

**PRODUCTIVIDAD DE CUATRO GRAMINEAS TROPICALES
BAJO TRES NIVELES DE NITROGENO EN PANAMA
II. PRODUCCION DE MATERIA SECA Y CONTENIDO PROTEICO***

Carlos M. Ortega** y Claudio Samudio***

Durante dos años se estudió el efecto de aplicar 150, 300 y 450 kg de N/ha/año (Nitrato de amonía, 33.5%N) sobre la producción estacional de materia seca y contenido proteico de las gramíneas Pangola (*Digitaria decumbens*, Stent), Estrella Africana [*Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilg.], Hemartria [*Hemarthria altissima* (Poir) Stapf et Hubbard] y Táner (*Brachiaria radicans*, Napper), en diseño de bloques al azar con dos repeticiones. Se encontró que la producción promedio estacional para todas las especies fue de 5.23 toneladas de materia seca durante la estación seca y 19.34 toneladas durante la estación lluviosa. El consumo de materia seca/animal/día y la eficiencia de utilización del forraje fueron superiores durante la estación lluviosa y la eficiencia de la utilización de la Pangola fue significativamente ($P < .05$) superior a la de las otras especies. La fertilización nitrogenada incrementó el contenido de proteína cruda de 6.99 a 8.46% durante la estación seca y de 11.39 a 12.90% durante la estación lluviosa y la eficiencia de utilización del forraje. Las especies Estrella Africana y Hemartria demostraron ser superiores a la Pangola y Táner para sistemas semi-intensivos o intensivos de explotación, y requieren de ajustes periódicos de carga cuando no se conserva el forraje excedente durante la estación lluviosa. El pastoreo de la hierba Táner durante la estación seca conviene hacerlo levemente. Aunque la aplicación del nitrógeno aumentó el contenido de proteína cruda y la eficiencia de utilización del forraje, bajo las condiciones del estudio no sería rentable aplicar más de 150 kg de N/ha/año.

La causa principal de la baja productividad pecuaria en Panamá es la pobre calidad nutricional de las praderas existentes, considerándose que esto es motivado primordialmente por desbalances de macro elementos en nuestros suelos, factores climáticos que provocan marcada estacionalidad en la producción y la utilización de especies forrajeras de inferior potencial productivo. A fin de solucionar este problema se introdujeron recientemente especies mejoradas de gramíneas, las cuales bajo manejo y fertilización adecuados pueden aumentar sensiblemente la producción animal.

El uso de fertilizantes, especialmente nitrogenados, aumenta no solamente el rendimiento total de biomasa, sino también el contenido de proteína de las gramíneas, mejorando así su valor nutritivo y aumentando su capacidad de carga. Sullivan y col. (1948)

* Trabajo presentado en la VI Reunión Anual de la Asociación Panameña de Producción Animal (APPA). David, Panamá, Diciembre, 1978.

** Ing. Agr., Agrostólogo, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

*** Agr., Asistente, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

opinan que los fertilizantes más comúnmente aplicados, como nitratos, sulfato de amonio, fósforo y potasio, y también la cal, promueven un aumento en uno o más de los elementos nutritivos mayores deseables, y mejoran así la calidad del forraje.

En Gualaca, Rattray y col. (1977) evaluaron la productividad bajo corte de las hierbas Pangola, Estrella y Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*, Germain et Everard), con cuatro niveles de N-P-K con y sin encalamiento; encontraron que las hierbas Pangola y Ruzi, respondieron bien hasta aplicaciones de 300 kg de N/ha, mientras la hierba Estrella respondió bien hasta una aplicación de 600 kg de N/ha.

La información disponible sobre la productividad de la hierba Hemartria, P.I. 299995 [*Hemarthria altissima* (Poir) Stapf et C.E. Hubb] es escasa, comparada con las especies Estrella (*Cynodon nlemfuensis*, Vanderyst), Pangola (*Digitaria decumbens*, Stent) y Táner (*Brachiaria radicans*, Napper). Considerando la importancia de la fertilización como medio para incrementar la biomasa y la calidad de la misma, se realizó el presente trabajo, para investigar los efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción estacional de materia seca y contenido de proteína cruda de las especies citadas.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Centro Experimental de Gualaca, cuya situación geográfica y características climáticas y edafológicas han sido indicados en trabajo previo (Ortega y Samudio, 1979).

Los tratamientos se estudiaron sobre cuatro gramíneas (Pangola, Estrella, Hemartria y Táner) cada una con niveles de fertilización nitrogenada de 150, 300 y 450 kg de N/ha/año, en diseño de bloques al azar con dos repeticiones.

Las aplicaciones de fertilizantes y el manejo del pastoreo se realizaron en la forma descrita previamente (Ortega y Samudio, 1979).

Para determinar la disponibilidad de forrajes y el forraje residual, al inicio y al final de cada período de pastoreo, se utilizó un marco de 1 m por lado, con el cual se tomaron seis muestras al azar en cada parcela. En las especies Pangola y Estrella las muestras se tomaron a una altura de 10 cm y en las especies Hemartria y Táner, a 15 cm. La diferencia en altura de corte se debió a las características de crecimiento de las distintas especies.

En cada uno de los cortes se tomaron muestras del forraje disponible para analizar el contenido de materia seca y proteína cruda. La primera se determinó secando las muestras al horno a temperatura de 80°C durante 24 horas, y la segunda por el método de micro-Kjeldahl (AOAC, 1970).

La evaluación se efectuó durante dos años, de octubre de 1973 a octubre de 1974, y de octubre de 1974 a octubre de 1975.

El análisis estadístico se realizó como un factorial, combinando tratamientos con épocas dentro de años.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontraron diferencias en la producción de materia seca ($P < .05$) entre especies y entre años (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de la productividad anual de cuatro gramíneas tropicales.

Especies	Año	Producción MS kg/ha/día	Consumo MS kg/animal/día	Eficiencia utilización %	Proteína %
Pangola	1	72 a	9 a	58 a	9.97 a
	2	45 b	8 a	60 a	10.92 a
	\bar{X}	58 B	8 A	59 A	10.44 A
Estrella	1	87 a	11 a	58 a	11.60 a
	2	60 b	6 b	39 b	9.83 b
	\bar{X}	73 A	8 A	48 B	10.72 A
Táner	1	77 a	8 a	57 a	11.32 a
	2	43 b	5 a	37 b	9.54 b
	\bar{X}	60 B	6 A	47 B	10.43 A
Hemartria	1	81 a	10 a	57 a	9.02 a
	2	54 b	5 b	35 b	7.78 b
	\bar{X}	68 A	7 A	46 B	8.40 B

a, b = Promedios de años dentro de especies por columnas, con la misma letra en común, no difieren significativamente ($P > .05$).

A, B = Promedios de especies, por columnas, con una misma letra en común no difieren significativamente ($P > .05$).

La hierba Estrella rindió la producción promedio máxima en los dos años, aunque no difirió de la hierba Hemartria. La producción del primer año superó en 55 por ciento a la del segundo, observándose que la disminución en este último fue de 31 por ciento en la hierba Estrella, 33 por ciento en Hemartria, 37 por ciento en Pangola y 44 por ciento en Táner. Esta disminución puede atribuirse al fuerte período de sequía ocurrido al inicio del segundo año, el cual afectó en mayor o menor grado a todas las especies, así como también al sistema de manejo del pastoreo utilizado.

El consumo de materia seca por animal por día no mostró diferencias ($P < .05$) entre años para las especies Pangola y Táner, pero sí fue significativamente ($P < .05$) superior durante el primer año en comparación con el segundo para las hierbas Estrella y Hemartria. Los promedios anuales de las especies no difirieron entre sí.

La eficiencia de utilización del forraje $\left[\frac{\text{consumido} \times 100}{\text{disponible}} \right]$ fue superior ($P < .05$) durante el primer año en comparación con el segundo, en las especies Estrella, Hemar-

tria y Táner, pero no así en Pangola. El promedio anual de la Pangola fue superior ($P < .05$) a los promedios de las otras especies, las cuales no difirieron entre sí. Esto sugiere una mayor aceptabilidad del pasto Pangola, especialmente durante la época seca, cuando declina la calidad en todas las especies.

El contenido de proteína cruda fue superior ($P < .05$) durante el primer año, en comparación con el segundo, en las especies Estrella, Hemartria y Táner, pero no así en Pangola. Los promedios anuales para las hierbas Pangola, Estrella y Táner fueron significativamente ($P < .05$) superiores al promedio anual de la hierba Hemartria. La diferencia entre años puede atribuirse principalmente a factores climáticos más favorables y a una mejor eficiencia de utilización del forraje en el primer año. Las diferencias entre especies pueden deberse a factores específicos de calidad propios de cada pasto.

Se encontraron diferencias ($P < .05$) entre las producciones de las estaciones seca y lluviosa (Cuadro 2) para todas las especies. Los promedios de estaciones para las especies Estrella y Hemartria no difirieron ($P > .05$) entre sí, pero ambas fueron superiores a los promedios de las hierbas Pangola y Táner.

Cuadro 2. Características de la productividad estacional de cuatro gramíneas tropicales.

Especies	Estación ^a	Producción MS kg/ha/día	Consumo MS kg/animal/día	Eficiencia utilización %	Proteína %
Pangola	Seca	30 a	5 a	60 a	8.15 a
	Lluviosa	73 b	9 b	58 a	12.73 b
	\bar{X}	58 B	8 A	59 A	10.44 A
Estrella	Seca	48 a	6 a	48 a	8.47 a
	Lluviosa	86 b	10 b	49 a	12.96 b
	\bar{X}	73 A	8 A	48 B	10.72 A
Táner	Seca	44 a	4 a	41 a	8.00 a
	Lluviosa	68 b	8 b	50 b	12.87 b
	\bar{X}	60 B	6 A	47 B	10.43 A
Hemartria	Seca	44 a	5 a	41 a	6.36 a
	Lluviosa	80 b	9 b	48 b	10.44 b
	\bar{X}	68 A	7 A	46 B	8.40 B

a, b = Promedios de estaciones dentro de especies, por columnas, con la misma letra en común no difieren significativamente ($P > .05$).

A, B = Promedios de especies, por columnas, con una misma letra en común, no difieren significativamente ($P > .05$).

^a = Seca = 126 días; Lluviosa = 252 días.

El consumo de materia seca por animal por día, fue significativamente ($P < .05$) superior durante la estación lluviosa en todas las especies. Esto puede atribuirse a una mayor disponibilidad y calidad nutritiva de los forrajes durante la época de lluvias.

La eficiencia de utilización del forraje fue superior ($P < .05$) durante la estación lluviosa en comparación con la estación seca, en las especies Táner y Hemartria, pero no así en las especies Estrella y Pangola. La eficiencia de utilización del pasto Pangola fue significativamente ($P < .05$) superior a la de las otras especies, las cuales no difirieron entre sí.

El contenido de proteína cruda fue superior ($P < .05$) durante la estación lluviosa en comparación con la estación seca en todas las especies. Los promedios anuales de proteína cruda en las especies Pangola, Estrella y Táner fueron significativamente ($P < .05$) superiores al promedio de la hierba Hemartria.

Cuadro 3. Distribución estacional de la producción de materia seca de cuatro gramíneas tropicales.

Especies	SECA (126 días)		LLUVIOSA (252 días)		Total anual Toneladas MS/ha/año
	Toneladas MS/ha/año	%	Toneladas MS/ha/año	%	
Pangola	3.78	17.04	18.40	82.96	22.18 b
Estrella	6.05	21.83	21.67	78.17	27.72 a
Táner	5.54	24.43	17.14	75.57	22.68 b
Hemartria	5.54	21.56	20.16	78.44	25.70 a
\bar{X}	5.23 A	21.21	19.34 B	78.79	24.57

a, b = Promedios de especies en la columna final con una misma letra en común no difieren significativamente ($P > .05$).

A, B = Promedios de estaciones con una misma letra en común no difieren significativamente ($P > .05$).

El cuadro 3 muestra la distribución estacional de la producción total de materia seca. La hierba Estrella alcanzó la mayor producción por hectárea por año (27.72 Tm) pero no difirió significativamente ($P > .05$) de la hierba Hemartria (25.70 Tm). Ambas fueron significativamente ($P < .05$) superiores a las hierbas Pangola (22.18 Tm) y Táner (22.68 Tm). La producción promedio de materia seca durante la época lluviosa fue aproximadamente cuatro veces superior a la producción durante la época seca, en todas las especies. La hierba Estrella superó a las otras especies en ambas estaciones.

La producción de materia seca fue significativamente ($P < .05$) superior en la estación lluviosa en todos los niveles de fertilización nitrogenada empleados (Cuadro 4). Estos últimos no difirieron entre sí.

El consumo de materia seca fue superior ($P < .05$) durante la estación lluviosa, en todos los niveles de nitrógeno, pero éstos últimos no mostraron diferencias entre sí.

La eficiencia de utilización del pasto fue superior ($P < .05$) durante la estación lluviosa en todos los niveles de nitrógeno. Los tres niveles de nitrógeno mostraron diferencias significativas ($P < .05$) entre sí, elevándose la eficiencia de utilización al incrementarse la dosis de nitrógeno.

Cuadro 4. Características de la productividad estacional de cuatro gramíneas tropicales en respuesta a la fertilización nitrogenada.

Nitrógeno kg/ha/año	Estación ^[a]	Producción MS kg/ha/día	Consumo MS kg/animal/día	Eficiencia utilización %	Proteína %
150	Seca	41 a	4 a	44 a	6.99 a
	Lluviosa	73 b	8 b	47 b	11.39 b
	\bar{X}	62 A	7 A	46 C	9.19 B
300	Seca	41 a	5 a	47 a	7.79 a
	Lluviosa	77 b	9 b	50 b	12.46 b
	\bar{X}	65 A	8 A	49 B	10.12 A
450	Seca	42 a	6 a	52 a	8.46 a
	Lluviosa	80 b	10 b	56 b	12.90 b
	\bar{X}	67 A	9 A	55 A	10.68 A

a, b = Promedios de estaciones dentro de niveles, por columnas, con la misma letra en común, no difieren significativamente ($P > .05$).

A, B, C = Promedios de niveles, por columnas, con una misma letra en común, no difieren significativamente ($P > .05$).

[a] Seca = 126 días; Lluviosa = 252 días.

El contenido de proteína cruda fue superior ($P < .05$) durante la estación lluviosa en todos los niveles de nitrógeno. Los promedios de los niveles 300 y 450 kg de N/ha/año no mostraron diferencias ($P > .05$) entre sí, pero ambos fueron superiores al nivel de 150 kg de N/ha/año. En general se observó un incremento en el contenido de proteína cruda al aumentar la fertilización nitrogenada.

Las diferencias entre especies corroboran las observaciones de Salette (1970) y Rattray (1977) en cuanto a la respuesta de diferentes gramíneas, aún dentro del mismo género, a las aplicaciones de nitrógeno. Las diferencias entre épocas concuerdan con los resultados de Rattray (1977) al estudiar las curvas de crecimiento estacional de tres gramíneas tropicales incluyendo la Pangola y Estrella, cosechadas a 10 cm de altura, cada 40 días, bajo las condiciones de Gualaca.

La tasa de crecimiento del pasto siguió las mismas tendencias estacionales. Es bien sabido que la respuesta a la fertilización nitrogenada en una pradera, también dependerá del sistema de manejo a que se someta. Es probable que el sistema de pastoreo con 21 días de pastoreo y 21 días de descanso, afectó la tasa de crecimiento y la producción de forraje en todas las especies.

Observaciones de Puerto Rico (1972) indican que existen varios factores que afectan la productividad de las praderas, así como también el consumo de forraje. Estos factores comprenden duración del periodo de recuperación, extensión del periodo de pastoreo, presión de pastoreo, altura de defoliación, fertilización empleada y la incidencia de los factores climáticos imperantes. En este caso, es probable que la altura de corte

empleada (10 cm para Pangola y Estrella y 15 cm para Táner y Hemartria), el sistema de pastoreo empleado, la variabilidad en precipitación pluvial, temperatura ambiente y evaporación entre las estaciones secas y lluviosas, y los efectos de la fertilización nitrogenada interactuaron para ocasionar fluctuaciones en cantidad y calidad del forraje producido, causando en consecuencia grandes diferencias en el consumo entre y dentro de estaciones, a través del año.

La falta de diferencias entre especies, en cuanto al consumo de materia seca por hectárea por día y consumo de materia seca por animal por día, se reflejaron en una capacidad de carga similar. Esto parecería indicar un potencial de producción igual, de no mediar diferencias entre especies en cuanto a la calidad de la materia seca ingerida (Soto-Mayor y col., 1974; Ortega, 1977).

Durante el primer período seco, con lluvias mejor distribuidas, la eficiencia de utilización fue mejor en todas las especies, excepto la Pangola. Es de notar el buen aprovechamiento de esta última durante el segundo período seco, en comparación con las otras especies. La escasa utilización del forraje disponible durante el segundo período seco se atribuye a la intensa y prolongada sequía que azotó al área, reduciendo drásticamente la tasa de crecimiento en todas las especies y la calidad del forraje ofrecido, además de ocasionar hasta un 90 por ciento de mortalidad en las praderas de hierba Táner.

La utilización superior del pasto Pangola a través de los dos años, demuestra las aptitudes de la especie para producir un alimento apetecible para los vacunos aún durante el verano.

Es de notar que mientras durante el primer año los contenidos de proteína cruda fueron satisfactorios para el crecimiento animal en invierno y verano, durante el período seco del segundo año, el contenido de proteína cruda en la materia seca fue deficiente, lo cual ocasionó pérdidas de peso en todos los animales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La producción de materia seca de las gramíneas Estrella y Hemartria fue superior a la de las hierbas Pangola y Táner. Ello sugiere mayor potencialidad en las dos primeras especies para incrementar la productividad animal en sistemas semi-intensivos o intensivos de explotación, en regiones similares al área donde se realizó este trabajo.
2. Es obvia la gran variabilidad en la producción estacional de todas las especies, lo cual se refleja no solamente en el consumo sino también en el porcentaje de proteína cruda y la eficiencia de utilización del forraje. De no utilizarse prácticas de conservación del pasto excedente durante la estación lluviosa, el sistema de manejo del pastoreo debe emplear el criterio de ajustes periódicos de la carga animal, con el fin de aprovechar el pasto disponible en su valor alimenticio óptimo.
3. Aunque el contenido promedio de proteína cruda fue inferior en la hierba Hemartria, ésta produjo el mejor rendimiento de carne/ha/año según los resultados de la primera parte del presente trabajo. De esto se infiere que esta especie puede poseer otros atributos morfológicos y fisiológicos que la hacen más apetecible y aprovechable para los bovinos en pastoreo, lo cual ameritaría mayor investigación sobre esta especie.

4. La ocurrencia de un período de sequía prolongado durante el segundo año, sometió a todas las especies a una prueba de sobrevivencia severa bajo el sistema de pastoreo impuesto. Bajo estas condiciones la hierba Táner, a diferencia de las otras especies, tendió a desaparecer. Se sugiere tomar esto en consideración, al establecer praderas de pastos mejorados en áreas con períodos secos intensos y prolongados.

5. La aplicación de nitrógeno no aumentó significativamente la producción de materia seca ni el consumo, pero tuvo cierto efecto mejorando el contenido de proteína cruda y la eficiencia de utilización del forraje. No obstante, bajo las condiciones del presente estudio y considerando los resultados económicos de la primera parte de este trabajo, no sería rentable la aplicación de nitrógeno en dosis superiores a 150 kg de N/ha/año en sistemas semi-intensivos para producción de carne.

ABSTRACT

During two years, in a randomized block design with two replicates, it was studied the effect of applying 150, 300 and 450 kg N/ha/year (Ammonium nitrate, 33.5% N) on seasonal dry matter yield production and protein content of the grasses Pangola (*Digitaria decumbens*, Stent), African stargrass [*Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilg.], Hemartria [*Hemarthria altissima* (Poir) Stapf et Hubbard] and Tanner (*Brachiaria radicans*, Napper). Average seasonal production for all species was 5.23 tons of dry matter in the dry season and 19.34 ton in the rainy season. Dry matter consumption/animal/day and forage utilization efficiency were higher during the rainy season, and the efficiency of utilization of Pangola grass were superior ($P < .05$) to those of the other species. Nitrogen fertilization increased crude protein content (from 6.99 to 8.46% in the dry season and from 11.39 to 12.90% in the rainy season) and forage utilization efficiency. African stargrass and Hemartria showed to be better than Pangola and Tanner for semi-intensive or intensive production systems, and if excess forage is not conserved during the rainy season stocking rate should be adjusted periodically. Grazing of Tanner grass during the dry season must be done leniently. Though nitrogen application increased crude protein content and forage utilization efficiency, it would not be profitable to apply more than 150 kg N/ha/year under the conditions of the present study.

AGRADECIMIENTO

Al Director del Centro Experimental de Gualaca, M.V. Santiago Ríos A., por su asistencia y cooperación.

Al personal del Laboratorio por el análisis químico de las muestras.

Al Dr. Gustavo Cubillos del CATIE por su asesoramiento técnico.

Al Dr. Héctor Hugo Li Pun, Asesor del CATIE por la revisión del manuscrito.

Al personal de campo de la Sección de Agrostología por su valiosa colaboración.

A la Srta. Ana Meliza López G. y a la Sra. Ibsa O. de González por el trabajo mecanográfico realizado.

BIBLIOGRAFIA

- ORTEGA, C. M. y SAMUDIO, C. Productividad de cuatro gramíneas tropicales bajo tres niveles de nitrógeno en Panamá. I. Producción de carne bovina. *Ciencia Agropecuaria* 2 (En prensa): 1979.
- RATTRAY, J. M. y ORTEGA, C. M. Productividad bajo corte de las hierbas Pangola (*Digitaria decumbens*, Stent), Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*, Germain et Everard) y Estrella [*Cynodon plectostachyus*, (K. Schum) Pilg] con cuatro niveles de N, P y K uniformes, con y sin enclamiento. Resumen de la Investigación Pecuaria. Centro Experimental de Gualaca, IDIAP. (Panamá). 1977. (Compendio 19).
- SALETTE, J. E. Nitrogen use and intensive management of grasses in the wet tropics. Proceedings of the XI International Grassland Congress. 1970. pp. 404-407.
- SOTO-MAYOR RIOS, A.; RODRIGUEZ GARCIA, J. y SILVA, S. Yield comparison of four forage grasses at two cutting heights and three harvest intervals. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 58(1):26-35. 1974.
- SULLIVAN, J. T. y WILKINS, H. L. What makes a nutritious forage. U.S. Department of Agriculture. Yearbook, 1948. pp. 285-289.
- VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S.; RODRIGUEZ, J. y ABRUÑA, F. Effect of two heights and three intervals of grazing on the productivity of a heavily fertilized Pangola grass pasture. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 56(2):110-114. 1972.