Panicum maximum</i> Jacq.).....	7
Figura 2. Tallo del zacate guinea (<i>Panicum maximum</i> Jacq.).....	8
Figura 3. Espigas y semillas de <i>Panicum maximum</i>	9
Figura 4. Semilla del Zacate Guinea (<i>Panicum maximum</i> Jacq.).....	10
Figura 5. Semilla de algunos cvs de <i>Panicum maximum</i>	10
Figura 6. Recolección de semilla a mano en Tailandia de zacate guinea.....	17
Figura 7. Recolección de semilla de <i>Panicum maximum</i> cv. Gatton con maquinaria en el Norte de Australia.....	19
Figura 8. Producción de semilla de cultivares <i>Panicum maximum</i> con diferentes métodos de propagación.....	21
Figura 9. <i>Panicum maximum</i> cv. Hamil.....	36
Figura 10. <i>Panicum maximum</i> cv. Coloniao.....	38
Figura 11. <i>Panicum maximum</i> cv. Gatton panic.....	41
Figura 12. <i>Panicum maximum</i> cv. Makueni y <i>Neonotonia wightii</i> cv. Tinaroo.....	43
Figura 13. <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzania.....	44
Figura 14. <i>Panicum maximum</i> cv. Massai.....	46
Figura 15. <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza.....	49
Figura 16. <i>Panicum maximum</i> cv. Tobiata.....	50
Figura 17. <i>Panicum maximum</i> cv. Embu bajo palmeras de coco.....	54
Figura 18. Ganado Bovino pastando en <i>Panicum maximum</i> var. <i>Trichoglume</i> cv. Petrie en el Norte de Australia.....	57
Figura 19. <i>Panicum maximum</i> cv. Riversdale.....	59
Figura 20. <i>Panicum maximum</i> cv. Vencedor.....	61
Figura 21. <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana.....	63

Figura 22. Plantación de Gatton panic (<i>Panicum maximum</i>) bajo sombra.....	81
Figura 23. Rendimiento del <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzania en los dos períodos del año en (Ton de MS/ha/corte).....	90
Figura 24. Heno en rollo de Gatton panic (<i>Panicum maximum</i>).....	132

RESUMEN

El propósito de esta revisión bibliográfica es el de traer a la luz las características diferenciales entre las especies del género *Panicum*, sus rangos de adaptación edáfica y climática, así como su comportamiento productivo y rendimiento.

El Zacate Guinea (*Panicum maximum* Jacq.), es nativo de África Tropical y Subtropical, fue introducido al continente Americano en el siglo XVII por los esclavos africanos que lo utilizaban como cama en los barcos que los transportaban. Se encuentra ampliamente naturalizado en nuestro país. Es una planta perenne, de crecimiento amacollado, a menudo con rizomas, alcanza alturas de más de 2 metros. Sus hojas tiene forma de lanzas de 15 a 100 cm de largo por 3.5 cm de ancho; de tallos erectos, glabros o con alta pilosidad, con 3 a 15 nudos. Su inflorescencia es una panícula de 15 a 60 cm de longitud por 25 cm de ancho, de semilla fértil que muestra forma elíptica, de aproximadamente 2 mm de longitud. Se desarrolla en climas cálidos, libre de heladas, en una amplia gama de suelos, desde arenosos hasta arcillosos, con buen drenaje y de mediana a alta fertilidad. Se adapta bien desde el nivel del mar hasta los 2,500 msnm, con precipitaciones superiores a los 1,000 mm anuales y temperaturas medias de 19 a 22°C. En los últimos años se han colectado gran cantidad de ecotipos, que se seleccionaron y desarrollaron como cultivares en Australia y Brasil, recientemente se ha introducido a México y otros países, entre estos ecotipos destacan: Coloniao, Tanzania, Tobiata, Centenario y Mombaza, los cuales presentan diferencias marcadas en su morfología y potencial productivo. En México se tiene información limitada sobre el comportamiento de los nuevos cultivares, aunque se sabe que esta especie tiene amplia plasticidad. Es un excelente pasto forrajero, dado que no reduce su calidad y digestibilidad significativamente durante las épocas críticas, no se lignifica en demasía, contrariamente a lo que ocurre con otros pastos como buffel, rhodes, estrella africana, etc., además de ser tolerante al sombreado y quema. Se debe manejar con presiones de pastoreo adecuadas, ya que al ser de mayor calidad y apetencia el ganado lo prefiere sobre otras especies. Es decir, que con el pasto guinea, en sus diferentes cultivares, se tiene una excelente opción para el mejoramiento e incremento de la producción animal, tanto en el trópico húmedo como en el subhúmedo.

Palabras Clave: *Panicum maximum*, Cultivares, Características, Rendimiento y Calidad.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las áreas tropicales comprenden 89 países e incluyen la mitad de la tierra potencialmente cultivable. En estas zonas se localiza el 55 por ciento del ganado bovino, 36 por ciento de ovinos, 34 por ciento de porcinos, 68 por ciento de caprinos y 53 por ciento de equinos.

Las regiones tropicales en México comprenden aproximadamente el 25 por ciento del territorio nacional y se localizan principalmente en las franjas costeras, desde el nivel del mar, hasta alrededor de los 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm) 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 Rio Balsas.

En estas regiones existen diversas variantes de clima cálido, destacando el cálido subhúmedo con precipitación que fluctúa entre 1000 a 2500 mm anuales, con elevaciones que van de 0 a 600 msnm y tienen una temperatura media anual de 25°C. Los principales tipos de vegetación son: selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia y selva baja espinosa caducifolia que corresponde a 22.80 millones de hectáreas. Comprende las franjas costeras de Baja California Sur, Sonora, Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Michoacán, Colima, Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Yucatán, Morelos, Quintana Roo, Tabasco, Campeche, Hidalgo, Puebla (INIFAP, 1999; citado por de León, 2007).

En tanto que el cálido húmedo, con presencia en regiones pequeñas de los estados de Chiapas, Veracruz y Tabasco, se caracteriza por registrar lluvias todo el año, en estas áreas el mes más seco, durante el periodo de sequia, registra una precipitación superior a 600 mm y con más de 2500 mm promedio anual.

Estos tipos de vegetación, en su estado natural, carecen de especies forrajeras nutritivas, siendo la principal fuente de forraje los arbustos como el huaxín (*Leucaena* spp.) considerado el más importante.

En el trópico mexicano la explotación de ganado bovino se realiza principalmente bajo pastoreo tradicional (extensivo) en gramas nativas y gramíneas introducidas; entre las primeras destacan los géneros *Axonopus* spp. y *Paspalum* spp. De las que es conocido su bajo potencial de producción de forraje y valor nutritivo. También se explotan gramíneas introducidas, algunas de ellas ya naturalizadas en las áreas de pastoreo, entre las más comunes se pueden citar zacate guinea (*Panicum maximum*), jaragua (*Hyparrhenia rufa*), buffel (*Cenchrus ciliaris*), estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y Rhodes (*Chloris gayana*). En los últimos 15 años, han cobrado importancia algunas especies del género *Brachiaria*, *Andropogon* y algunos cultivares de *Panicum maximum*, mientras que en las leguminosas destacan los géneros *Clitoria*, *Pueraria*, *Arachis* y *Cratylia*, las cuales empiezan a ser conocidas y utilizadas por los productores. Más recientemente, han sido liberados los cv. Toledo (*Brachiaria brizantha* X *araes*, MG-5) y Mulato (*Brachiaria brizantha*), y por lo tanto son poco conocidos. Dentro de las tantas especies de gramíneas introducidas que se emplean como forraje en estas regiones, uno de los más destacados es el Pasto Guinea (*Panicum máximum* Jacq.), el cual ha manifestado ventajas en diversas condiciones de suelo y clima; además, ha demostrado un comportamiento bastante aceptable en comparación con otros pastos introducidos, en lo referente al rendimiento de materia seca (MS) y facilidad de establecimiento, entre otras características (Universidad de la Habana, 1978).

El pastoreo continuo con alta carga animal, la quema anual de las praderas, la época seca prolongada, los ataques esporádicos del salivazo (*Cercopidae* y *Aenolamia*) y el descenso de los niveles de nitrógeno junto con la posible inmovilización del fósforo del suelo, han llevado a las pasturas de las regiones tropicales a un

proceso de degradación que reduce anualmente su productividad de manera importante.

La falta de especies forrajeras de buena calidad, adaptadas a las condiciones ambientales prevalecientes en las diversas zonas ganaderas del país, ha sido señalada como uno de los problemas que más limitan el desarrollo de la ganadería.

La introducción y selección de especies forrajeras (*Poaceae* y *Fabaceae*) con alto potencial de producción, calidad, persistencia y adaptación a las diversas condiciones climáticas y edáficas del trópico, es una de las formas más efectivas para incrementar y mejorar la producción y productividad del ganado.

Objetivo

El propósito de esta revisión bibliográfica es el de traer a la luz las características diferenciales entre las especies del género *Panicum*, sus rangos de adaptación edáfica y climática, así como su comportamiento productivo y rendimiento.

Justificación

La disposición de la bibliografía concerniente al género *Panicum* y sus diferentes especies, permitirá al interesado conocer y utilizar aquellas que mejor se adapten a las condiciones de su explotación ganadera, para lograr un incremento considerable en la producción animal.

REVISIÓN DE LITERATURA

Taxonomía del Pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) (Harvard y Bernald, 1969).

Clasificación Taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoidea
Tribu:	Paniceae
Género:	<i>Panicum</i>
Especie:	<i>maximum</i> Jacq.

Nombre binomial

***Panicum maximum* Jacq.**

Sinónimos

- 1.-*Megathyrsus maximus* (Jacq.) BK Simon & S.W.L Jacobs
- 2.-*Urochloa maxima* (Jacq.) R. D. Webster

3.-*Panicum hirsutissimum* Steud.

4.-*Panicum maximum* Jacq. var. *hirsutissimum* (Steud.) Oliv.5.-*Megathyrsus maximus*. var. *Coloratus* (C.T. White) B. K. Simon & S.W.L. Jacobs

6.-*Panicum maximum* var. *Coloratum* C.T. White

7.-*Megathyrsus maximus* var. *Pubiglumis* (K. Schum.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs

8.-*Panicum maximum* Jacq. var. *pubiglume* K. Schum.

9.-*Panicum maximum* Jacq. var. *trichoglume* Robyns

10.-*Urochloa maxima* var. *Trichoglumis* (Robyns) R. D. Webster

(www.tropicalforages.info).

La derivación del nombre y los aspectos históricos

Panicum deriva del nombre latino para el mijo que se utiliza en la panificación, *máximo* puede referirse a la gran altura que alcanza la planta.

Nombres comunes en México: Zacate Guinea, Privilegio, Zacatón, Pasto Guineo, Camalote, Guineo, Hoja Fina, Panizo de Guinea, Rabo de Mula, Pasto Tanzania (Martínez, 1979).

Nombres comunes en otros países (CAB International, 2007)

Árabe: Gina el Hash, **Chino:** shu da Yang cao, **Inglés:** La hierba de Guinea, Hierba de Búfalo, Pasto Colonial, Pasto Elefante, Green Panic, Panic grass Verde, Hierba Hamil, Pasto Tanzania. **Español:** Guinea, Pasto Mijo de Guinea. **Francés:** Guiné Capime, Fataque, un elefante herbe, élevé de pánico, hierba de Guinea. **Argentina:** Gatton Panic, Guinea Pasto. **Bolivia:** Gatton Pasto. **Brasil:** Guiné colonia capim, sempreverde, siempre verde capim, Coloniã, capim capim de planta, capim guiñé, sempre capim-verde, Colonião, coloninho, Gatton panic, green panic, Guiné, Makueni, sempre-verde, tobiata. **Colombia:** guiña, Guinea

Pasto. **Cuba:** yerba de guinea. **Alemania:** guineagras, Hirse, rishirse. **Dinamarca:** Hirse, guineagras. **Ecuador:** Saboya. **Estonia:** hirss sur. **Honduras:** Guinea zacate. **Indonesia:** banggala roempoet, Londo soeket, banggala rumput, gajah rumput. **India:** Ghas de Gini, Ginia Gaddi, ginio pillu, pasto guinea. **Italia:** Erba di Guinea. **Jamaica:** pasto guinea. **Japón:** kibi Ginea. **Kenya:** achuko, odunyo. **Laos:** Nga Faed. **Sri Lanka:** tana de Gini, pul Gino. **Mauricio:** fataque **Malasia:** sesak sarang rumput. **Nicaragua:** Guinea zacate. **Países Bajos:** hierva bengaalsh. **Nepal:** Ghani ginebra. **Perú:** Castilla Grama, Zaina, Guinea Pasto. **Filipinas:** pasto guinea. **Puerto Rico:** de yerba de guinea, Gramalote. **Tailandia:** Guinea yah. **Tonga:** Saafa. **Turquía:** guyana oto. **Hawaii:** mauu pulumi y **Venezuela:** gamelot, guineon, Hierba de la India. (www.ceniap.gov.ve/pbd).

Descripción Botánica General del Pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.).

El Pasto Guinea (*Panicum maximum*) (Fig.1) es una planta perenne de tipo amacollado que mide 0.5 - 4.5 m de altura y crece durante el verano formando matas densas que se extienden por medio de raíces cortas y/o rizomas cortos y serpenteantes. Sus hojas son largas y anchas con tallos que florecen llevando la semilla en panículas abiertas y colgantes con altura de 1.5 - 2.4 m.

La semilla de guinea se desprende fácilmente de la panícula, ocasionando altas pérdidas de carióspside. El desprendimiento de la semilla madura y la presencia de semillas inmaduras simultáneamente, dificultan la cosecha. Una buena germinación de la semilla sería de 25 a 35 por ciento. Respecto al número de semillas por kilogramo hay diversidad de opiniones, Davies y Hutton (1970), dicen que hay 16 111000; Humphreys (1976), considera que hay de 1.6 a 2.4 millones de semillas por kg y Whyte *et al.* (1959) opinan que hay de 1 760 000 a 3 100 000.

Como los tallos se doblan, los nudos tocan el suelo y estos sacan raíces formándose de esta manera, plantas nuevas. Las vainas de las hojas se encuentran en las bases de los tallos y están cubiertos de pelos finos. Se mantiene verde hasta tarde en el invierno. Las láminas foliares son de hasta 35 mm de ancho y forma cónica en una punta fina de largo. La fértil (mujeres) lema superior es pálida.

Esta especie varía en tamaño y vellosoidad y también puede variar en menor medida, en el hábito de crecimiento. Hay distintas formas de *Panicum* en Sudáfrica, pero las arrugas floret transversal superior o de las semillas de *P. Máxima*, la distingue de todas las demás especies *Panicum* (www.plantzafrica.com).

El manejo del Guinea es bastante simple y esta planta puede resistir altas cargas animal, aunque su consumo por debajo de 6 a 10 pulgadas (15 a 25 cm) no es recomendable. También resiste la quema, la cual se recomienda en caso de que su crecimiento fuese demasiado exuberante.



Figura 1. Pasto Guinea (*Panicum máximum* Jacq.)

(Fuente: www.tropicalforages.info).

Este pasto es extremadamente tolerante a la sombra producida por los árboles, arbustos y otras especies de pastos. Esta es una característica valiosa ya que le

permite recibir la sombra de leguminosas vigorosas tales como centro, puero y siratro y continuar compitiendo para producir una buena combinación de pastos y leguminosas. En el trópico húmedo de Australia, este pasto ha demostrado ser la especie más confiable y productiva (www.cbytargentina.com).

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 totalmente sin llegar a formar césped. Las cepas o macollos se engruesan por medio de yemas (Fig. 2) 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; Citado por López, 2001).



Figura 2. Tallo del zacate guinea (*Panicum maximum* Jacq.)

(Fuente: www.tropicalforages.info).

Raíz

Su sistema radicular es abundante, profundo, fibroso y se podría decir que tiene una formación completa cuando la planta asemlle por primera vez (De León,

1977; citado por López, 2001), tiene alguna tolerancia a la sequía pero no la suficiente como para resistir temporadas secas largas. El Pasto guinea está adaptado a una amplia gama de suelos pero se comporta mejor en los bien drenados, de mediana a alta fertilidad.

Espiga

La inflorescencia del guinea (Fig. 3) es una panícula abierta de 15 a 20 cm de longitud por 25 centímetros de ancho, produce abundante semilla que va madurando en forma heterogénea y se desgranar rápidamente (Humphreys, 1976; citado por López, 2001).



Figura 3. Espigas y semillas de *Panicum maximum*

(Fuente: www.tropicalforages.info).

Semilla

La espiguilla o espícula del Guinea tiene glumas externas lisas e internamente encierran a la cariósida (Fig. 4) el primer par de glumas, formando una estructura que cierra herméticamente. De semilla fértil, de forma elíptica, de aproximadamente 2 milímetros de longitud.

Anteriormente se ha hecho referencia a la dificultad de cosechar la semilla del Pasto Guinea.

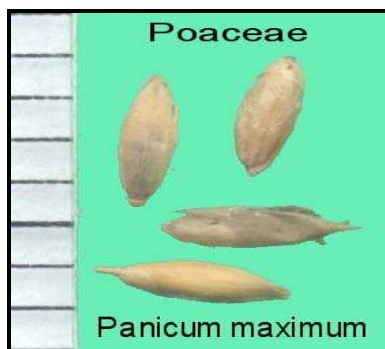


Figura 4. Semilla del zacate guinea (*Panicum maximum* Jacq.)

(Fuente: www.tropicalforages.info).

Con técnicas mejoradas de cosecha, la calidad de la semilla sin duda mejorará (Figura 7). Sin embargo, debido a diferencias marginales de rendimiento de las diversas variedades de Pasto Guinea se sugiere que la calidad de la semilla, especialmente la buena germinación, sea el criterio principal a seguir para su adquisición. A continuación se presenta la semilla de algunos cultivares de *Panicum maximum* donde se puede observar que existe variabilidad tanto en color como en tamaño de la semilla (Figura 5).

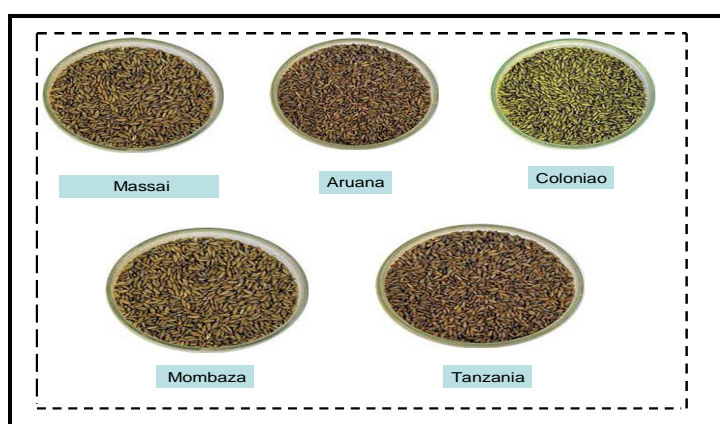


Figura 5. Semilla de algunos cvs de *Panicum maximum*.

(Fuente: www.xingusementes.com.br).

Floración y Reproducción

La floración en *Panicum máximum* dura bastante tiempo (a excepción tal vez de cuando empieza a finales de la temporada) y esto afecta la cosecha y la producción. En Filipinas, Javier (1970) observó que el 25 por ciento de las espiguillas florecieron 6 días después de la emergencia de la panícula y que el 50 por ciento 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 máximum* es una planta apomíctica facultativa y pseudogámica con alrededor de 2 a 3 por ciento 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; citados por López, 2001).

Javier (1970) acepta la predominante reproducción apomíctica de *Panicum máximum* pero afirma que de acuerdo a la citología, la sexualidad tiene valores que fluctúan desde 22 a 54 por ciento; sin embargo, Combes y Pernés (1970) citados por Bogdan (1997) mencionan que el 2 a 3 por ciento de reproducción sexual observada actualmente, dista mucho de lo estimado debido a la frecuencia en la reducción de sacos embrionarios. Aún bajo pseudogamia, la polinización es necesaria para la formación del endospermo que es indispensable para el crecimiento normal del embrión.

El cultivar Massai es precoz y florece durante todo el año, pero con concentración en mayo. Durante los dos primeros años, este cultivar puede producir hasta cuatro ciclos de florecimiento, entre los meses de marzo y junio. Estos ciclos son consecutivos y presentan grados variados de superposición, los cuales dependen de la edad de la pastura, de las condiciones climáticas, de los tratos culturales y, principalmente, de la aplicación de nitrógeno inmediatamente después a la cosecha de las semillas (www.safrasulsementes.com).

En un estudio realizado por Carvajal y del Río (2003) para conocer la producción y calidad de la semilla de *Andropogon gayanus* (Llanero), *Brachiaria brizantha* (Insurgente) y tres variedades de *Panicum maximum* (Guinea Común, Guinea Tanzania y Guinea Mombaza), encontraron que las especies presentaron su floración en los meses de octubre y septiembre (cuadro 1). La producción de semilla encontrada por la influencia de la época de floración y con la técnica de fertilización (Cuadro 2 y 3) y la germinación de la semilla con la edad en el momento de siembra (Cuadro 4). Encontrando que la aplicación de fertilizante para mejorar la calidad y cantidad de la semilla tuvo un efecto positivo con su aplicación.

Cuadro 1. Fecha de iniciación de la floración y la cosecha de semillas de cinco pastos tropicales.

Especie o Variedad	Inicio de Floración	Fecha de Cosecha
Llanero	Octubre 30	Noviembre 16
Insurgente	Octubre 1	Noviembre y diciembre
Guinea Común	Septiembre 15	Octubre 24
Guinea Mombaza	Septiembre 25	Noviembre 2
Guinea Tanzania	Septiembre 25	Noviembre 5

(Fuente: Carvajal y del Río, 2003).

Cuadro 2. Producción de semilla bruta (kg/ha) de cinco pastos con y sin fertilización

Especie	Sin fertilización	Con fertilización	Promedio
Llanero	211	381	296
Insurgente	110	161	135
Guinea Común	89	167	128
Guinea Mombaza	134	377	255
Guinea Tanzania	151	286	218

(Fuente: Carvajal y del Río, 2003).

Cuadro 3. Producción de semilla pura de cinco pastos sin y con fertilización (kg/ha).

Especie	Sin fertilización	Con fertilización	Promedio
Llanero	93	240	166
Insurgente	22	42	32
Guinea Común	24	43	34
Guinea Mombaza	65	188	127
Guinea Tanzania	82	180	131

(Fuente: Carvajal y del Río, 2003).

Cuadro 4. Germinación de cinco pastos influenciados por la edad de la semilla (%)

Edad de la semilla			
Especie	Cero-un mes	3.5 meses	6.5 meses
Llanero	13	46	75
Insurgentes	2	3	48
Guinea Común	14	19	14
Guinea Mombaza	5	13	58
Guinea Tanzania	2	6	12

(Fuente: Carvajal y del Río, 2003).

Características genéticas

La variedad más común de Guinea es autotetraploide ($2n=36$) y muestra una irregularidad meiotica, pero como su reproducción es apomítica, la progenie de las semillas es muy uniforme (Whyte, *et al.*, 1959; citado por López, 2001). Esta uniformidad la confirma (Humphreys, 1976) quien cataloga al Guinea como una especie apomítica 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 las características de maduración y desgrane de varios clones de Guinea.

Producción de semilla y germinación

El primer paso para la producción de semillas es la determinación de la zona apropiada para el establecimiento de los cultivos, debido a que la zona de producción de forraje puede ser diferente a los requisitos para obtener rendimientos de semillas adecuados (Hopkinson y Reid, 1979; citados por Carvajal y del Río 2003).

La obtención de altos rendimientos de semilla en gramíneas tropicales resulta difícil, tal es el caso del pasto guinea, ya que por ser una gramínea forrajera tropical presenta una pobre sincronización de la floración y un alto porcentaje de dehiscencia de las semillas maduras, por tanto, sólo una pequeña cantidad de las semillas producidas se pueden cosechar, lo que ocasiona bajos rendimientos; además de que la semilla es de baja calidad (Boonman, 1978; Hacker, 1999; citados por Joaquín, *et al.*, 2006).

La producción de semillas de pastos se debe expresar en semilla pura y no equivocadamente como semilla cruda o bruta, ya que un alto rendimiento de semilla bruta puede ser invalidado por la falta de pureza. La germinación es muy variable y depende de la edad de la semilla debido a la latencia, la cual es inhibida durante el almacenamiento de la semilla. Los rendimientos de semilla se ven afectados por la falta de uniformidad de la floración y porque la semilla cae con facilidad de la planta cuando madura. Las condiciones climáticas y la fertilización con nitrógeno, son más importantes en la producción (Boonman, 1979; Citado por Carvajal y del Río, 2003).

Se ha indicado, que con la manipulación de la densidad de macollas, fertilización nitrogenada y la selección de la fecha óptima de cosecha, se puede mejorar el rendimiento de semilla en pastos tropicales (Boonman, 1978). Porque la base del crecimiento de las pasturas y de la producción de semillas es el macollaje. Cada

hoja tiene una yema de la cual se desarrollará un macollo. El primer macollo aparece generalmente cuando la planta tiene 4 o 5 hojas expandidas (Peman, 2005).

Una producción alta de semillas dependerá de maximizar el número de macollos y sincronizar la aparición de las inflorescencias (Loch, 1985), por lo que es común realizar cortes de la pastura cuando termina la estación seca para promover el macollaje. El mayor efecto de la fertilización nitrogenada se manifiesta en el incremento de los rendimientos de semilla, debido a que se aumenta la densidad de inflorescencias. Dado que el nitrógeno juega un rol central en la producción de semillas, es importante determinar la dosis óptima a aplicar, el momento adecuado y el tipo de fertilizante nitrogenado a utilizar (Peman, 2005).

Para lograr los mejores resultados, primeramente la pradera debe estar bien establecida y habrá que esperar a que inicie la temporada de lluvias para poder fertilizar, después hay que esperar por lo menos dos meses para cosechar y esta cosecha hay que realizarla en tres etapas que son:

- **Corte**. Aquí hay que organizar al equipo de trabajo en grupos de tres personas, en donde dos cortarán y una se encargará de transportar las espigas a donde se construirá la pila.
- **Apilamiento**. Será necesario seleccionar un área accesible y cercana de donde se está cortando, la pila se debe hacer en forma ordenada y aquí la semilla debe durar de 3 a 4 días como máximo.
- **Trilla**. Se realizará tomando pequeños manojos de la pila, los cuales se agitarán con suaves movimientos horizontales, esto con el fin de que únicamente se desprenda la semilla madura, no hay que golpearla ya que si se hace se desprende semilla infértil (González, 2002).

Sin embargo, existen reportes que señalan que el rendimiento y la calidad de la semilla se podrían mejorar aún más con la aplicación de reguladores del crecimiento (Nickell, 1979), ya que según la concentración y momento de aplicación, se sincroniza la floración y se uniformiza la maduración de las semillas (Pérez, 1990; citados por Joaquín, 2006). Dentro de los reguladores del crecimiento que se pueden usar para incrementar el rendimiento de semilla de gramíneas forrajeras tropicales se encuentran el paclobutrazol y el ethephon (Joaquín, 2006).

Gil y Medina (2001) citado por Villanueva *et al.* (2008) mencionan que la quema prescrita también puede ser una práctica recomendable para estimular la producción de semilla.

La semilla tiene la forma de una espiguilla con una sola carióspside y dependiendo de la variedad, difiere en tamaño. En variedades con espiguillas largas, 1000 de estas pesan 1.40g (700 000/kg) y 1000 semillas escarificadas, es decir a las que se les han removido las suaves glumas, pesan 0.85 g (1 200 000/ kg). En variedades con espiguillas pequeñas, pesan 0.75 g/1000 ó 1 350 000/kg (Bogdan, 1966). Whyte *et al.* (1959), citado por Bogdan (1997) mencionan un número mayor de semillas por kg (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 carióspside puede ser razonablemente alto, por ejemplo, el cultivar Makueni, o el cultivar Sabi, que son relativamente buenos productores de semilla. Se tiene poca información sobre la producción de semilla, viejos reportes de Kenia muestran que el Pasto Guinea delgado produce alrededor de 300 lb de semilla/ acre (alrededor de 336 kg/ha) lo que tal vez se refiere a semilla de baja calidad, donde el porcentaje de espiguillas con carióspside puede ser tan bajo de 1 a 5 por ciento. Boonman y Van, (1973) citados por López (2001) reportan que el cultivar Makueni produce 25 kg de semilla pura germinable/ha.

La producción de semilla de zacate guinea es una de las más complejas. En México se trata sólo de una actividad familiar en la que participan mujeres y niños y ocasionalmente el jefe de la familia, cuando le queda tiempo después de sus actividades primarias. Cada una de estas familias llega a colectar de 50 a 100 kg de semilla en una temporada, semilla que entregan a acaparadores (De León, 1977; citado por López, 2006).

López (2006) presenta un método de cosecha descrito por De León (1977) que utiliza estas familias para la recolección de la semilla del pasto guinea. Se cortan las espigas (Figura 6) que por su color se juzgan que estén maduras o muy próximas a madurar, las espigas que recolectan se amontonan, se hacen montones 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 presentan 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 recolector, ya que recibe más dinero entre mas semillas entreguen al comerciante, independientemente de la calidad de la semilla.



Figura 6. Recolección de semilla a mano en Tailandia de zacate guinea.

(Fuente: www.tropicalforages.info).

Cuando ha pasado el periodo de “sudado” se quita la lona que cubre el montón, se toman pequeños haces de espiga, se sacuden y restriegan entre sí para que se 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 además basura que se encuentra presente. La semilla así colectada se filtra con arpillas o tela mosquitera, se envasa en costales de yute, mantas u otros materiales, posteriormente se lleva a cabo un proceso adecuado de secado.

En Filipinas, 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 golpearla con palos. Para prevenir un excesivo desprendimiento de semilla y evitar un posible daño por pájaros, las panículas (la inflorescencia) pueden amarrarse antes de la cosecha o los culmos (tallos) se voltean boca abajo (Javier, 1970; citado por Bogdan, 1997).

Ferguson (1978) citado por Carvajal y del Río (2003) describe la cosecha manual de semillas, consistente en cortes de tallos florales que se apilan en forma horizontal para el sudado, después de 3-4 días se abre la pila y se trilla, luego las semillas se trasladan a cobertizos donde se seca en el sol o en la sombra. La calidad de semilla es muy variable y también el rendimiento.

La producción de semillas del zacate común se encuentra generalmente entre 50 y 300 kg de semilla/ha, efectuando la cosecha entre los 28 y 36 días después de la aparición de la inflorescencia. El porcentaje de germinación de la semilla varía entre 0 y 45 por ciento, El mejor periodo para utilizar la semilla correctamente almacenada es 6 a 12 meses después de cortada. Después o antes de este tiempo la germinación disminuye. Bogdan (1997) menciona que de acuerdo a varios autores, la semilla requiere de una maduración postcosecha y puede tomar de 6 a 18 meses. La longevidad de la semilla depende de las condiciones de almacenaje. Uno de los factores que afectan la germinación de las semillas es el periodo de latencia, el cual se mantiene en reposo bioquímico y es necesario eliminar antes

de la siembra para lograr un establecimiento rápido y homogéneo (Febles, 1981). Es conocido que la mayoría de los cultivares de *Panicum maximum* presentan dormancia poscosecha. González y Torriente (1983; 1984), Matías y Bilbao (1985) han informado disminución del efecto dormántico con el empleo del almacenamiento.



Figura 7. Recolección de semilla de *Panicum maximum* cv. Gatton con maquinaria en el Norte de Australia.

(Fuente: www.tropicalforages.info).

En estudios realizados por González y Mendoza (1994) señalan que la semilla, en el transcurso del almacenamiento en frigorífico, se apreció un incremento significativo de la germinación ($P < 0.001$) y se alcanzaron los mayores valores a los 9 y 12 meses, que no difirieron entre ellos pero sí de los restantes meses. Se observó una fuerte dormancia en la semilla recién cosechada (0 mes), con solo 1.25 por ciento de germinación (este último se determinó empleando la sal de tetrazolio). Durante el almacenamiento en condiciones ambientales, también se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) para la germinación en los distintos meses estudiados, se observó un incremento significativo hasta los 6 meses, aunque a partir de este momento disminuyó, lo que se hizo significativo a los 12 meses.

En contenedores sellados a una temperatura de 10°C, la viabilidad puede durar mucho tiempo, pero se pierde rápidamente si se almacena en bolsas y a temperaturas mayores de los 10°C. En Rhodesia, Smith (1970) reportó una germinación del 5 por ciento en semillas recién cosechadas, la germinación aumentó a 24 por ciento cuando se almacenó alrededor de un año y a un 40 por ciento cuando fue escarificada químicamente con ácido sulfúrico por 10 minutos. Las glumas suaves de la espiguilla 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, las cariósides desnudas no germinaron. La germinación puede aumentarse también al sumergir la semilla en una solución de KNO₂ o en agua en circulación. Alternar humedad y sequedad durante las primeras etapas de germinación de la semilla pasa lo mismo que alternando las temperaturas por ejemplo de 10 a 40 °C (Bogdan, 1997).

La producción de semillas puras es de, aproximadamente, 85 kg/ha. En un gramo de semillas de cultivar Massai se encuentra en nivel de producción de semilla media, 900 semillas puras (www.safrasulsementes.com).

En Filipinas, Javier (1970), reporta una producción de 25 kg de semilla pura con un 5 – 7 por ciento de semillas bien formadas en tres cultivares y una producción de 99 – 156 kg en dos selecciones del cv. Sabi (Bogdan, 1997).

En un estudio realizado por Oquendo *et al.* (2008) en cultivares de (*Panicum maximum* jacq.) (Figura 8) con diferentes métodos de propagación, en un sistema intensivo de ceba de ganado vacuno, se encontró interacción variedad por método de siembra o plantación, favoreciendo a la guinea Likoni cuando se estableció por semilla gámica y a los cultivares Mombasa, Tanzania y Tobiatá con el método por macollas o cepa. La plantación por trasplante favoreció a la guinea común y en los tratamientos restantes mostró un comportamiento intermedio.

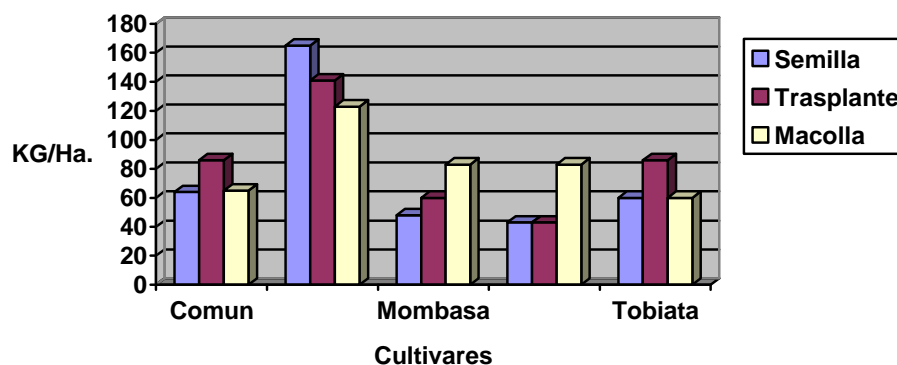


Figura 8. Producción de semilla de cultivares *Panicum maximum* con diferentes métodos de propagación.

(Fuente: Oquendo, *et al.*, 2008).

La variedad Likoni se ha destacado entre variedades del género *Panicum* como alta productora de semilla en diferentes condiciones agroedafoclimáticas de Cuba (Matías y Ritt 1988). Según la información aportada por Pérez (2000) y por Pérez *et al.*, (2006), citados por Oquendo (2008) en investigaciones realizadas en Guantánamo y en Matanzas, donde se compararon cinco cultivares de guinea, se encontró que los rendimientos mas elevados se alcanzaron con Likoni y Uganda (229 y 203 kg/ha, respectivamente). Por ello lo utilizan como testigo en estudios de nuevos ecotipos o cultivares de *Panicum maximum*.

En un estudio realizado en el Estado de México por Joaquín *et al.* (2009), para evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad de la semilla del pasto guinea cv Tanzania. Los RST y RSP (Cuadro 5) variaron entre las dosis de nitrógeno, presentando incrementos ascendentes conforme aumentó la dosis de fertilización, hasta 100 kg de N/ha, con valores de 26.6 y 23.7 kg/ha, respectivamente. Las dosis de 150 y 200 kg/ha presentaron valores iguales a la de 100 kg de N/ha pero diferentes y superiores al testigo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Rendimiento de semilla total y semilla pura de pasto guinea (*Panicum maximum*) cv Tanzania con diferentes dosis de Nitrógeno (kg/ha).

N (kg/ha)	RST	RSP
0	2.4	1.8
50	16.0	13.3
100	26.6	23.7
150	26.5	22.2
200	26.7	21.7

(Fuente: Joaquín *et al.*, 2009). RST= Rendimiento de semilla total, RSP= Rendimiento de semilla pura.

Se encontró que la aplicación de nitrógeno tuvo un efecto positivo en el número de panículas/ m²; se observó que los valores de 12.9, 13.1, 13,1 y 14.7 panículas m² obtenidos con las dosis de 50, 100, 150 y 200 kg de N/ha, respectivamente, fueron similares entre si, pero diferentes y superiores al de 0 kg de N/ha (1.4 panículas m²) (Cuadro 6). Un comportamiento similar al anterior se observó en la longitud de panícula, ramas por panícula, semillas producidas y cosechadas por panícula, donde las cuatro dosis de nitrógeno presentaron valores superiores al control. Así mismo, se encontró que la pureza física de la semilla cosechada se incrementó con la fertilización nitrogenada, donde el mayor valor de pureza (86.6 por ciento) se obtuvo con la dosis de 100 kg de N/ha. No se encontró efecto de la fertilización nitrogenada en el peso de 1,000 semillas y porcentaje de germinación.

Cuadro 6. Componentes del rendimiento, Calidad física y fisiológica de semillas del pasto guinea (*Panicum maximum*) cv Tanzania con diferentes dosis de Nitrógeno.

N(kg/ha)	NP(No.m ²)	LP(n)	RP(n)	SPP(n)	SCP(n)	PMS(g)	PP (%)	PG (%)
0	1.4	19.9	27	347	171	1.349	71.4	82.1
50	12.9	22.7	32	632	317	1.317	81.1	80.4
100	13.1	23.4	30	664	326	1.347	86.6	83.7
150	13.1	25.8	32	745	422	1.319	83.4	86.0
200	14.7	27.5	30	772	429	1.316	85.3	86.1

(Fuente: Joaquín *et al.* 2009). NP= Numero de panícula, LP= Largo de panícula, RP= Ramas por panícula, SPP=Producción de semillas por panícula SCP=Cosecha de semilla por panícula, PMS= 1,000-Peso de semilla, PP= Semilla pura, PG= % de Germinación.

En relación a los coeficientes de correlación entre el rendimiento de semilla y sus componentes, se encontró que el número de panícula/ m² fue el componente que presentó el mayor grado de asociación con los RST y RSP, con valores de 0.7894 y 0.7684, respectivamente, seguido de la longitud de panícula y semillas producidas por panícula (Cuadro 7).

Los resultados encontrados en este estudio indican que la aplicación de nitrógeno incrementó el rendimiento de semilla y que los valores máximos se lograron con 100 kg de N por hectárea. En este sentido se ha señalado que las gramíneas tropicales producen la mayor cantidad de semillas cuando se aplican 100 kg de N/ha y que dosis mayores reducen el rendimiento (Boonman, 1972; Bogdan, 1977; citados por Joaquín *et al.*, 2009).

Cuadro 7. Coeficiente de correlación entre el rendimiento de semilla y los componentes de dicho rendimiento en pasto guinea (*Panicum maximum*) cv. Tanzania.

Componentes de Producción	PTS	PSP
Numero de Panícula	0.7894	0.7684
Largo de Panícula	0.7645	0.7604
Ramas por Panícula	0.3972	0.3990
Producción de Semilla por Panícula	0.7486	0.7526
Cosecha de Semilla por Panícula	0.6524	0.6436
1,000- Peso de Semilla	-0.1838	-0.1298

(Fuente: Joaquín *et al.* 2009). PST= Producción Total de Semilla, PSP= Producción de Semilla.

En un estudio realizado por Eguiarte y González (S/F) para evaluar el potencial de producción de semilla de las especies *Andropogon gayanus* (CIAT 621; las selecciones INIFAP 11, 24, 21 y 39); *Panicum coloratum* INIFAP 183 y 184; *Panicum maximum* común; *Cenchrus ciliaris* cv. Biolela y Americano.

Encontraron que las accesiones de *Panicum* presentaron rendimientos similares de semilla y de espigas (Cuadro 8), *Panicum maximum* común presentó la mayor producción de S. P. V. (77 kg/ha), mientras que *P. coloratum* INIFAP 184 produjo 70 kg/ha y *P. coloratum* INIFAP 183 produjo 68 kg/ha. El número de espigas/m² varió entre 118 en esta última accesión y 94 en *P. coloratum* INIFAP 184.

Cuadro 8. Producción de semilla y número de espigas/m² de accesiones de *Panicum*. Región sur de Jalisco, México. (Promedio de dos estudios)

Accesión	Semilla pura (kg/ha)	Espigas (Numero/m ²)
<i>P. coloratum</i> INIFAP 183	68.50	118.12
<i>P. coloratum</i> INIFAP 184	70.15	93.44
<i>P. maximum</i> común	77.01	101.12
Promedio	71.88	104.22

(Fuente: Eguiarte y González, S/F). NOTA: Las plantas fueron fertilizadas en el primer estudio con 50 kg/ha de N y 30 kg/ha de P. En el segundo 100 kg/ha de N y 50 kg/ha de P.

Joaquín *et al.*, (2006) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de la fitohormona esférica cidef-4 en el rendimiento y calidad de la semilla en pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tanzania y el momento de la aplicación. Encontrando los resultados que se muestran en los cuadros 9, 10 y 11. Donde se observa que el rendimiento cosechado de semilla pura germinable fue 19 por ciento mayor al aplicar el cidef-4 al iniciar la antesis en comparación a la aplicación antes del espigamiento (Cuadro 9). El número de panículas, semillas producidas y cosechadas por panícula y peso de 1,000 semillas no fueron afectadas por la etapa de aplicación. Asimismo, no se observaron diferencias estadísticas de la etapa de aplicación en el porcentaje de pureza física y germinación.

Se observa que el mayor rendimiento cosechado de semilla pura germinable (132 kg/ha), se obtuvo al aplicar la concentración de 6 mg/kg de ingrediente activo, valor que fue similar al rendimiento obtenido con 2 y 4 mg, pero diferente y superior al control (Cuadro 10). La pureza física y germinación de la semilla no fue afectada

por ninguna de las concentraciones aplicadas. No se encontró efecto de la interacción etapa y concentración aplicada para ninguna de las variables.

Cuadro 9. Rendimiento cosechado de semilla pura germinable, componente del rendimiento, calidad física y fisiológica de semillas del pasto guinea, en dos etapas de aplicación de cidef-4.

Tiempo de aplicación	PGSHY (kg/ha.)	NP (No. m ²)	SPP (No.)	SHP (No.)	TSW (g)	SP (%)	GR (%)
Control	87	40	817	586	1.264	86	78
Antes del espigamiento	109	67	1008	702	1.267	88	81
Inicio de la antesis	128	74	1003	674	1.270	87	79

(Fuente: Joaquín *et al.*, 2006), PGSHY= Cosecha de producción de semilla pura germinable, NP= Numero de panículas, SPP= Producción de semilla en cada panícula, SHP= Cosecha de semilla en cada panícula, TSW= 1000- peso de la semilla, SP= Semilla pura, GR= Por ciento de germinación.

Cuadro 10. Rendimiento cosechado de semilla pura germinable, componentes del rendimiento, calidad física y fisiológica de semillas del pasto cunea con diferentes concentraciones de cidef-4.

Concentración cidef-4 (mg/kg) ¹	PGSHY (kg/ha.)	NP (No. m ²)	SPP (No.)	SHP (No.)	TSW (g)	SP (%)	GR (%)
0	87	40	817	586	1.26	86	78
2	110	76	1024	682	1.26	87	77
4	114	60	1037	738	1.27	86	82
6	132	76	957	645	1.28	89	81

(Fuente: Joaquín *et al.*, 2006), ¹ Ingrediente activo, PGSHY= Cosecha de producción de semilla pura germinable, NP= Numero de panículas, SPP= Producción de semilla en cada panícula, SHP= Cosecha de semilla en cada panícula, TSW= 1000- peso de la semilla, SP= Semilla pura, GR= Por ciento de germinación.

En el estudio que se describe, se encontró que el número de panículas fue el componente que presentó el mayor grado de asociación con el rendimiento cosechado de semilla pura germinable, con un valor de 0.8342 (Cuadro 11).

Cuadro 11. Coeficientes de correlación entre el rendimiento cosechado de semilla y los componentes de dicho rendimiento en pasto guinea.

Componentes de producción	Semilla pura germinable (kg/ha)
Numero de panículas	0.8342
Producción de semilla por panícula	0.5723
Cosecha de semillas por panícula	0.5801
1000- peso de la semilla	0.1303

(Fuente: Joaquín *et al.*, 2006).

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la aplicación de la fitohormona esteroideal cidef-4 incrementó el rendimiento cosechado de semilla pura germinable de pasto guinea y que el mejor momento de aplicación fue al iniciar la antesis.

Con el objetivo de evaluar la calidad de las semillas de tres especies forrajeras, Valbuenal (2005), realizó un estudio en *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* y *Panicum maximum* cv. Tanzania, los resultados se muestran en los cuadros 12 y 13, donde se puede observar que cv. Tanzania presentó diferencias en los valores de materia inerte (MI) y número de semillas puras por kilogramo (NSP/kg) en contraste con *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria brizantha* (Cuadro 12).

El PSP de *Brachiaria decumbens* (81.47 por ciento) y *Brachiaria brizantha* (82.50 por ciento) fueron superiores en relación con *P. maximum* cv. Tanzania (70.06 por ciento). En cuanto al NSP/kg fue mayor para *P. maximum* (801429) en comparación con *B. decumbens* (149809) y *B. brizantha* (139225). (Cuadro 12). El PSP y MI están influenciados por la forma de la cosecha de la semilla y por el tratamiento

escarificada, alta pureza y nucleada, mientras que el NSP/kg esta directamente relacionado con el tamaño de la semilla, lo que significa que a menor tamaño mayor es el numero de semillas.

Cuadro 12. Promedio de pureza de tres especies de semillas de gramíneas forrajeras

Especie	PSP	PMI	NSP/kg
<i>Brachiaria decumbens</i>	81.47	18.07	149809
<i>Brachiaria brizantha</i>	82.51	16.74	139225
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzania	70.06	28.53	801429

(Fuente: Valbuena, 2005). PSP= Por ciento de Semillas Puras, PMI= Por ciento de Material Inerte, NSP/kg= Numero de Semillas Puras/kg.

En el cuadro 13 se observan los promedios del porcentaje de germinación (PG) en las tres especies de gramíneas forrajeras estudiadas. *Brachiaria decumbens* (60.57 por ciento) presentó mayor porcentaje de germinación (PG) en comparación con *Brachiaria brizantha* y *Panicum maximum* (41.08 y 57.63 por ciento respectivamente).

Cuadro 13. Análisis de germinación de tres especies de semillas de gramíneas forrajeras

Especie	PG	CV	NSPVG/kg	Kg/ha
<i>Brachiaria decumbens</i>	60.67	48.56	66602	3.19
<i>Brachiaria brizantha</i>	41.08	32.95	44994	4.59
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzania	57.63	40.10	313769	0.76

(Fuente: Valbuena, 2005). PG= Por ciento de Germinación, CV= Valor Cultural (El porcentaje de semilla pura viva), NSPVG/kg= Numero de Semillas Puras Vivas por kg, en la ultima columna se refiere al los kilogramos germinales por hectárea.

En este mismo estudio, encontraron que el promedio del valor cultura (CV) fue mayor en la especie *Brachiaria decumbens* (48.56) en comparación con la *Brachiaria brizantha* y *Panicum maximum* (32.95 y 40.10 respectivamente).

De acuerdo a estudios realizados por muchos autores (Martín y Palma, S/F; Jank, 1995; citado por Jank, L., 2003; Boonman y Van, 1973 citados por López, 2001; Valbuena, 2005; Eguiarte, 1992, Pérez, 2000 y Pérez *et al.*, 2006 citados por Oquendo, 2008; Carvajal, 2003; Rettally, 2009 y www.tropicalforajes.info). Se hace una concentración de datos de producción de semilla de algunos cultivares de *Panicum máximum* (Cuadro 14).

Cuadro 14. Producción y germinación de semilla de algunas variedades de *Panicum maximum*.

Cultivares	Producción de semillas puras (kg/ha)	% de Germinación
Tanzania	132 ¹	57.63 ^a
Mombaza	72 ¹	58*
Tobiatá	40 ¹	
Coloniao	100 ¹	
Massai	85 ¹	
Makueni	25 ²	
Sabi	99-156 ²	
Atlas	85 ^o	
Aries	85 ^o	
Común	77.01 ³	14*
Uganda	203 ³	
Gatton	100 ^o	

(Fuente: ¹ Jank, 1995; citado por Jank, L., 2003), ² (Boonman y Van 1973), citado por López, (2001). ^a Valbuena (2005), ³ Eguiarte, (1992), Pérez, (2000) y Pérez *et al.*, (2006) citados por Oquendo, (2008) * Carvajal, (2003), ^o Rettally, (2009), (www.tropicalforajes.info).

Calidad de la semilla

La obtención de semilla de calidad, representa un factor indiscutible en el establecimiento de pasturas. Benítez (1975) considera que para evaluar la calidad de la semilla, se determina la pureza física, la germinación y la latencia. Sin embargo, las especies forrajeras son difíciles de trabajar por su tamaño pequeño y a las es-

estructuras que la envuelven. En este sentido, Delouche (1971), citado por Carvajal (2003), indica que la calidad de la semilla es producto de su historia de cultivo y describe los factores que determinan la calidad de la semilla. Estos son: La calidad genética, la contaminación en el campo con variedades afines, las condiciones bióticas durante la precosecha, la forma de cosecha, el secado de las semilla, la uniformidad del lote de las semillas y la selección del suelo para la siembra.

La semilla comercial es de baja calidad, principalmente en los aspectos de pureza física y germinación, por lo cual el productor debe sembrar grandes cantidades, lo que incrementa el costo de establecimiento y restringe el avance de las etapas de producción (Bernal 1986; Carvajal y Lara 2003; Reina *et al.*, 1999; citados por Valbuena, 2005).

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 formula siguiente:

$$Calidad = \frac{(pureza)(germinacion)}{100}$$

Pureza

La pureza es el número de granos de semilla de cada muestra de cien que están llenas o que tiene cariósida formada (se expresa en %), (De León, 1997). Y se calcula bajo la siguiente formula:

$$\% SPV = \frac{(\% Germinacion)(\% Pureza)}{100}$$

De la misma manera, también se deben determinar los kilogramos de semilla comercial necesaria para tener mayor seguridad en hacer una buena distribución de plántulas, asegurando con esto la germinación de los kilogramos de semilla reque-

rida para hacer un buen establecimiento del cultivo (López, 2007), se calcula bajo la siguiente fórmula.

$$kgSCN = \frac{(kgSPVNecesaria)(100)}{\%SPV}$$

Germinación

La germinación es el número 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 (Humphreys, 1976; citado por López, 2001).

Valor cultural

Expresa el producto de la pureza por la germinación. Tomando en consideración lo anterior, se puede señalar que por cada kilogramo de semilla comprada sólo va a nacer aquella cuyo porcentaje exprese el valor cultural o porcentaje de semilla pura germinable, el cual se determina de la siguiente manera:

$$VC = \frac{\%dePureza (\%deGerminacion)}{100}$$

Es necesario comentar que para calcular la cantidad de semilla necesaria, se debe tomar en cuenta un índice de 180, valor establecido como aceptable para las condiciones del trópico de México. Para calcular la semilla por hectárea se debe dividir el índice mencionado sobre el valor cultural de la semilla que determinamos previamente.

Factores que afectan la calidad de semilla

Tiempo de almacenamiento

En Rhodesia, Smith (1970), citado por López (2001) encontró una germinación del cinco por ciento en semillas recién cosechadas, la germinación aumentó a 24 por ciento cuando la semilla se almacenó 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 por ciento). 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; citado por López, 2001).

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 hasta de 16 a 18 por ciento, con ulterior deterioro de las mismas que se refleja en la germinación López (2001).

Dange y Kothari (1968), citados por Lòpez (2001), establecieron el 71 por ciento 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.

Ecología de la especie

Esta hierba atrae muchas aves a las semillas. Es especialmente popular entre los maniquíes de bronce, que visita la hierba, en parvadas. Si se siembran en contenedores las plantas en los jardines urbanos, proporcionará una fuente de alimentos muy necesarios para estas aves en un medio urbano. La hierba de Guinea es también la planta hospedera de la larva de la mariposa ojos marrón de los arbus-tos.

Requisitos del suelo

Panicum maximum crece en la mayoría de los tipos de suelo, siempre que estén bien drenados y fértiles, aunque algunas variedades son tolerantes a la humedad; sin embargo, existe una menor tasa de fecundidad en los más pobres de drenaje. La tolerancia a suelos alcalinos y ácidos también es variable. 'Vencedor' y 'Centenario' fueron criados para estos límites de tolerancia; otras variedades requieren encalado en suelo ácido y alcalino para mejores resultados. La especie es generalmente intolerante al anegamiento o la salinidad.

Humedad

La mayoría de las variedades son cultivadas en zonas con precipitaciones anuales de 900 a 200 mm. La tolerancia a la sequía varía entre los cultivares, aunque en

general, no toleran períodos de sequía mayores a 4 o 5 meses. Son tolerantes a las inundaciones de corto plazo por agua en movimiento.

Temperatura

Se produce desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm. La temperatura varía con el genotipo. Crece bien a pleno sol, pero se ha registrado que se adapta bien al sombreado hasta un 30 por ciento. Algunas Variedades reconocidas por la capacidad de crecer en las condiciones de sombra son los cultivares Embu, Petrie.

Origen y distribución del zacate guinea

El zacate guinea (*Panicum máximum*) es nativo de África, y actualmente se cultiva hasta ciertos límites en África y ha sido introducido a otros países tropicales y subtropicales como la India, Sri Lanka, Australia, Malaya, Nueva Guinea, Sarawak, Filipinas, Hawaii y otros lugares donde se cultiva en granjas, pero principalmente a nivel experimental. Sin embargo, en la India fue introducido por primera vez en 1793 y rápidamente se convirtió en uno de los pastos forrajeros más importantes. Actualmente, las principales zonas donde se cultiva incluyen América del Sur, América central, Indias Orientales y en menor grado el Sureste de EUA.

Este pasto fue introducido a América hace mucho tiempo, probablemente en el siglo XVIII y principios del XIX (Parson, 1972), en forma accidental, en los desechos del material que se usa para camas en los barcos que traían esclavos del oeste de África (White *et al.*, 1959). Pronto se propagó en todas las islas caribeñas hasta el norte de América del Sur, América Central y EUA, e independiente desde la costa sureste de Brasil hacia tierra adentro.

En América, fue rápidamente reconocido como un excelente forraje para pastura y ahora se cultiva a gran escala, también se ha propagado en la vegetación natural o seminatural donde se ha naturalizado perfectamente para formar parte esencial de la composición de pastizales naturales, especialmente aquellos con árboles y arbustos y con frecuencia domina las tierras donde han sido aclarados los bosques. Es un pasto de gran valor como pasto cultivado, debido a su alta productividad, palatabilidad y buena persistencia.

Distribución en México

Se ha registrado en Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luís Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (McVaugh, 1983; Villaseñor y Espinosa, 1998).citados por (www.tropicalforages.info).

En Australia, el Pasto Guinea ha sido cultivado por más de 30 años, habiéndose extendido en las zonas costeras libres de heladas del trópico y subtropico en Queensland con precipitación superior a 1015 mm. Por lo anterior, se puede inferir que la distribución de esta especie es cosmopolita, es decir, se puede encontrar en todos aquellos lugares que cuentan con regiones con clima de tipo tropical (cálido húmedo y subhúmedo). Es una especie con amplio rango de adaptación, está bien adaptado a una amplia variedad de condiciones edáficas, ya que crece bien en suelos de mediana a alta fertilidad, con un pH de 6 a 8 y bien drenados, en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm, con una precipitación de 900 a 2000 mm y una temperatura de más de 18°C. Se establece principalmente en suelos de textura media y buen drenaje, de preferencia en suelos arenoso-margosos o margosos, no tolera los suelos pesados arcillosos o inundaciones pasajeras o de muy corto tiempo, siempre y cuando los ápices de los pastos se en-

cuentren expuestos al aire (Enderson, 1970), Así mismo, Cortar el pasto antes de una inundación reduce el porcentaje de sobrevivencia (Enderson, 1970). Harvard y Bernal (1969) 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 inunden y que tengan drenaje completo (Whyte *et al.*, 1959). Crece especialmente bien en la sombra, zonas húmedas debajo de los árboles y arbustos y se ve a menudo a lo largo de los ríos.

Se encuentra ampliamente distribuida en el sur de África, a excepción de la mayor parte de El Cabo Occidental. Se origina en África, pero se encuentra actualmente cultivado en casi todas las regiones tropicales del mundo ya que esta planta fue introducida en casi todos los países tropicales como una fuente de forraje para los animales. Sus semillas se venden comercialmente para este fin.

El Zacate Guinea (*Panicum máximum* Jacq.), 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 hábito, altura, diámetro del tallo, grado de ramificación, etc., y debido a sus características agronómicas. En África actualmente se distinguen variedades de esta especie que han sido desarrolladas en Brasil, Sudáfrica, Australia y la India (Davies y Hutton, 1970). Algunas de las cuales se citan a continuación:

Panicum maximum cv. Hamil (Pm/H).

Se derivó de semilla suministrada al Sr. Jack Hamil de Daintree, Queensland del Norte, por el Sr. C. T. White, botánico del gobierno de Queensland, en 1935. Hamil fue lanzado en Australia en 1956 con la clave (BRA-004731, ORSTOM G76), es de forma gigante, de 2.0 a 3.0 m de altura. Enraíza libremente desde nodos en los tallos en contacto con suelos húmedo, más robusto y grueso en apariencia que los tipos comunes, comparable a "Coloniao" pero con pelos tiesos, densos en la vaina – hoja basal. Las hojas son de pelo suave y erecto (Fig. 9). Tolerante a la sequía.

Bien aceptado por el ganado, incluso cuando madura. Tiene una floración tardía, comenzando la floración temprana hasta mediados de abril a 26 grados Centígrados. El inicio de la aparición de semillas es pobre pero es mas alta que en muchas otras variedades. Semillas de aproximadamente 2.3 a 2.5 cm de largo, elipsoidal, color paja, aproximadamente 1, 600,000, semillas por kilogramo. (www.tropicalforages.info).

La fuente original del pasto Hamil es desconocida. Es más robusto y áspero en apariencia que el pasto Guinea común. Tiene rizomas cortos y reptantes y sus raíces salen libremente de los nudos de sus tallos al hacer contacto con la humedad del suelo. En el punto máximo de su crecimiento, Hamil llega a tener una altura de 8 a 10 pies (2.3 a 3.0 m) y su comportamiento es igual o mejor que el del Guinea común durante su época de crecimiento. Sin embargo, durante la temporada seca, después de producir heno, parece ser menos apetecible que otros pastos que crecen en el verano (www.cbytargentina.com).



Figura 9. *Panicum maximum* cv Hamil.

(Fuente: www.conabio.gob.mx)

Sin tener la palatabilidad del Coloniao, esta variedad de guinea es de crecimiento elevado y alto productor, y semilla más que el pasto guinea común. La siembra debe efectuarse desde mediados de primavera, hasta principios de verano; cuando la humedad del suelo sea adecuada y se esperen más lluvias. Prefiere una buena cama, pero puede sembrarse al voleo en quema de malezas. La siembra debe de ser a muy poca profundidad, a no más de 12 mm. El uso del rodillo ayuda al establecimiento (Guerrero, 1993).

Panicum maximum cv. Coloniao (Pm/C).

Coloniao (Figura 10) fue liberado en Brasil con la clave (BRA-004723, BRA 003824, BRA 003841). El acceso mas antiguo de *Panicum maximum* en Brasil, traído con los esclavos en el siglo XVI. Es una planta perenne, con tallos glaucos hasta de 1 cm. de diámetro. Hojas gris-verde, 80 a 90cm de largo, 2.5 a 3cm de ancho; la vaina de la hoja es glabra, excepto por unos pocos pelos cortos cerca del collar. Panícula de 20 a 50 cm de largo y de 15 a 30 cm. de ancho. Tolerante a la sequía pero es susceptible a los pulgones (www.tropicalforages.info).

Es un pasto de amplio uso en Brasil, fue introducido por el Departamento de Industrias Primarias de Queensland alrededor de 1930 y evaluado en la Estación Experimental de Johnstone, en el Norte de Queensland (www.cbytargentina.com).

Es una variedad muy alta, similar a Hamil, pero bastante más áspera y vigorosa, llegan a alcanzar una altura de 12 pies (3.6 m) (www.cbytargentina.com).

Tiene tallos más gruesos, carnosos y una temporada de crecimiento más larga que guinea común. Su aceptación por el ganado es sobresaliente y lo prefieren a casi cualquier otro pasto (Guerrero, 1993).



Figura 10. *Panicum maximum* cv. Coloniao

(Fuente: www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Gatton panic (Pm/G).

Gatton panic (Figura 11) se publicó en el País de Australia en 1964 con la clave (CPI 6563, ORSTOM G82, BRA-004642). Colección institucional proveniente de Zimbabwe, introducido como Zacate Búfel café, Tallos de aproximadamente 1.4 m, casi glabroso, mas robusto que Petrie con hojas más anchas y largas, Inflorescencias de 18 a 20 cm de largo, 15 a 18 cm de ancho en la rama primaria más baja, las ramas mas bajas generalmente radian desde un mismo nodo; las espigas son de 2.6 a 2.9 mm de largo: 1.4 millones de semillas/kg. Adaptada a áreas subtropicales y tropicales que reciben entre 760 a 1,000 mm de precipitación anual (similar a Petrie). Tiene una estación de crecimiento más larga y parece utilizar nitrógeno del suelo mejor que petrie. La producción de semilla es cerca de 100 kg/ha (www.tropicalforages.info). Esta variedad es más conocida como Gatton Panic, fue introducida por el C.S.I.R.O. en 1936 y provino del Departamento de Agricultura de Salisbury, Rodesia del sur. Después de exitosas pruebas de comportamiento que se llevaron a cabo durante los años de 1956 a 1964 en el laboratorio Cooper del

C.S.I.R.O. en Lawes, Queensland, fue aprobada en 1964. En América esta especie se encuentra distribuida desde Ecuador, Perú, Argentina, Bolivia y Paraguay (www.cbytargentina.com).

Es una planta perenne, originaria de África tropical, pero hoy en día difundida en todas las zonas tropicales y subtropicales. El cultivar Gatton panic pertenece a los cultivares delgados, de porte más bajo (Tipo S) (hasta 1,5 m), proviene de Zimbabwe y fue seleccionado en ensayos entre 1956 y 1964 en Queensland, Australia.

Es un tipo medio del pasto guinea, no tan áspero y menos robusto que el guinea común. La zona de adaptación del Gatton tiene entre 700 a 1200 mm de precipitación promedio anuales. Temperatura óptima entre 22 y 25°C; altitud entre 90 y 200 msnm. La planta prefiere suelos de alta fertilidad con textura mediana. La persistencia de la especie disminuye rápidamente en suelos de baja fertilidad, con suelos arenosos agotados. Prefiere suelos francos, franco arenoso, franco arcilloso. Se establece adecuadamente en sitios altos del sudeste de la provincia de Santiago del Estero y no se establece en sitios bajos con limitaciones de drenaje y salinidad. No tolera los suelos con drenaje impedido, pero se restablece a partir de semillas presentes en el suelo después de una inundación temporal, cuando el agua se ha retirado (Glatzle, 1999). Otra característica sobresaliente es la tolerancia al sombreado de árboles y arbustos, por lo que puede ser utilizada en desmontes selectivos o sistema silvopastoriles.

Teniendo estas condiciones, sin embargo, se desarrolla más rápidamente y es más productiva que Green Panic., y por esta razón, es a menudo preferido en las zonas costeras más favorecidas. Es menos resistente a sequía y a la helada que Green Panic y ha mostrado ser menos rústico. Posiblemente, esa falta de rusticidad pueda deberse a deficiencias de nitrógeno o a que no se le ha asociado con una leguminosa apropiada (Guerrero, 1993).

Es resistente a la quema y rebrota con lluvias, tiene un gran poder de resiembra natural sin necesidad de ninguna labor. Crece como matas densas, altas (entre 1.5 y 2.5 m), con hojas de 15 a 50 cm de longitud y de 1.5 a 2.0 cm de ancho. Su inflorescencia es una panoja piramidal de 15 a 30 cm de largo, muy laxa, con gran capacidad de dispersión de semillas por resiembra natural. Es una especie apomíctica, o sea que produce semillas sin fecundación anterior; es por ello que el cultivar Gatton no se cruza con otros cultivares de *Panicum* y mantiene su pureza. Tiene entrenudos cortos y hojas de textura sedosa, largas y sin pilosidad. Gatton Panic tiene color verde más oscuro que Green Panic (que es verde pálido), con tallos aplanados en la base y que generalmente presentan coloración violácea. Presenta semilla muy pequeña, violácea a la madurez y con 1.2 a 1.8 millones de unidades por kilogramo. La producción de semilla en cada temporada es muy alta y como es caediza a la madurez, la resiembra natural está asegurada, pero se dificulta su cosecha para comercialización. Su sistema radicular es fibroso, denso y fuerte, lo que le permite comportarse muy bien en periodos secos (PRODECO, 2006). El Gatton panic tiene muy alta palatabilidad, alto valor nutritivo y persiste notablemente bien bajo pastoreo fuerte y continuo. No tolera las heladas invernales, pero rebrota con las primeras lluvias en primavera.

Esta especie se adapta a distintos tipos de suelos, siempre que tengan buen drenaje, y muestran todo su potencial como productores de forraje en suelos que además de buen drenaje tengan fertilidad de media a alta, no tolera las condiciones de encharcamiento, no tiene buena persistencia en suelos arenosos de baja fertilidad por sus altos requerimientos de nitrógeno. Tiene buena adaptación a la consociación con leguminosas tropicales como soya perenne, Desmodio, Siratro, Stylosanthes o Leucaena (PRODECO, 2006). En su valor nutritivo presenta variaciones según el estado fenológico y el momento del año, alcanzando el rebrote primaveral hasta un 14 por ciento de proteína bruta y una digestibilidad de 64 por ciento; durante el verano y con cortes cada 30 días, los valores de proteína oscilan entre 10 y 11 por ciento, con digestibilidad de entre 56 y 60 por ciento; durante

el pastoreo diferido otoñal tiene niveles proteicos de 4 a 5 por ciento y digestibilidad de 40 por ciento (PRODECO, 2006).

En general, esta especie posee una semilla que comparada con otras gramíneas forrajeras (buffel por ejemplo) es de siembra sencilla. La particularidad de esta especie es que en general la semilla es de poder germinativo relativamente bajo (25 a 40 por ciento) y parte del material que se siembra presenta niveles variables de dormancia. Por esta cuestión, su emergencia es dispareja en los lotes y en muchos casos se considera que esta ha fracasado, sin embargo, al tiempo el lote comienza a presentar porcentajes importantes de germinación. La semilla comercial puede presentarse peleteada, es decir con una cubierta que le confiere mejores condiciones físicas para la siembra. En muchos casos esta cobertura combina productos químicos de acción contra hongos e insectos, aumentando las posibilidades de supervivencia de la semilla (PRODECO, 2006).



Figura 11. *Panicum maximum* cv. Gatton panic.

(Fuente: www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Makueni (Pm/Mak.).

Este cultivar de *P. maximum* (Figura 12) fue liberado en Kenia antes de 1960, en Australia en 1973. Es nativa de Makueni, Kenia (1° 47'Sur, 37° 37' Este, 1200 msnm, precipitación de 910 mm). Es más robusto que el tipo común, pero menos robusto, y tallos más finos que los cultivares gigantes, Hamil y Coloniao. Crece hasta 1.8 y 2.4 metros de altura y con estolones cortos ocasionales. Hojas hasta de 80 a 100 cm. de largo, de 18 a 22 mm de ancho, es menos erecto que Hamil, Coloniao y común. Se distingue de estas variedades debido a densas pelambres en las hojas, vaina, tallo expuesto y espiguetas. Tiene inflorescencias de aproximadamente el mismo tamaño que las de Coloniao (20 a 50 cm. de largo y de 15 a 30 cm. de ancho), más largas que el Guinea Común y más pequeñas que Hamil. Las glumas exteriores de las espiguetas están en pelos densos, en tanto que los de otras variedades son glabrosos; espiguetas de 3 a 3.5 mm de largo. Presenta una producción anual de Materia Seca (MS) similar al de aquellos otros cultivares pero más alta (hasta 25 % de su producción total), 20 por ciento en la estación fría, comparada con la variedad Común y 15 por ciento para los cultivares Coloniao y Hamil (www.tropicalforages.info).

Fue primeramente recogida en el distrito de Makueni en Kenia, pero su semilla fue traída a Australia del Centro Experimental de Pastos en Kitale, Kenia, en 1965. Fue evaluada en la Estación Experimental de South Johnstone, en el Norte de Queensland, del Departamento e Industrias Primarias de ese mismo estado, y fue registrada como variedad nueva de pasto guinea en diciembre de 1973 (www.cbytargentina.com).

Makueni es más robusta que el Pasto Guinea común pero es más corta y tiene vástagos más finos que Hamil y Coloniao. Puede distinguirse de estas tres variedades porque las plantas completas de Makueni están cubiertas por vellos densos y suaves. Se adapta a climas similares que las otras variedades de pasto Guinea (con excepción de Gatton) pero es de mayor rendimiento que estas durante la estación fresca y seca (www.cbytargentina.com).

Makueni produce 25 por ciento de su forraje durante el invierno y esta es una importante característica en un pasto tropical. También es bien aceptada por el ganado y es extremadamente persistente aún bajo pastoreo (www.cbytargentina.com).



Figura 12. *Panicum maximum* cv. Makueni y *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo.

Fuente: (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Tanzania (*Pm/T*).

El cultivar Tanzania (Figura 13) fue liberado en Brasil en el año de 1990 con la clave (ORSTOM T (SH1) 58, BRA-007218, CIAT 16031, CPATU 132) proveniente de Korogwe, Tanzania (5.15° Sur, 38-48° Este, 300 msnm, con lluvias 1,050 mm). Es una planta perenne, de 1 a 1.5 m de altura, tiene una amplia área foliar, semillas púrpuras, su resistencia al pulgón de moderada a alta. Apropriada para el corte y acarreo, o pastoreo ligero. Mas amplia adaptación que muchos tipos de *P. maximum*. Mejor adaptación a áreas con corta o ninguna estación seca (pero pueden sobrevivir largas estaciones secas). Tolerancia a fríos y sequías moderadas. Producción de hojas 80 por ciento más alta, producción de semilla 30 a 40 por ciento más alta, y ganancias en peso vivo por hectárea/año, 37 por ciento más que guinea común. Ganancia en peso vivo 720 grs. / animal/día durante la esta-

ción húmeda y 240 g en la estación seca. Se han registrado ganancias anuales en animales menores de dos años de 250 kg en Tanzania, en Tobiatá y Coloniao de 520, 450 y 420 grs./animal/día (www.tropicalforages.info).

La distribución de la especie es cosmopolita, es decir, en todos a aquellos lugares que cuentan con regiones de clima tipo tropical. Se adapta a suelos de mediana a alta fertilidad con altura máxima de 1800 msnm. Su sistema radicular es abundante y profundo y se puede decir que tiene una formación completa cuando la planta semilla por primera vez (Oporta, 1994; citado por Pastora, 2008).



Figura 13. *Panicum maximum* cv. Tanzania

(Fuente: www.tropicalforages.info).

Es una gramínea perenne, con buenas características agronómicas y zootécnicas. Presenta altos rendimientos de materia seca, buena calidad nutritiva y una excelente aceptación por el ganado, por lo menos en las primeras semanas de crecimiento; además (Pastora, 2008) se adapta a suelos de mediana fertilidad y soporta niveles moderados de sequía por su gran sistema radicular, por eso se ha llamado “siempre verde” (Bernal, 1988). Se usa generalmente para pastoreo, aunque puede ser utilizado para henificación. Se reportan producciones entre 12 y 15

ton/ha de materia seca en pasto Tanzania, con niveles de proteína cruda entre 7 y 11 por ciento, según zona agroecológica (Wagner, S/F).

El pasto Tanzania es una especie valiosa que se puede utilizar mediante pastoreo directo, puede rendir de 50 a 60 toneladas de forraje verde por hectárea, bajo condiciones favorables. Es aconsejable utilizar este pasto a intervalos de 3 a 4 semanas durante la época de crecimiento a una altura de 15 a 20 cms. Presenta un digestibilidad de la materia seca que varía de 40 a 62 por ciento (Pastora, 2008). Sin embargo, la escasez de semilla en el mercado nacional ha limitado su uso. El principal problema de la escasez de semilla de esta especie forrajera en México, es la falta de tecnología para producirla (Joaquín *et al.*, 2009).

Panicum maximum cv. Massai (Pm/Mas.).

Es una especie de nueva introducción (figura 14), pasto amacollado, perenne, el cultivar Massai (clave BRA 007102) es un híbrido espontáneo entre *Panicum maximum* y *Panicum infestum*. Es originaria de África y fue colectada en Tanzania por El Instituto Francés de Pesquisas Científicas y Desarrollo en Cooperación – IRD. Es una variedad con una producción de materia seca semejante al cultivar Coloniao con un porte de apenas 60 cm de altura. Su alta producción en relación con Coloniao se debe a una capacidad de 30 por ciento mayor en producir hojas y 83 por ciento mayor de rebrote después de los cortes (EMBRAPA, 2001; citado por Reina, 2007).

Es una planta que forma touceiras o tocón con altura media de 60 cm, con hojas quebradizas, sin serosidad y largas de 9 mm. Las láminas presentan densidades altas de pelos cortos y duros en la parte superior, de la misma manera la vaina también presenta densidades de pelos cortos y duros. Los rastrojos son verdes y finos. Las inflorescencias presentan ramificaciones primarias cortas sin ramificaciones secundarias. Las espiguetas son pilosas, distribuidas uniformemente, con la mitad de la superficie externa morada. El verticilo es piloso (www.safrasulsementes.com).



Figura 14. *Panicum maximum* cv. Massai

(Fuente: www.safrasulsementes.com)

Massai posee excelente producción de forraje con gran velocidad de establecimiento y de rebrote, con buena resistencia al fuego, mediana tolerancia al frío. Cuando se compara con otros cultivares de *P. maximum*, como Tanzania y Mombaza, Massai (cuadro 15) presenta mejor cobertura de suelo, alta relación hoja –tallo, mayor producción de leche/ha/animal pero con menor ganancia de peso vivo por animal, mayor producción de MS de hojas con tallos finos, porte mas bajo, mejor persistencia en niveles bajos de fósforo; mejor producción de parte aérea y de raíces en suelos con alta concentración de aluminio; sistema radicular mas adaptado a condiciones adversas de compactación, baja fertilidad, alta acidez y déficit hídrico (www.safrasulsementes.com).

Otros aspectos importantes es su resistencia a las cigarritas de pastaje (Deois y Notozulia, S/F). Como todas las cultivares de *Panicum*, Massai es exigente en la fertilidad del suelo y presenta alta respuesta a la adubación, Se constataron bajos niveles de sobrevivencia y prolongados periodos ninfales, caracterizando como poco adecuado al desarrollo de insectos. Un porcentaje medio de sobrevivencia

fue de 10 por ciento, similar a los de cultivar Tanzania e inferior al constatado en cultivar Mombaza (39 por ciento). Esas observaciones fueron confirmadas por la constatación de bajos niveles poblacionales de adultos y ninfas de cigarritas en áreas establecidas con este cultivar en condiciones de campo (www.safrasulsementes.com). Se reporta una producción de 14 a 16 ton/ha/año en materia seca y proteína cruda de 10 a 14 por ciento en planta entera (Wagner, S/F).

Su producción experimental es cercana a las 25 toneladas de materia seca/ha/año. En función de la alta tasa de rebrote y para mantener mejor valor nutritivo a través del año es recomendado el pastoreo de rotación, con un período de descanso entre 28 y 35 días (EMBRAPA, 2001; Citado por Reina, 2007).

Cuadro 15. Información general sobre Guinea Massai

Utilización: Pastoreo, heno y Ensilaje
Suelo : Mediana, y Baja fertilidad
Proteína : 12 a 16%
Habito de crecimiento: Macolla
Informaciones generales: Pasto de muy buena palatabilidad, muy utilizado para pastoreo, no soporta encharcamientos, indicado para Bovinos, Ovinos, Caprino y Equinos. De porte más bajo que las demás variedades de <i>Panicum maximum</i> mucha hoja (delgadas) y poco tallo. Un poco más rústico que las variedades Tanzania y Mombaza.

(Fuente: Reina, 2007).

Panicum maximum cv. Mombaza.

El cultivar Mombaza (Figura 15) fue liberado en Brasil en 1993, con la clave de identificación (IRD/ORSTOM K190, BRA-006645, CIAT 6962). Nativa de cerca de Korogwe, Tanzania (5.20° Sur 38.50° Este, 290 msnm, lluvias 1,050 mm). Es un

pasto que presenta grandes manojos de hasta 1.65 m de diámetro, tallos púrpura. Hojas largas de hasta 3 cm. de ancho, con pelos cortos en la superficie superior, vainas de las hojas glabras. Producción de semilla cosechada a mano hasta cerca de 140 kg/ha (promedio de 7 años). Alta resistencia a pulgón. Buena resistencia a la sequía y frío. Producción de Materia Seca (MS) 28 por ciento más que la de Tanzania (12 y 15 ton/ha) (Cuadro 16) (www.tropicalforages.info).

Cuadro 16. Descripción general de *Panicum maximum* cv. Mombaza.

Nombre Científico	<i>Panicum maximum</i> cultivar Mombaza
Nombre Común	Mombaza
Origen	Colección Orson/ Tanzania, África
Liberado	1993 (BRA 006645) EMBRAPA-CNPQC- Brasil
Ciclo de vida	Pastura permanentemente (perenne)
Habito de Crecimiento/ Altura	Macollas, Erecto/ 1.65 m de Altura
Relación Tallo/hoja	18/82%. Abundante predominio de hojas
Producción de materia verde	85 Toneladas/ha/año (EMBRAPA)
Producción Heno de hoja	33 Toneladas/ha/año
Contenido de Proteína Cruda	Hojas: 13.4%, Tallos: 9.7%, Promedio: 12.73%
Carga Animal	6 cabezas de 200 kg/ha/año
Exigencias de suelo	Alta/mediana fertilidad, bien drenados y buena textura
Tolerancia / Resistencia	Salivazo/Pisote/ Mediana a sequía, Frío y Quema
Palatabilidad	Excelente todo el año para Equinos, Vacunos, Rumiantes menores y Herbívoros
Digestibilidad (DIVMO)	Excelente
Tamaño de semilla	Muy pequeña, 770 semillas = 1 gramo, 1.30 gramos= 1,000 semillas
Densidad de siembra	10 kg de semilla certificada /ha (GERMITERRA Lote 009/2001)
Tiempo de establecimiento	90 a 120 días después del brote
Temperatura/ Precipitación	20 a 35 °C/ 800 a 1,500 mm/año
Pastoreo o Corte	Cuando alcance 1 metro. Retirar a 35 cm. de altura sobre el suelo
Utilización	Pastoreo rotativo/ Al corte como pasto verde entero o picado, Heno, Ensilaje,
Asociación	Leucaena e hileras cada 7 metros/ Calopogonio/ Bracharia brizantha.

(Fuente: Tarapoto, 2003).

Es un cultivar de la especie (*Panicum máximum* Jacq.) cuyo origen genético está en África. Fue introducido a América en 1967, y liberado en 1993 por el Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (GNPG). En Brasil, Jank (1995) citado por Ramírez *et al.* (2008) menciona que es una especie extremadamente producti-

va en ambientes tropicales. Recientemente, ha sido introducido a México, como alternativa para incrementar la productividad de las praderas tropicales. Tiene un contenido nutricional entre 7 y 10 por ciento de Proteína Cruda (PC) con un rendimiento de 10 a 20 toneladas de Materia Seca (MS)/ha/año (Wagner, S/F).



Figura 15. *Panicum maximum* cv. Mombaza.

(Fuente: www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Tobiata

Este cultivar (Figura 16) se identifica con la clave (ORSTOM K187B, BRA-001511, CIAT 6299 ILCA 7160, CNPGC 132/78, CPATU 130) (K187=CPI 89251=CIAT 6960). Fue lanzado en Brasil en 1982, proviene de cerca de Mombo, Tanzania. Especie de hojas anchas (hasta cerca de 5 cm.), erecta, perenne, hasta más de 2 m de alto. Hojas pendulosas. Pelos tiesos en la vaina que pueden causar irritación en la piel en sistemas de corte y acarreo. Buena tolerancia a la sequía, moderada tolerancia al frío. Reportes de tolerancia al pulgón varía de alta a muy baja. Floración temprana (a principios de febrero a 26° C) (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Tobiata se encuentra en todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Es una planta que se adapta mejor de 0 a 1000 msnm, su rendimiento y persistencia se ven afectados a elevaciones mayores a 1200 msnm (Skerman y Riveros, 1992). Tiene un rendimiento anual que oscila entre 28 y 33 t/ha de materia seca (Maschietto, 2000).



Figura 16. *Panicum maximum* cv. Tobiata.

(Fuente: www.safrasulsementes.com).

Panicum máximo cv. Aries

País y fecha de liberación: Matsuda, Brasil 2003, es un Híbrido entre LSC₂ (Centauro) como la semilla progenitora y Aruana tipo rastrea. De 1.2 a 1.5 m de altura. Más tolerante al drenaje pobre y poco pastoreo (caballos y cabras). Es de rápido crecimiento después de corte o pastoreo. Puede producir más de una ton/ha/año de semilla en tres cosechas.

Panicum maximum cv. Aries es un material de África seleccionado por Matsuda, Brasil. Híbrido F1 apomíctico de LSC2 x aruana, cespitoso de ciclo perenne, gran productor de semillas, con una altura de 1.20 a 1.50 m, alta capacidad de rebrote,

resistencia a sequía, exigente en fertilidad, buena tolerancia a suelos mal drenados, con una digestibilidad alta cerca del 70 por ciento, con una producción de forraje entre 18 y 20 toneladas de materia seca/ha/año, con un contenido de proteína cruda entre 10 y 15 por ciento, y requiere de un mínimo de precipitación de 800 mm/año, esta variedad soporta una carga animal de 3.2 y 1.1 UA/ha durante los periodos lluviosos y secos respectivamente (Rettelly, 2009). Este material está en investigación por el IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales) (Wagner, S/F).

Panicum maximum cv. Indiana.

Pizón (1975), citado por Rettaly (2009), encontró que esta variedad no requiere de grandes aplicaciones de nitrógeno (N) (225 kg N/ha) y confirma que las mismas no influyen significativamente en el contenido de proteína cruda (PC) de 9.3 por ciento (cortes a los 28 días). Esta especie se destaca por su tolerancia a la sombra, lo cual favorece su establecimiento dentro del sistema silvopastoril Rettally (2009).

Panicum maximum cv. Atlas

Fue lanzado en Matsuda, Brasil, en 2003, híbrido de tipos sexuales Tobiata cruzado con K-68 desde la costa de Marfil. De 1.5 a 2 metros de altura. Tolerante de altas concentraciones de aluminio, dando un sistema radicular más profundo y más grande, presenta buena tolerancia a la sequía. Produce hasta 600 kg/ha de semilla a partir de una sola cosecha (www.tropicalforages.info). Gramínea híbrida obtenida por medio del cruzamiento de Tobiata xk-68 (costas de marfil), con una altura de 1.50 a 2.00 m, exigente en fertilidad, utilizada para el pastoreo directo, con alta digestibilidad (65 – 70 por ciento), contenido de proteína cruda entre 10 y 12 por ciento, una producción de forraje de 20 a 22 toneladas/ha/año de materia seca (MS), resiste a sequía y requiere un mínimo de precipitación de 800 mm/año.

La pastura Alta, manejada en pastoreo rotativo con siete días de utilización y 35 días de descanso produce anualmente cerca de 25 toneladas MS/ha, presentando una producción de 70 por ciento de MS durante la época lluviosa (Rettally, 2009).

Panicum maximum cv. Green Panic.

Es una variedad desarrollada en Queensland, Australia, tiene muchas cualidades para recomendarse, particularmente su velocidad de crecimiento y su robustez.

Es un pasto perenne, alto, con penachos, siendo el zacate guinea común uno de sus progenitores, es más palatable que éste y resistente a sequía, aún más resistente a sequía que el zacate Rhodes (*Chloris gayana*), aunque no cubrirá tan rápidamente el terreno como éste. Sin embargo, semilla en abundancia y un cultivo ralo lo esparcirá rápido si se le permite semillar.

Green Panic tiene su crecimiento principal en los meses más cálidos y responde bien a cualquier lluvia. Además, se ve poco afectado en su crecimiento en los meses frescos de invierno. Es probablemente el más tolerante a la sombra de los pastos productivos, y su capacidad de crecer bien con sombra de árboles y de competir fuertemente con hierbas malas lo hace particularmente valioso en muchas situaciones.

Fácil de manejar, es aceptado con facilidad por el ganado, aún cuando está de 1.5 m de alto y asemillando, ya que no se vuelve leñoso cuando madura. Puede ser mantenido en el otoño para pastoreo invernal, particularmente, porque se puede esperar desarrollo adicional, en el invierno, produce buen heno. Green Panic puede ser cultivado en la mayoría de las zonas con 550 mm en adelante, con tal que no estén en situaciones de drenaje deficiente. Cuando la precipitación llega a 1,500 o 1,800 mm el pasto guinea es más productivo.

Es mejor en los suelos más fértiles, pero compite fácilmente con pastizales nativos en suelos más pobres. Es difícil de establecer en los suelos pesados de arcilla negra, y no es verdaderamente productivo en estos suelos. En zonas de mayor

precipitación, Green Panic es un componente principal en mezclas, usando las leguminosas tropicales y combina bien con estas.

Este pasto se debe sembrar de preferencia en surcos, en una sementera preparada en tierra húmeda y sólida, a una profundidad no mayor de 2.5 cm o menos. Zonas grandes son sembradas después de la quema, en mezcla con pasto rhodes o buffel. La semilla debe ser cubierta ligeramente, si es posible. La densidad de siembra es de 8 a 12 Kg de semilla por hectárea, asociado con leguminosas de 4 a 5 Kg por hectárea. Green Panic, responde notablemente al fertilizante, y el uso de superfosfato dará un rendimiento marcadamente superior en la mayoría de las áreas tratadas. Es demandante de una buena provisión de nitrógeno para un mejor rendimiento y debe ser sembrado con una leguminosa donde sea posible usar una adecuada. En climas templados, combina muy bien con alfalfa. En zonas subtropicales y áreas de costa con precipitación media se puede usar siratro, desmodium y glycine, y en zona tropical húmeda, centro, puero y stylo combinan muy bien.

Uno de los problemas que presenta en su manejo, cuando se siembra asociado con otras gramíneas, es lo altamente apetecible que es el Green Panic, ya que bajo pastoreo intensivo, el ganado se concentra en éste. Sin embargo, tiene resistencia ya que a pesar de estar muy maltratado por el pastoreo, se recobra pronto, pero es mejor darle descanso con alguna forma de pastoreo rotativo para permitir que se recobre. Las praderas de reciente establecimiento deben tener la oportunidad de establecerse bien antes de ser pastoreadas intensamente, y si está muy ralo, permitir que produzca semilla, ya que la resiembra natural por semilla es muy buena y cubrirá pronto las áreas descubiertas (Guerrero, 1993).

Panicum maximum cv. Embu.

Este cultivar (Figura 17) fue encontrado en Kenia, difiere de las otras variedades de *Panicum maximum* por tener largos tallos básales rastreros muy nudosos y hojas de forma casi lanceolada, aunque sus partes florales son típicas de esta especie (Bogdan, 1997).



Figura 17. *Panicum maximum* cv. Embu, bajo palmeras de coco.

(Fuente: www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Centenario

Se origino en Brasil en 1986. Es un híbrido perenne de 2 m de altura, tolerante a la sequía, saturación de aluminio alta. Resistente al salivazo (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Centauro

Es una especie que se derivó en Brasil en 1988 por la IAC. Es un híbrido apomítico entre Zimbabwe 'Katerere y sexual de la línea 40 (derivados de la PI 277944).

1.2 m de alto, estrecho, largo medio, con hojas verde oscuro y un tallo azul, que, como las hojas, vainas y lígulas, es glabro, tolerancia a las heladas, buena tolerancia a los suelos de fertilidad moderada (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Likoni.

Esta especie se lanzó en Kenia y Uganda en 1952. Similar a "Hamil" en altura y anchura de la hoja, pero con la vaina de la hoja glabra. Recomendada para zonas de alta precipitación (1,000 a 1,270 mm) en la franja de la costa de Kenia. También se utiliza en Cuba (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Natzuyataka

Esta especie fue liberada en Japón en 1988, híbrido (tetraploide $2n = 32$; apomictico) de Kyushu Estación Experimental de Agricultura Nacional, Kumamoto, Japón. Es de tallos semi-erectos, perenne, de 2 m de altura con pelos insertados, sus raíces salen libremente de los nodos troncales cuando está en contacto con o en proximidad a tierra húmeda. Las hojas y vainas en gran parte glabras. Similares en apariencia a Gatton, seleccionada para la persistencia y altos rendimientos de materia seca, tiene buenos rebrotes después del corte, adaptado a suelos con buen drenaje de mediana a alta fertilidad en ambientes húmedos tropicales y subtropicales. Es mejor en suelos ácidos (pH 4.8 a 6.7), es más lento que el Natsukaze en su crecimiento temprano pero igual al de Gatton y Petrie (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Natsukaze

Este forraje fue liberado en Japón en 1985, híbrido (tetraploide $2n = 32$) de Kyushu, Estación Experimental de Agricultura Nacional, Kumamoto, Japón. Erec-

tos, hojas, anual / corta vida perenne de unos 2 m de altura; apomícticos 85 por ciento. Seleccionado para el vigor del crecimiento temprano y alto rendimiento de materia seca. Alta resistencia a los nemátodos del nudo de la raíz (*Meloidogyne* spp.) (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Natsukomaki

Este cultivar fue liberado en Japón, es un híbrido proveniente de la Estación Experimental Kyushu, Kumamoto, Japon. Es de bajo crecimiento, presenta tallos finos; pequeña variedad de hojas, seleccionada por resistencia al pisoteo, taza de marchitez y flexibilidad de tallos para alimento de ganado. (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Sabi

El cultivar Sabi es identificado con clave (CPI28275) (K5881) no se tiene la fecha pero fue lanzado en Zimbabwe. Es originario de Rhodesia. Presenta un tallo menos erecto que Petrie, pero alcanza hasta 1.5 m de altura, con hojas glabras verde azuladas, más angostas y espiguetas más pequeñas. Es más tolerante a saturación con agua que otras variedades. Moderadamente tolerante a la sequía. Buen productor de semilla (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Petrie

El origen de este cultivar (Figura 18) es desconocido, pero fue liberado en Australia en 1996, inicialmente conocido como variedad *Trichoglume*, con frecuencia referido como Panizo Verde. En forma de penacho, perenne con crecimiento en verano, mayormente hasta 1 m de altura (ocasionalmente 1.8). Pelos generalmente más verde pálido que Gatton y Sabi. Espiguetas de 2.5 a 3.5 mm de largo. Glumas cubiertas con pelo fino, 1.5 millones de semillas/ kg (2.4 millones de cariópsi-

des). Adaptado a áreas con lluvias de 650 a 1,750 mm/año (no tan bien adaptado a altas precipitaciones como muchas variedades mas altas). Más susceptible a las heladas que *Chloris gayana*. Tiene tolerancia a la sequía de moderada a buena y responde rápidamente a la lluvia. Mejor cultivada durante principios de primavera, mejor que *Cenchrus ciliaris* o *Chloris gayana*. Muy tolerante a la sombra. Crece satisfactoriamente en suelos con pH desde 5.8 pero mejor en aquellos con reacción ácida o neutra. Floración desde el principio de verano hasta finales de otoño. La semilla no madura uniformemente y se descompone fuertemente, tiene un largo periodo de dormancia, no logrando máxima viabilidad hasta cerca de 18 meses después de cosechada. No tolera pastoreo fuerte (www.tropicalforages.info)



Figura 18. Ganado Bovino pastando en *Panicum maximum* var. *Trichoglume* cv. Petrie en el Norte de Australia.

(Fuente: www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. IPR 86 Milenio

Este cultivar fue lanzado en Paraná, Brasil, en 1999, con la clave (ORSTOM K249, BRA-006998), presenta grandes manojos de hasta 1.65 m de alto, hojas largas de hasta 3.5 cm. de ancho, con pelos densos, gruesos y cortos en hojas y vainas.

Para sistemas bien fertilizados y de producción intensiva (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Izi

Cultivar identificado con la clave (K5829, ORSTOM G26, BRA-004375), fue liberado en Kenia y Uganda en 1952. Similar a Hamil en altura de la planta y anchura de la hoja, pero con vainas de hoja glabrosa. Recomendada para áreas con fuertes lluvias (1,000 a 1,270 mm anuales) en la faja costera de Kenia. También se usa en Cuba (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Mutale

Este cultivar se lanzó en Japón 1988, su origen es del Norte de Transvaal (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Ntchisi

De este cultivar no se tiene la fecha de lanzamiento pero fue liberado en Kenia, Malawi, Zambia. Es de tipo gigante con tallos sin pelo, panícula claramente café oscuro. Usado en Zambia y Malawi, con frecuencia propagado vegetativamente. Recomendado para sistema de corte y acarreo (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Reyan No. 9

Este cultivar fue lanzado en China. No existe ninguna información disponible (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Riversdale

Se lanzó en Australia en 1976. Es un cultivar alto, con tallos múltiples (Figura 19), perenne con pocos pequeños rizomas rastreros. Seleccionada a partir de guinea común para remover un contaminante de guinea burdo. Las hojas se mantienen más erectas que las de Makueni. Hojas de aproximadamente la misma longitud que las de Hamil (70 a 80 mm en plantas maduras), pero más cortas que las de Makueni y Coloniao, 15 a 18 mm de ancho comparadas con las de Makueni (18 a 22 mm), Hamil (24 a 26 mm) y Coloniao (25 a 30 mm), hojas suavemente peludas en la superficie axial y vaina moderadamente peluda. Mejor en regiones libres de heladas que reciban más de 1,300 mm de lluvia anual. Menos tolerante al drenaje pobre que Hamil y con producción de materia seca comparable a la de otros cultivares, aunque produce menos en invierno, y más en verano que Makueni (www.tropicalforages.info).



Figura 19. *Panicum maximum* cv. Riversdale.

Fuente: (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Si Muang

Este cultivar es conocido con la clave (ORSTOM T 58) y fue lanzado en Thailand. Llamado comúnmente guinea púrpura. Se establece rápidamente a partir de cortes enraizados o semilla (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Umtali

Este cultivar fue lanzado en Zimbabwe, se le conoce con la clave (G438), es más pertinente bajo pastoreo de verano y florece más tarde que Sabi. Puede ser apropiada en rotaciones de tabaco porque no es hospedero de *Meloidogyne* (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Vencedor

Este cultivar (Figura 20) se lanzó en Brasil en 1990, se conoce con la clave (CIAT 26900, BRA008826), es un híbrido resultante de cruces hechas en Colombia entre las mejores 8 introducciones de *Panicum maximum* y sexual Tift 49. Se hicieron selecciones iniciales de plantas cultivadas en un oxisol con pH de 4.7, saturación de 85.5 por ciento y 86.0 por ciento respectivamente. Penacho hasta de 1.6 m de altura, sus hojas de hasta 1.9 cm de ancho, sin tener pilosidad.

Adaptado a suelos con fertilidad media a alta, creciendo bien en suelos con pH menores de 5. Produce más de 20 toneladas/ha de materia seca (MS), con un contenido de proteína cruda (PC) de 8 a 14 por ciento, con una digestibilidad *in Vitro* de MS de 64 por ciento y 150 a 200 kg/ha de semilla.

Tiene buena tolerancia a la sombra, siendo uno de los zacates tropicales con más alta producción a 55 a 80 por ciento de transmisión de luz (www.tropicalforages.info).



Figura 20. *Panicum maximum* cv. Vencedor.

Fuente: (www.tropicalforages.info).

Panicum maximum cv. Aruana

Gramínea de ciclo vegetativo perenne con crecimiento erecto y decumbente, como la mayoría de los cultivares de *Panicum maximum*, el Aruana (Figura 21) prefiere suelos livianos, suaves, fértiles, bien drenados y profundos. Exige precipitación pluviométrica arriba de 800 mm anuales (cuadro 17).

Posee buena resistencia a la sequía, al frío, a la cigarrita de los pastajes y media al sombreamineto, pero no tolera el anegamiento en exceso, ha presentado buenos resultados en la Ovinocultura por presentar características interesantes al sistema, tales como, porte mediano (adecuado al Ovino), alcanzando aproximadamente 80 cm. de altura, Gran capacidad y rapidez de crecimiento, propagación por semillas, alta productividad de forraje en el invierno, con 35 a 40 por ciento de la producción anual ocurriendo en la secas, buena tolerancia al pastoreo bajo promovido por el Ovino, lo que posibilita la adopción de esta técnica como parte de la

estrategia de control de helmintos parasitas (favoreciendo la exposición de larvas a las intemperies climáticas como radiación solar y vientos).

De arquitectura foliar abierta y erecta, típica de los forrajes cespitosos, propicia una mayor incidencia de radiación solar y mayor ventilación dentro del perfil de pastaje.

Eso refuerza la migración de las larvas para la base del pasto luego en las primeras horas de la mañana, tras el secaje del follaje, favoreciendo el control de las verminosis.

La densidad de siembra es la misma exigida por los cultivares Tanzania y Mombasa, a una profundidad de 2.0 cm para favorecer la germinación. No es recomendado el uso de rejas niveladoras.

Se puede adaptar a un sistema de corrientes atrás de las sembradoras capaz de tirar un volumen pequeño de tierra en las semillas.

Su producción oscila entre 18 a 21 toneladas de Materia Seca por hectárea por año con un 8 a 10 por ciento de Proteína Bruta, presenta digestibilidad *in Vitro* en torno de 60 por ciento y una alta palatabilidad.

En su manejo se recomienda que se haga el primer pastoreo después de los 90 días de germinación, con animales jóvenes, promoviendo un corte hasta 30 a 40cm de altura, para favorecer así el crecimiento y fortalecer el sistema radicular. Para un mejor aprovechamiento del forraje en el verano, se recomienda que cada área sea subdividida con auxilio de cerco eléctrico móvil, siendo movido en fajas, liberándose 1/3 del pasto a cada periodo de 3 a 5 días (www.safrasulsementes.com.br).

Cuadro 17. Descripción general de *Panicum maximum* cv. Aruana.

Nombre científico	<i>Panicum maximum</i> cv. Aruana
Fertilidad del suelo	Alto
Habito de crecimiento	Cespitoso
Altura	1.0 a 1.40 m
Utilización	Pastura y heno
Digestibilidad	Excelente
Palatabilidad	Excelente
Precipitación pluvial	Arriba 1,000 mm Anuales
Resistencia a la sequía	Medio
Proteína Cruda	8 a 12 por ciento
Asociación	Todas las leguminosas
Profundidad de siembra	0.5 a 1 cm.
Ciclo vegetativo	Perenne
Producción de forraje	12 a 22 toneladas de MS/ha/año
Resistencia a la cigarrilla	Resistente

(Fuente: www.xingusementes.com.br).



Figura 21. *Panicum maximum* cv. Aruana.

(Fuente: www.safrasulsementes.com.br).

Cultivares adicionales prometedores

CIAT 668, 673, 690, 696, Colombia. Alta producción en estación seca, en suelos ricos en Aluminio y altamente ácidos, bajos en fósforo disponible (www.tropicalforages.info)

CIAT 6799, 6944, 16019, 16042, Colombia (Carimagua). Bien adaptado a suelos ácidos (pH 4.8) con alta saturación de Aluminio (90 por ciento) (www.tropicalforages.info).

CIAT 6171, 6172, 6177, 6506, 6629, 66798, 16021, 16024, 16065. Colombia (Carimagua). Alta resistencia a pulgón (*Aeneolamia reducta*) (www.tropicalforages.info).

CIAT 36000. Colombia. La mejor selección para baja fertilidad, suelos ácidos de llanura para ganado, para pastoreo intensivo. (www.tropicalforages.info).

CPAC 3003, 3012, 3013, 3016, 3017, 3024, 3025, 3027, 3028, 3046, 3047, 3053, 3055, 3059, 3060, 3063, 3066, 3067, 3070, 3071, 3072 Brazil (Ariquemes). El mejor adaptado a ambientes de 36 *Panicum maximum* probados. (www.tropicalforages.info; Costa y Oliveira, 1994).

CIAT 673. Vietnam. Variedad de hojas anchas usado en sistemas agrícolas de corte y acarreo de Ciudad Ho Chi Minh.

Seguí *et al.* (1993) en un estudio realizado mencionan que existen los siguientes somaclones (cultivares). CTIH-1, CTIH-2, CTIH-3, CTIH-4, CTIH-5, CTIH-6, CTIH-7, CTIH-8, CTIH-9, CTIH-10, CTIH-11, CTIH-12.

Cáliz y Sumolang, (S/F); Rika *et al.*, (S/F); Ng, (S/F), en sus artículos publicados mencionan que existe el cv. Rumuruti, del zacate guinea (*Panicum maximum* cv. Rumuruti), pero no existe ninguna información disponible sobre este forraje.

En el cuadro siguiente (Cuadro 18) se encuentra una concentración de información obtenida de varios autores (www.tropicalforages.info; Jank, 1995; Euclides *et al.*, 1993; Euclides *et al.*, 2000; citados por Jank, S/F). De características importantes de algunos cultivares de *Panicum maximum*, en los que se describen características como tolerancia a la acidez del suelo, exigencia en fertilidad del suelo, calidad del forraje y otras.

Cuadro 18. Características de algunos cultivares de *Panicum maximum*.

Características	Tanzania	Mombaza	Tobiata	Coloniao	Massai	Centenario	Vencedor
Tolerancia a suelos ácidos. ¹	Media	Baja	Baja	Baja		Alta	Media
Tolerancia a baja fertilidad ¹	Baja	Baja	Baja	Baja		Media	Media
Respuesta al fertilizante. ¹	Alta	Alta	Alta	Alta		Media	Media
Calidad del forraje. ¹	Alta	Alta	Alta	Alta		Alta	Alta
Resistencia al pulgón. ¹	Media/Alta	Media	Baja	Baja			Baja
Facilidad de manejo. ¹	Alta	Baja	Baja	Baja		Media	Media
Tolerancia al frío y sequía. ¹				Alta	Alta		
Producción de ensilaje. ¹	Buena	Muy Buena					
Tolerancia al pastoreo intensivo. ¹	Alta	Alta					
A. entrada del tronco (cm) ¹	70.75	90-100	100-110	90-100			
A. salida del tronco (cm) ¹	25-30	30-40	35-45	30-40			
Altura de la planta (m) ²	1.2	1.7	1.6	1.4	0.6		
Ancho de la hoja (cm) ²	2.7	3.0	4.6	2.9	0.9		
Prod. masa verde (ton/ha) ²	132	165	153	84	59		
Prod. MS de hojas (ton/ha) ²	26	33	27	14	16		
Porcentaje de hojas. ²	80	82	81	62	80		
Cobertura del suelo con pastura (%). ²	83	76			87		
Productividad animal (kg/ha/año) (Experiment1) ²	446		414	324			
Productividad animal (kg/ha/año) (Experiment2) ²	720	690	625				
Resistencia a cigarras de pasturas. ²	Alta	Moderada	Baja	Moderada	Alta		

(Fuente: ¹ www.tropicalforages.info; ²Jank, 1995; Euclides *et al.*, 1993; Euclides *et al.*, 2000; citados por Jank, S/F).

En un estudio realizado por Farjes (S/F), para ver que plantas sobrevivían o persistían en diferentes condiciones de establecimiento para determinar las exigencias y aptitudes de las plantas forrajeras, por el interés en las plantas de *Panicum maximum* se citan los resultados encontrados en estas a continuación:

Encontró que las variedades Mombaza, Aries, Massai, son muy exigentes en los niveles de fósforo y calcio en el suelo, pero tienen una tolerancia muy baja a suelos saturados con Aluminio. En los suelos con alto nivel de fertilidad la mayoría de los cultivares se desarrollaron bien (Mombaza, Aries, Tanzania, Atlas, Coloniao, Vencedor, y otras.), los cultivares que soportan mejor los bajos niveles de fertilidad (fertilidad intermedia) son los cultivares Aries y Atlas. Ningún cultivar de *Panicum maximum* prevalece en suelos con una fertilidad baja.

El cultivar que se adapta mejor a condiciones de suelo moderadamente húmedos (poco anegados) es el Aries, y a temperaturas inferiores de 22°C los cultivares Atlas, Aries, Común, etc. También señala que los cultivares más adaptados a las condiciones de sombra son Green Panic y Tanzania.

Resistencia a plagas y enfermedades

Las especies forrajeras, al igual que los cultivos, se ven afectadas por diversas plagas y enfermedades, ello requiere medidas de control para evitar la disminución en la producción y calidad del forraje e incluso en caso de ataque severo pueden ocasionar la pérdida total de la pradera. En el cuadro 19 se presentan las principales plagas y enfermedades que atacan al zacate guinea (*Panicum maximum* Jacq.) se describen los patógenos o causal, y se indica brevemente el daño que provocan.

La germinación y emergencia de las especies en estudio son lentas y dispares por lo que es necesario proteger a la plántula de las malezas, consideradas como una plaga. Es recomendable dejar emerger las malezas para después eliminarlas y posteriormente sembrar las semillas de *Panicum maximum*, también pueden utilizarse herbicidas antes de la siembra (herbicidas pre-emergentes) para obtener buenos resultados, incluyendo diferentes formas de 2-4-D (Bailey, 1976; citado por López, 2001). Este mismo autor sugiere realizar cortes oportunos o pastoreos si las malezas son palatables en suelos con gran población.

En general, durante el establecimiento se deberá poner especial atención al combate de las malezas 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, en áreas de acahuales jóvenes o áreas que han sido utilizadas con cultivos agrícolas anuales (López, 2001).

Panicum maximum es prácticamente tolerante a las enfermedades de las hojas (Cuadro 19), 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 más 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; citado por López, 2001).

Cuadro 19. Principales plagas y daños que ocasionan al zacate guinea.

Especie	Plaga	Nombre Técnico de sp.	Tipo de Plaga	Descripción del daño
Guinea	Mosca pinta o Salivazo	<i>Aeneolamia postica</i> <i>Aeneolamia albofasciata</i> <i>Aeneolamia occidentalis</i> <i>Aeneolamia bicinta</i> <i>Aeneolamia contigua</i> <i>Aeneolamia varia</i> <i>Prosapia simulans</i> <i>Prosapia contigua</i> <i>Sphenorhina rubra</i>	Chupadores	En la etapa de salivazo o ninfa el insecto chupa savia de las raíces, debilitando las plantas, su daño es menos importante en comparación con el que ocasiona el adulto o mosca pinta, la cual al alimentarse de las plantas inyecta sustancias cáusticas y cuando el ataque es severo puede ocasionarle la muerte.
	Gusano falso medidor y cogollero	<i>Mocis latipes</i> <i>Spodoptera frugiperda</i>	Comedores o Masticadores	Ocasiona defoliación, dejando solamente la nervadura central, si el ataque es severo puede devastar totalmente una pradera.
	Pulguillas	<i>Chaetocnema sp.</i> <i>Systema sp.</i> <i>Epitrix sp.</i>	Raspadores de la hoja	Las hojas presentan raspaduras que ocasiona el insecto al consumir la parte verde de la lamina foliar, su daño no es de importancia.
	Hormigas Arrieras	<i>Ata laevigata</i> <i>Acromimex landolti</i>	Comedores	Durante el establecimiento atacan las plántulas recién emergidas, causando fuertes daños si la población de hormigas es alta, lo que puede ocasionar un mal o nulo establecimiento de las praderas.
	Catarinita Grillos Chapulines	<i>Diabrotica sp.</i> <i>Cerotoma sp.</i> Acrididae grillidae	Comedores	Su daño se concentra principalmente en leguminosas causando perforaciones redondeadas o alargadas en las hojas, el daño se considera de poca importancia económica, ya que las plantas se recuperan rápidamente.

Fuente: CIAT, 1982a; CIAT, 1982b; Lapointe y Ferrufino, 1991; Valerio *et al.*, 1996; Coronado, 1978. Citados por Enríquez *et al.*, (1999).

Resistencia a la sequía

Uno de los factores de restricción más importante de los cultivos tropicales es la carencia de un abastecimiento adecuado de agua durante el desarrollo de las cosechas (González y Páez, 1995).

El déficit hídrico en las plantas es el resultado de una combinación compleja de factores del suelo, la planta y la atmósfera, los cuales interactúan entre sí controlando la velocidad de absorción y la pérdida de agua por la planta (Kramer, 1974; citado por González y Páez, 1995).

Se ha reportado información sobre la respuesta del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) al déficit hídrico. Sin embargo, en ningún caso se ha comprobado la sensibilidad de este pasto al déficit hídrico durante las fases de su desarrollo. Por otra parte, no se ha estudiado si la exposición previa a un déficit hídrico puede inducir algún tipo de tolerancia a ciclos subsiguientes (González y Páez, 1995).

González y Páez, (1995), realizaron un estudio para determinar si la respuesta del pasto guinea al déficit hídrico depende de su estado de desarrollo en el momento de déficit y si varía a su vez en la planta con un ciclo previo de deficiencia hídrica y encontraron los resultados que presentan en los cuadros 20, 21 y 22.

De manera general se observa que los componentes de la biomasa más afectados por el déficit hídrico son las hojas, seguida de los culmos y el peso seco total (Cuadro 20). En contraste, la aplicación del déficit hídrico no genera diferencias significativas en las raíces. Se observa cierto tipo de tolerancia al déficit cuando este se aplica por segunda vez, en el peso de los culmos y las raíces, ya que los

valores obtenidos son estadísticamente semejantes a los de la planta control (cuadro 20, cosecha 4).

El déficit afectó considerablemente al área foliar total durante ambas etapas de aplicación, siendo el mayor durante el déficit en la etapa reproductiva (29 por ciento para vegetación y 84 por ciento para reproducción. Por otra parte, la aplicación de un segundo ciclo de deficiencia hídrica causa reducción aun mayor en el área foliar (86 por ciento).

La producción de biomasa fue poco sensible al déficit aplicado en la etapa vegetativa, presentando solamente una disminución en las hojas verdes. En contraste, cuando la deficiencia hídrica fue aplicada en las etapas reproductivas se presentaron disminuciones en todos los componentes.

El déficit hídrico generó un aumento en los valores de la relación raíz/vástago (R/V) durante la etapa vegetativa (cuadro 21). Este incremento se debe mas a un aumento en el peso de la raíces, que a una disminución en el peso seco del vástago. Por lo tanto, el déficit estimula la dirección de los asimilados principalmente a la formación de un buen sistema radical, con el fin de buscar agua en los niveles más profundos del sustrato. La aplicación del déficit hídrico ocasiona una disminución mayor de la relación de área foliar (RAF) durante la etapa reproductiva (24 por ciento y 76 por ciento).

La producción de materia seca (PMS) sólo fue afectada cuando el déficit se aplicó en la etapa reproductiva del desarrollo (cuadro 22). PMS está relacionada con la duración del área foliar (DAF) y la velocidad neta de asimilación (VNA) según la ecuación $PMS = DAF \times VNA$. Por lo tanto, las disminuciones en la PMS cuando el déficit se aplica en la etapa reproductiva se deben a reducciones tanto en la DAF como en la VNA, (cuadro 22, intervalo 3).

Cuadro 20. Valores promedio de la producción de peso seco (g) y área foliar (dm²) en cada una de las cosechas de las plantas de guinea sometidas a deficiencia hídrica durante diferentes etapas del desarrollo.

Cosecha		Control ¹	Vegetativo ¹	Veg-Rep. ¹
1	H. Verdes	30	33.0	30.1
	H. Secas	3.0	0.0	8.0
	Culmos	22.6	33.2	23.8
	Raíz	65	69.7	50
	Peso Total	121.5	135.5	105.6
	Área Foliar	529.6	493.3	581.4
2	H. Verdes	443.0	345.6	337.0
	H. Secas	176.6	168.3	247.0
	Culmos	450.0	402.6	432.6
	Raíz	944.0	1175.0	1266.3
	Peso Total	2013.6	2091.6	2283.6
	Área Foliar	748.9	555.6	511.6
3	H. Verdes	1613.5	1907.0	1936.0
	H. Secas	480.0	527.3	580.6
	Culmos	1970.5	2273.5	2379.6
	Raíz	2126.0	2712.0	2736.2
	Peso Total	6190.6	7419.8	7632.2
	Área Foliar	2982.3	3256.9	3474.7
4	H. Verdes	1960.0		897.0
	H. Secas	790.0		2052.0
	Culmos	2425.5		2107.5
	Raíz	1916.0		2228.8
	Peso Total	7091.5		7284.5
	Área Foliar	3471.9		493.3
5	H. Verdes	2429.0		2872.5
	Culmos	4369.0		2764.5
	H. Secas	2831.0		4543.0
	Peso Total	13244.0		14382.0
	Área Foliar	3398.0		3832.3

(Fuente: González y Páez, 1995. ¹ Plantas control, tratamiento vegetativo y tratamiento vegetativo reproductivo). Nota: Todas las plantas fueron fertilizadas dos meses después de establecimiento del pasto con 100 kg/ha de N, 50 kg/ha de P y 50 kg/ha de K.

Cuadro 21. Índice de distribución de biomasa de las plantas de guinea, correspondientes a cada una de las etapas de desarrollo, bajo diferentes condiciones de riego.

Cosecha	Etapas	RAF	AFE	RPF
1	Control	0.44	1.72	0.27
	Vegetación	0.36	1.65	0.24
	Veg-Rep.	0.46	1.40	0.29
2	Control	0.38	1.17	0.3
	Vegetación	0.29	1.69	0.26
	Veg-Rep.	0.24	1.56	0.26
3	Control	0.47	1.8	0.33
	Vegetación	0.44	1.71	0.33
	Veg-Rep.	0.47	1.79	0.34
	Rep	0.47	1.74	0.33
4	Control	0.49	1.77	0.39
	Vegetación	0.07	0.56	0.4
	Veg-Rep.	0.1	0.68	0.42
5	Control	0.26	1.43	0.39
	Vegetación	0.24	1.33	0.35
	Veg-Rep.	0.27	1.34	0.39
	Rep.	0.28	1.3	0.4

(Fuente: González y Páez, 1995).

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 afectados por el déficit durante ambas etapas, obteniéndose reducciones mayores durante la etapa reproductiva.

Cuadro 22. Índice de crecimiento de las plantas de guinea, correspondientes a cada una de las etapas del desarrollo, bajo diferentes condiciones de riego.

Intervalo	Etapas	PMS	DAF	VNA
1	Control	8.0	113	0.082
	Veg	7.3	94	0.084
	Veg-Rep	38.6	90	0.148
2	Control	38.6	433	0.09
	Veg	53.3	425	0.125
	Veg-Rep	53.5	430	0.130
3	Control	90.0	1245	0.009
	Veg-Rep	-5.4	589	0.006
	Rep	-11.6	352	-0.017
4	Control	61.5	1641	0.038
	Veg-Rep	71.0	770	0.093
	Rep	75.4	8	0.093

(Fuente: González y Páez, 1995).

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 mas pronunciado en el crecimiento y la fisiología del pasto guinea.

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, encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) 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, dependiendo 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 lluvias 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;. citado por López, 2001). Por lo que se puede 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 práctica que muy rara vez aplican los productores de este forraje (López, 2001).

Ayala, *et al.* (S/F) realizaron un estudio con el objetivo de caracterizar el valor nutritivo y digestibilidad de Tanzania, Mombaza (*Panicum maximum*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*) y Mulato (*Brachiaria hibrido*), en la época de sequía, en el tercer año de establecidas, a las 4 y 6 semanas de rebrote. A las 4 semanas la Materia Seca (MS por ciento) fue mayor en Tanzania (23.27) que en Mulato (15.04) e insurgente (15.04), la Proteína Cruda (PC por ciento) fue mayor en Mulato (13.10) que en insurgente (11.18) y Tanzania (9.0), la Fibra Detergente Neutra (FDN por ciento) fue menor en Mulato (53.67) que en insurgente (59.19) y Tanzania (62.63), la Digestibilidad *in Vitro* de la Materia Seca (DIVMS por ciento) fue mayor en Mulato (60.20) que en insurgente (48.26) y Tanzania (49.16).

A las 6 semanas, la PC fue mayor en Mombaza (8.13) y Mulato (8.07) que insurgente (4.87) y Tanzania (6.03), la FDN fue menor en Mulato (64.07) que en insurgente (71.68), Mombaza (71.87) y Tanzania (70.85), la DIVMS fue mayor en Mombaza (61.13) y Mulato (59.24) que en insurgente (48.72) y Tanzania (53.44). En sequía las gramíneas con mejor valor nutritivo y DIVMS fueron Mombaza y Mulato, a las 4 y 6 semanas de rebrote (Ayala *et al.*, S/F).

En conclusión a este estudio y conforme a las dos cvs de *Panicum maximum* que son de interés se puede decir que el cv. Tanzania presenta mejores valores nutritivos en condiciones de sequía y con rebrote a las 4 semanas que el cv Mombaza, lo cual indica que presenta mejores condiciones para ser pastoreado en esta edad que Mombaza; sin embargo, a las 6 semanas de rebrote el que presenta mejores condiciones es el cv. Mombaza, lo cual indica que en épocas de sequía el punto mejor para su utilización por el ganado está por encima de las 4 semanas.

Capacidad de fitorremediación

La fitorremediación consiste en el uso de plantas, sus microorganismos o enzimas asociadas, así como de la aplicación de técnicas agronómicas para degradar, retener o reducir a niveles inofensivos los contaminantes ambientales a través de procesos que logran recuperar la matriz o estabilizar al contaminante (Cunningham *et al.*, 1996; Frick *et al.*, 1999). Dentro de las técnicas de restauración de suelos afectados por la contaminación, la fitorremediación ha adquirido auge por ser un procedimiento pasivo, estéticamente agradable, útil para remediar simultáneamente una gran variedad de contaminantes (USEPA, 1996; Frick *et al.*, 1999) y que procura una mejora de la calidad del suelo, ya que aumenta el contenido de carbono orgánico, mejora su estructura, incrementa la porosidad, la infiltración del agua (Cunningham *et al.*, 1996) y reduce la erosión (Pivetz, 2001; Citado por Hernández y Mager, 2003).

La capacidad de la gramínea *Panicum maximum* para fitorremediar un suelo contaminado levemente (3 por ciento) con un hidrocarburo de petróleo (HCP) liviano, tomando en cuenta los efectos de la contaminación sobre la germinación de las semillas, la supervivencia y producción de materia seca por las plántulas, así como el tiempo y magnitud de la reducción de la carga del contaminante. Luego de 45 días no se encontraron diferencias significativas en la germinación de semillas

en suelos contaminados y no contaminados. La presencia de HCP causó también una ligera reducción en la producción total de materia seca (aérea y subterránea) en *Panicum maximum* del 1.2 por ciento. El suelo con la gramínea presentó una disminución del contenido de aceites y grasas a los 240 días respecto a los suelos contaminados, sin vegetación, hecho que demuestra el potencial que tiene la especie para descontaminar suelos con concentraciones de crudo liviano inferiores o iguales al 3 por ciento (Hernández y Mager, 2003).

Resistencia al sombreamiento

La utilización de forrajes tolerantes al sombreamiento es una de de las condiciones necesarias para tener ventajas potenciales de asociamiento de pastos cultivados (Cabréelo, 1998) citado por (Mesquita *et al.*, 2002). De acuerdo con Wong (1991) esa característica se refiere a la capacidad de la especie a crecer bajo sombra en relación de crecimiento a pleno sol, y sobre influencia de defoliaciones regulares. Además, de crecimiento u otros aspectos importantes, pueden ser afectadas por el efecto del sombreamiento como lo es el florecimiento, la producción de forraje, los aspectos del valor nutritivo, como la digestibilidad y composición mineral citado por (Mesquita *et al.*, 2002).

La tolerancia a la sombra varía entre especies de gramíneas y de leguminosas forrajeras (Wong, 1991; Castro *et al.*, 1999). Entre las gramíneas, algunos accesos y cultivares de la especie *Panicum máximum*, generalmente presentan buena tolerancia, han presentado buena resistencia en experimentos bajo sombreamiento artificial (Wong y Wilson, 1980; Castro *et al.*, 1999). Bajo sombra natural, (Carvallo *et al.*, 1997; Bustamante *et al.*, 1998).

Mesquita *et al.*, (2002) realizaron un estudio en *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cvs. Aruanda, Makueni, Mombaza, Tanzania y *Cynodon dactylon* cv. Tifton 68, con el objetivo de observar el valor nutritivo, florecimiento y pro-

ducción de Materia Seca (MS), influenciadas por la sombra de árboles, y los resultados encontrados se muestran en el cuadro 23, 24, y 25.

La observación sobre el florecimiento de los forrajes fue apenas para indicar el inicio de las gramíneas, y cuantificar el número de inflorescencias y medir la producción de materia seca. El sombreado retardo el inicio del florecimiento de todas las gramíneas en mayor o menor grado, dependiendo de la especie (Cuadro 23), La primera observación, fue al inicio de junio de 1997, y el sombreado había retardado el florecimiento de los cultivares Aruana y Makueni, pero para el 17/1/97 había inflorescencia en todas las parcelas para estos cultivares. En este periodo los cultivares Mombaza y Tanzania no florecieron tampoco en áreas sin árboles.

En el segundo experimento los cultivares Aruana y Makueni confirman su inflorescencia mas precoz en relación a otros cultivares estudiados y también su mejor tolerancia a la sombra en cuanto a florecimiento.

La producción de materia seca (MS) de las gramíneas fue reducida significativamente en los tratamientos con sombra de árboles en relación a la obtenida a pleno sol, excepto en el corte 3 (Cuadro 24), en tanto, no hubo diferencia entre las especies en cuanto a la respuesta al sombreado, principalmente en los cortes 1 y 2 (Cuadro 24).

El efecto medio de los dos tratamientos (Sol y Sombra) sobre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) fue significativo, con mayor digestibilidad en la parte aérea de las gramíneas, excepto en el cultivar Tanzania, que no presentó diferencias significativas en la DIVMS entre los tratamiento (Cuadro 25).

Cuadro 23. Efecto de sombra sobre el inicio de florecimiento de cinco gramíneas en Junio y Abril de 1997¹

Gramínea	Tratamiento	9/1/97			17/1/97			21/1/97			27/1/97		
		SF	FB	CI	SF	FB	CI	SF	FB	CI	SF	FB	CI
Aruana	Sol	---	----	100	----	----	100	----	---	100	---	---	100
	Sombra	25	25	50	-----	---	100	-----	---	100	---	---	100
Makueni	Sol	---	----	100	-----	---	100	-----	---	100	---	---	100
	Sombra	---	25	75	-----	---	100	-----	---	100	---	---	100
Mombaza	Sol	100	---	---	100	---	---	100	---	-----	100	---	-----
	Sombra	100	---	---	100	---	---	100	---	-----	100	---	-----
Tanzania	Sol	100	---	---	100	---	---	100	---	-----	100	---	-----
	Sombra	100	---	---	100	---	---	100	---	-----	100	---	-----
Marandu	Sol	---	100	---	---	---	100	---	---	100	---	---	100
	Sombra	75	25	---	25	75	---	---	25	50	---	25	75
		7/4/97			14/4/97			18/4/97			25/4/97		
		SF	FB	CI	SF	FB	CI	SF	FB	CI	SF	FB	CI
Aruana	Sol	---	---	100	---	---	100	---	---	100	---	---	100
	Sombra	75	---	25	25	---	75	---	---	100	---	---	100
Makueni	Sol	---	---	100	---	---	100	---	---	100	---	---	100
	Sombra	---	50	50	---	---	100	---	---	100	---	---	100
Mombaza	Sol	100	---	---	---	100	---	---	100	---	---	---	100
	Sombra	100	---	---	100	---	---	100	---	---	25	50	25
Tanzania	Sol	100	---	---	100	---	---	---	100	---	---	---	100
	Sombra	100	---	---	100	---	---	100	---	---	75	25	---
Marandu	Sol	---	---	100	---	---	100	---	---	100	---	---	100
	Sombra	100	---	---	100	---	---	100	---	---	---	100	---

(Fuente: Mesquita *et al.*, 2002). ¹ Porcentaje de parcelas en las siguientes condiciones: SF (Sin Florecimiento), FB (Presencia de hoja Bandera), CI (Con Inflorescencia).

Los marcos de fibra detergente neutro (FDN) en la parte área de las gramíneas no fueron afectadas por el sombreado (Cuadro 25).

La sombra del árbol reduce la temperatura foliar en los pastos ubicados debajo de esta, lo que ocasionaría una menor transpiración, aumentando la eficiencia de uso de agua de las gramíneas. Además, los árboles pueden mejorar el ciclo de los nutrientes no disponibles a las raíces superficiales de los pastos, a través de su sistema de raíces profundas y su aporte de hojarasca, manteniendo la fertilidad del suelo y aumentando el aporte de materia orgánica (Gil *et al.*, 2005; citados por PRODECO, 2006).

Cuadro 24. Producción de materia seca (kg/ha) y concentración de nitrógeno en las hojas verdes de seis gramíneas forrajeras en áreas con sombreado por angico-vermelho y a pleno sol, en cuatro épocas de evaluación.

Gramíneas	Corte 1		Corte 2		Corte 3		Corte 4	
	sol	sombra	sol	sombra	sol	sombra	sol	sombra
Materia seca (kg/ha)								
Marandu	7,061	3,054 (43) ²	2,772	1,061 (38)	1,826	2,377 (130)	2,986	1,761 (59)
Aruana	4,480	765 (17)	1,268	441 (35)	1,533	1,314 (86)	2,417	1,046 (43)
Makueni	7,686	2,392 (31)	2,076	764 (37)	1,637	1,594 (97)	3,199	1,566 (49)
Mombaza	10,464	3,934 (37)	4,381	1,546 (35)	2,496	2,851 (114)	4,293	2,064 (48)
Tanzania	7,951	3,054 (38)	2,362	836 (35)	2,076	1,925 (93)	2,951	2,034 (69)
Tifton 68	4,022	92 (2)	1,112	63 (6)	-----	-----	-----	-----
F	**		**		ns		**	
Cv (%)	34.2		38.4		25.0		25.4	
Concentración de nitrógeno (g/kg)								
Marandu	10.0	20.9	14.7	22.8	12.7		12.9	23.5
Aruana	13.8	25.3	18.1	27.5	17.0	23.3	14.0	25.8
Makueni	11.9	21.8	14.4	25.2	16.0	23.9	12.0	22.7
Mombaza	11.0	19.7	14.0	24.8	13.5	19.0	10.9	23.3
Tanzania	10.8	20.1	13.9	20.3	12.2	20.5	10.4	22.0
Tifton 68	13.8	---	14.7	24.1	-----	---	-----	
F	**		**		**		**	
Cv (%)	10.6		7.41		10.0		7.2	

(Fuente: Mesquita *et al.*, 2002). (1) Datos de cortes: corte 1, 13/3/96; corte 2, 22/5/96; corte 3, 4/12/96; corte 4, 28/1/97. ² Numero entre paréntesis (%): Crecimiento en la sombra en relación al crecimiento a pleno sol. ns= No significativo. ** Significativo a 1% de probabilidad.

La sombra del árbol reduce la temperatura foliar en los pastos ubicados debajo de esta, lo que ocasionaría una menor transpiración, aumentando la eficiencia de uso de agua de las gramíneas. Además, los árboles pueden mejorar el ciclo de los nutrientes no disponibles a las raíces superficiales de los pastos, a través de su sis-

tema de raíces profundas y su aporte de hojarascas, manteniendo la fertilidad del suelo y aumentando el aporte de materia orgánica (Gil *et al.*, 2005; citados por PRODECO, 2006).

Cuadro 25. Fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad *in Vitro* de materia seca (DIVMS) de parte aérea de cinco gramíneas forrajeras, en área con sombreado natural y a pleno sol, en muestras de cuarta época de lluvias (¹).

Gramíneas	FDN (%)		DIVMS (%)	
	sol	sombra	sol	sombra
Marandu	73.92	73.12	52.73	59.01
Aruana	72.92	78.02	53.28	60.93
Makueni	76.05	76.17	51.21	54.58
Mombaza	76.53	78.23	50.69	53.35
Tanzania	76.18	75.48	55.83	55.75
F	ns		**	
Cv (%)	6.4		6.7	

(Fuente: Mesquita *et al.*, 2002). (¹) Datos de corte 4/12/96. ns= No significativo. ** Significativo a 1 % de probabilidad.

La sombra del árbol reduce la temperatura foliar en los pastos ubicados debajo de esta, lo que ocasionaría una menor transpiración, aumentando la eficiencia de uso de agua de las gramíneas. Además, los árboles pueden mejorar el ciclo de los nutrientes no disponibles a las raíces superficiales de los pastos, a través de su sistema de raíces profundas y su aporte de hojarascas, manteniendo la fertilidad del suelo y aumentando el aporte de materia orgánica (Gil *et al.*, 2005; citados por PRODECO, 2006).

Los muestreos se realizaron a media copa, es decir en la mitad del radio de la copa de cada árbol y a pleno sol. Las especies de árboles fueron: Molle (*Sideroxylon obtusifolium*), Quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*) y Quebracho colorado (*Schinopsis lorentzii*). Los cortes se hicieron el 18 de octubre y 20 de diciembre de 2006, en una pastura de Gatton de 5 años de establecida. El primer

corte, realizado en octubre, tuvo 240 días de crecimiento (de febrero a octubre), ya que el lote fue cortado para confeccionar rollos (Figura 22). El segundo corte se realizó 64 días después, en diciembre. En ambos cortes el mayor rendimiento de MS se obtuvo debajo del Molle, siendo 4.2 y 2.5 veces mayor que a pleno sol en el primer y segundo corte respectivamente. Le sigue en rendimiento el Quebracho colorado con 1.9 y 1.7 veces mayor y el Quebracho blanco con 1.8 y 1.2 veces mas de MS/ha.

En cuanto al porcentaje de MS en el corte de Octubre, debajo de los árboles no supera el 30 por ciento mientras que a pleno sol es mayor al 40 por ciento. En el corte de Diciembre debajo del Molle y del Quebracho blanco alcanza solo el 20 por ciento de MS a pleno sol el 27 por ciento. La excepción fue debajo del Quebracho colorado que superó el 35 por ciento (PRODECO, 2006).



Figura 22. Plantación de Gatton panic (*Panicum maximum*) bajo sombra

(Fuente: PRODECO, 2006).

Producción y calidad del forraje de (*Panicum maximum* Jacq.)

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 a 50 toneladas de Materia Seca (MS) por hectárea. En la India, Narayanan y Dabadghao (1972) han reportado una producción de 226 toneladas de forraje fresco/ha/año en 12 cortes. En puerto Rico se reportó 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 (Little *et al.*, 1959; Vicente-Chandler *et al.*, 1959). 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 sequías (Hola, 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 alguna veces puede ser menor. La producción depende del cultivar, fertilidad del suelo, fertilizantes aplicados, lluvias y manejo (Bogdan, 1997).

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 más robustas no son muy apreciados, el pasto de otras variedades mas finas que se encuentran en una etapa mas avanzada tiene tallos finos que también son menos palatables (López, 2001).

De acuerdo al análisis citado por Butterworth (1967), el contenido de PC en el pasto cortado en diferentes etapas de crecimiento fluctúa desde 4 a 14 por ciento, pero se han registrado contenidos mayores. En Venezuela, la variedad *trichoglume* (cv. Green Panic) contenía más de 20 por ciento de PC a los 28 días después del último corte pero se redujo hasta 8.8 por ciento en el pasto con 56 días de cre-

cimiento (Combillas y González, 1973). Algo similar sucedió en Brasil (Gomide *et al.*, 1969) donde un pasto con 4 semanas de crecimiento contenía 22.6 por ciento de PC y 12.4, 8.5 por ciento a las 12 y 32 semanas después del último corte.

También se han reportado altas cantidades de PC para cultivos jóvenes y fuertemente fertilizados con Nitrógeno (N) en Puerto Rico, Kenia y ocasionalmente en otras áreas. Sin embargo, el efecto de los fertilizantes no siempre es consistente, aunque se han obtenido incrementos en el contenido de PC al aplicar Nitrógeno (Bogdan, 1997). Grof y Harding (1970) citados por Bogdan (1997) reportan que en sus pruebas el contenido de PC en el pasto *Panicum maximum* se mantuvo casi intacto cuando las cantidades de Nitrógeno se incrementaron de 140 a 420 kg/ha.

El contenido de Fibra Cruda (FC) fluctúa entre 28 y 36 por ciento, dependiendo principalmente de la frecuencia de cortes y de la edad de la planta. El contenido de Fósforo (P) con frecuencia excede el 0.15 por ciento que es adecuado para el ganado, aunque en Ghana se ha reportado un 0.11- 0.15 por ciento de P en plantas relativamente jóvenes (Sen y Mabel, 1966; Comide *et al.*, 1969; citados por Bogdan, 1997).

El contenido de Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) varía de 40 a 50 por ciento y al parecer es ligeramente menor que en otros pastos; el contenido de Extracto Etéreo (EE) es de 0.6 – 2.8 por ciento. También se han reportado contenidos relativamente altos en Sodio (Na). Los datos obtenidos por diversos investigadores (Butterworth, 1967) dan una digestibilidad de Materia Seca (MS) que varía de 40-62 por ciento, el contenido de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) varía de 38-61 por ciento, aunque hubo un caso de una planta más vieja donde el contenido de NDT fue de 31 por ciento. La digestibilidad de la proteína cruda (PC) fluctúa de 15 a 73 por ciento, dependiendo de la edad de la planta y del contenido de PC, el

contenido de Proteína de Cruda Digestible (PCD) es de 0.6 por ciento en pastos que contienen alrededor de 4 por ciento de PC hasta 71 por ciento cuando el contenido de PC fue superior al 15 por ciento (Bogdan, 1997). Butterworth (1967) señala que la digestibilidad de la FC fluctúa de 40 a 70 por ciento, el contenido de ELN es de 26 a 27 por ciento, estas cifras muestran la gran variación del valor nutritivo del pasto *Panicum maximum* que depende principalmente de la etapa de crecimiento en la que fue cosechado (Bogdan, 1997).

En Nigeria, Oyenua (1960) determinó que el pasto guinea daba el índice más alto de crecimiento y el mayor rendimiento de forraje verde (70 ton/ha/año), cuando se dejaba un crecimiento de doce semanas. El corte a cada 3 semanas dio un rendimiento mínimo total de 50 toneladas por hectárea, con el corte a cada 12 semanas se obtuvo también el rendimiento mas alto de Materia Seca (MS). El porcentaje de Proteína Cruda (PC) en la MS, en los cortes cada tres semanas, fue aproximadamente de 11.6 y disminuyó al 6.4 por ciento, al cortar el pasto cada 12 semanas. Datos similares encontró Garza (S/F), citado por López, (2001) como se puede apreciar en el siguiente cuadro (Cuadro 26).

Cuadro 26. Efecto de la madurez al corte en la composición de la hoja y tallos en pasto guinea.

Corte (semanas)	Proteína (%)		Producción (Kg/ha)		Contribución (hojas %)
	Hojas	Tallos	Hojas	Tallos	
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

(Fuente: Garza, S/F; citado por López, 2001).

En cuanto al valor nutritivo del Guinea, análisis expuestos por López (2001) según se muestra en el cuadro 27, se puede observar la variación que existe depen-

diendo del tiempo transcurrido al momento de la cosecha, considerando las principales fracciones que la conforman.

Cuadro 27. Valor nutritivo de (*Panicum maximum* Jacq.) en diferentes etapas de crecimiento.

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

(Fuente: www.fao.org; citado por López, 2001).

En el cuadro 28, 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* (Romero, et al., 1988; citado por López, 2001). 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 (López, 2001).

Cuadro 28. Rendimiento y digestibilidad de *Panicum maximum* bajo distintas frecuencias de corte.

Frecuencia de corte (en semanas)	Producción Kg MS/ha	Digestibilidad <i>in Vitro</i> (%)
3	2890	65
6	3380	52
9	4893	47
o10	12,306	47

(Fuente: Romero *et al.*, 1988; citado por López, 2001).

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 López, (2001).

En el cuadro 29 se muestran resultados de un estudio realizado por Segui *et al.*, (1993), en 12 somaclones de la variedad de *panicum maximum* derivadas del cv. Likoni, para seleccionar los mejores en términos de MS y calidad, observar la variación obtenida en la composición química en comparación con el cv. Likoni. Donde se observa que en ambos periodos (Lluvioso y poco lluvioso) y en el año existió variación en términos de MS (medida de los dos años) entre los somaclones, pero solo en la época poco lluviosa y en el año presentaron diferencias significativas. Cuado se analizaron los rendimientos de MS anuales, se observa (Cuadro 29), que el somaclon CTIH-9 fue significativamente superior al testigo y al resto del material evaluado con incrementos de 28 por ciento en comparación con el cv. Likoni; los materiales CITH-2, CITH-12, CTIH-4 y CTIH-3 mostraron los valores mas bajos.

Cuadro 29. Características agronómicas de 12 somaclones de *Panicum maximum*.

Somaclones	Rendimiento de MS (g/macolla)			Índice de cal.
	PLI	LI	Anual	PLI
CTIH-1	121.0	407.0	520.7	25.9
CTIH-2	99.5	366.6	466.1	26.1
CTIH-3	37.8	356.0	295.5	27.4
CTIH-4	70.9	358.5	429.7	27.1
CTIH-5	129.1	359.3	588.4	26.6
CTIH-6	176.3	501.4	679.7	26.6
CTIH-7	113.9	376.1	507.9	26.4
CTIH-8	105.3	462.8	568.2	25.9
CTIH-9	251.9	499.0	750.9	25.0
CTIH-10	191.0	427.2	620.2	25.5
CTIH-11	131.7	467.1	598.8	127.5
CTIH-12	75.7	362.2	437.5	27.5
Likoni	154.0	321.4	582.3	25.7
DS	15.0	85.8	36.7	0.73
ES±	8.6	49.5	21.18	0.42
Media poblacional	127.8	404.9	541.9	26.4

(Fuente: Seguí *et al.*, 1993). PLI=Poco lluvioso, LI=Lluvioso.

Juárez *et al.* (S/F), mencionan algunas fracciones nutricionales de las gramíneas tropicales (Llanero, Mulato, Estrella, Pangola, Mombaza, Insurgentes y Tanzania) por el interés de este estudio, solo se muestran las fracciones del cv. Mombaza y Tanzania (cuadros 30 y 31).

Cuadro 30. Fracciones de carbohidratos y proteínas en pasto mombaza (*Panicum maximum cv Mombaza*). Para utilizar en el CNCPS.

Edad	% MS	FDN % MS	PC % MS	Sol % de PC ²	NNP % P. Sol ³	PIDN % PC ³	PIDA % PC ³	EE % MS	Min. % MS
7	14.94	64.85	14.34	92.39	45.54	7.61	1.39	3.59	11.11
14	18.29	63.90	12.46	91.09	20.53	8.91	1.63	4.68	11.78
21	15.77	65.43	8.51	87.73	17.21	12.27	2.35	3.60	12.58
28	19.26	65.95	7.29	86.89	49.88	13.11	2.32	4.06	12.96
35	16.63	66.15	7.29	92.97	31.18	7.03	1.90	3.59	13.77
42	17.75	66.35	6.91	93.25	24.95	6.75	1.78	3.59	10.90
49	20.18	66.52	4.68	90.81	37.86	9.19	2.95	3.32	32.85
56	21.33	66.75	5.12	91.25	35.85	8.75	2.40	1.19	11.91
63	25.46	67.75	4.08	89.11	23.07	10.89	3.39	1.93	15.69
70	26.79	68.75	4.57	86.53	16.70	13.47	3.02	1.44	27.42
77	26.61	69.20	3.18	83.87	7.77	16.13	4.37	1.96	10.14
96	24.82	69.60	3.07	81.51	11.18	18.49	4.03	1.26	10.91

(Fuente: Juárez *et al.*, S/F).

² Solubilidad % de PC = (P. Sol., % MS * 100) / PC % MS en donde: P. Sol, % MS = PC % MS – PIDN % MS

³ NNP, % P. Sol. = (NNP (6.25), %MS * 100) P. Sol. % MS

³ PIDN, % PC = Proteína Insoluble en Detergente Neutro

³ PIDA, % PC = Proteína Insoluble en Detergente Ácido

Cuadro 31. Fracciones de carbohidratos y proteínas en pasto Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania). Para utilizar en el CNCPS.

Edad	% MS	FDN % MS	PC % MS	Sol % PC ²	NNP % P. Sol ³	PIDN % PC ³	PIDA % PC ³
7	16	67.45	17.50	97.36	35.03	2.64	1.32
14	20	69.14	18.23	97.52	43.14	2.48	1.24
21	12.5	68.43	13.77	96.79	55.57	3.21	1.61
28	14	67.31	9.23	94.88	21.31	5.12	2.56
35	16	71.63	10.62	95.09	49.98	4.91	2.46
42	18	77.50	8.38	94.15	47.93	5.85	2.93
49	20	75.70	7.04	94.39	38.82	5.61	2.81
56	30	77.63	4.53	92.37	37.04	7.63	3.81
63	25	75.90	8.06	95.32	47.68	4.68	2.34
70	27	76.58	4.78	91.64	7.27	8.36	4.18
77	29	76.98	3.70	89.94	10.22	10.06	5.03
96	31	74.15	5.18	92.65	6.77	7.35	3.68

(Fuente: Juárez *et al.*, S/F).

² Solubilidad % de PC = (P. Sol., % MS * 100) / PC % MS en donde: P. Sol., % MS = PC % MS – PIDN % MS

³ NNP, % P. Sol. = (NNP (6.25), %MS * 100) P. Sol. % MS

³ PIDN, % PC = Proteína Insoluble en Detergente Neutro

³ PIDA, % PC = Proteína Insoluble en Detergente Acido

Verdecia *et al.* (2005), realizaron un estudio en el cv. Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania) con el objetivo de evaluar el efecto que ejerce la edad de rebrote sobre el rendimiento, largo y ancho de las hojas, en la relación hoja-tallo, composición bromatológica en dos épocas del año, periodo poco lluvioso entre los meses de enero-abril, y el periodo lluvioso entre los meses de julio-octubre donde se puede apreciar (Figura 23) que el rendimiento en materia seca (MS) aumenta a medida que avanza la edad, existiendo diferencias significativas entre cada una de

las edades estudiadas en ambos periodos del año. Obteniéndose los mejores resultados a los 105 días de edad con (12.7 y 3.81 ton de MS/ha/año) y los mas bajos a los 30 días con (3.4 y 1.02 ton de MS/ha/año) para los periodos lluviosos y poco lluviosos respectivamente.

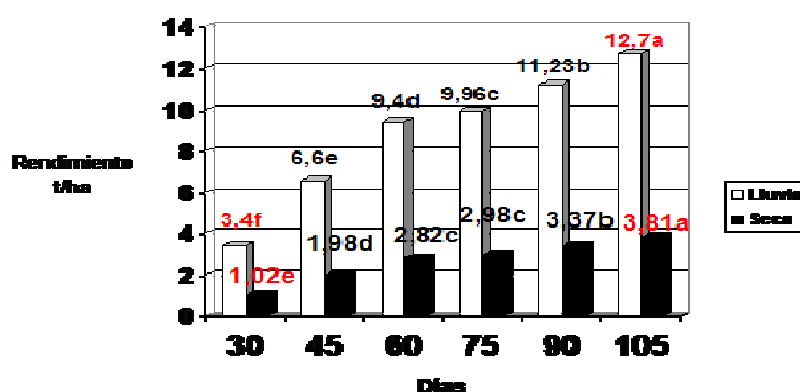


Figura 23. Rendimiento del *Panicum maximum* cv Tanzania en los dos períodos del año en (Ton de MS/ha/corte).

(Fuente: Verdecia *et al.*, 2005).

En el cuadro 32 se observan los resultados de la proporción hoja- tallo para los periodos lluviosos y poco lluvioso.

La proporción hoja-tallo disminuye con la edad de la planta, existiendo diferencias significativas entre las edades, tanto para el periodo lluvioso como para el poco lluvioso, mostrando los mejores resultados a los 30 días con (70 y 30 por ciento) y un (80.76 y 19.23 por ciento) y los mas bajas a los 105 dias (25.80 y 66.17 por ciento) y (58.07 y 29.33 por ciento), por ciento de hojas y tallos para el lluviosos y el poco lluvioso respectivamente.

Cuadro 32. Proporción hoja-tallo del *Panicum maximum* cv. Tanzania en los dos períodos del año.

Edades (días)	Proporción hoja-tallo (%)			
	Lluvioso		Poco lluvioso	
	Hojas	Tallos	Hojas	Tallos
30	70.00	30.00	80.76	19.23
45	58.33	41.66	78.09	21.91
60	44.56	52.56	72.84	22.63
75	35.13	60.57	65.91	22.92
90	29.33	64.66	62.25	26.22
105	25.80	66.17	58.07	29.33
ES±	3.424	3.423	0.894	0.862

(Fuente: Verdecia *et al.*, 2005).

La composición química y la digestibilidad del *Panicum maximum* cv. Tanzania durante el periodo lluvioso se muestra en el cuadro 33. La proteína bruta (PB) y la digestibilidad de la materia seca y orgánica (DMS y DMO), disminuyeron con la edad de la planta, observándose diferencias significativas entre todas las edades en estudio. Los mejores valores de la proteína se reflejan a los 30 días con 11.62 por ciento y los más bajos a los 105 días con 5.31 por ciento. La digestibilidad de la materia seca y orgánica (DMS y DMO), presentó su mejor comportamiento a los 30 días con 63.5 y 68.74 por ciento y el peor a los 105 días con 49.83 y 51.86 por ciento (Cuadro 33).

La fibra bruta (FB) aumenta con la edad del pasto, presentando diferencias significativas entre las edades en estudio, mostrando sus resultados más bajos a los 30 días con 29.31 por ciento y mayor a los 105 días con 35.53 por ciento. (Cuadro 33).

Cuadro 33. Composición química y digestibilidad del *Panicum maximum* cv. Tanzania en el período lluvioso.

Edades (días)	MS (%)	PB (%)	FB (%)	P (%)	Ca (%)	DMS (%)	DMO (%)
30	16.86	11.62	29.31	0.33	0.56	63.5	68.74
45	20.89	9.75	30.86	0.29	0.34	56.5	61.17
60	23.42	8.05	32.06	0.19	0.32	54.15	58.36
75	24.64	7.25	33.43	0.15	0.30	52.25	55.42
90	25.4	6.18	35.10	0.10	0.28	51.38	53.86
105	29.02	5.31	35.53	0.10	0.28	49.83	51.98
ES±	0.919	0.517	0.538	0.046	0.023	1.092	1.347

(Fuente: Verdecia *et al.*, 2005).

En el periodo poco lluvioso la proteína disminuye con la edad, al igual que la digestibilidad de la materia seca y orgánica (DMS y DMO), aumentando la fibra bruta (FB), mostrando diferencias significativas entre las edades en estudio (Cuadro 34). La proteína presenta sus mejores porcentajes a los 30 días con 11.25 y los más bajos a los 105 días con 5.56.

La DMS y DMO disminuyen con la edad, reflejando sus valores más altos a los 30 días con 64.49 y 69.28 y los más bajos a los 105 días con 50.55 y 53.02 por ciento. La fibra bruta (FB) presenta sus porcentajes más bajos a los 30 días con 28.76 y los mas altos a los 105 días con 35.20. (Cuadro 34).

Cuadro 34. Composición química y digestibilidad del *Panicum maximum* cv Tanzania durante el período poco lluvioso.

Edades (días)	MS (%)	PB (%)	FB (%)	P (%)	Ca (%)	DMS (%)	DMO (%)
30	21.00	11.25	28.76	0.29	0.64	64.49	69.28
45	22.30	10.80	30.11	0.27	0.54	60.72	64.48
60	23.60	8.25	31.77	0.27	0.52	56.12	60.42
75	27.30	7.80	32.33	0.25	0.44	53.08	59.08
90	28.58	6.32	34.97	0.25	0.36	51.65	54.23
105	30.24	5.56	35.20	0.19	0.36	50.55	53.02
ES±	0.828	0.510	0.569	0.007	0.024	1.218	1.361

(Fuente: Verdecia *et al.*, 2005).

Sosa *et al.* (2008), realizaron un estudio con el objetivo de estudiar la adaptación y producción estacional de germoplasmas nuevos de gramíneas y leguminosas forrajeras para el estado de Quintana Roo, la especies evaluadas fueron 6 cultivares de *Panicum maximum* (Natzuyataca, Likoni, Vencedor, Mombaza, Tanzania, Centenario), *Bracharia sp.*, *Paspalum atratum*; como testigos se utilizaron las especies, *Bracharia humidicola*, *Bracharia brizantha*, y *Andropogon gayanus*.

Los resultados se observan en el cuadro 35. En cuanto al promedio de producción total, *P. maximum* cv. Mombaza y *P. atratum* fueron las especies de porte alto de mayor rendimiento con 10.6 y 12.0 ton de MS/ha/año, seguida de *B. brizantha* (8.6) y *B. humidicola* con 8.3, *A. gayanus*, fue la especie menos productiva, con 3.9 toneladas.

Cuadro 35. Rendimiento promedio de materia seca (t/ha) por época y totales 11 gramíneas forrajeras.

Especie	Seca	Norte	Lluvia	Total
<i>P. maximum</i> cv. Natzuyataca.	1.0	2.0	4.0	5.3
<i>P. maximum</i> cv. Likoni	1.1	1.9	4.1	5.0
<i>P. maximum</i> cv. Vencedor	1.2	2.1	3.9	4.9
<i>P. maximum</i> cv. Mombaza	1.0	2.1	6.7	10.6
<i>P. maximum</i> cv. Tanzania	1.0	2.4	4.2	5.3
<i>P. maximum</i> cv. Centenario	1.1	2.0	4.0	5.0
<i>Bracharia</i> sp	1.2	3.1	3.7	5.0
<i>Paspalum atratum</i>	0.9	1.9	6.4	12.0
<i>Bracharia humídcula</i>	0.7	2.5	4.0	8.3
<i>Bracharia brizantha</i>	0.8	2.9	4.2	8.6
<i>Andropogon gayanus</i>	0.7	0.9	3.1	3.9

(Fuente: Sosa *et al.*, 2008).

Con el objetivo de caracterizar, exhaustivamente, el valor nutricional de cuatro pastos tropicales introducidos y utilizados en sistemas de producción de ganado de doble propósito en pastoreo extensivo en el noreste de México, Juárez *et al.*, (2009), realizaron un estudio en *Panicum maximum* (Guinea), *Digitaria decumbes* (Pangola), *Cynodon dactylon* (Bermuda) y *Panicum maximum* cv. Tanzania. Los resultados encontrados se muestran en los cuadros 36, 37, 38, 39 y 40.

El cuadro 36 muestra que el contenido de cenizas del pasto Tanzania fue mayor (15.0), por consecuencia la MO fue menor para (85.0). El contenido de PC de los

pastos Guinea, Bermuda y Pangola fue mayor al de Tanzania. El contenido de FDN fue similar en los pastos Bermuda y Tanzania y 15 por ciento mayor en estos que en pangola. La mayor producción de gas se registro en el pasto Pangola, mientras que la de otros pastos fue aproximadamente 30 por ciento menor (Cuadro 37).

Cuadro 36. Composición química (% MS) de pastos tropicales usados en sistema de producción de ganado de doble propósito en el noreste de México.

Especie	Cenizas	MO	PC	FDN
Guinea	11.5	88.5	8.09	72.7
Bermuda	8.60	91.4	7.60	76.0
Pangola	9.23	90.8	7.60	65.6
Tanzania	15.0	85.0	4.64	74.6
Promedio	11.1	88.9	6.98	72.2

(Fuente: Juárez *et al.*, 2009). MO= Materia orgánica, PC= Proteína cruda, FDN= Fibra detergente neutro.

Cuadro 37. Producción de gas *in vitro* (ml 500 mg MS) de pastos tropicales usados en sistema de producción de ganado de doble propósito en el noreste de México.

Especie	GP	b	c	a + b
Guinea	53.8	109.2	0.0425	102.9
Bermuda	50.0	102.3	0.0401	101.9
Pangola	76.1	149.3	0.0329	143.5
Tanzania	52.1	137.6	0.0329	130.5

(Fuente: Juárez *et al.*, 2009). GP= Producción de gas acumulado después de 24 horas de incubación (ml 500 mg de MS); b= Producción de gas a partir de lenta degradabilidad de fracción del alimento ml 500 mg de MS), c= Porcentaje constante de producción de gas (h), a+b= producción potencial de gas (ml 500 mg MS).

En los pastos Pangola y Bermuda se registraron las concentraciones más altas para los ácidos acético, propiónico (solamente Pangola) y butírico, así como para la producción total de ácidos grasos volátiles (Cuadro 38), mientras que las muestras de Tanzania y Guinea registraron los valores más bajos para la producción de cada ácido graso, así como del total de ácidos grasos.

Cuadro 38. Perfil de ácidos grasos volátiles (mm/L) de pastos tropicales usados en sistema de producción de ganado de doble propósito en el noreste de México.

Especie	Ácidos grasos volátiles (AGV)				
	Acético	Propiónico	Butírico	Total AGV	Relación A:P
Guinea	10.2	2.48	1.35	14.7	4.15
Bermuda	16.6	3.50	1.75	23.3	4.78
Pangola	16.0	4.20	2.18	23.2	3.82
Tanzania	10.6	2.64	1.53	15.4	4.07

(Fuente: Juárez *et al.*, 2009).

La producción de biomasa microbiana en el rumen determinada después de 24 horas de incubación y expresada como mg de RNA/100 mg de sustrato aparentemente degradado, fue similar en los pastos estudiados (Cuadro 39), aunque se observó un incremento numérico en el pasto pangola.

Conforme a los resultados de Energía Metabolizable (EM) del presente estudio (Cuadro 40), los pastos Pangola y Guinea fueron los más altos con 1.64 y 1.37 respectivamente, en tanto que para Energía Bruta (GE) fueron muy similares en tanto que en Energía Digestible (DE) destaca el pasto Pangola.

Cuadro 39. Sustrato degradado a 24 h de incubación (% MS) y producción de biomasa microbiana (mg RNA/100 mg de sustrato aparentemente degradado) de pastos tropicales.

Especie	Digestibilidad de MS	Biomasa microbiana
Guinea	30.6	0.822
Bermuda	36.5	0.888
Pangola	38.4	1.011
Tanzania	34.2	0.888

(Fuente: Juárez *et al.*, 2009).

Cuadro 40. Contenido de energía bruta (GE), digestible (DE) y metabolizable (ME) (Mcal kg MS) de pastos tropicales usados en sistemas de producción de ganado de doble propósito en el noreste de México.

Especies	GE	DE	ME
Guinea	3.94	1.80	1.37
Bermuda	4.07	1.61	1.18
Pangola	4.09	2.07	1.64
Tanzania	3.93	1.57	1.14

(Fuente: Juárez *et al.*, 2009).

Costa y Oliveira, (1994), realizaron un estudio en 20 accesiones de *Panicum maximum* procedentes del Centro de Pesquisa, con el objetivo de seleccionar los mejores adaptados a los factores climáticos, edáficos y bióticos de la zona del municipio de Ouro Preto de Oeste Rondonia, Brasil. Y encontraron los siguientes resultados que se muestran en el cuadro 41 y 42. Durante el periodo de máxima precipitación, las mayores producciones de MS se alcanzaron con *P. maximum* CPAC-3012 (52.02 t/ha), 3003 (43.11 t/ha), 3024 (41.65 t/ha), 3016 (40.81t/ha), 3072 (40.28 t/ha) y 3063 (40.08 t/ha), las cuales fueron superiores al rendimiento de MS obtenido con *Panicum maximum* cv. Coloniao (testigo) (Cuadro 41).

En el periodo de mínima precipitación, los rendimientos de MS se redujeron notablemente, en relación con los obtenidos en el periodo de máxima precipitación (cuadro 41). Las accesiones que presentaron las mayores producciones de MS fueron *P. maximum* CPAC-3025 (16.92 t/ha), 3003 (16.22 t/ha), 3012 (15.68 t/ha), 3063 (15.22 t/ha), 3024 (14.95 t/ha), 3072 (14.81 t/ha), 3016 (14.70 t/ha) y 3060 (14.60 t/ha). En general la producción de MS durante este periodo contribuyó entre 20 por ciento y 37 por ciento a la producción anual de forraje; sin embargo, *P. maximum* CPAC-3060 presentó la mejor distribución estacional de forraje, siendo su producción en el periodo de mínima precipitación del 46 por ciento.

La relación hoja-tallo en la época de máxima precipitación varió entre 2.2 y 6.3, en la de mínima, entre 2.9 y 6.3. las accesiones de *Panicum maximum* CPAC-3012, 3027, 3047, 3055, 3059, 3066, 3070 y 3071 presentaron mayor cantidad de hojas en relación con los tallos (Cuadro 42).

En el contenido de PC y DIVMS fueron mayores en el periodo de máxima precipitación, los niveles mas altos de PC se encontraron en *P. maximum* CPAC-3055 (10.42) y 3028 (10.35); en la época de mínima precipitación, los mayores valores se presentaron en *P. maximum* CPAC-3017 (7.11), 3066 (7.08), 3063 (3.98), 3059 (6.75), 3072 (6.74) y 3024 (6.70) (Cuadro 42).

Los niveles de PC de estas accesiones pueden considerarse aceptables, aunque en la época de mínima precipitación son ligeramente inferiores al límite considerado como suficiente para llenar los requerimientos de animales de pastoreo.

Cuadro 41. Rendimiento total de materia seca (t/ha) de accesiones de *Panicum maximum* y porcentaje respectivo de producción en época de máxima y mínima precipitación, Rondonia, Brasil*.

Accesión/CPAC No.	Máxima Precipitación	(%)	Mínima precipitación	(%)
3003	43.11	73	16.22	27
3012	52.06	77	15.68	23
3016	40.81	73	14.70	27
3017	32.37	76	10.17	24
3024	41.65	73	14.95	27
3025	34.10	66	16.92	34
3027	28.80	70	12.39	30
3028	29.66	67	14.50	33
3046	33.61	72	13.24	28
3047	35.45	73	13.08	27
3053	26.22	67	12.77	23
3055	28.40	72	10.90	28
3059	23.66	73	8.83	27
3060	31.79	54	14.60	46
3063	40.08	72	15.22	28
3066	35.44	75	12.05	25
3067	22.77	67	11.07	33
3070	24.13	63	14.25	37
3071	31.12	74	10.66	26
3072	40.28	73	14.81	27
Coloniao	36.92	80	9.51	20

(Fuente: Costa y Oliveira, 1994). * Diez cortes en época de máxima precipitación y dos en época de mínima precipitación.

Cuadro 42. Contenido de proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y relación hoja-tallo (H/T) de accesiones de *Panicum maximum* en épocas de máxima y mínima precipitación.

Accesión CPAC No.	PC (%)		DIVMS (%)		Relación H/T	
	PMx	PMn	PMx	PMn	PMx	PMn
3003	8.73	6.14	60.74	47.65	2.6	3.5
3012	9.21	5.40	54.29	50.08	4.7	5.2
3016	7.55	6.27	59.44	53.14	3.6	4.4
3017	9.05	7.11	62.14	50.40	2.9	2.4
3024	8.38	6.70	57.19	43.22	3.0	3.5
3025	8.46	5.81	63.21	51.10	2.9	3.8
3027	9.35	5.86	59.33	44.07	4.8	6.3
3028	10.35	5.40	64.72	53.23	2.1	3.8
3046	8.94	6.12	66.94	52.73	2.7	3.4
3047	7.87	6.36	61.52	53.78	4.2	5.0
3053	9.03	6.12	56.28	49.21	3.4	4.2
3055	10.42	6.28	66.26	52.17	6.3	4.9
3059	8.69	6.75	60.71	49.35	5.7	5.2
3060	8.56	5.44	65.00	51.88	4.5	2.9
3063	8.11	6.93	55.49	42.69	2.2	3.5
3066	9.47	7.08	60.66	52.14	5.0	5.4
3067	8.10	5.68	59.88	5.95	6.0	4.9
3070	7.77	6.19	54.27	46.00	5.3	3.2
3071	8.31	5.80	58.11	45.38	4.0	5.6
3072	8.26	6.74	62.07	53.12	3.6	3.1
Coloniao	8.34	6.14	58.22	49.36	2.8	3.3

(Fuente: Costa y Oliveira, 1994). PMx= Periodo de máxima precipitación, PMn= Periodo de mínima precipitación).

En un estudio realizado por Ricci *et al.* (S/F), con el objetivo de evaluar el efecto de cultivar y la frecuencia de corte o segado sobre la producción de Materia Seca (MS) y su distribución dentro del periodo activo de crecimiento de siete gramíneas megatérmicas cultivadas, las especies evaluadas fueron *Panicum maximum* cv Gatton panic, *Panicum maximum* cv Green panic, *Setaria anceps* cv Narok, *Chloris gayana* cv. Común, *Chloris gayana* cv Tuc Oriental, *Cenchrus ciliaris* cv. Texas y *Cenchrus ciliaris* cv. Biloela.

Por el interés de este trabajo solo se muestran los resultados obtenido en la especie de *Panicum maximum* en el cuadro siguiente (Cuadro 43) donde se puede observar que los cortes a cada 8 semanas fueron mejores para las dos especies seguida del intervalo de 4 semanas, dando los resultados mas bajos en el intervalos de 6 semanas entre los cortes.

Cuadro 43. Producción de materia seca (t/ha) de cultivares forrajeros sometidos a tres frecuencias de corte, Burruyacu, Tucumán (Argentina).

Cultivar	Corte cada 4 semanas			Corte cada 6 semanas			Corte cada 8 semanas		
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 1	Año 2	Año 3	Año 1	Año 2	Año 3
Gatton panic	4.09	2.25	3.40	3.73	2.05	3.89	4.72	2.59	3.90
Green panic	5.54	3.44	3.45	4.15	2.57	4.59	5.51	3.42	4.42

Fuente: (Ricci *et al.*, S/F).

En general, con el corte cada 8 semanas se obtuvieron los mayores promedios de producción de MS, seguido de la frecuencia de corte de cada 4 semanas y 6 semanas.

En el cuadro 44, se presenta la variación que existe de acuerdo con la edad de crecimiento del pasto guinea, en la composición de mineral, se puede observar que la mayor concentración de minerales se presenta a los 14 días y a medida que avanza la edad la concentración baja, por ello a los 70 días se presenta la menor cantidad.

Cuadro 44. Composición mineral de *Panicum maximum* a diferentes edades de crecimiento.

Pasto	Edad en Días	Composición de la materia seca (MS)					
		N	P	K	Ca	Mg	Zn
		(%)					
Guinea	14	2.96	0.18	2.24	0.41	0.28	38
	28	2.4	0.14	2.23	0.34	0.23	34
	42	1.81	0.13	2.80	0.34	0.20	36
	56	1.55	0.10	2.64	0.34	0.17	32
	70	1.26	0.08	2.53	0.31	0.14	32

Fuente: (Adaptado de Comide y Zometa, 1978), citados por Enrique *et al.*, (1999).

Utilización y manejo de *Panicum maximum* en la producción animal

El zacate guinea, es una especie valiosa que se puede utilizar mediante pastoreo directo, suministro en verde triturado, heno ó ensilado, puede rendir de 50 a 60 toneladas de forraje verde por hectárea, bajo condiciones favorables (Whyte, 1959). Aunque hay reportes que indican que puede rendir hasta 100 toneladas de forraje verde por año (Havard y Bernald, 1969; citados por López, 2001).

Es aconsejable utilizar el guinea en cualquiera de las formas citadas anteriormente, a intervalos de 3 a 4 semanas durante la época de crecimiento a una altura de 15 a 20 cm (Whyte, 1959; citado por López, 2001).

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 tienen los zacates amacollados como el guinea se usa frecuentemente para preparar ensilaje, de esa manera se puede tener forraje disponible durante épocas de estiaje (escasez) (Whyte, 1959; citado por López, 2001).

El pasto es pastoreado o cortado para utilizarlo como abono verde o para heno, 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 una altura de 15 a 20 cm del nivel del suelo e incluso mas altos, no representan ninguna ventaja sobre los cortes bajos de alrededor de 5 cm. Whyte *et al.* (1959) citado por Lòpez (2001) recomiendan cortar el pasto a una altura de 15 a 20 cm. La tendencia general es que con cortes o pastoreo frecuentes y un incremento de los niveles de corte la producción aumenta, en cambio sucede lo contrario cuando se realizan pocos cortes.

El manejo de los pastizales mejorados, con vistas a maximizar la productividad, implica conocer el comportamiento de las 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 mas difundidas, se tienen datos sobre su producción aérea bajo diferentes regímenes de uso (López, 2001).

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 que señalan 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 (López, 2001).

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* sometido a 3 frecuencias de corte (0, 30 y 60 días) en un ecosistema característico de las regiones tropicales, las plantas no cortadas 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, se puede inferir, sin embargo, que la biomasa se distribuye en órganos de sostén, principalmente, poco utilizables como forraje. Las plantas sometidas a corte crecieron más por unidad de biomasa aérea y la producción relativa fue mayor en grupos sometidos a corte cada 30 días. Este incremento se relaciona con mayor producción de láminas 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 (Moreno y Sarmiento, 1993; citados por López, 2001) son las siguientes:

- Aumento de la producción relativa de hojas,
- Posible traslado de reservas de reserva desde los órganos subterráneos hacia el tejido aéreo remanente,
- Distribución de nuevos asimilados en tejidos asimilatorios, incremento en el área foliar,
- Aumento en la tasa de renovación de hojas.

Resultados similares encontró Mc Naughton (1979), quien señala que la cosecha periódica favorece el proceso productivo, es decir, hay mayor producción por unidad de biomasa; y lo anterior lo comprobó al someter a pastoreo suave una pradera donde predominaba *P. maximum* y donde encontró aumento en la producción aérea de dicha especie. Además de estos mecanismos, las plantas sometidas a cortes periódicos tienen mejor calidad forrajera, ya que no ocurre una lignificación severa como se sabe que ocurre en las plantas viejas (Chacòn, 1989; citado por López, 2001).

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 (MS) aumenta. A partir de los resultados obtenidos para el área foliar y la tasa de asimilación diaria de CO_2 se sugiere que las frecuencias óptimas de corte estén alrededor de 40 días; sin embargo, a partir de este momento el carbono asimilado es asignado a estructuras de sostén y de reproducción (Cachón *et al.*, 1995), en consecuencia, la frecuencia para producir un rendimiento óptimo de forraje sería entre 30 y 35 días, cuando la tasa asimilatoria es más alta con respecto a la encontrada en las plantas control, y que el área foliar está, con respecto a la encontrada en las plantas control, cercana al máximo (López, 2001).

Picar y Filomenneau (1972) citado por Lòpez (2001) observaron que acortar el periodo entre la etapa de mayor crecimiento vegetativo y al comienzo de la floración, da cómo 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.

Aplicación de fertilizante para mejorar la calidad del forraje

La productividad de las pasturas depende del N mineralizado, así como de otros importantes nutrientes (P, Ca y K), además de una eficiente descomposición de residuos y liberación de N, la que a su vez depende de la relación C : N asociada con los requerimientos de nutrientes para los organismos que descomponen (Valles *et al.*, 2008).

Por lo regular, esta planta responde mucho mejor que otros pastos tropicales a la aplicación de fertilizantes, en especial a la fertilización nitrogenada (Bogdan, 1977), el contenido de proteína de los pastos y forrajes tropicales es sumamente importante en la alimentación animal. El nivel crítico de proteína en forrajes tropicales está establecido en 7 por ciento, manifestándose que los valores por debajo de este nivel es normal encontrarlos en pastos tropicales durante la época de sequía, señalando que es necesario corregir esta deficiencia para aumentar la productividad animal (Pirela *et al.*, 1996; citado por Lòpez, 2001).

Una de las prácticas culturales apropiada para 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 sis-

tema suelo-planta para poder subsanar las variaciones que se presentan en el contenido de nitrógeno en los pastos (López, 2001).

Apioles *et al.* (1977) citado por López (2001) aplicando dosis de 0, 400, 500 y 600 kg N/ha encontraron que a medida que aumenta 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 mas lento crecimiento.

En numerosos países, la aplicación de N ha producido incrementos en la producción de MS, PC y también aumenta la producción animal. Por lo general las respuestas son altas aún con cantidades moderadas de N, de 100 a 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 kg de Nitrógeno al aplicar 140 kg de N/ha, pero se redujo a 27.6 kg al aplicar 280 kg de N/ha y a 18.4 kg con la aplicación de 420 kg/ha.

En Uganda Stobbs (1969) detectò que la aplicación de N incrementó la frecuencia de *Panicum maximum* en una mezcla con *hyparrhenia rufa* hasta un 25 a 30 por ciento, en cambio hubo una dominancia casi completa de *H. rufa* en potreros sin tratamiento. También 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 ó 100 kg cada segundo corte, pero algunas veces, la aplicación total puede ser tan efectiva como la aplicación fraccionada (Bogdan, 1997).

La respuesta a la aplicación de fertilizante fosforado depende, en gran medida, del contenido de fósforo asimilable en el suelo y algunas veces se han obtenido in-

crementos 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 azufre a razón de 22 kg/ha incrementó 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 (Bogdan, 1997).

Las respuestas a la aplicación de Potasio (K) fueron más erráticas que las de Fósforo (P), aunque en algunas pruebas se han obtenido ganancias considerables de MS en suelos a los que se agregan otros nutrientes minerales. El efecto de los micronutrientes ha sido poco estudiado, pero sí se conoce la respuesta a 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 básica de fertilizantes nitrogenados (Narayanan y Dabadghao, 1972; citado por Bogdan, 1997).

En un estudio efectuado por Pirela *et al.* (1996), citado por López (2001) con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la estratificación del Nitrógeno (0, 200, y 300 kg de N/ha/año) y el rendimiento de materia seca (MS) del pasto guinea, los resultados que obtuvo muestran un incremento en la concentración 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 (MS), ocurre posiblemente debido al alto contenido de humedad de los pastos durante el periodo lluvioso. Existe un mejor efecto del tratamiento de 200 kg de 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, crecimiento de hojas y tallos (Pirela *et al.*, 1996; citados por López, 2001).

Crespo (1974) señala que el uso eficiente del Nitrógeno varía estacionalmente, dependiendo principalmente de la precipitación, se ha observado una disminución en el contenido de Nitrógeno en la MS durante la época de lluvias. Esta respuesta del zacate guinea lo reporta Coto *et al.* (1989) citado por López (2001) 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 plantas. 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); citado por López (2001) es indispensable para la producción de gramíneas, porque de su disponibilidad depende el vigor, el número de 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. En los capítulos de floración y reproducción, producción de semilla, de este escrito se presentan algunos resultados de estudios realizados (Carvajal y del Río, 2003), con la aplicación de Nitrógeno como factor importante en la cantidad y calidad de la semilla,

Aplicación de riegos

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 encuentren las plantas ya que la fase reproductiva es la etapa que más afecta la producción de biomasa (González y Páez, 1995).

Esta actividad se puede contemplar una vez ya establecida la planta, ya que el riego de presembrado es necesario, pero precisamente por tal razón, se debe tomar en cuenta al sembrar en la temporada de lluvias para asegurar el establecimiento de la especie, evitando costos innecesarios (De León, 1977; citado por López, 2001).

El riego por aspersión durante la temporada de sequías, algunas veces es aplicado en Brasil (Ladeira *et al.*, 1966), para incrementar la producción de pasto durante los cinco meses más secos y fríos de 6.7 a 8.0 toneladas por hectárea, 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 toneladas de forraje fresco por hectárea (Bogdan, 1997).

Quema prescrita

La quema es una práctica antigua usada para manipular la vegetación en tierras de pastoreo. En áreas tropicales, el fuego se ha usado con el propósito de incrementar el rendimiento y utilización de los zacates, incrementar la disponibilidad de forraje y su calidad, control de especies indeseables (Wright *et al.*, 1982), así como para estimular la producción de semilla y rebrote de leguminosas nativas (Gil y Medina, 2001; citados por Villanueva *et al.*, 2008).

Las praderas tropicales son manipuladas para mejorar el rendimiento y calidad del forraje disponible, usando prácticas como la fertilización, irrigación, y quema, mismas que interrumpen los procesos naturales de las plantas ((Gil y Medina, 2001),

La quema produce importantes cambios en la producción y demanda de carbohidratos, cambiando directamente los patrones de traslocación (Trlica, 1977), crecimiento de la planta y calidad de forraje (Briske y Richards, 1994, 1995; citados por Villanueva *et al*, 2008).

La estación del año es la clave para la quema prescrita. Generalmente, la quema en cualquier estación, seguida por un año seco reduce la densidad y rendimiento del zacate (Steuter y Wright, 1983; citados por Villanueva *et al*, (2008).

Numerosos estudios sobre la influencia del fuego sobre los aspectos fonológicos, productividad y calidad en gramíneas se han conducido en Norte América, Australia, y Nueva Zelanda; contrariamente, este tipo de estudios es prácticamente inexistente en México a pesar de su facilidad y valuable aplicabilidad para mejorar pastizales deteriorados (Villanueva *et al.*, 2008).

Con el objetivo de determinar el efecto del fuego, Villanueva *et al.* (2008) realizaron un estudio en seis gramíneas tropicales las cuales fueron, guinea (*Panicum maximum*), jaragua (*Hyparrhenia rufa*), buffel (*Cenchrus ciliaris*), green panic (*Panicum maximum* var. *Trichoglume*), zacate bermuda (*Cynodon dactylon*) y estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), en las cuales se evaluaron los cambios en el rendimiento y calidad del forraje cada dos semanas durante tres años. Los promedios de material combustible, así como los contenidos de humedad en material combustible y suelo antes de la quema en las seis especies durante los tres años de estudio se muestran en el cuadro 45.

La producción total de forraje por especie, años y tratamiento se presenta en el cuadro 46, después de un año de la quema, el fuego tuvo un efecto negativo en los zacates del sitio 1, donde el rendimiento decreció más del 23 por ciento y casi el 9 por ciento en *H. rufa* y *P. maximum*, respectivamente. En contraste, en el sitio 2, el fuego tuvo un efecto positivo en *C. ciliaris*, *P. maximum* var. *Trichoglume* y *C. dactylon*, incrementando el rendimiento de forraje en 18, 35 y 13 por ciento, respectivamente, mientras que en *C. plectostachyus* el rendimiento decreció 23 por ciento.

La altura de las plantas no fue medida durante el año 1, pero la información disponible para el año 2 y 3 se muestra en el cuadro 47. Durante el año 2, un efecto significativo ($P < 0.05$) se observó en *C. ciliaris* en el cual las plantas fueron más altas en las parcelas quemadas.

En contraste las plantas de *H. rufa* que fueron quemadas, fueron significativamente ($P < 0.05$) más cortas que en el control. No se encontraron diferencias para *P. maximum* cv. *Green panic*, *C. dactylon* y *C. plectostachyus*. Durante el año 3, *Panicum maximum* y *C. ciliaris* se comportaron de manera similar al año dos; por consiguiente, las plantas quemadas resultaron más altas.

En el año 2, se observaron diferencias ($P > 0.05$) en la altura entre tratamientos para *H. rufa* y *C. ciliaris*, mientras que en el año 3 se observaron diferencias ($P < 0.05$) para *P. maximum*, *C. ciliaris* y *C. dactylon*. *C. ciliaris* y *P. maximum* fueron los más altos ($P > 0.05$) en áreas quemadas comparadas con las parcelas de control (Cuadro 47).

Cuadro 45. Material combustible y contenido de humedad en el material combustible y suelo para las seis especies quemadas durante tres años en la costa oeste de México.

Especie	Combustible fino (kg/ha).	Combustible húmedo (%)	Suelo húmedo (%)
Guinea Común	8,170 ± 150	15.20 ± 3.92	11.33 ± 2.91
Green Panic	5,230 ± 119	24.07 ± 2.80	20.20 ± 2.35
Jaragua	6,102 ± 256	16.43 ± 0.91	16.53 ± 0.91
Buffel	5,600 ± 182	27.60 ± 3.08	20.90 ± 2.36
Zacate bermuda	4,871 ± 67	15.90 ± 2.66	22.37 ± 3.76
Estrella Africana	5,821 ± 151	19.43 ± 2.91	23.53 ± 3.55
Promedio	7,159 ± 116	19.77 ± 5.04	19.14 ± 4.51

Fuente: (Villanueva *et al.*, 2008).

Cuadro 46. Efecto del fuego durante tres años en el rendimiento de forraje de seis gramíneas en la costa oeste de México (kg/ha).

Especie	Año 1		Año 2		Año 3	
	Control	Quemadura	Control	Quemadura	Control	Quemadura
Guinea Común	9,395	7,202	15,457	17,751	17, 273	16,362
Green Panic	4,696	6,353	6,416	8,047	7,495	9,415
Jaragua	8,637	7,894	11,862	10,308	9,215	9,765
Buffel	7,746	9,152	9,851	11,617	10,781	10,980
Zacate bermuda	8,414	9,501	9,482	8,483	10,780	10,525
Estrella Africana	7,746	6,019	8,325	8,530	10,465	10,528

Fuente: (Villanueva *et al.*, 2008).

Cuadro 47. Efecto del fuego en la altura de seis gramíneas en la costa oeste México en el año 2 y 3 (cm.).

Año	Especie	Control	Quemadura
1	Guinea Común	220	232
	Green Panic	108	100
	Jaragua	175	145
	Buffel	98	109
	Zacate bermuda	76	70
	Estrella Africana	80	77
	Guinea Común	179	211
	Green Panic	107	108
	Jaragua	139	138
	Buffel	99	113
	Zacate bermuda	74	69
	Estrella Africana	74	74

Fuente: (Villanueva *et al.*, 2008).

Los promedios del contenido de proteína cruda para los años 2 y 3 para cada especie, estado de crecimiento y tratamiento, se muestran el Cuadro 48. Se observan grandes diferencias entre años y dentro de especies, principalmente durante la etapa de crecimiento para *P. maximum*, *H. rufa*, *C. ciliaris* y *P. maximum* var. *Trichoglume*. Obviamente, grandes diferencias se observaron durante los estados de desarrollo; y el cambio más drástico fue del crecimiento a la floración, con un ligero cambio entre floración y latencia. Todas las especies evaluadas mostraron una calidad alta de forraje durante el estado de crecimiento.

El crecimiento activo de las gramíneas y la acumulación de forraje concuerdan con la estación de más alta precipitación (Menske, 2003; citado por Villanueva, 2008), su alto contenido de proteína y digestibilidad hacen de este estado fonológico el mejor periodo para la utilización por animales en pastoreo.

Cuadro 48. Efecto del fuego en el contenido de proteína cruda de seis gramíneas durante dos estaciones de crecimiento en la costa oeste de México en los años 2 y 3 (%).

Especie	Tratamiento	Etapa de crecimiento				
		Vegetativo	Floración	Maduración	Letargo	Promedio
Guinea común	Control	9.0	4.1	3.4	3.1	4.9
	Quema	8.9	3.7	3.2	2.7	4.6
Green panic	Control	6.3	5.0	4.1	3.7	4.8
	Quema	7.8	6.1	4.9	4.1	5.7
Jaragua	Control	6.1	3.9	3.1	2.2	3.8
	Quema	7.0	4.1	2.8	2.0	4.0
Buffel	Control	9.3	7.5	5.1	4.1	6.5
	Quema	9.5	8.0	6.3	4.6	7.1
Zacate bermuda	Control	7.3	5.9	4.9	4.3	5.6
	Quema	8.8	7.1	5.8	4.5	6.5
Estrella africana	Control	6.6	5.2	4.0	3.6	4.8
	Quema	7.7	6.3	5.3	4.1	5.8

Fuente: (Villanueva *et al.*, 2008).

En el Cuadro 49 se muestra los cambios en la digestibilidad para cada especie entre tratamientos y años durante las diferentes etapas fonológicas. Los valores más altos de digestibilidad se observaron durante el inicio del crecimiento, para luego decrecer gradualmente y mostrar los valores más bajos en la latencia.

En general, la quema prescrita tuvo un efecto positivo en el rendimiento de forraje en *C. ciliaris* y *P. maximum* cv Green Panic y un mejoramiento en diferente grado en la calidad del forraje en todas las especies tropicales. El uso del fuego en estas especies cumple otros objetivos asociados con la eliminación del forraje viejo característico de gramíneas tropicales (Villanueva *et al.*, 2008).

Cuadro 49. Efecto del fuego en la digestibilidad *in situ* de la materia seca de seis gramíneas durante dos estaciones de crecimiento en la costa oeste de México en los dos años 2 y 3 (%).

Especie	Tratamiento	Etapa de crecimiento				
		Vegetativo	Floración	Maduración	Letargo	Promedio
Guinea común	Control	49.9	36.6	33.4	30.9	37.7
	Quema	56.6	40.9	31.6	27.6	39.2
Green panic	Control	57.5	54.1	49.8	44.1	51.4
	Quema	64.7	55.3	45.6	40.6	51.5
Jaragua	Control	58.8	49.6	45.3	38.5	48.0
	Quema	64.2	60.6	49.7	40.2	53.7
Buffel	Control	64.7	53.4	44.5	41.3	51.0
	Quema	61.3	52.9	45.7	42.0	50.5
Zacate bermuda	Control	55.8	50.2	46.9	45.9	49.7
	Quema	60.7	55.7	48.6	46.3	52.8
Estrella africana	Control	53.5	45.1	36.3	31.3	41.5
	Quema	57.4	49.9	43.8	40.1	47.8

Fuente: (Villanueva *et al.*, 2008).

Asociación con leguminosas

El pasto guinea tolera la sombra producida por árboles, arbustos y otras especies de pastos, lo que representa una característica valiosa, ya que se puede asociar con leguminosas vigorosas como *Kudzú*, *Centrosema*, *Clitoria*, *Soya perenne* y otras especies nativas. La importancia de estas mezclas radica en que aumentan el valor nutritivo de la ración y aportan nitrógeno al suelo (Eusse, 1994; Skerman *et al.*, 1992; citados por Sandoval, 2007).

En Australia y otros lugares se han establecido satisfactoriamente mezclas con *Centrocrema 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 haseoloides*, *Desmodium uncinatum* y *D. intortum* y ocasionalmente *Stizolobium deeringianum*, *Calopogonium orthocarpum*, *Indigofera spicata* y *Leucaena leucosephala*.

En pruebas realizadas en Queensland (Grofy Harding, 1970; citado por Bogdan, 1997) se encontró que *Stylosanthes guianensis* forma una mezcla mas balanceada que la otras cuatro especies estudiadas, las leguminosas constituyen alrededor del 47 por ciento 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 leguminosas contribuyó con 46 kg y el pasto 20 kg. Las mezclas con *Macroptilium atropurpureum* y *Centrocrema pubescens* produjeron 4.43 y 3.98 ton de MS/ha respectivamente, de las cuales las leguminosas consistían el 25 y 43 por ciento.

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 respectiva-

mente 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 por ciento, pero por lo general, los incrementos son bajos, algunas veces insignificantes y en algunas ocasiones los rendimientos han sido menores que los obtenidos con los pastos puros. El contenido de Proteína Cruda (PC) aumenta invariablemente debido a la presencia de las leguminosas en el prado, los incrementos pueden ser duplicados e incluso cuadruplicados. La producción animal con mezclas de *P. maximum*/Leguminosas es por lo general mucho mayor que la de pasto solo. En los experimentos realizados por Sandoval (2007), con el objetivo de comparar el consumo voluntario (CV) y la digestibilidad de nutrientes, materia seca (MS), proteína bruta (PB) y fibra detergente neutro (FDN), de heno de pastos guinea-clitoria (HPGC; 33:67%) y heno de pasto rhodes (HPR). Encontró que los mejores resultados se presentan en la asociación de gramíneas con leguminosas en todas las variables medidas (Cuadros 50, 51 y 52).

Cuadro 50. Composición química del heno de pasto guinea en asociación con *Clitoria* (HPGC) y heno de pasto rhodes (HPR) utilizado en el ensayo metabólico.

Componente (%) ¹	HPR	HPGC
Humedad	10.07	14.13
Materia Seca (MS)	89.93	85.87
Materia Orgánica (MO)	91.15	90.35
Materia Inorgánica (MI)	8.85	9.65
Proteína Bruta (PB)	7.45	14.33
FDN	73.56	61.62
CC	26.44	38.38
FDA	51.68	41.71
Hemicelulosa	21.88	19.91

Fuente: Sandoval, (2007). ¹ 100% de Materia Seca.

Cuadro 51. Digestibilidad aparente de heno de pasto guinea en asociación con *clítoria* (HPGC) y heno de pasto rhodes (HPR).

Componente (%)	HPR	HPGC	EE
Materia Seca	55.51	65.19	2.01
Proteína Bruta	59.66	78.80	1.85
Fibra Detergente Neutro	53.86	58.33	1.31

Fuente: Sandoval, (2007).

Cuadro 52. Consumo voluntario de heno de pasto guinea en asociación con *clítoria* (HPGC) y heno de pasto rhodes (HPR).

Componente (g/día) ¹	HPR	HPGC	EE ²
Alimento ofrecido			
Materia seca	894	1148	67.91
Proteína Bruta	69	159	6.12
Fibra detergente Neutro	652	715	43.25
Alimento Rechazado			
Materia seca	222	231	17.81
Proteína Bruta	13	19	1.32
Fibra detergente Neutro	181	171	13.13
Alimento Consumido			
Materia seca	669	919	32.47
Proteína Bruta	58	140	5.43
Fibra detergente Neutro	474	542	30.67

Fuente: Sandoval, (2007). ¹ 100% de Materia Seca, ² Error estándar de la media.

Con el objetivo de determinar la degradabilidad *in situ* de la materia seca y proteína cruda, Razz *et al.* (2004) realizaron un estudio en un monocultivo de *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*. Las muestras de *Leucaena* estaban constituidas por material comestible (hojas y tallos con diámetro menor a 5 mm) con 42 días de rebrote y las de pasto guinea se cosecharon antes de la floración simulando pastoreo. La composición química de la *L. leucocephala* y *P. maximum* se muestran el Cuadro 53. Las características de la cinética de degradación de la MS se muestran en el Cuadro 54. Con respecto al tiempo medio de degradación de la PC, no se registraron diferencias estadísticas entre ambas especies (Cuadro 55).

Cuadro 53. Composición química de la *L. leucocephala* y *P. maximum*

Especie	MS	PC	FDN (%)	FDA	LIG
<i>Leucaena</i>	89.16	26.78	42.64	34.19	5.08
<i>Panicum</i>	90.22	11.77	67.63	48.27	7.68

Fuente: Razz *et al.*, (2004).

Cuadro 54. Parámetros de degradabilidad *in situ* de la MS en *L. leucocephala* y *P. maximum*

Especie	Degradabilidad (%)					
	DI	DM	C	DP	DE	T(½)
<i>Leucaena</i>	20.83±0.58	50.62±1.79	0.0577±0.0057	71.45±1.92	49.53±2.31	12.11±1.2
<i>Panicum</i>	15.04±0.77	58.68±3.07	0.0389±0.0017	73.72±3.70	42.56±1.81	17.84±0.9

(Fuente: Razz *et al.*, 2004). DI=degradabilidad inicial, DM=degradabilidad máxima, C=tasa de degradación, DP=degradabilidad potencial, DE=degradabilidad efectiva, T (½)=tiempo medio (horas).

Cuadro 55. Parámetros de degradabilidad *in situ* de la PC en *L. leucocephala* y *P. maximum*

Especie	Degradabilidad (%)				
	DI	DM	C	DP	T(½)
<i>Leucaena</i>	4.45±3.05	48.81±24.01	0.019±0.013	53.56±23.24	39.77±19.27
<i>Panicum</i>	6.12±1.55	52.19±17.84	0.013±0.013	58.22±16.39	38.39±10.98

(Fuente: Razz *et al.*, 2004). DI=degradabilidad inicial, DM=degradabilidad máxima, C=tasa de degradación, DP=degradabilidad potencial, T (½)=tiempo medio (horas).

Martín y Palma (S/F), reporta algunos datos en los contenidos nutricionales de asociaciones de *Panicum maximum* con algunas leguminosas, los cuales se muestran en el cuadro 56.

Cuadro 56. Composición química de asociaciones de leguminosas con *Panicum maximum*.

Especies	PB (%)	Ca (%)	P (%)
<i>Oriza sativa - Panicum maximum</i>	5.1	0.34	0.10
<i>Oriza sativa - Panicum maximum</i>	5.5	0.31	0.10
<i>Panicum maximum – 30% Glycine wightii</i>	11.6	0.69	0.42
<i>Panicum maximum-50% Glycine wightii</i>	14.8	0.97	0.40

(Fuente: Martín y Palma, S/F).

Alonso *et al.* (2008) Realizaron un estudio con el objetivo de examinar el efecto de la evolución de un sistema silvopastoril con *Leucaena* en algunas características de la calidad del pasto asociado (*Panicum maximum*), y encontraron que durante la evolución del sistema silvopastoril hubo un marcado efecto en el porcentaje de

MS de la guinea en todos los años de siembra, independientemente del comportamiento estacional de este indicador en las gramíneas tropicales. A medida que avanzó el tiempo de explotación del sistema silvopastoril, el porcentaje de MS del estrato herbáceo fue menor y se reflejó estabilidad estacional en ambos periodos climáticos (Lluvias, Seca) en la siembra. En todos los años de siembra el contenido de Proteína en la guinea aumentó significativamente con el desarrollo del silvopastoreo y el valor mayor que alcanzó fue de 12.2 por ciento, esto significó un aporte de 22 t de PB/ha en rotación.

En estudios realizados para evaluar el comportamiento de la *Leucaena* en asociación con gramíneas para la producción de leche y ganado en desarrollo se han obtenido resultados significativos. En la asociación de *Panicum-Leucaena* y 25% del área con banco de proteína de *L. leucocephala* + *Panicum*, para los cuales se utilizaron añejas mestizas (3/4 Holstein x 1/4 Cebú) de 12 meses de edad y un peso inicial de 100 kg, se observó la tendencia a un mayor peso vivo a la incorporación y una mayor ganancia diaria para los animales de la asociación, sin diferencias significativas. Los valores fueron de 310 vs 292 kg y 0.49 vs 0.45 kg/animal por día para cada sistema (Iglesias *et al.*, 1994; Citados por Pacheco *et al.*, S/F).

El estudio de un sistema de producción de leche durante 3 años que disponía de *P. maximum* cv. Likoni con un banco de proteína (20% del área sembrada con *L. leucocephala* cv. Perú) en pastoreo rotacional sin riego y con 140 kg de N/ha/año aplicado a la gramínea, permitió el empleo de la conservación como ensilaje de *Panicum* en pastoreo durante el período lluvioso. La carga empleada fue de 2,5 vacas/ha y el sistema se comparó con un control de gramínea solamente, que fue sometida al mismo manejo que el área con banco de proteína; se hallaron diferencias significativas a favor del área con banco de proteína (10.0 vs 9.6 litros vaca/día), así como un incremento en la población de *P. maximum* (Milera *et al.*, 1994; citados por Pacheco *et al.*, S/F).

Esparza *et al.*, (1990), citado por Pacheco, s/f) en áreas de producción informan que con un banco de proteína leucaena+glycine y *Guinea likoni* obtuvieron como promedio 11 y 17 litros/vaca/día para la seca y la lluvia, respectivamente. Además, se produjo un ahorro de 70 t de concentrado lechero en el año por vaquería de 288 vacas.

Ruiz *et al.* (2007) realizaron un estudio con el objetivo de estudiar el efecto de diferentes momentos de comenzar el pastoreo después de la siembra de una mezcla múltiple de leguminosas rastreras asociadas a *Panicum maximum* en su estabilidad y productividad.

Encontrando los resultados que se muestran en el cuadros 57. En el cual se muestra que cuando se prolonga el tiempo de comenzar el pastoreo después de la siembra de una asociación (gramínea- leguminosa), se afecta el componente leguminosa expresado en el porcentaje ($P < 0.001$) como se observa para los tratamientos de 9 y 12 meses. Esto puede estar motivado, entre otros aspectos, por el incremento del rendimiento de la guinea en el tiempo.

Desde el punto de interés que es la producción de materia seca el momento mejor para pastorear el forraje después de la siembra esta a los 7 meses de establecimiento., ya que al pastorear mas tarde baja el porcentaje de leguminosa y se pierde el aporte nutricional que se pretende con la presencia de las leguminosas, pero ya después del establecimiento el mejor punto de pastoreo esta a los 5 meses.

Cuadro 57. Efecto del momento de comenzar el pastoreo después de la siembra en el rendimiento.

Indicadores	Momento de comenzar el pastoreo, meses				
	5	7	9	12	EE ±
Primer pastoreo					
Rendimiento, t MS/ha					
Guinea.	2.9	8.3	18.6	19.2	1.9
Leguminosas ¹	1.5	1.4	0.6	0.5	0.2
Malezas	1.6	0.8	1.9	1.2	0.2
Leguminosas (%)	27	14	4	3	2.1
Ultimo pastoreo					
Guinea	4.5	1.8	2.9	3.4	0.4
Leguminosas	1.21	1.09	0.81	1.19	0.02
Malezas	2.0	1.7	1.7	0.9	0.3
Leguminosas (%)	24	13	15	22	1.0

(Fuente: Ruiz *et al.*, (2007). ¹ Siratro, Centrosema, Calopogonium-Kudzú).

El establecimiento de una asociación de pasto-leguminosa requiere de ciertos arreglos de siembra, para evitar efectos de competencia que provoquen el dominio o desplazamiento de alguno de los componentes, con lo cual se perdería el objetivo de mantener estable en el tiempo y espacio la asociación en la pradera (Enríquez *et al.*, 1999).

Para obtener el máximo beneficio de las asociaciones debe de haber una disponibilidad entre 30 a 40 por ciento de la leguminosa, valores mayores o menores a estos porcentajes traen como consecuencia disminución en la producción de forraje y en la producción animal. Para alcanzar esta proporción los arreglos de siembra pueden ser los siguientes: 1-1, 2-1 y 3-1. Esto es un surco de gramínea por

uno de leguminosa, dos de gramínea por uno de leguminosa, y tres de gramíneas por uno de leguminosas; se sugiere utilizar este sistema con gramíneas de crecimiento erecto y leguminosas trepadoras.

Al sembrar en franjas, el ancho de estas puede ser de 5 X 5 metros o 7 X 3 metros, para las gramíneas y la leguminosa, respectivamente, este sistema de establecimiento se recomienda cuando se desea asociar gramíneas y leguminosas agresivas. Aunque, prácticamente se puede sembrar cualquier leguminosa asociada con la gramínea, ya que ejerce una baja competencia por espacio y nutrientes (Enríquez *et al.*, 1999).

Si se van a sembrar leguminosas arbustivas, deben de establecerse en surcos, que puedan variar de uno a tres surcos de leguminosas, por una franja de cinco a 10 surcos de gramínea, con lo cual se logra una proporción aceptable de la leguminosa. (Enríquez *et al.*, 1999).

Producción animal con zacate guinea

Las ganancias de peso que se pueden obtener en una determinada pastura, son muy variables, según el manejo que se haga en ella. Este manejo se refiere básicamente a la definición de las épocas de utilización, la carga animal y el tipo de pastoreo a realizar (PRODECO, 2006).

Panicum maximum puede ser utilizado intensivamente, de 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 subtro-

picos menos húmedos es usualmente del orden de 2 a 4 ha/cabezas de ganado vacuno. Las mezclas de pasto con leguminosas permiten una carga animal mayor que con pasto solo y en Hawai se reportó 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 (Proteína Cruda Digestible), en México se reportó 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 772 kg/ha (Grof y Harding, 1970). El aumento de peso vivo por animal por día también varía y en Colombia se considera normal un aumento de 0.500 kg durante la temporada de secas y 0.800 kg durante la temporada de lluvias (Crowder *et al.*, 1970).

En Puerto Rico (Caro Costas y Vicente-Chandler, 1969) se reportó que en una pradera de *Panicum maximum* bien fertilizada y con un contenido de PC de 18.2 por ciento, la producción de leche variaba de 1,000 a 8,000 kg/ha/año y se obtuvieron en promedio 7,790 kg ó 15 kg/vaca/día. En Hawai las vacas que pastaron en prados con mezclas de *Panicum maximum/ Leucaena leucocephala* dieron 9,970 kg de leche/ha ó 12.5 kg/vaca/día 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 cuadro 58 se muestran resultados en el aumento de peso de novillos utilizando como forraje *Panicum maximum*. Este trabajo se llevó a cabo en el sureste de la República Mexicana.

Cuadro 58. Cambio de peso de novillos en pastoreo en praderas con *panicum maximum* Jacq.

Especie	Animales/ha	Aumento de peso diario (g)	Ganancias de peso/ha (kg)
Guinea	2.45	450	175

(Fuente: Arroyo y Teunissen, 1964); citado por López, 2001). Nota: Los novillos con edad de 24-34 meses. Peso vivo de 240 – 280 kg, pastoreo continuo por 214 días.

Jara *et al.* (1982), realizó un estudio durante 651 días con el objetivo de encontrar los niveles de producción de leche con *Panicum maximum*, encontrando los resultados que se muestran en el cuadro 59.

Cuadro 59. Producción de leche con *Panicum maximum* durante 651 días.

Variables estudiadas	Pasto guinea
Días de pastoreo	651
Producción/vaca, lts	16.3
Producción de leche/ha, lts	1940
Producción de leche/ha/día	52.70

(Fuente: Jara *et al.*, 1982; citado por López, 2001). Nota las plantas fueron fertilizadas con 350 kg de Urea/ha en 4 aplicaciones mas 300 kg de P₂O₅.

González *et al.* (2006) realizaron un estudio con el objetivo de estimar la producción de carne caprina en una pastura de *Panicum maximum* cv. Gatton, bajo un sistema de manejo semi-intensivo. Encontrando que la producción de carne fue de 456.82 kg de peso vivo/ha de pastura (Cuadro 60).

Cuadro 60. Producción de carne caprina en *Panicum maximum* cv. Gatton panic.

Periodo	Días de pastoreo	Numero de animales	Ganancia de peso por día	Kg de carne producido	kg de carne/ha.
1 Dic-28 Dic	27	32	0.091	78.62	157.25
28 Dic-26 Ene	29	32	0.061	56.61	113.22
26 Ene-23 Feb	28	29	0.036	29.23	58.46
23 Feb-26 Mar	31	21	0.045	29.30	58.59
26 Mar-30 Abr	30	20	0.034	20.40	40.80
30 Abr- 28 May	30	19	0.025	14.25	28.50
Total	178			228.41	456.82

(Fuente: González *et al.*, 2008).

Hernández *et al.* (1994) en una pradera compuesta por *P. maximum* cv. Likoni, *Neonotonia*, *Centrosema*, *Teramnus*, *Sthylasantos* y *L. leucocephala* (20 000 plantas ha⁻¹), estudiaron tres niveles de oferta de materia seca (15, 35 y 55 kg de MS/vaca/día) sin la aplicación de riego ni fertilizantes químicos. A los 3 años de explotación se observó una estabilidad en la composición botánica de las especies establecidas y la producción de leche medida en animales de mediano potencial (vacas mestizas) osciló entre 8.4 y 8.9 litros/vaca/día, sin diferencia entre las ofertas de MS. Otros resultados (Milera *et al.*, 1994) citado por Pacheco *et al.*, (S/F), al comparar bancos de proteína (20% del área sembrada con *L. leucocephala* cv. Perú) con *Panicum maximum* en pastoreo rotacional sin riego y con 140 kg de N/há⁻¹ año⁻¹ aplicado a la gramínea y con carga de 2.5 vacas há⁻¹, obtuvieron 10.0 vs 9.6 litros/vaca/día. Lamela *et al.* (1996), citado por Pacheco *et al.*, (S/F), cuando aplicó a escala comercial una tecnología que incluía *P. maximum* cv. Likoni fertilizado con 80 Kg. de N há⁻¹ año⁻¹ y BP (Banco de Proteína) de *L. leucocephala*, obtuvieron una producción de 9.3 litros de leche/vaca/día en vacas mestizas. En

otras dos vaquerías que contaban con *C. nlemfuensis* y *P. maximum* y un banco de proteína de *L. leucocephala*, sin la aplicación de riego ni fertilizantes químicos, se alcanzaron producciones de leche de 5.7 y 6.6 litros/vaca/día respectivamente.

Ventajas del pasto guinea

Es un pasto de fácil establecimiento y rápida emergencia, que crece solo o asociado con otras especies. Presenta una alta competencia con malezas anuales y tolera períodos amplios de sombra. Su crecimiento acelerado y pronta floración tiende a bajar su valor nutritivo, requiriendo un manejo intensivo (www.ugrj.org.mx).

Desventajas

Es un pasto que requiere de suelos fértiles, intolerante al inundamiento, intolerante al intenso pastoreo.

Conservación de forraje

La producción de forraje en el trópico de México es marcadamente estacional, ya que se encuentra condicionada a la distribución de la precipitación, disminuyendo drásticamente durante la época de “Nortes” y “Secas” que, en términos generales, abarcan los meses Noviembre a Mayo. Esta disminución en la disponibilidad del recurso forrajero se refleja en la pérdida de peso del ganado, así como el abatimiento de la producción lechera, lo que incide desfavorablemente en el abasto de estos productores pecuarios y en la economía de los productores (Enríquez *et al.*, 1999).

Potencialmente, cualquier especie forrajera que se desarrolla en el trópico puede conservarse mediante ensilado o henificado, tal es el caso para el zacate guinea, pero existen diferencias en rendimiento, valor nutritivo y facilidad de manejo (Enríquez *et al.*, 1999).

La conservación de forrajes es una opción para suministrar materia seca de calidad baja a media a los animales que se explotan en el trópico de México, esta situación impide altos consumos de ensilaje y por consiguiente solamente son útiles para el mantenimiento de los animales, como un recurso de auxilio para las épocas críticas. Aunque existe la alternativa del suministro de suplementos para incrementar las ganancias de peso y la producción de leche, debens de considerarse los costos a utilizarlo (Enríquez *et al.*, 1999).

Henificación

Es el método de preservación de forraje cosechado, consiste en la reducción del contenido de agua a un nivel que se impidan las reacciones bioquímicas de descomposición, ya sea por las enzimas vegetales o por la acción de los microorganismos contaminantes. Se clasifica como heno a los pastos o leguminosas que se cosechan, secan y almacenan con 15 a 20 por ciento de humedad (Figura 24) Los pasos a seguir para lograr una buena henificación son los siguientes (Enríquez *et al.*, 1999):

- La planta a henificar debe de tener una alta proporción de hojas, ya que su valor nutritivo es mayor al de los tallos.
- La madurez de la planta para cosecharla y posteriormente henificarla repercute fuertemente en la calidad del heno.

- En general, se recomienda que las praderas se corten al inicio de la floración o un poco antes.
- El henificado (Figura 24) debe realizarse cuando se tenga seguridad de ausencia de lluvias durante 3 a 5 días posteriores al corte, ya que el sol es el elemento mas barato para secar el forraje y evitar su descomposición.

Pasos para realizar el henificado

1. Cosechar el forraje entre los 50 a 70 días de rebrote. Para el corte, de preferencia, se emplea una segadora mecánica apropiada, aunque también es posible realizarlo en forma manual, la altura de corte ideal es de 5 y 15 centímetros para especies rastreras y erectas, respectivamente.
2. Dejar secar al sol, en el campo, procurando voltear una o dos veces al día el forraje, para acelerar el secado, esta operación se realiza de uno a tres días, dependiendo de la condición del clima, hasta que el forraje este completamente deshidratado.
3. Empacar para su almacenaje y conservación cuando el contenido de humedad óptimo sea de 15 a 20 por ciento; es preferible realizar esta operación temprano por la mañana o entrada la tarde, ya que el forraje tiene una textura blanda y permite mejor manejo, reduciendo las pérdidas de hojas y partes tiernas (Enríquez *et al.*, 1999).



Figura 24. Heno en rollo de Gatton panic (*Panicum maximum*).

(Fuente: PRODECO, 2006).

Ensilaje

Es una práctica para preservar los forrajes frescos sin mucho deterioro de las propiedades nutritivas originales. Este método de conservación de forrajes consiste en la fermentación anaerobia. Para ensilar forraje conviene seguir los siguientes pasos (Enríquez et al., 1999):

1. Los forrajes se cosechan durante la etapa masosa-lechosa del grano, entonces tienen un contenido de humedad de 60-70 por ciento, mientras que las gramíneas forrajeras deben de tener una edad de rebrote de 90 a 135 días.

2. El forraje debe picarse en una picadora o molino de martillos, a fin de obtener trozos de 2-4 centímetros, lo cual permite apisonar correctamente el producto, lo que favorece la fermentación posterior.

3. El forraje picado se coloca en capas sucesivas de 40-50 centímetros de altura, cada una de las cuales debe ser apisonadas y apretada perfectamente, para evitar que quede aire encerrado entre las capas, pues podría ocasionar fermentaciones indeseables.

4. Tapar perfectamente el silo con un plástico y sellar las orillas con una capa de tierra, para evitar la penetración del aire y el agua, ya que ello ocasionaría pudriciones y demeritaría la calidad del forraje. El ensilado puede consumirse después de 21 días de iniciado el proceso

Las especies de pastos tropicales al ser ensilados bajo las mismas condiciones presentan un valor nutritivo similar, como se muestra en el Cuadro 61, solamente se detectaron diferencias en el consumo de materia seca (MS), sin embargo, lo anterior no fue reflejado en la producción de leche, ya que se obtuvieron valores similares para los tres pastos; cabe señalar que los animales fueron suplementados y por ello alcanzaron esos niveles de producción (Enríquez *et al.*, 1999).

Cuadro 61. Comparación de ensilajes de diferentes pastos sobre la producción de leche, consumo y valor nutritivo.

Ensilaje	MS %	Proteína %	Fibra %	Consumo (kg de MS)	Producción de leche (kg/vaca/día)
Guinea	23	6.4	33	8.5	6.2
Pangola	27	6.7	31	7.7	6.1
Bermuda Cruza 1	34	6.6	32	9.7	5.8

(Fuente: Esperance y Perdomo, 1979; citados por Enríquez *et al.*, 1999). Nota: las vacas se suplementaron con 0.5 kg de concentrado por kg de leche producida a partir de 5 kg.

Los animales alimentados con ensilajes de gramíneas en las áreas tropicales, solo proporcionan ganancias de peso del orden de 200 a 340 gramos por animal por día (Enríquez, 1999).

Establecimiento del zacate guinea

El establecimiento es una de las etapas más importantes para el desarrollo de las plantas y debe contener las bases científico-prácticas necesarias para poder utilizar eficientemente las especies vegetales y prolongar la vida útil de ellas, en función de la alimentación animal (Ruiz *et al.*, 2007).

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

rea. 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.

La siembra con semilla también da buenos resultados, pero la producción es difícil, por lo tanto el suministro de semillas es limitado; sin embargo, los tipos mas pequeños como cv. Sabi y el cv. Makueni, son mejores productores que la mayoría de los tipos grandes, actualmente son establecidos por medio de semilla.

La cama de siembra se prepara de igual manera, aunque desde América del Sur se ha reportado como práctica común, esparcir la semilla sin limpiar la superficie del suelo de la tierra arable. En Hawai (Motooka *et al.*, 1967), la siembra aérea (mezclada con otros pastos) en razón de 2.4 kg/ha sobre suelos de matorrales quemados y sin arar tuvo una germinación satisfactoria y un crecimiento rápido. Por lo regular la cantidad de semilla para sembrar es de 4 a 10 kg, dependiendo de la calidad, la cual con frecuencia es baja, aunque al principio se recomendaba sembrar cantidades de hasta mas de 110 kg/ha (Motta, 1953).

También se puede sembrar de 1-2 kg/ha de semilla con un 100 por ciento de germinación y pureza. La germinación mejora con el almacenamiento y las semillas frescas no deben sembrarse. Se recomienda una profundidad de siembra de 1-2 cm; las semillas de *P. maximum* pueden germinar a una profundidad mayor que otros pastos tropicales con semillas mas pequeñas y en pruebas donde el suelo era periódicamente secado y humedecido a una profundidad de 2-3 cm (Bodgan, 1964), la mejor emergencia observada fue a los 2.5-3 cm. La cubierta con paja retiene la humedad del suelo y mejora el establecimiento.

La germinación y emergencia son lentas y disperejas, por lo que es necesario proteger a la plántula de las malezas. En Rhodesia es recomendable dejar emerger las malezas para después eliminarlas y posteriormente sembrar semillas de *Panicum maximum*. También pueden utilizarse herbicidas. Bailey(1967) obtuvo resultados satisfactorios con la aplicación de una serie de herbicidas antes de la siembra, incluyendo diferentes formas de 2, 4-D. Se sugieren cortes oportunos o pastoreos si las malezas son palatables en suelos con una gran población. El Fósforo (P) se aplica durante la siembra y las cantidades dependen de la fertilidad del suelo, el Nitrógeno (N) se aplica posteriormente (Bogdan, 1977).

Preparación del terreno

Los suelos que se destinen para la implantación de praderas deberán prepararse bien para proporcionar una buena cama de siembra a la semilla forrajera que se vaya a sembrar. Las labores de labranza primaria (chapeo, barbecho, rastreo, surcado, etc.) tiene diferentes objetivos específicos, pero la función principal de la preparación del terreno es eliminar la vegetación presente, inducida o nativa, antes de la siembra y en forma secundaria, mejorar las condiciones físicas del suelo, para favorecer el establecimiento de la pradera.

La secuencia de labores mencionadas es una guía que puede ser útil en diversas condiciones, pero puede ajustarse en caso necesario. Es recomendable dejar pasar de 8 a 15 días entre labores, para permitir la emergencia de plantas arvenses y lograr el control de generaciones sucesivas de éstas mediante la labranza. La última labor recomendada debe realizarse inmediatamente antes de la siembra (Enríquez *et al.*, 1999).

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

Época de siembra

La época adecuada para el establecimiento de praderas es durante todo el período de lluvias, se debe evitar la sequía interestival, se recomienda la siembra cuando el temporal este bien establecido; considerar que exista suficiente humedad en el suelo para que la planta se establezca, lo cual ocurre de tres a cinco meses después de la siembra (Enríquez *et al.*, 1999).

Como se menciona anteriormente, la época de siembra mas recomendable es cuando empiece el patrón de lluvias, o un poco antes si es posible, mismas que se modifican de acuerdo a la época de lluvias de cada región (De León, 1977; citado por López, 2001).

Métodos de propagación

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, 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 sea mas baja de lo normal o se tendrán 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 malezas, pero una vez formada la cepa, el crecimiento se hace vigoroso (Mootoka *et al.*, 1967; citados por López, 2001).

Reproducción por macollas

En áreas pequeñas se puede establecer este zacate por macollas (Esquejes), una planta establecida se arranca y se desgaja, cortando las raíces y los tallos a 2 y 10 cm. de la corona respectivamente (Harvard-Duclos, 1969). Por otro lado, Chaco y Sarmiento (1993), citado por López (2001) recomiendan plantar esquejes de 15 cm., a una densidad de planta por metro cuadrado.

En un estudio realizado por Oquendo *et al.*, (2008), utilizó los métodos anteriores para el establecimiento del cultivo (este estudio se menciona en el capítulo de producción de semilla) pero también menciona que este zacate se puede propagar por vía de transplante, que este consiste en hacer la siembra en charolas (almaci-go) después transplantarlas.

Sistemas de siembra

Voleo

Consiste en esparcir sobre el terreno preparado en forma uniforme la semilla, ésta se puede distribuir en el terreno en forma manual o bien con el uso de voleadoras. Posteriormente, la semilla se cubre ligeramente, pasando unas ramas por encima, con el propósito de taparla y mantenerla en contacto con el suelo, lo que permite hasta cierto punto el escape de la semilla a la acción de plagas, tales como hormigas, pájaros, etc. (Enríquez *et al.*, 1999).

Surcado

Este método consiste en marcar surcos o líneas separados de 60 a 90 centímetros, posteriormente se deposita la semilla a chorrillo en el fondo del surco, el cual se cubre removiendo la tierra del lomo del surco, este método es recomendable cuando se dispone de poca semilla para la siembra o cuando se tiene poca humedad en el terreno, aunque es necesario un mayor número de jornales por hectárea. Es más recomendable si se emplea semilla botánica, ya que se utiliza menor cantidad, además permite el uso de maquinaria para controlar malezas (Enríquez *et al.*, 1999).

Espeque

Es un método tradicional para establecer praderas en suelos recién quemados o en aquellos con fuertes pendientes que impiden el uso de maquinaria. Consiste en hacer un hoyo con un espeque y depositar la semilla o material vegetativo; para este último es necesario tapar con tierra y compactar con el pie, para el caso de la semilla debe hacerse un hoyo pequeño y depositar la semilla y cubrirla muy ligeramente.

López (2001) hace una referencia en los costos que influyen en el establecimiento del cultivo de *Panicum maximum* como se muestra en el (cuadro 62), estos costos tendrán variabilidad dependiendo de la zona en que se desee establecer la pradera.

Cuadro 62. Estimación de costos en el establecimiento de una hectárea de zacate guinea bajo riego.

Concepto	Costos			
	Veces	Unidades	\$/U	(\$)
Preparación del terreno				
Barbecho	1	1 ha	350	350
Rastreo	1	1 ha	300	300
Bordeo y Canalización	2	1 ha	300	600
Siembra				
Semilla	1	5 kg	60	300
Fertilizante nitrogenado	2	100kg	200	400
Siembra y fertilización	1	1 ha	300	300
Herbicidas	2	2 L	60	240
Riegos				
Riego de auxilio	2	1 ha	200	400
Costo Total				2,890.0

(Fuente: López, 2001).

CONCLUSIONES

De la bibliografía consultada y revisada para el objetivo planteado, se concluye que el Pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) y sus cultivares, es una gramínea cuyas especies y variedades se adaptan muy bien a las zonas tropicales, teniendo una amplia variabilidad en su contenido nutricional dependiendo de la edad de la planta y de la época en que se encuentre, mostrando mejores resultados en la época de lluvias y de 40 a 60 días de rebrote entre los intervalos de corte.

La especie *Panicum maximum* Jacq, es una alternativa muy considerable para todos aquellos productores que desean establecer una pradera para incrementar la disponibilidad y calidad del forraje para la alimentación animal, además buscando aumentar la rentabilidad de sus praderas a través de la producción animal.

El Pasto Guinea, en general, es muy susceptible al anegamiento, pero muy resistente a una gran variedad de plagas, esta característica lo hace mas importante dentro de la elección de pastos para el establecimiento de praderas.

Panicum maximum y sus cultivares como praderas en pastoreo representan una gran alternativa por su calidad, cantidad y palatabilidad para el ganado, por otro lado tiene una gran resistencia a la sequía, presenta muy buenos resultado en la producción de carne y leche.

LITERATURA CITADA

Aguilar, G. M. E. 2005. Evaluación de la producción y el valor nutricional de los pastos *Bracharia* híbrido cv Mulato 1 y *Panicum maximum* cv. Tobiata en tres zonas climáticas de Honduras. Tesis. Lic. Zamorano, Honduras. pp. 13.

Alonso, J. , G. Febles, T. E. Ruiz, y G. Achang. 2008. Características bromatológicas de guinea *Panicum maximum* cv. Likoni en un sistema silvopastoril con *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* cv. Perú). Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 42 (3): 295-298.

Ayala, M. M. , P. F. A. Castrejo, C. S. Ángeles y R. S. Paredes. (S/F). Valor nutritivo y digestibilidad de Tanzania, Mombaza (*Panicum maximum*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), y Mulato (*Brachiaria* híbrido) a dos edades de rebrote en sequía. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 18. Úrsulo Galván, Veracruz. pp. 9. Disponible en:

<http://www.google.com/search?h/=es&ei=vziespmhb8gi8qbhtphh&sa=x&oi=spell&resnum=o&ct=result&cd=1&ved=OCASQBSgA&q=pasto+Mombasa&spell=1> Consultada el 15 de Agosto de 2009.

Bogdan, A. V. 1997. Pastos Tropicales y Plantas de Forraje, AGT EDITOR, S. A: México D. F. pp. 172- 184.

Carvajal, A. J. y M. L. del Río. 2003. Producción y calidad de semillas de los pastos Insurgentes, Guinea y Llanero, Livestok Research for Rural Development, 15(2), 8 paginas. Disponible en: <http://www.irrd.org/irrd15/2/carv152.htm> consultada el 06 de Octubre del 2009.

Costa, de L. N. y J. R. de C. Oliveira. 1994. Evolución agronómica de accesiones de *Panicum maximum* en Rondonia, Brasil. Pasturas tropicales. 16(2):44-47.

Cecato, U., A. O. Machado, E. N. Martins, L. A. F. Pereira, M. A. A. de F. Barbosa y G. T. dos Santos. 2000. Evaluación de producción y de algunas características de rebrote de cultivares y accesos de *Panicum maximum* Jacq. Sobre dos alturas de corte. Rev. Bras. Zootec. 29 (3): 660-668.

Cuadrado, C. H., S. M. Kerguelén, A. C. Ávila, A. R. Díaz y J. G. Peña. 2003. Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región caribe Colombia, Manual Técnico, Centro de Investigación Turipaná, Cereté, Córdoba-Colombia. 52 pp.

C. H. A. H. R. (S/F) Guinea Natsukaze (*Panicum maximum*) demostración de forrajes, Universidad de Hawai en Mano, disponible en: El sitio Web de los forrajes, http://www.ctahr.hawaii.edu/ctahr2001/infocenter/forages/grasses/03bNatsukaze_guinea.htm1 Consultada el 29 de septiembre de 2009.

De León, G. L. 2007. Apuntes del curso de Manejo de Pastizales, clasificación de la vegetación, zonas ecológicas de México, Departamento de Recursos Naturales Renovables, UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 50pp.

Enríquez, Q. J. F., A. R. G. Quero, A. y G. Hernández. 2007. Curso – Taller principios y practicas de manejo de forrajes en el trópico húmedo para la producción bovina, Tlapacoyan, Veracruz.

Enríquez, Q. J. F., F. N. Meléndez y E. D. Bolaños. 199. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México, INIFAP, CIRGOC, Campo Experimental Papaloapan, Libro Técnico No. 7, Veracruz, México. 262 pp.

- Eguiarte, A. J. y A. González. 1994. Producción de semilla de pastos tropicales en el sur de Jalisco. México, Pasturas Tropicales. 18(2) :36-39.
- González, M. E. y A. Páez. 1995. Efecto del déficit híbrido aplicado durante diferentes etapas del desarrollo de *Panicum maximum* Jacq., Maracaibo, Venezuela, apartado 526. pp.12. consultado en: http://www.revfacagronluz.org.ve/v13_1/v1312008.htm1 acceso el 8 de Sep de 2009.
- González, Y. y F. Mendoza. 1994. Comportamiento de la germinación y la viabilidad en semillas de *Panicum maximum* CIH-3 durante el almacenamiento Pastos y Forrajes, 17 (2): 10. Disponible en: <http://revistas.mes.edu.cu:990/eduniv/03-revistass-cientificas/pastos-y-forrajes/1994/2/09994205.pdf>. Consultada 12 de Septiembre de 2009.
- Guerrero, M. E. 1993. Descripción de los principales especies forrajeras tropicales de México. Tesis. Lic. UAAAN. Unidad Laguna, Torreón Coahuila, Méx. 61pp.
- González, M. F., J. Q. Dupraz, R. A. Pivotto y V. G. Herrera. 2008. Producción de carne caprina con *Panicum maximum*, en un sistema semi-intensivo de producción comunicación. 31 congreso Argentino de producción animal, INTA EEA, Catamarca. Sitio Argentino de Producción Animal. Revista Argentina de Producción Animal. 28 (1): 237-302.
- Hernández, V. I. y D. Mager. 2003. Uso de *Panicum maximum* y *Brachiaria brizantha* para fitoremediar suelos contaminados con un crudo de petróleo liviano, Barquisimeto. Bioagro 15 (3): 12 disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S131633612003000300001&script=sci_abstract&lng=es). Consultada el 17 de noviembre de 2009.
- Jank, L. (S/F). La historia del *Panicum maximum* en Brasil, CNPG, (Centro Nacional de Investigación de Ganado de Corte), sementes Jc. Maschietto, pp. 2. disponible en: http://www.sementesjcmaschietto.com.br/espanhol/atartigo_5_historia_panicum.htm, investigada el 29 de Septiembre del 2009.
- Joaquín, T. B. M., M. A. M. Carrillo, P. A. M. Hernández, A. H. Garay, A. G. Vázquez, y J. A. P. Amaro. 2006. Efecto de la fitohormona esférica cidf-4 en el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea, Téc. Pecu. Méx. 44(2), pp. 193-201.
- Juárez, L. I. F., M. M. Lagunes, C. S. García y E. G. C. Lara. (S/F). Evaluación nutricional de gramíneas forrajeras tropicales para bovinos. INIFAP. Campo experimental la posta. 27pp.
- Juárez, R. A. S., M. A. C. Soto, E. G. Órnelas, E. M. R. Treviño, J. C. Negrete y H. B. Barragán. 2009. Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas *in Vitro*. Téc. Pecu. Méx. 47 (1): 55-67.
- Kaligis, D. A. y C. Sumolang. (S/F). Forage Species for Coconut plantations in North Sulawesi. Faculty of Animal Husbandry, University of Sam Ratulangi, North Sulawesi, Indonesia. pp. 45-48.
- Kennedy, F. (S/F). Exigencias y aptitudes de las plantas forrajeras, Agronegocios. Genesis, pp. 5. Disponible en: http://www.agrogenesis.com/extras/for_art1.5wf. Consultada el 12 de Octubre del 2009.
- López, D. S. 2001. Establecimiento, Producción y Manejo del Pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) Monografía, Lic. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coh. Méx. 58pp.
- López, G. J. J., H. M. G. Cantu y M. J. A. Ortega. 2007. Cursos de producción de cultivos forrajeros, establecimiento. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx. 15pp.
- Martín, P. C. y J. M. Palma. (S/F). Manual para fincas y ranchos ganaderos, indicadores útiles para su manejo. Tablas tropicales de composición de alimentos. Universidad de Colima. México. 120pp.

- Martínez, P. A., P. S. Carrillo, H. H. Hernández y P. N. Poblano. 2007. Características morfológicas y productivas en etapas de producción para ocho gramíneas forrajeras tropicales, AAPA-ALPA-Cusco, Perú, sitio Argentino de Producción Animal, pp. 3.
- Ng, F. K. (S/F). Forage Species for Rubber Plantations in Malaysia, Rubber Research Institute of Malaysia, Experimental Station Sg. Buloh, Selangor, Malaysia. Pp. 49-53.
- Oquendo, G., A. Pérez, A. Martínez, A. Cordoves, F. Ortega, E. Vieito, A. Rodríguez, M. Acosta, N. Rodríguez y A. Martínez. 2008. Producción de semilla de guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en un sistema intensivo de ceiba de ganado vacuno. Pastos y Forrajes. 31(3) : 247-254.
- Pacheco, C. Y., E. H. F. Rodríguez, C. R. P. Moreno, D. B. Montané, A. L. Ramos y K. P. Pérez. (S/F). Avances en la producción y sostenibilidad de los pastos y forrajes para la producción de leche en el trópico. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos43/pastos-y-forrajes/pastos-y-forrajes2.shtm1> Consultada el 15 de Agosto de 2009.
- Pastora, P. J. de D. 2008. Validación del pasto Tanzania bajo condiciones de zona semihúmeda en los Municipio de Chinandeg, El sauce y El Jícaral, INTA pacifico Norte, 19pp.
- PRODECO. 2006. Comportamiento de pasturas forrajeras en el Oeste Formoseño, Ministerio de Planificación, Inversión, Obras y Servicios Públicos. Unidad Central de Administración de Programas. Centro de Validación de Tecnologías Agropecuarias las Lomitas.40pp. Disponible en: <http://www.dictionari.com/cgi-bin/dict.p/?term=productividad> Consultada el 8 de Octubre de 2009.
- Ramírez, R. O., A. H. Garay, S. C. da Silva, J. P. Pérez, J. F. E. Quiroz, A. R. Q. Carrillo, J. G. H. Haro y A. C. Núñez. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del Pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. Téc. Pec. Méx. 47 (2). : 203- 213.
- Rettall, R. 2009. Utilización de los pastos Aries y Atlas (*Panicum maximum*) y pastos de elevada producción de forraje. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (Color). Panamá.14pp.
- Reina, M. Y. 2007. Nuevas especies de gramíneas para la producción de carne y leche. Primer simposio. Tecnologías Apropiadas para la Ganadería de los llanos de Venezuela.
- Razz, R., T. Clavero y J. Vergara. 2004. Cinética de degradación *in situ* de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*, Rev. Científica. Universidad del Zulia .14(005) : 424-430.
- Ruiz, G. M. F. y L. E. R. López. 2004. Consumo de materia seca de pasto guinea (*Panicum maximum* cv. Tobinata) suplementado con maíz y soya en vaquillas de cuatro a ocho meses de preñez. Tesis, Lic. Zamorano, Honduras. 27pp.
- Rika, I. K. y I. K. Mendra, M. G. Oka, M. G. O. Nurjaka. S/F. New Forage Species for Coconut Plantations in Bali, Faculty of Animal Husbandry, Udayana University, Bali, Indonesia. pp. 41-44.
- Ruiz, T. E., G. Febles, H. Díaz, E. Méndez y J. Díaz. 2007. Momento de comenzar a pastar después de la siembra de asociaciones múltiples de leguminosas rastreras y *Panicum maximum*. Rev. Cubana de Ciencia Agrícola. 41 (1) : 81-85.
- Ricci, R. H., L. P. Guzmán, P. G. Pérez, V. P. Juárez y A. M. Díaz. (S/F). Producción de materia seca de siete gramíneas tropicales bajo tres frecuencias de corte. Pasturas Tropicales. 19 (2): 45-49.
- Sandoval, C. B. 2007. Características agronómicas y nutricionales de gramíneas y leguminosas tropicales. Tesis. Mc. Universidad de Puerto Rico, Recinto universitario de Mayagüez, Puerto Rico, 90pp.

Seguí, E., M. Prieto, E. Fernández y G. Martín. 1993. Avance genético en *Panicum maximum* a través del cultivo *in Vitro*. Estación experimental de pastos y forrajes "Indio Hafuey" Matanzas, Cuba. Pastos y forrajes. 16 (2): 10.

Sosa, R. E. E., E. C. Torres, D. P. Rodríguez y L. O. Reyes. 2008. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. Téc. Pecu. Méx. 46 (4): 413-426.

Tarapoto. 2003. Pasto Mombaza, Ficha Técnica. Disponible en <http://www.geocites.com/huallama/monbasa.htm> consultada el 12 de septiembre de 2009.

Valbuenal, J. N. 2005. Calidad de semilla de tres especies de gramíneas forrajeras comercializadas en Venezuela. Rev. Unell. Cienc. Téc. 21 :83-92.

Valles, de la M. B., G. Cadisch y E. C. Gallegos. 2008. Mineralización de Nitrógeno en suelos de pasturas con *Arachis pintoii*, Téc. Pecu. Méx. 46(1): 91-105.

Villanueva, A. J. F., L. F. N. Ramos, J. C. V. González y C. M. Britton. 2008. Respuesta de seis gramíneas tropicales a la quema prescrita en la costa Oeste de México, Téc. Pecu. Méx. 46 (4): 397-411.

Verdencia, A. D. M., J. L. R. de la Libertad, I. L. Acosta, B. R. Reyes, Y. P. Sánchez y Y. L. Leyva. 2008. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. RED-VET (revistas electrónicas de veterinaria). 4(5): 6.

LITERATURA DE INTERNET

http://es.wikipedia.org/wiki/panicum_maximum Consultada el 10 de Agosto de 2009.

<http://148.235.138.11/cadinas/guias/guiaspdf/cultivos%20d%20pastos%20guinea.pdf> Consultada el 10 de Agosto de 2009.

<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd12/texto/pastos.htm> Consultada el 12 de Agosto de 2009.

<http://www.cbytargentina.com/objitos/semilla%20forrajera%20pasto%20Guinea> Consultada el 12 de Agosto de 2009.

[http://gattse.htm\(http://www.inta.gor.ar/santiago/info/documentos/forraje/0008art](http://gattse.htm(http://www.inta.gor.ar/santiago/info/documentos/forraje/0008art) Consultada el 12 de Agosto de 2009.

http://www.tropicalforages.info/key/forages/media/html/panicum_maximum.htm Consultado el 30 de Oct. De 2009. Traducida al Español por el Ing. Marcos Gutiérrez. Martínez.

<http://www.safrasulsementes.com.br/esp/produto.aspx?cod=17> Consultada el 12 de Octubre del 2009.

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050508/050807.pdf> consultada e 12 de Septiembre de 2009.

http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=199&Itemid=140 Consultada el 15 de Noviembre de 2009.

<http://www.xingusementes.com.br/es/aruana.asp> Consultada el 18 de Septiembre de 2009.

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/panicummaximum/fichas/ficha.htm> Consultada el 9 de Marzote 2010.