

HIERBA ELEFANTE (*Pennisetum purpureum* Schumach)

R. Machado, L. Lamela y J. Gerardo

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Perico, Matanzas, Cuba**

De acuerdo al estudio sistemático de la sección *Pennisetum* del género *Pennisetum* realizada por Brunken (1977), ésta incluye dos especies reproductivamente aisladas, *P. purpureum*, especie perenne tetraploide ($2n = 28$) que aparece a través de los trópicos húmedos de todo el mundo y *P. americanum*, especie anual diploide ($2n = 14$), nativa de los trópicos semiáridos de Africa e India, la que contiene tres subespecies morfológicamente diversas. La subespecie *americanum* incluye el amplio conjunto millos perlas cultivados; la subespecie *manodi*, del Sahel y el oeste de Africa, identificada como una progenie salvaje del millo perla y la subespecie *stenostachyum*, morfológicamente intermedios entre los dos anteriores, incluye malas hierbas miméticas usualmente asociadas con el cultivo del millo perla. En los últimos años se han logrado híbridos de *P. purpureum* x *P. americanum* que combinan los altos rendimientos y la naturaleza perenne de *P. purpureum* con la alta calidad nutritiva de *P. americanum* (Gupta, 1975).

La hierba elefante (*P. purpureum* Schum.) se encuentra formando parte de la tribu Paniceae, una de las más ricas en géneros y especies dentro de la familia Graminae (Havard-Duclos, 1968). En el mundo tropical es conocida con diversos nombres, como: falsa caña de azúcar, napier grass, capin elefante, Bajra, pero en Cuba se le conoce comúnmente como hierba elefante.

Botánica

La hierba elefante es del tipo alto perenne (Foster y Mundy, 1961; Humphreys, 1974), pudiendo alcanzar desde 1,0 a 3 m en suelos fértiles. Sus tallos son erectos y con

nudosidades, en las cuales se encuentran las yemas y los primordios radiculares. Debido a este hábito de crecimiento es preferido como un pasto para corte (Birrie-Habas, 1959; Siak y Lee, 1974), siendo usada en nuestro país con ese propósito desde el año 1947.

Las hojas, envainadoras, son grandes pero su largo (60-100 cm) y ancho (2-4 cm) depende de la variedad y de la fase de desarrollo vegetativo o sexual, siendo más anchas en la primera (Yepes, 1971).

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

La inflorescencia de la hierba elefante es una panícula espiciforme, densa y cilíndrica (Whyte, Moir y Cooper, 1959), donde las espiguillas se disponen en grupos subsentados, rodeados de cerdas, con una principal más larga (Yepes, 1971). De acuerdo a este último autor las espiguillas están en grupos de 1-6, disminuyendo en invierno a una; cada grupo está formado por una espiguilla sentada y otras pediceladas que salen debajo de ella. Las espiguillas pediceladas son machos o estériles, mientras que las sentadas tienen dos florecillas, la primera masculina, la segunda hermafrodita.

La primera gluma de las espiguillas es corta, la segunda es dos o tres veces más grande, pero siempre un poco más corta que la espiguilla. Las florecillas en la espiguilla están formadas por la lema con 4 nervios, la palea aquillada, tres estambres y el pistilo (Yepes, 1971). Los pistilos maduran primero que los estambres, como pasa en todo el género *Pennisetum* y *Cenchrus* y así cuando la espiga superior deja de ser hembra, comienzan las inferiores a serlo.

La floración del elefante es más intensa en invierno, particularmente en el cv. Merkerón, ocurriendo a partir del mes de septiembre; algunas variedades son más tempranas que otras.

El sistema radicular es profundo, llegando a alcanzar los 450 cm de profundidad y nunca menos de 400 cm (Menéndez, 1975); no obstante, cuando esta hierba es sometida a corte, muchas de las raíces ocupan los primeros 10 cm de la capa superior del suelo y su extensión en esta profundidad depende del espaciamiento entre surcos y la profundidad de siembra (Assis, Lima, Viana y Alves, 1976).

Variedades

En Cuba se han introducido un número relativamente amplio de variedades de *Pennisetum purpureum*, entre las que se encuentran: *P. purpureum* var. Enano, *P. purpureum* var. Mediano, *P. purpureum* var. Merker, *P. purpureum* var. Candelaria, *P. purpureum* No. 1, *P. purpureum* cv. Tomoin, *P. purpureum* var. Venezuela, *P. purpureum* CRA-265, *P. purpureum* cv. Merkerón (Mexicano); encontrándose además algunos clones obtenidos en la Estación Experimental de Santiago de las Vegas (actualmente INIFAT), entre los cuales se encuentran los números: 2, 4, 5, 6, 7 y 9.

Las variedades de mayor producción (Selección 1, Candelaria y Merkerón) tienen más hojas en el cogollo (4-5) y más entrenudos (17-19) que las de menor producción (enano y mediano) que poseen 3 hojas en el cogollo y de 13-14 entrenudos y son a su vez de tallos más cortos (Yepes, 1971). En la tabla 1 se exponen las características diferenciales para las variedades de pasto elefante más conocidas en Cuba.

Clima y suelos

La distribución de la hierba elefante está regulada principalmente por el requerimiento de altas temperaturas y precipitación no menor a los 1 000 mm (Whyte *et al.*, 1959). A los efectos, Pérez, Blanco y Gómez (1977), encontraron que de los elementos de humedad, el que mayor relación presentó con los rendimientos fue la suma de la precipitación y el riego.

Por otra parte, en algunas zonas su cultivo es restringido a pequeñas extensiones debido a los altos requerimientos de agua de este pasto para producir altos volúmenes de forraje (Lapeyronie, 1966), respondiendo, además, a los incrementos de lluvia anual y estacional aumentando sus rendimientos (Glover y Birch, 1962), no obstante, en el período seco no se compensa éste con el uso de riego y fertilizantes (Pérez *et al.*, 1977).

Tabla 1. Características diferenciales de las variedades de pasto elefante (modificado de Yepes, 1971).

Variedad	Producción (t MV/ha)		Hojas		Tallos		Pelos en la hoja
	Anual	Invierno	Largo cm	Ancho cm	Altura m	# entrenudos	
Merkerón	170	40-45	95-100	3-4	3	17-19	Toda la hoja y vaina
Candelaria	170	40-45	-	-	3,3-3,5	17-19	Parte inferior limbo
Selección 1	170	40-45	-	-	-	15-17	Parte inferior limbo
Napier	170	35-45	75-95	2-3	3,3-3,5	15-16	Base
Merker	170	20-30	Cortas	1-2	3,0	13-14	Mitad hoja

Sin embargo, se ha planteado que *P. purpureum* es capaz de permanecer sin afectación por stress de agua, lo que está relacionado con la presencia de enzimas hidrolíticas, como la amilasa, en los tejidos inmaduros de los entrenudos (Alexander y Spain, 1970); por lo que presumiblemente el factor que deprime el rendimiento en el período seco en países tropicales o subtropicales como Cuba, es la coincidencia con éste del período invernal y los días más cortos, cuyas interacciones estén correlacionadas cerradamente con los rendimientos.

En nuestro país la hierba elefante se adapta desde lugares a pocos metros sobre el nivel del mar, hasta altura de poca nubosidad de la sierra del Escambray y Oriente. No obstante, existen evidencias de que esta especie produce bien en alturas sobre los 1 000 msnm en Colombia (Delgado, Pérez y Silva, 1966; Herrera y Bernal, 1967 y Lotero, 1967), manteniendo un adecuado volumen de alimento para vacas lecheras en la estación de lluvia y entre los 1 450 y 1 900 msnm algunos lugares del Congo (Compere, 1960).

Se adapta a una amplia gama de suelos, prefiriendo suelos fértiles y profundos en las zonas de alta pluviosidad del trópico (Machado y Menéndez, 1979), pero presenta dificultades en aquellas que acumulan excesiva humedad y de difícil drenaje (Humphreys, 1974). Aún cuando es recomendado en suelos salinos, preferentemente los de origen arcilloso, sus rendimientos se ven afectados con el incremento de la salinidad (Bakhai, El Sawaby, Ata y Antar, 1976), así como por las condiciones de alcalinidad (Rodríguez-Carrasquel y Morillo, 1977. Por lo regular se mantiene en suelos ricos (Wood, 1960), prefiriendo los húmedos, sueltos y permeables (Menéndez, 1975), aunque prospera bien en suelos arcillosos y arenosos (Dirven, 1958). No hace gran exigencia de topografía llana, ya que se ha establecido bien en suelos desnudos barrancosos y en tierras con pendientes deslizantes de las laderas de las lomas (Mathur y Joshi, 1976), aunque para

su explotación intensiva son recomendables suelos llanos o de poca pendiente, pues de esta forma se posibilita el máximo de atenciones culturales y su óptima utilización.

Siembra y establecimiento

La hierba elefante presenta dos tipos de reproducción: sexual (por semillas) y asexual (por esquejes vegetativos). La primera por una parte, presenta problemas de baja fertilidad (Barnard, 1972; Hernández, Gómez y Matías, 1976) y por la otra, se obtienen plantas pequeñas, de crecimiento y desarrollo lento; de aquí que esta forma de reproducción se haya utilizado únicamente con fines selectivos (Havard-Duclos, 1968); por lo que la mejor forma de multiplicación es el uso de esquejes vegetativos. Además, las plantas procedentes de semilla vegetativa conservan los caracteres de la planta madre, no siendo así en el caso anterior, debido a que en ocasiones, la progenie difiere del progenitor, producto del hibridismo o la mutación génica (Williams, 1965).

De acuerdo a lo planteado por Oakes (1959) y Humphreys (1974) la semilla vegetativa es de buena germinación cuando los tallos tienen alrededor de seis meses de edad y cada esqueje presenta de tres a cinco nudos. Anon (1972) coincide en plantear que la germinación decrece a medida que disminuye el número de nudos, al obtenerse 82,6; 85,7 y 50,0% de germinación con 3, 4 y 5 nudos y 70,4 y 80,4% con 1 y 2 nudos solamente. Sin embargo, en Cuba los mejores resultados, de acuerdo a la edad de la semilla de esta gramínea, se han obtenido con tres meses respecto a cinco, al aprovecharse su mejor germinación y teniendo en cuenta que no se afecta la producción de semilla (Hernández, 1976).

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

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

La distancia de siembra ha sido objeto de investigaciones en el establecimiento de esta especie. Así, Lotero, Bernal y Herrera (1967), estudiando diferentes densidades de siembra, llegaron a la conclusión de que no se encontró diferencias significativas en rendimientos de forraje para las diferentes densidades de plantación usadas; resultados similares fueron encontrados por Oakes (1967) con varios espaciamientos entre surcos y por Crespo (1973), quien no encontró diferencias en rendimientos al sembrar a 50, 75, 100 y 150 cm entre surcos, no obstante de recomendar la distancia de 1 m, ya que es la más adecuada para el regadío por zanja y el cultivo mecanizado, reduce la densidad de semilla y permite la siembra entre surco cuando la productividad es baja. Sin embargo, a surcos espaciados a 60 cm y con 30, 45 ó 60 cm de separación a lo largo del surco, sí se encontraron ventajas a favor de 60 x 30 cm y cuando se incrementó el N hasta 120 ó 180 kg/ha respecto al control sin fertilización (Chhillar y Tomer, 1972). Lo que presupone ciertas ventajas cuando la semilla es distribuida con las distancias más cortas a lo largo del surco.

La hierba elefante, como cualquiera otra gramínea, puede sembrarse en cualquier época del año si se cuenta con posibilidades de irrigación aunque su fecha óptima coincide con el mes de mayo, específicamente en la segunda quincena. En esta etapa se produce buena germinación y establecimiento y su producción de forraje es muy superior a la que se obtiene cuando se siembra en otros meses del año (Anon, 1964).

La preparación del suelo se hará de acuerdo a las condiciones que se presenten, en suelos llanos y de buen drenaje es suficiente con las labores normales de arado y grada. Aquellos suelos que presentan un drenaje deficiente deberán incluir en su preparación las labores de zanjeo, además de las normales.

Rendimientos

Los rendimientos anuales alcanzados por la hierba elefante en la mayoría de los países donde esta planta es cultivada, se encuentran por encima de los obtenidos por otras gramíneas, incluso de porte similar como *Tripsacum fasciculatum* y *Saccharum officinarum* (Zuñiga, Sikes y Gomide, 1967), *T. laxum* (Mwakha, 1970; Gomide, Christmas y García, 1974) y millo perla (Gomide, Christmas y Obeid, 1976) en igualdad de condiciones. Este alto potencial para producir MS se manifiesta cuando se conjugan favorablemente el factor humedad y disponibilidad de nutrientes (Bernal, 1975).

Las causas de estos altos rendimientos fueron correlacionados en *P. purpureum*, no sólo con su eficiente sendero fotosintético (C₄), sino que, en esta planta se hace un mejor uso del carbono en su metabolismo interno, de acuerdo a lo propuesto por Zindler-Frank (1976) basándose en datos reportados por la literatura.

Roberts y Carbon (1969) probando un amplio grupo de gramíneas y leguminosas tropicales, cuando crecieron sobre suelos arenosos irrigados, obtuvieron los mayores rendimientos en uno de los cultivares de hierba elefante, produciendo 42,9 t MS/ha/año. En otro estudio similar donde se compararon 50 especies o líneas de pastos tropicales fertilizadas con 120 y 240 kg de N/ha/año y dando seis cortes anuales durante dos años, Hoshino, Ono y Sirihiratanond (1975) encontraron los más altos rendimientos en este pasto, el que promedió 47,9 y 56,6 t MS/ha en el primero y segundo año, respectivamente y 56,3 y 75,6 t/ha con la mayor fertilización.

Los rendimientos obtenidos en Cuba oscilan entre 16 y 27 t MS/ha/año (Machado, Yepes. y Oliva, 1973; Belyuchenko, 1976) lo cual dependió de la variedad del manejo, aunque se reportan rendimientos de 30 a 35 t MS/ha en el primer año (Paretas, Senra y López, 1975; Yepes, 1975). Los rendimientos más altos en nuestro país fueron

alcanzados por Pérez-Infante (citado por García Trujillo, 1978) con 400 kg N/ha (38 t MS/ha/año).

El potencial de rendimiento de esta planta, aunque depende en gran medida de la fertilización, sobre todo nitrogenada, se puede ver modificada por las condiciones ambientales y de suelo, así, se han reportado con la aplicación de 200 kg de N/ha, rendimientos de 14 t MS/ha, donde la precipitación era de 1 290 mm (González, Viana y Moreira, 1977) y con igual cantidad de este elemento, en los trópicos húmedos del Delta del Orinoco, los rendimientos fueron de 21,2 t MS/ha/año (Velázquez, Larez y Bryan, 1975). Por otra parte, Stern (1977), aplicando 1,796 kg N/ha/año en Islas Andrés, en las Bahamas, obtuvo solamente 25,8 t MS/ha/año; mientras que Vicente-Chandler, Abruña, Caro-Costas, Figarella, Silva y Perason (1974) con un nivel ligeramente superior (2,000 kg N/ha/año) obtuvieron 50 t MS/ha/año en las condiciones de Puerto Rico, donde anteriormente ya se habían obtenido hasta 84,7 t MS/ha/año con 856 kg N/ha/año (Vicente-Chandler, Silva y Figarella, 1959).

También el rendimiento está directamente influido por la variedad utilizada. En la tabla 2 se expresa la producción alcanzada por algunas variedades de hierba elefante, donde es factible apreciar la diferencia existente entre éstas bajo una misma condición y la diferencia en diferentes condiciones para una misma variedad.

Tabla 2. Rendimiento de algunas variedades de hierba elefante.

Variedad	Rend. anual (t MS/ha)	Comentario	Autor
Napier	24,7	Suelo latosólico 671 kg N/ha riego	Quintana (1968)
Napier	17,9	Dos años, suelo latosólico, 8 cortes, 75 kg N/corte	Funes, Yepes y Hernández (1971)
Selección 1	18,4	.	
Merkerón	23,8		
Candelaria	16,3		
Candelaria	23,0	Suelo latosólico, cm riego 8 cortes, 600 kg N/ha/año	
Selección 1	27,1	Suelo latosólico, 450 kg N/ ha/año, riego	Guzmán (1976)
Candelaria	27,9		
Merkerón	27,3		
Napier	26,7		
Elefante-Panamá	36,5	Suelo latosólico, 200 kg N/ ha, 11 cortes	Pinzón y González (1978)
Merkerón	16,0	Suelo latosólico, 400 kg N/ha/año, 3 cortes, primavera, 8 semanas de edad	Machado, inédito
Taiwan A-146	15,3		
Taiwan A-.148	17,5		
Taiwan A-144	15,0		
Taiwan A-144	24,4	Promedio de tres años (4 cortes/año). Fue superior a Taiwan A.-148	Pedreiras, Nuti y Camposdo (1975)

Sin embargo, a pesar de que los rendimientos anuales de esta especie son objetivamente altos en relación a otras gramíneas tropicales, los mismos se ven marcadamente afectados por un sensible desequilibrio estacional, independientemente de las variedades y de las condiciones edafoclimáticas, como sucede en especies de *Digitaria*, *Cynodon*, *Bothriochloa*, *Dichantium*, *Hyparrhenia*, etc.

Pedreira (1976) en experimentos llevados a cabo durante cuatro años, encontró que en esta gramínea el 77% del total del rendimiento se produjo en verano y el resto en invierno. Carvalho, Mozzer y Emrich (1974), al realizar ensayos durante dos épocas de lluvia y dos de seca, entre los años 1967-69 en 12 cultivares e híbridos de hierba elefante, comprobó que el cv. Mineiro, de más alta producción, produjo 13 y 11% del rendimiento total en los períodos de baja precipitación. En Cuba, aplicando riego en la época de seca y 671 kg de N/ha, Quintana (1968), reportó el 33% de la producción en este período, mientras que Funes *et al.* (1971), con un nivel similar de fertilización en varios cultivares, encontró que los rendimientos de MS fluctuaron entre 24 y 27% y Herrera y Suárez (citado por Suárez y Herrera, 1979) encontraron sólo un 17% del total anual en esta etapa.

Guzmán (1967) atribuyó a los días cortos temperaturas bajas y escasez de precipitación del período invernal, la disminución de rendimientos que obtuvo al comparar los cvs. Napier, Merker, Merkerón, Selección 1, Candelaria y Panamá con riego y 450 kg de N/ha; mientras que Younge y Ripperton (1960) encontraron que el efecto de los días cortos (menos de 11 horas fotoperiódicas) comparado con las condiciones de días largos (mayores de 13 horas fotoperiódicas) redujo en más del 50% los rendimientos en condiciones adecuadas de lluvias.

Fertilización y riego

En las investigaciones llevadas a cabo en varios países tropicales, sobre la respuesta de la hierba elefante a la fertilización nitrogenada, se muestra que esta gramínea, al igual

que la generalidad de las especies de esta familia, responde a la fertilización nitrogenada e incrementa linealmente sus rendimientos al incrementarse los niveles de este elemento. Así, de acuerdo al reporte del DAN (1960) el rendimiento se incrementó significativamente al aplicar N, comparado con el tratamiento donde este elemento no fue aplicado, Stephens (1967), al aplicar 0, 45 y 90 kg N/ha/corte encontró una respuesta similar, aunque los rendimientos fueron relativamente bajos y Firstz (1974) reportó un incremento de 83,4% del rendimiento al aplicar 160 kg de N/ha en cada corte con relación a la no aplicación.

Por otra parte, se han encontrado efectos positivos en suelos degradados por un mal manejo, donde al aplicar N, P y K el rendimiento fue de 48 t MS/ha y al omitir estos elementos el mismo se redujo en 79,8 y 7% respectivamente (Hakoishi, Iwasaki y Tsukidate, 1976).

Otro efecto de la fertilización nitrogenada se manifiesta en el aumento de la calidad del forraje. Pedreira y Olivera (1976) encontraron un incremento en el contenido de PC al aplicar dosis crecientes de N (0, 240, 360 y 480 kg/ha). Resultados similares fueron encontrados por Sivalingan (1964) con 0, 52, 156 y 468 kg de N/ha, aunque la mejor relación entre rendimientos y calidad fue encontrada a los 60 días de edad con relación a los cortes efectuados a los 30 y 90 días. Sin embargo, en la época de seca no se ha apreciado el efecto de la fertilización si ésta no es acompañada de la irrigación.

Pedreira, Sykes, Gomide y Vidigal (1966) mostraron que el efecto combinado de la fertilización y el riego incrementa el rendimiento de forraje fresco en 169% sobre el control y el riego en particular (sin N) en un 70%. Además, el uso del riego permite una mayor recuperación del nitrógeno aplicado y eleva también la conversión del nitrógeno en MS. Así, Paretas y Herrera (citado por Herrera y Suárez, 1979) encontraron que el % de recuperación de N con riego en la hierba elefante fue de 45% y sin éste 22%; mientras

que la cantidad de kg de MS/kg de N aplicado con riego fue 26% y sin éste solamente 12%. No obstante, según los datos de estos autores, la recuperación y conversión del N se produce con menor nivel en esta planta que el encontrado en otros pastos como pangola (*Digitaria decumbens*), bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1) y guinea (*Panicum maximum*).

En la hierba elefante, como en cualquier otra gramínea, se ha obtenido un mayor volumen de forraje con los cortes más espaciados. Así, de acuerdo a lo reportado por Anon (1967) los ensayos de espaciamiento entre cortes con los pastos guatemala, guinea y hierba elefante arrojaron en los tres pastos, que el corte, cuando ellos presentaban una altura media, dieron mayores rendimientos que los cortes más frecuentes cuando los pastos tenían una altura menor. De forma similar Bastidas, Bernal, Lotero y Crowder (1967) reportan un mayor rendimiento cuando la hierba elefante y otras forrajeras fueron cortadas a 6 ó 9 semanas, comparada con cortes cada tres semanas.

Los mejores rendimientos (32,4 t MS/ha) con 3,4 t de PC/ha fueron obtenidos cuando este pasto fue cortado cada 56 días (Moore y Bushman, 1978) mientras que a los 45 días la digestibilidad de la MS y la celulosa se mantuvo en rangos aceptables de 71,6 y 76,5% (Silveira *et al.*, 1973) y el daño ocasionado por otras plantas fue mínimo (Neto, González y Pimentel, 1974); lo que nos permite considerar que entre 7 y 9 semanas se encuentra el rango óptimo para el corte de este pasto, siempre y cuando las condiciones restantes sean favorables.

La altura de corte, otro de los componentes del rendimiento y factor que puede modificar el mismo ha sido objeto de estudio en varias investigaciones llevadas a cabo en hierba elefante. Los resultados de algunas investigaciones concuerdan en que la altura de corte próxima al suelo y muy cerca de éste produce mayor rendimiento. Así, Herrera, Bernal y Lotero (1976) al cortar a 0, 15, 30 y 50 cm cuando las plantas en el tratamiento

de 15 cm estaban en etapa de florecimiento, encontraron que los cortes a nivel del suelo dieron los más altos rendimientos de MS, aunque un contenido ligeramente menor de proteína; siendo menor el porcentaje de N recobrado a medida que la altura de corte se hacía mayor. Idénticos resultados en cuanto al rendimiento obtuvo Caro-Costas y Vicente-Chandler (1960) cuando cortó de 0 a 7,6 cm y de 17,2 a 25,4 cm. Sin embargo, otros investigadores han reportado los mayores rendimientos con las mayores alturas, al comparar éstas con las menores. Werner, Pedreira, Martinelli y Cintra (1965) al cortar la hierba elefante con intervalos fijos de cuatro semanas con alturas de 1 a 3 cm, 30 a 40 cm y 70 a 80 cm dando un total de 17 cortes, encontró que los rendimientos fueron de 4,4; 11,1 y 13,1 t MS/ha con 0,85; 1,79 y 1,98 de PC/ha, respectivamente; no encontrando diferencias entre los dos últimos tratamientos, pero sí entre éstos y el primero. Muy similares a éstos fueron los resultados de Canto, Teixeira, Medeiros y Carbajal (1974) en un experimento a largo plazo, donde los rendimientos al cortar a 20 y 25 cm, resultaron superiores a los obtenidos al cortar a 10 y 15 cm.

Estos resultados, evidentemente contradictorios, están sujetos en cada caso a las condiciones en que fueron efectuados dichos experimentos.

Lo importante es hacer notar que el corte a nivel de la superficie del suelo agota rápidamente las reservas de la planta, excepto cuando las condiciones sean favorables (Bernal, 1976), disminuyendo éstas, paulatinamente, hasta llegar un momento en que la planta quede sin reservas, lo cual provoca, a medida que transcurre el tiempo, una disminución en los rendimientos e incluso la muerte de una gran cantidad de rebrotes.

Por lo que la conveniencia de utilizar alturas entre 15 y 20 cm para el corte de este pasto es una opción que permitiría, aunque no los rendimientos más altos en los primeros años, sí una mayor durabilidad del pasto y a largo plazo una mayor producción.

Valor nutritivo

Al realizar un estudio en el Napier cortado a los 28, 35 y 42 días, Devendra (1975) halló valores en la MS de 14,5; 19,7 y 22,1%; para la PB de 11,9; 10,9 y 9%; en la FB de 32,4; 39,5 y 46,1%; y para el TND de 69,2; 62,2 y 56,8%, respectivamente. En una prueba de comparación de especies, Reyes (1972) encontró, con un nivel de fertilización de 200 kg de N/ha, una disminución del contenido en PB de 14,9; 11,4 y 8,7% para las edades de 36, 45 y 60 días respectivamente así como una digestibilidad *in vitro* para la celulosa de 34,4; 25,1 y 33,8% en las edades estudiadas.

Butterworth (1967) en una revisión realizada reportó valores en la digestibilidad de la MS de 64,9; 60,5 y 59,8 para la PB de 80,3; 60 y 63,3% y en la FC de 68,9; 61,5 y 55,3% en el Napier cortado a intervalos de 30, 50 y 70 días, respectivamente. Donde los valores de PB oscilaron entre 21,4 y 7,4% y el TND entre 59,9 y 61,0% para dichas edades.

En Nigeria, Olubajo, Van Soest y Oyenuga (1974) al comparar la digestibilidad de la MS entre la bermuda, guinea y Napier observó que no existían marcadas diferencias entre especies de pasto, obteniendo en el Napier valores en la digestibilidad *in vivo* a las 6, 8 y 10 semanas de 64, 60 y 54%, respectivamente.

En Cuba, los coeficientes de digestibilidad del forraje de la hierba elefante (con una edad de 45 ± 2 días y $PB=9,9$) hallados por Esengaliev, Márquez, Kuguenov, Berezov y Senra (1971) utilizando toros F_1 de 280 kg de peso vivo (PV) fueron de 57; 60; 54,1; 49,3 y 71% para la MS, MO, PC, grasa y ELN, donde el consumo de los animales fue de 2,34 kg de MS y 2 kg de MO por cada 100 kg de PV.

Butterworth y Arias (1965) no encontraron diferencias significativas en el consumo voluntario de la MS a las edades de 30, 50 y 70 días (65,5; 60,5 y 62,1 g/kg PV 0,75/día pese a que la digestibilidad de la MS y la calidad del pasto disminuía a medida que aumentaba la edad. Este autor explica sus resultados señalando que el lapso de pasaje

de la ingesta por el tracto intestinal aumenta considerablemente en relación con la madurez del forraje, lo cual sugiere que la ingestión no estuvo limitada por la tasa de desaparición y que las diferencias en la digestibilidad fue compensada por un mayor período de retención en el intestino. En la tabla 3 se muestra el valor nutritivo y la calidad de *Pennisetum purpureum*, promediados de los trabajos presentados en Latin American Tables of Feed Composition (1974).

Esquivel y Cuenca (1972) al evaluar la aceptabilidad de 9 gramíneas tropicales (pangola, rhodes, angleton, guinea, elefante, faragua, pasto estrella y bermuda) en pastoreo encontraron que la hierba elefante fue una de las especies que menos tiempo se pastaba (26% del tiempo total de pastoreo). Sin embargo, Rivera Brenes, Arroyo y Acosta Matienzo (1968) al comparar el forraje del buffel, guinea y Napier, en estabulación, observaron que el consumo de MS del Napier era superior al de ambas especies (11% en el buffel y 3% en la guinea).

Producción de carne

En Puerto Rico, Caro-Costas, Vicente-Chandler y Buey (1961) al comparar Napier, guinea y pangola en pastoreo en una zona semiárida con riego (38 mm agua/semana), reportaron ganancias con el Napier de 1 480 kg/ha/año con una carga de 5 animales/ha y una fertilización de 480, 131 y 333 kg de NPK, respectivamente. Siendo las ganancias de peso vivo en esta gramínea similar a la guinea y superior a la pangola. Resultados contradictorios fueron encontrados en otro trabajo con las mismas especies por Caro-Costas, Vicente-Chandler y Figarella (1965) en una zona montañosa (1 375 mm de lluvia anual) al obtener las ganancias de peso vivo menores en el Napier 1 100 kg/ha/año con carga de 6,4 animales/ha y una fertilización de 346-98-248 kg de NPK, respectivamente. Vicente-Chandler Abruña, Caro-Costas, Figarella, Silva y Pearson (1974 en un trabajo de

cinco años de duración en pastizales de Napier utilizando novillos de la raza Holstein, reportaron ganancias por hectáreas de 1 435 y 1 772 kg/año para las cargas 7,2 y 8,9 animales/ha con un nivel de fertilización de 470 y 672 kg de N/ha/año respectivamente. Otro estudio comparativo en pastoreo con una duración de cuatro años (Vicente-Chandler *et al.*, 1974) con estas especies de pasto (Napier, guinea y pangola) utilizando Holstein y una fertilización de 346 kg N/ha/año y una carga de 6 animales/ha, obtuvieron ganancias por hectárea de 1 096, 1 303 y 110 kg/año para el Napier, guinea y pangola, respectivamente. Por otra parte, al estudiar el efecto de tres niveles de fertilización en el Napier, Caro-Costas y Vicente-Chandler (1961) hallaron ganancias de peso vivo de 630, 1 180 y 1 302 para los niveles de 100-26-66, 300-78-199 y 495-131-335 kg de NP/ha/año, respectivamente, donde las ganancias adicionales de peso vivo fueron dos veces superiores al costo del fertilizante y su aplicación.

En Colombia, Moore y Bushman (1978) suministrando a novillas Ceb x Santa Gertrudis forraje de hierba elefante de 42 días de edad (12% PB) y fertilizada con 500 kg N/ha/año obtuvieron ganancias de 522 g/animal/día a base de forraje solamente, elevándose a 722 g/animal/día cuando se suplementó con 2 kg de miel + 0,5 de harina de semillas de algodón. Resultados similares han sido señalados en Brasil por Viana, Moreira, Fontes, Videla y Calvani (1972) al encontrar ganancias de 0,6 kg/animal/día al ofrecer forraje fresco a novillas estabuladas.

Tabla 3. Variación de la calidad y el valor nutritivo de los pastos elefante (Latin American Tables of Feed Composition, 1974).

Estado del pasto	%MS	%PB	%FB	%Ca	%P	EM Mcal/g MS	Consumo %PV
Vegetativo temprano 28-41 días	17,6 (13,2-21,4)	12,8 (9,9-16,2)	29,8 (27,2-30,8)	0,32 (0,23-0,43)	0,31 (0,20-0,45)	2,15 (2,07-2,29)	2,25
Vegetativo 42-60 días	19 (16,5-23,3)	8,7 (7,8-10)	31,1 (26,6-33,0)	0,34 (0,27-0,43)	0,24 (0,10-0,38)	2,03 (1,98-2,08)	2,36 (2,23-2,49)
Maduro 61-80 días	20,3 (18,6-23,2)	7,2 (5,6-9,6)	36 (35,9-39)	0,38 (6,29-0,47)	0,21 (0,17-0,25)	1,96 (1,81-2,05)	- -
Maduro + de 81 días	22,7 (21,2-25)	5,2 (3-6,8)	35,6 (31,6-38)	0,24 -	0,13 -	1,69 (1,53-1,81)	1,44 -

Tabla 4. Resumen de la producción de carne con la hierba *Pennisetum purpureum*.

Carga	Animales	Fertilización (kg/ha/año)			Producción de carne		Autor
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	kg/ha/año	kg/animal/día	
5	Holstein	480-131-33			1 480	0,811	Caro-Costas <i>et al.</i> (1961) Puerto Rico
6,4	Holstein	346-98-248			1 100	0,471	Caro-Costas <i>et al.</i> (1965) Puerto Rico
7,2	Holstein	470			1 435	0,547	Vicente-Chandler (1974) Puerto Rico
8,9	Holstein	672			1 772	0,545	-
6	Holstein	346			1 096	0,500	Vicente-Chandler <i>et al.</i> (1974) Puerto Rico
	Holstein	100-26-66			630	-	Caro-Costas y Vicente- Chandler (1961) Puerto Rico
		300-78-199			1 180		
		495-131-335			1 302		
-	-	-			-	0,6 ¹	Viana <i>et al.</i> (1972) Brasil
-	Cebú x Santa Gertrudis	500			-	0,722 ²	Moore y Bushmon (1978) Colombia

¹ Forraje solo

² Forraje + 2 kg miel + 0,5 kg harina de algodón

Tabla 5. Resumen de la producción de leche con la hierba *Pennisetum purpureum*.

Carga	Animales	Fertilización (kg/ha/año)			Producción de leche			Comentario	Autor/País
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Primavera	Seca	\bar{X}		
3	F ₁	400			7,0	7,6	7,3	Riego en seca	Anon (1971-1972) Cuba
3	F ₁	400			7,2	7,7	7,5	Riego en seca	Salesas y Herrera (1978) Cuba
3	F ₁	250-80-120			9,6	-	-	-	Pérez Infante y col. (1978) Cuba
3	F ₁	250-225-150			9,8	-	-	-	García y Vázquez (1978) Cuba
2,4	Holstein	280-80-200			-	-	10,5	-	Caro Costas y Vicente-Chandler (1968) Puerto Rico
-	-	-			-	-	9,6	Mezclas con leguminosas	Velloso y Freitas (1973) Brasil
-	-	-			-	-	15	Sup. 1 kg conc./vaca/día	Lucci y col. (1973) Brasil
-	-	-			-	-	10,3	Forraje supl. 3,6 kg conc./vaca/día	Veitía (1971) Cuba

Producción de leche

En Cuba, Anon (1972) al comparar diferentes pastos con vacas lecheras en diseños de cambio con 400 kg N/ha/año, riego en seca y carga de 3 vacas/ha encontró que el pasto elefante era uno de los menos productivos, con 7,0 y 7,6 kg/vaca/día en primavera y seca, respectivamente. Infante Salesas y Herrera (1978) utilizando el pasto Napier sólo o combinado con pangola fertilizada con 30-60 kg N/ha/rotación y riego cada 14 días, reportaron que se podían obtener producciones de 7,2 kg/vaca/día en primavera y 7,7 kg/vaca/día en la seca; aunque la duración de este trabajo fue de 1 año, la población del Napier disminuyó en un 17% en todos los tratamientos al emplearse una carga en primavera de 4,4 vacas/ha, que resultó demasiado elevada para esa especie de pasto. Pérez Infante Pérez, Mulet y Gómez (1978) al comparar 16 especies de pastos sólo, combinados o asociados con carga de 3 vacas/ha y animales F₁ (Holstein x Cebú) al inicio de la lactancia con una fertilización de 250-80-120 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O e irrigadas, obtuvieron las mejores producciones de leche en la asociación pangola-Napier (9,6 kg/vaca/día) con un % despreciable de malas hierbas (0,26).

Los resultados de la Microestación de Las Tunas reportados por García y Vázquez (1978), arrojan producciones de leche en la primavera de 9,8 kg/vaca/día para la hierba elefante S-1 fertilizada y pastada con animales F₁ al inicio de la lactancia.

Caro-Costas y Vicente-Chandler (1968) al realizar un estudio en Puerto Rico de los pastos Napier, Guinea y Pangola con altas dosis de fertilizantes (280-80-200 kg/ha de NPK) y empleando vacas Holstein, encontraron lactaciones de 2 769 kg/vaca y un promedio diario de 10,5 kg/vaca para el Napier, el cual fue superado por la guinea al alcanzar este pasto una producción de 13,5 kg de leche/vaca/día. En un segundo trabajo, Caro-Costas y Vicente-Chandler (1969) con estas mismas especies de pastos, en una zona montañosa-húmeda (600 m de altura y 1 650 mm de agua) y fertilizadas con

2 200 kg de 14-1-10 por ha y utilizando vacas Hoistein, obtuvieron una producción diaria de leche con el Napier de 10,2 kg/vaca.

Esta producción de leche obtenida en Puerto Rico, mayor a la obtenida en Cuba, se debe en parte a que la carga empleada fue menor (2,4 vacas/ha).

En Brasil, utilizando pasto elefante sólo o en mezclas con leguminosas (*Centrosema pubescens/Phaseolus*), Velloso y Freitas (1973) reportaron que se podían obtener producciones de leche de 9,6 kg/vaca/día. Lucci, Freitas y Melotti (1973), encontraron producciones de leche superiores a 15 kg/vaca/día con pastos de hierba elefante o *Brachiaria mutica* fertilizados y suplementados con 1 kg de concentrado.

Veitía (1971) halló que suministrando forraje de hierba elefante y 3,6 kg de concentrado se pueden obtener producciones de 10,3 kg/vaca/día con vacas F₁ en condiciones de estabulación. Esta menor respuesta es debido a que las vacas en estabulación tienen menos posibilidades de seleccionar el forraje que consumen en comparación con el pastoreo.

Conservación

El Napier o hierba elefante es una de las especies que se ensilan en nuestro país con el objeto de suplir el déficit de alimentos en los meses de seca.

Rodríguez (1975) describió los cambios químicos ocurridos durante la conservación de esta especie en un estudio comparativo efectuado en silos a escala de laboratorio con las hierbas pangola y bermuda a una edad de seis semanas y fertilizada con 50-100-100 kg de NPK/ha respectivamente, ensilados con o sin adición de 4% de miel. A pesar del bajo contenido de MS del Napier (17%) al cabo de los 90 días de conservación, el pH alcanza valores similares en las tres hierbas con o sin la adición de mieles, lo que se pudo deber al mayor contenido de azúcares del Napier (6,9%) con relación a la pangola y bermuda

(4%) compensando a estas dos especies el bajo contenido de azúcares su nivel de MS (10%). Además, se observó que los cambios ocurridos en el Napier durante el proceso fermentativo, en el pH principalmente y en la MS, no parecen ejercer ninguna influencia al añadir miel o no a la hierba al ser ensilada.

Debido al bajo contenido de MS del Napier en el momento que mejor composición presenta para ser conservado, juegan un papel importante las condiciones de almacenamiento, determinadas por el tipo de silo y el grado en que se logre la anaerobicidad al ejercer marcada influencia sobre la pérdida de nutrientes y las características finales de material conservado, lo cual concuerda con lo reportado en Rhodesia por Davies (1963) con silos de Napier a pequeña escala en un período de almacenamiento de 50 días, durante los cuales no se pudo evitar la entrada de aire, elevándose las pérdidas de 143 y PB de 45 y 54%, respectivamente. Por el contrario, en Cuba, Esperance (comunicación personal) bajo las condiciones más controladas con relación a la entrada de aire por tratarse de silos sellados herméticamente luego de efectuarse el vacío, encontró pérdidas de 31 y 19,5% para la MS y PB en silos de pequeño tonelaje (30 t). Aunque con silos a escala de producción de aproximadamente 250 t e igual tecnología de fabricación, las pérdidas que halló en esta planta fueron de 24,2% para la PB.

Por otra parte, el consumo encontrado por Duckworth (1949) con ensilaje de hierba elefante fue de 1,2 kg MS/100 kg de peso vivo. En nuestro país, en pruebas con vacas lecheras de mediano potencial (8-9 kg/vaca/día) estabulados con libre acceso al ensilaje de hierba elefante (con una edad de 7 semanas (PB = 6,5) y fertilizada con 50 kg N/ha y suplementada con 2 kg de concentrado/vaca/día, Esperance (1978) registró consumo promedio de ensilaje de 1,5 kg MS/100 kg de peso vivo a pesar del bajo % de MS del ensilaje (19,2) y una producción de leche de 6,8 kg/vaca/día.

Conclusiones

Actualmente, en la sección Pennisetum del género *Pennisetum* se reconocen dos especies reproductivamente aisladas: *P. purpureum* ($2n = 28$) y *P. americanum* ($2n = 14$), habiéndose obtenido híbridos que combinan los altos rendimientos y la naturaleza perenne de la primera y la alta calidad nutritiva de la segunda.

La hierba elefante (*P. purpureum* Schum.) presenta un hábito de crecimiento erecto con hojas largas y anchas, por lo que es preferida para corte, aún cuando puede ser pastoreada directamente. Las variedades más conocidas en Cuba son: Merkerón, Merker, Candelaria, Napier, Selección 1, Mediano y Enano.

Presenta los dos tipos de reproducción: sexual y asexual; resultando esta última la más utilizada debido a que se obtiene una germinación marcadamente superior, conservándose, además, los caracteres del progenitor.

El momento óptimo de siembra se ubica en el mes de mayo, recomendándose la utilización de semilla de 90 días de edad, cuyos esquejes presenten de 3 a 5 nudos. El espaciamiento entre surcos puede variar entre los 50, 75, 100 y 150 cm; aunque 100 cm es más adecuado al optimizar el cultivo, el riego por zanjas, reducir la densidad de semilla y permitir la siembra entre surcos.

En Cuba los rendimientos fluctúan entre 16 y 27 t MS/ha/año, dependiendo de la variedad, las condiciones edafoclimáticas y el manejo utilizado; aunque se han obtenido producciones superiores a 30 t MS/ha/año con altos niveles de N y riego (350-400 kg N/ha/año). Menos del 30% del rendimiento anual corresponden a la época de seca, atribuible a los días cortos, las bajas temperaturas y la escasez de precipitación; por lo que se ha recomendado utilizar el excedente de la época de lluvia en forma de ensilaje a fin de cubrir el déficit de alimento en la época de seca.

Se ha encontrado respuesta positiva (lineal) a los incrementos de N hasta 480 kg/ha, así como el uso de riego; habiéndose obtenido incrementos en el rendimiento hasta de 169% cuando estos factores se han combinado. Con el uso de riego esta planta presenta una mayor recuperación del N aplicado y se eleva la conversión de N en MS.

Entre 6 y 9 semanas se han encontrado los rendimientos más altos aunque las frecuencias más largas deprimen la calidad; sin embargo, aplicando frecuencias de corte de 7-8 semanas es posible obtener altos rendimientos de un buen forraje.

Los resultados obtenidos en nuestro país en producción de leche con hierba elefante utilizada en pastoreo indican que con cargas de 3 vacas/ha bajo condiciones de riego y fertilización es posible obtener 7-10 kg/vaca/día; sin embargo, se ha encontrado que el cv. Napier no presenta un buen comportamiento en pastoreo pues tiene una tendencia a la despoblación. Para la producción de carne es posible obtener ganancias de 0,5-0,6 kg/animal/día.

Conclusions

At present, two different species are recognized in the genus *Pennisetum* section *Pennisetum*: *P. purpureum* ($2n = 28$) and *P. americanum* ($2n = 14$). Interspecific hybrids which combine the high yields and perennial nature of the first species and the high nutritive value of the second one have been obtained.

Elephant grass (*P. purpureum* Schum.) has an erect growth habit, with large leaves and therefore is preferred for cutting although it can be grazed. The best known varieties in Cuba are Merkerón, Merker, Candelaria, Napier, Selección 1, Mediano and Enano.

This species has both sexual and asexual reproduction, the latest one being the more utilized because it possess a remarkable superior level of germination and makes possible that the offspring maintains the same genotype of the parent.

The best date for sowing is considered to be may, the vegetative material recommended consisting in slips with 3-5 nodes harvested 90 days after a previous cutting. Distance among rows can range from 50 to 150 cm, although 100 cm is considered to be the best one because it makes optimum the cultivation, facilitates the irrigation by furrows, reduces the quantity of material needed for sowing and permits sowing between rows.

Dry matter yields of elephant grass in Cuba range from 16 to 27 t/ha/year depending on varieties, environment conditions and management utilized, although yields superior to 30 t/ha/year have been obtained with high levels of nitrogen (350-400 kg N/ha/year) and irrigation. During the dry season, DM yield is lesser than 30 of the total annual yield, this low level being attributable to short days, low temperature and scarcity of rainfall; therefore it has been recommended to use the surplus of the wet season as silage in order to compensate the food shortage during the dry season.

It has been found a positive and lineal DM yield response to N applications up to 480 kg/ha/year and to irrigation, reaching yield increases up to 169% when those factors have been combined. Under irrigation this species shows a greater N recuperation and conversion to DM.

The highest yields have been obtained for cutting frequencies between 6 and 9 weeks but the longer ones notably depress quality; nevertheless, applying a cutting frequency of about 7-8 weeks it is possible to obtain high yields of a good forage.

Milk production results with this grass in our country indicate that when grazed at a stocking rate of 3 cows/ha and with irrigation and fertilization it is possible to obtain 7-10 kg/cow/day; nevertheless, it has been found that cv. Napier does not present a good performance when grazed because of a tendency to depopulation. For beef production it can be obtained live weight gains up to 0,5-0,6 kg/head/day.

REFERENCIAS

- Alexander, A.G. & Spain, G.L. 1970. Isolation and properties of Napier B-Amilasa. **J. Agric. Univ. P. R.** 54:640
- Anon. 1964. Pastos y Forrajes. INRA. Habana. Cuba: 55
- Anon. 1967. Fodder grasses. Annual report of the Research Branch. Min. Agric. For. Sarwak
- Anon. 1971. Memoria Anual. Microestación de Pastos Niña Bonita, La Habana, Cuba
- Assis, F. de; Lima, M.; Viana, O.L. & Alves, J.F. 1976. The rott system of elephantgrass-*Pennisetum purpureum* Schum - Cultivar Mineiro - at various spacings and dephts. **Solo.** 68:52
- Bastidas, R.A.; Bernal, E.J.; Lotero, C.J. & Crowder, L.V. 1967. Frequency of cutting and N application with 4 warm climate grasses. **Agric. Trop.** 23:747
- Barnard, C. 1972. Register of Australian herbage plant cultivars. Division of Plant Industry. CSIRO. Canberra. Australia. 78
- Belyuchenko, I.S. 1976. A study on seasonal development of some forage of the tropics and subtropics. **Botanicheskii.** 61:409
- Bernal, S.J. 1975. Evaluation of carbohydrate reserves, yield and quality in three tropical grasses. **Dissertation Abs. Int.** 35:5227
- Bernal, S.J. 1976. Carbohidratos de reserva y recuperación después del corte en elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumach) guinea (*Panicum maximum* Jacq), y para (*Brachiaria mutica*, Forsk). Memoria 5ta. Reunión ALPA. 11:7
- Birie-Habas, J. 1959. Trials with forage at the Agronomic Station at Lake Alaotra Inst. Research. Agron. Mad.
- Brunken, J.N. 1977. A systematic study of *Pennisetum* sect. *Pennisetum* (Gramineae) **Amer. J. Bot.** 64:161
- Butterworth, M.H. & Arias, P.J. 1965. Nutritive value of elephant grass cut at various age. Proc. IXth Tnt. Grassld. Cong. 899
- Butterworth, M.H. 1967. The digestibility of tropical grasses. **Nut. Abs. Rev.** 37:349-768

- Canto, A. do C.; Teixeira, L.B.; Medeiros, J.C. & Carbajal, A.C.R. 1974. Cutting height in elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Seiva**. 34:18
- Caro-Costas, R. & Vicente-Chandler, J.S. 1961. Cutting height strongly effects yields of tropical grasses. **Agron. J.** 53:1
- Caro-Costas, R. & Vicente-Chandler, J.S. 1961. Effect of fertilization on carrying capacity and beef produced by Napier grass (*Pennisetum purpureum*) pastures. **Agron. Trop.** 53:204-5
- Caro-Costas, R.; Vicente-Chandler, J.S. & Figarella, J. 1965. Productivity of intensively managed pasture of five grasses on steep slope in the humided montains of Puerto Rico. **J. Agric. Univ. Puerto Rico**. 49:99-111
- Caro-Costas, R. & Vicente-Chandler, J.S. 1968. Más de 10 litros de leche diarios por vaca con pastos solamente. **Agricultura de las Américas**. 10:44
- Caro-Costas, R. & Vicente-Chandler, J.S. 1969. Milk production with all grass rations from steep intensively managed tropical pastures. **J. Agric. Univ. Puerto Rico**. 53:251
- Caro-Costas, R.; Vicente-Chandler, J.S. & Buerleey, C. 1961. Beef production and carrying capacity of hearvily fertilizer irrigated, Guinea, Napier and Pangola grass pastures on semiarid south coast of Puerto Rico. **J. Agric. Univ. Puerto Rico**. 45:32-6
- Carvalho, M.M. de; Mozzer, O.L. & Emrich, E.S. 1974. Comparison of cultivars and hibryds of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) on a hydromorphic soil a sete lagoas, Minas Gerais. **Herb.Abs.**44:12
- Compere, R. 1960. Introduction into Kivu (Congo) of *T. laxum* a forage plant for dairy cows in the dry season. **Bull. Agric. Congo**. 51:1085
- Chhillar, R.K. & Tomer, P.S. 192. Effecting and level of nitrogen arid growth aria yield of Napier grass. Atc. Engy. Agency. 149
- DAN. 1960. Grassland. Dept. Agric. Nyasald. Protot. 159
- Vadies, T. 1963. Fodder conservation in Northern Rhodesia. **J. Agric. Sci.** 61:309
- De Alba, J. 1968. Alimentación del ganado en América Latina.

- Devendra, C. 1975. The intake and digestibility of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) at four; five and six weeks of growth by goat and sheep in Trinidad. **Turrialba**. 25:226
- Dirven, J.G.P. 1958. Grassland and fodder crops: grass collection (in Surinam). Jaarverslag van Landbouwkundige Proeven, Suriname. 60
- Duckworth, J. 1949. The fodder grass consumption of tropical dairy cows. **Trop. Agric.** Trin. 26:24-27
- Esengaliev, M.E.; Márquez, J.R.; Kuquenev, P.V.; Beresov, T.T. & Senra, A. 1971. Estudio del valor biológico y nutritivo de pastos tropicales. 1. Hierba Elefante var. Napier (*Pennisetum purpureum*, Schumacher). Memoria Anual. Estación de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. pp. 222
- Esperance, M. & Perdomo, A. 1978. Ensilaje y/o forraje para la producción de leche. **Pastos y Forrajes**. Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 1:425
- Esquivel, C. & Cuenca, H. 1972. Aceptabilidad relativa de nuevas gramíneas en condiciones de pastoreo. Memoria Anual. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. pp. 85
- Firtz, J. 1974. Application of fertilizer to fodder grass. Reunión In. Colloque sur l'intensification de la production fourragère en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants. 123
- Foster, W.H. & Mundy, E.J. 1961. Forage species in Northern Nigeria. **Trop. Agric.** Trin. 38:311
- García-Trujillo, R. 1978. Disponibilidad de pastos en Cuba para la producción de leche. Boletín de Reseña. Pastos y Forrajes. MINAG. Cuba. 43
- García, F. & Vázquez, C.M. 1978. Evaluación de pastos en Tunas. IV Bermuda de Costa. 1er. Seminario Cient. Téc. de la Estación Central de Pastos y Forrajes. 2:38
- Gomide, J.A.; Christmas, E.P. & García, R. 1974. Comparison of forage grasses for cutting in dystrophic red latosol under cerrado vegetation of Minas Gerais triangle. **Ruta. Soc. Bras. Zootecnia**. 3:191

- Gomide, J.A.; Christmas, E.P. & Obeid, J.A, 1976. Comparison of 4 cultivars of elephant grass and their with hibrids pearl millet 23A DA.-2. **Ruta Soc. Bras. Zootecnia**. 5:226
- González, D.A.; Viana, J.A.C. & Moreira, H.A. 1977. Productividade de dois cultivares de *Pennisetum purpureum* Schum, submetidos a dois niveis de fertilidade em diferentes estasoes do ano. **Arquivos da Escola de Veterinaria da Universidade Federal de Minas Gerais**. 2:153
- Gupta, V.P. 1975. Improvement in *Pennisetum*. **Forage Research**. 1:54
- Guzmán, J. 1967. Primeros datos de estudio comparativo de variedades de hierba elefante, Memoria, Ctro. Inv. Agrop. Univ. Central Las Villas, Cuba. 71
- Hakoishi, T.; Iwasaki, S. & Tsukidate, T. 1976. Soil productivity maintenance and cropping system on uplan forms of the humid subtropics. **Japon Agric. Res**. 10:212
- Havard-Duclos, B. 1968. Las plantas forrajeras. Ed. Revolucionarias. Habana, Cuba
- Hernández, R.; Gómez, M. Eugenia, & Matías, C. 1976. Utilización de semilla agámica en hierba Candelaria (*Pennisetum purpureum*, Schumach.). **Serie Téc. Científica A-12**. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Herrera, P.G.; Bernal, E.J. & Lotero, C.J. 1967. Height of cutting elephant grass. **Agricultura trop**. 23:521
- Herrera, J. & Suárez, J.J. 1979. Riego. En: Los pastos en Cuba. Producción. Habana, Cuba. 1:289
- Hoshino, M.; Ono, S. & Sirihiratanond, N. 1975. Dry matter production of tropical grasses and legumes in Thailand. **Jap. Agric. Research**. 9:240
- Humphreys, L.R. 1974. Pasture grasses. In: A guide to better pastures for the tropics and sub-tropics. 23
- Infante Salesas, F. & Herrera, J. 1978. Evaluación de la hierba elefante Candelaria (*Pennisetum purpureum*) en pastoreo bajo riego. 1er. Seminario Cient. Téc. Estación Central de Pastos y Forrajes. 2:26

Lapeyronie, A. 1966. Value of Napier grass comparison of several varieties in Tunisia.

Bull. Ecole. Sup. Agric. Tunis. 10:153

Latin American Tables of Feed Composition. 1974. University of Florida, Gainesville, USA

Lotero, C.J.; Bernal, E. & Herrera, P.G. 1967. Planting distance and N application with elephant grass. 2:123

Lucci, C. de S.; Freitas, E.A.N. de & Melotti. 1973. *Pennisetum purpureum* and *Brachiaria mutica* pasture with *Cynodon dactylon* cv. Swanee hay for lactating cows.

Zootecnia, Brazil. 11:93

Machado, J. 1968. Estudio de fertilización con elementos N-P-K en yerba elefante.

Memoria Anual. Facultad de Cienc. Agrop. Univ. Central. Cuba

Machado, R.; Yepes, S. & Oliva, O. 1973. Productividad potencial relativa de algunos pastos en Cuba. **Series Téc. Cient. A-3**. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba

Machado, R. & Menéndez, J. 1979. Descripción de gramíneas y leguminosas. En: Los Pastos en Cuba. Producción Habana, Cuba. 1:91

Mathur, H.N. & Joshi, P. 1976. Napier grass for Doon Valley. **Indian Farming**. 26:23

Menéndez, J.A.F. 1975. Bromatología Animal. Ed. Limusa, México

Moore, C.P. & Bushman, D.H. 1978. Potential beef production en intensively managed elephant grass. **Trop. Agric.** 55:335

Murphy, K.N. 1963. Study on the effect of spacing en yield of four erect and four pasture cultivated grasses. **Andhra agric.** 10:3

Mwakha, E. 1970. Species introduction and testing. Pasture Research Section. Annual Report. NARS. Kitale. 2:2

Neto, M.S.; Goncalves, C.A. & Pimentel, D.M. 1974. Fertilizer application for the establishment of elephant grass in the Braganza region. **Boletín Técnico de IPEAN**. 62:11

Oakes, A.J. 1967. Effect of nitrogen fertilization and plant spacing on yield and composition of Napier grass in the dry tropics. **Trop. Agric.** Trin. 44:77

- Oakes, A.J. 1959. Germination of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **J. Agric. Univ. P.R.** 43:140
- Olubajo, F.; Van Soest, P.J. & Oyenuga, V.A. 1974. Comparison and digestibility of four tropical grasses grown in Nigeria. 38:149
- Pacola, L.J.; Lima, F.P. & Campos, B. do S.S. de. 1974. Palatability and production of eight varieties of elephant grass. *Pennisetum purpureum* Schum. **Boletín de Industria Animal.** 15:8
- Paretas, J.J.; Senra, A. & López, Mirtha. 1975. Recomendaciones prácticas sobre varias gramíneas basados en datos obtenidos por el Dpto. Agrícola. **Serie Téc. Científica A-6.** EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Pearson, R.W. 1974. Intensive grassland management in the humid tropics of Puerto Rico. Univ. Puerto Rico. Bull. 233
- Pedreira, R.M.A.; Sykes, D.J.; Gomides, J.A. & Vidal, G.T. 1966. Comparison of 10 grasses for cut green fodder in the "Cerrado" in 1965. **Ruta Ceres.** 13:141
- Pedreiras, J.V.S.; Nuti, P.; Campos, B. de E.S. de. 1975. Comparison of 5 cultivars of elephant grass *Pennisetum purpureum* Schum. **Boletín de Industria Animal.** 32:375
- Pérez, A.; Blanco, F. & Gómez, L. 1977. Influencia del clima sobre el rendimiento de hierba elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). VI Reunión ALPA Habana, Cuba. 1:127
- Pérez Infante, F.; Pérez, L.; Mulet, A.; Gómez. Evaluación de pastos con vacas lecheras en producción. 1 Seminario Cient. Téc. Estación Central de Pastos y Forrajes. 2:27
- Pinzón, B.R. & González. 1978. Producción de materia seca y composición química de los pastos *Panicum maximum*, *Setaria Nandi* y *Setaria tazungula*, bajo diferentes dosis de nitrógeno. **Ciencia Agropecuaria.** IDIAP. Panamá. 1:37
- Quintana, F. 1968. Utilización de la tierra en la producción de carne bovina. 1. Un sistema para producir carne de ganado vacuno en las actuales condiciones de Cuba (1967). Tesis en opción a Ing. Agrónomo. Universidad de La Habana. Cuba

- Reyes, Isabel. 1972. Determinación del valor nutritivo de algunas gramíneas usadas en Cuba. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 6:215
- Rivera-Brenes, L.; Arroyo, J.A. & Acosta Matienzo, A. 1968. Acceptability trials on buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) and guinea/grass (*Panicum maximum*), as compared with Napier (Merker) grass (*Pennisetum purpureum*). **J. Agric. Univ. Puerto Rico.** 52:77
- Roberts, F.J. & Carbon, B.A. 1969. Growth of tropical and temperate grasses and legumes under irrigation in south west Australia. **Trop. Grasslds.** 3:109
- Rodríguez-Carrasquel, S. & Morillo, D.E. 1977. Influencia de la frecuencia de corte y fertilización sobre el rendimiento y composición química de *Cynodon nlemfuensis*. **Agron. Trop.** 27:613
- Rodríguez, G. 1975. Algunos aspectos de la conservación de forrajes. **Serie Téc. Científica BD-1 (1)**. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Silveira, A.C.; Faria, V.P. de & Tosi, H. 1973. Effect of maturity on the nutritive value of Napier grass. **Solo.** 65:35
- Sivalingam, T. 1964. A study of the effect of nitrogen fertilization frequency of defoliation on yield chemical composition and nutritive value of three tropical grasses. **Trop. Agric.** 70:159
- Stephens, D. 1967. Effects of fertilizers on grazed and cut elephant grass leys at kavanda. Research Station, Uganda. **E. Afr. agric. For. J.** 32:383
- Stern, J.H. 1977. Tropical forage grass responses to nitrogen, Andros Island, Bahamas. **Dissertation Abs. Int.** 37:3197
- Suárez, J.J. & Herrera, J. 1975. El clima de Cuba y la producción de pastos. En: Los pastos en Cuba. Producción, 1:21
- Velázquez, E.R.; Larez, O.R. & Bryan, W.B. 1975. Pasture and livestock investigations in the humid tropics Orino Delta, Venezuela. 2. Fertilizer with introduced forage grasses. **Bulletin IRI Research Institute.** 43:1

- Viana, J.A.C.; Moreira, H.A.; Fontés, C.R.; Videla, H. & Calvani, S.S. 1972. Comparison, between, fresh and ensiled elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) in fattening confined steers. **Herb. Abs.** 44:107
- Vicente-Chandler, J.; Figarella, J. & Silva, S. 1959. The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of three tropical grass. **Agronomy Journal**. 51:202-206
- Vicente-Chandler, J.; Abruña, F.; Caro-Costas, R.; Figarella, J.; Silva, S. & Pearson, R.W. 1974. Intensive grassland management in the humid tropics of Puerto Rico. Bull. 233, Univ. Puerto Rico 81-89
- Vicente-Chandler, J.; Abruña, F.; Caro-Costas, R.; Figarella, J.; Silva, S. & Pedreira, J.V.S. 1976. Seasonal growth of Napier grass. *Pennisetum purpureum* Schum. and Guatemala grass, *Tripsacum fasciculatum* Trin. **Boletín de Industria Animal**. 33:233
- Veitia, J. 1971. Producción de leche de vacas Holstein x Brahman con libre acceso a forraje de hierba elefante y a un concentrado rico en proteína, miel o miel/urea. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 5:175
- Wang, C.C.Q. & Hsu, C.S. 1963. Experiment on spacing and methods of fertilization of Napier grass. **S. Agric. Ass. China**. 42:26
- Werner, J.C.; Pedreira, L.F. & Martinelli, D. 1965. Study of 3 cutting heights with Napier grass. **Bolm. Ind. Anim.** 23:161
- Whyte, R.O.; Moir, T.R.G. & Cooper, J.P, 1959. In: Grasses in agriculture. FAO agric. stud, 42. Rome. FAO
- Williams, W. 1965. Principios de genética y mejora de las plantas. Ed. Acribia. Madrid, España. 305
- Wood, G.H.S. 1960. A study of the plant ecology of Basoga District. Pap. 35 Imp. For. Inst. Univ. Oxford. 69
- Yepes, S. 1975. Gramíneas con diferentes alturas de corte. **Serie Téc. Científica A-8**. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba

- Younge, O.R. & Ripperton, J.C. 1960. Nitrogen fertilization of pastures and forage grass in Hawaii. Agric. Exp. Sta. 124:47
- Zindler-Frank, E. 1976. Oxalate biosynthesis in relation to photosynthetic pathway, and plant productivity a survey. **Zeitschrift. fur Pflanzenphysiologie**. 80:1 (A.G.)
- Zuñiga, M.P.; Sylces, D.J. & Gomide, J.A. 1967. Comparison of 13 forage grasses for cutting with or without fertilizer Vicoso, Minas Gerais. **Ruta Ceres**. 13:77