

# Efecto del corte y de la aplicación de nitrógeno en el crecimiento de *Andropogon gayanus*

J. Faría M.\*, I. Arrijoa\*\*, E. Chacón\*\*, J. Berroterán\*\* y F. Chacín\*\*

## Introducción

*Andropogon gayanus* CIAT 621 tiene alto potencial forrajero, buena adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad natural comunes en América tropical, presenta buena producción de MS y alta eficiencia en el uso del agua (Jones, 1979).

En Venezuela esta gramínea constituye una alternativa para la región de los Llanos Centrales, Mesa Oriental, sabanas de Monagas y sureste del Estado Zulia (Faria, et al., 1982; Torres, 1983; Urdaneta, 1983). Con base en los resultados obtenidos por estos investigadores, en el Valle de la Pascua, Estado Guárico, se realizó un ensayo con el objeto de determinar el efecto del corte y la aplicación de N en la producción de MS, en el

contenido de proteína cruda (PC) y digestibilidad in vitro de la MO (DIVMO) de *A. gayanus*.

## Materiales y métodos

**Localización.** El ensayo se realizó en el Valle de la Pascua, Distrito Infante, Estado Guárico, Venezuela, a 9° 13' de latitud norte y 65° 59' de longitud oeste, en una zona de colinas (FONAIAP, 1977), dentro de la zona climática D (Arias, y Riera, 1978), caracterizada por una precipitación media anual de 850 mm, con un balance hídrico negativo durante siete meses del año. Los suelos pertenecen en su mayoría al orden Alfisol y en menor proporción a los órdenes Inceptisol y Vertisol; sus características físicas y químicas aparecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del perfil del suelo.

Prof. (cm)	Arena	Limo (%)	Arcilla	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * (ppm)	MO (%)	N	CIC	Ca	Mg	K
0-15	67	16	16	6.1	8	0.94	0.099	11.5	5.5	3.8	0.17
15-30	58	20	21	6.2	8	0.31	0.062	10.8	2.8	3.8	0.06
30-41	42	21	37	6.1	8	0.36	0.074	16.0	2.6	6.6	0.11
41-58	34	21	45	6.3	4	0.35	0.071	16.8	2.3	8.4	0.14
58-80	34	20	46	6.4	4	0.32	0.066	17.5	2.3	9.0	0.13
80-100	36	21	43	7.2	4	0.31	0.049	19.3	2.4	9.0	0.13

\* P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en solución de ácido cítrico.

\* Investigador, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, FONAIAP, estación experimental Guárico, Estado Guárico, Venezuela.

\*\* Profesores, Universidad Central de Venezuela, Estado Aragua, Venezuela.

**Tratamientos.** Para el ensayo se empleó una parcela de *A. gayanus* de 750 m<sup>2</sup> en la cual se evaluaron las frecuencias de corte a las 4, 6, 8 y 10 semanas de edad; las alturas de corte de 15 y 30 cm y las dosis de N de 0 y 75 kg/ha/año, aplicado en forma de urea, fraccionada al inicio y final de las lluvias. Estos tratamientos se dispusieron en un diseño de parcelas subdivididas en bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas principales fueron las dosis de N, las parcelas divididas las alturas de corte y las parcelas subdivididas las frecuencias de corte.

**Mediciones.** En cada frecuencia de corte se midieron el rendimiento de MS, el contenido de PC (AOAC, 1965), y la DIVMO (Tilley y Terry, 1963). Para determinar la tasa de acumulación de MS (TAMS) a través del tiempo, las parcelas de *A. gayanus* se cortaron en forma escalonada cada dos semanas, mediante la técnica modificada de Anslow y Green (1967).

El estudio de suelos incluyó análisis de caracterización física y química y estudio detallado del perfil. Para determinar el patrón de distribución de humedad, se realizaron muestreos semanales a las profundidades de 0-20, 20-40 y 40-60 cm. Las curvas de retención de humedad se elaboraron con muestras de 1 kg de suelo tomadas a 0-15, 15-30 y 30-100 cm de profundidad (Plasentis, 1977).

Los resultados se sometieron a análisis de varianza para el período total de evaluación de 38 semanas; los resultados obtenidos en las últimas 20 semanas se analizaron en forma separada ya que este período se caracterizó por una mayor precipitación.

Las comparaciones entre medias de tratamiento se hicieron por la prueba de rangos múltiples de Duncan. Además algunas de las variables en estudio se compararon por medio de análisis de regresión.

## Resultados y discusión

**Producción de MS.** Los rendimientos de MS variaron de 2.01 t/ha hasta 5.70 t/ha durante el período de evaluación (Cuadro 2). Estos rendimientos son bajos si se comparan con los obtenidos con *A. gayanus* en otras zonas (Pedreira et al., 1975; CIAT, 1977; CIAT, 1978). Esto se debió, entre otros factores, al prolongado déficit hídrico que presentó el suelo en el rango de profundidades muestreadas, lo cual fue corroborado por la relación significativa ( $r = 0.57^*$ ) entre la distribución de la precipitación y la producción de MS total.

No obstante las condiciones de déficit de humedad en que se desarrolló el ensayo, *A. gayanus* mostró una alta eficiencia en el uso de agua, pro-

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de N, altura de corte e intervalo entre cortes en la producción de MS de *Andropogon gayanus* (t/ha), en dos períodos de evaluación\*.

Dosis de N (kg/ha)	Altura (cm)	Intervalo entre cortes (semanas)								Promedio	
		4		6		8		10			
		Pe	PII	Pe	PII	Pe	PII	Pe	PII	Pe	PII
0	15	3.87	3.42	3.73	3.59	3.88	3.62	3.45	3.26	3.91	3.74
	30	4.06	3.98	4.82	4.79	4.36	4.25	3.08	3.05		
75	15	3.00	2.84	3.04	2.84	4.40	4.23	2.14	2.01	3.70	3.44
	30	3.86	2.01	4.32	4.15	5.70	4.54	3.14	3.09		
Prom. intervalo entre cortes		3.69	3.06b**	3.98	3.84a	4.58	4.16a	2.96	2.85b		
Prom. altura de corte	15	3.43	3.13	3.38	3.22	4.14	3.92	2.78	2.64	3.44a	3.24
	30	3.96	3.00	4.57	4.42	5.03	4.40	3.11	3.07	4.17b	3.72

\* Producción promedio de MS/corte en 9, 6, 4, y 3 cortes para los intervalos de 4, 6, 8, y 10 semanas, respectivamente. Pe = Período total de evaluación de 38 semanas; PII = período lluvioso de 20 semanas.

\*\* Promedios en un mismo período de evaluación con letras iguales no difieren en forma significativa ( $P \leq 0.05$ ), según la prueba de Duncan.

duciendo en promedio 7.72 kg de MS/ha/mm de agua, con valores extremos de 4.35 y 11.55 kg.de MS/ha/mm (Figura 1). Estos valores son similares a los encontrados por Jones y Carabaly (1981) en condiciones diferentes de clima y suelo.

La aplicación de N no influyó en forma significativa en la producción de MS de *A. gayanus* (Cuadro

2), lo cual está relacionado con sus requerimientos de este nutriente y su reserva en el suelo y con el efecto negativo del déficit de agua en la absorción por la planta del N aplicado al suelo. Según Jones (1979), en suelos de baja fertilidad *A. gayanus* no responde eficientemente a la aplicación de dosis altas de N, especialmente cuando la precipitación es inferior a 600 mm/año.

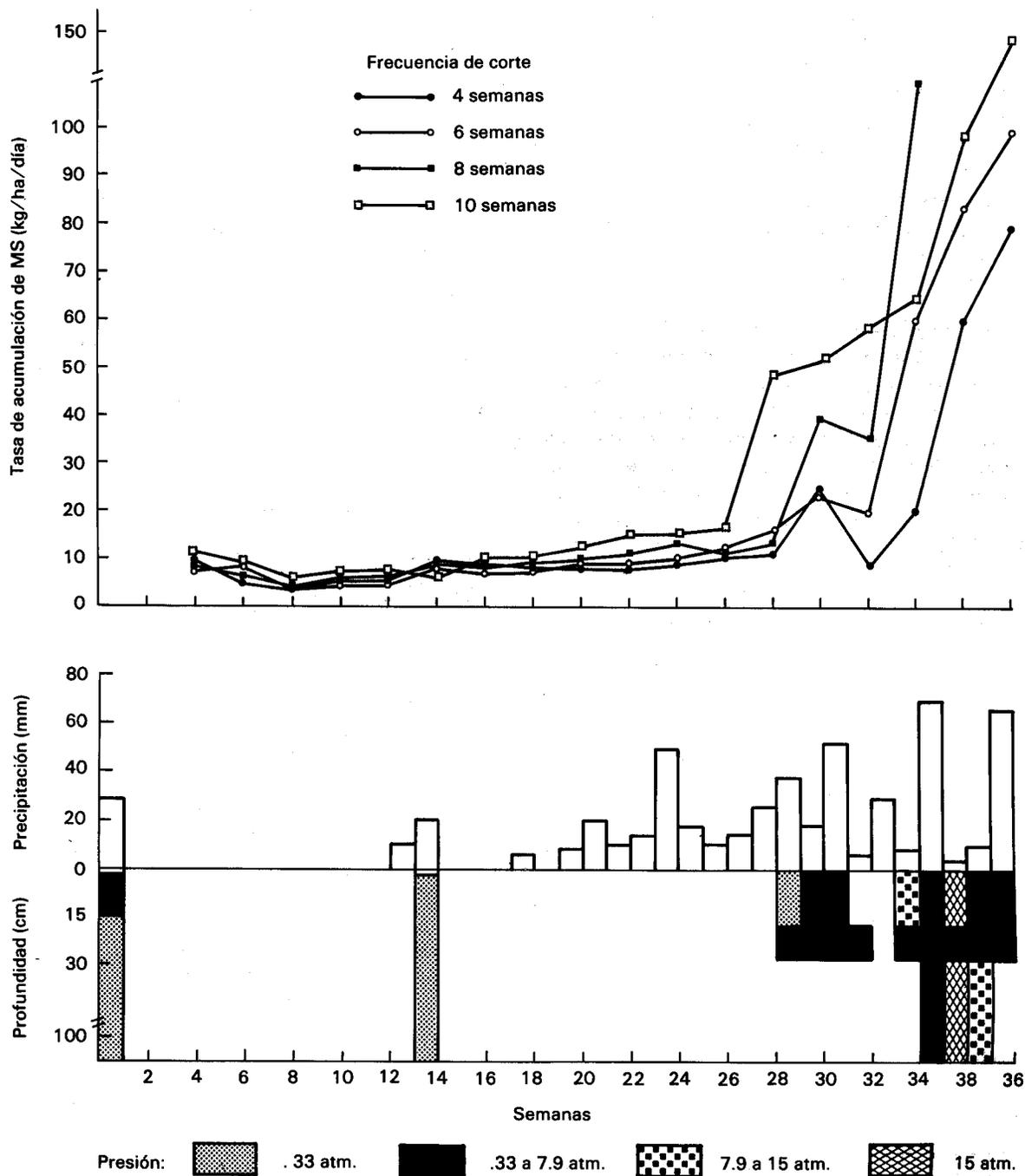


Figura 1. Cambios de la tasa de acumulación de MS (TAMS) de *Andropogon gayanus* por efecto de la precipitación y el contenido de humedad en el suelo.

La producción de MS fue mayor ( $P \leq 0.05$ ) cuando el corte se realizó a 30 cm del suelo. Esto se debe a la relación positiva existente entre índice de área foliar residual y producción de MS, que se traduce en una disminución de los rendimientos de MS a medida que la altura de corte es menor (Jones y Carabaly, 1981).

La frecuencia de corte no tuvo influencia significativa en el rendimiento de MS durante el período total de evaluación (Cuadro 2), lo cual no concuerda con los resultados obtenidos por Hagggar (1970) y Cisse et al. (1980). Durante el período de lluvias, por el contrario, el crecimiento de las plantas fue más constante y la producción de MS fue mayor ( $P \leq 0.05$ ) al aumentar el intervalo entre cortes, alcanzándose las mayores producciones a las 6 y 8 semanas (Cuadro 2). Lo anterior es el resultado de la distribución anormal de las lluvias que ocasionó un crecimiento no uniforme de la planta.

**Tasa de acumulación de MS.** La TAMS varió en los tratamientos a través del período experimental, encontrándose los valores más altos en el período lluvioso durante el cual predominó un balance hídrico positivo. Por el contrario, los valores más bajos ocurrieron durante el período seco, en condiciones de déficit de humedad en el suelo (Figura 1).

El efecto negativo del déficit hídrico ocasionó que los valores promedios de la TAMS de *A. gayanus* en el período total de la evaluación resultaran bajos (Figura 2). Sin embargo, estos valores son

similares a los hallados por Berroterán y García (1986) en condiciones iguales a las del presente ensayo. Durante el período de lluvias se obtuvieron altas TAMS, que ratifican el potencial forrajero de *A. gayanus* en la región (Figura 3).

La frecuencia de corte tuvo un efecto significativo ( $P \leq 0.05$ ) en la TAMS. Las plantas cosechadas cada cuatro semanas presentaron los valores más bajos, mientras que las demás frecuencias de corte presentaron valores más altos. Urdaneta (1983) encontró un incremento en la TAMS de *A. gayanus* a medida que aumentó el período de rebrote. Según Jones y Carabaly (1981), los cambios en producción de MS en esta especie se deben principalmente a la intercepción de la luz solar, ya que los carbohidratos no estructurales parecen no influir de manera significativa en la tasa de acumulación de MS.

La aplicación de N no influyó en la TAMS de *A. gayanus*, lo cual indica que el contenido de este nutrimento en el suelo no fue limitativo para el crecimiento del pasto. Esto se reflejó además en las altas TAMS alcanzadas en el período de lluvias, en la ausencia de síntomas de deficiencia de este nutrimento, y en los valores relativamente altos de PC obtenidos en este ensayo.

El efecto de la interacción dosis de N x altura de corte en la TAMS fue significativa ( $P \leq 0.01$ ), observándose una disminución en los rendimientos de MS en las parcelas cortadas a 15 cm sobre el suelo y fertilizadas con 75 kg/ha de N.

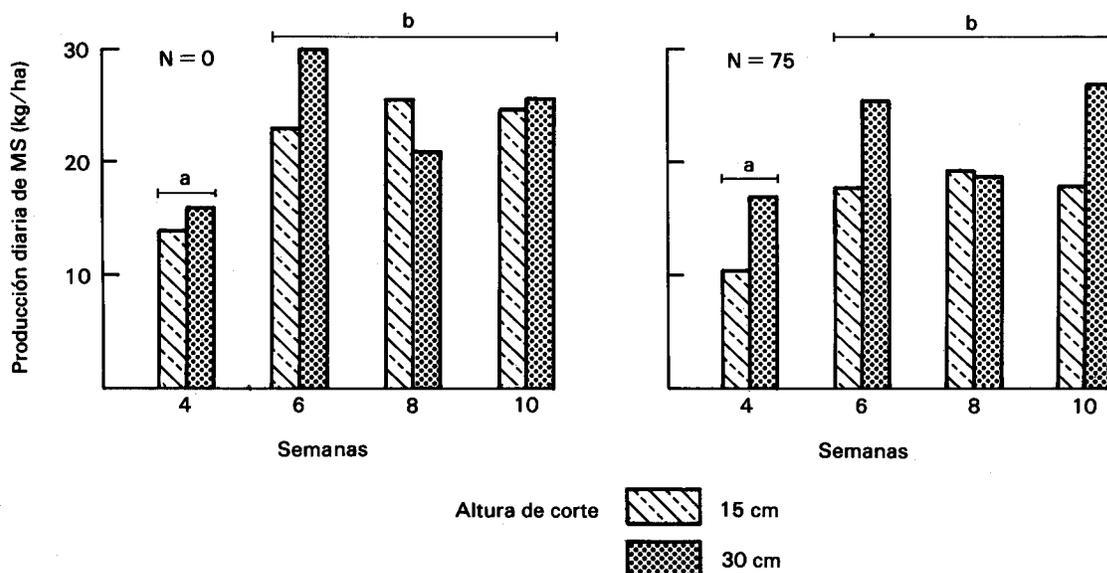


Figura 2. Producción diaria de MS de *Andropogon gayanus* en cuatro frecuencias de corte, dos alturas de corte y dos niveles de N durante 38 semanas de evaluación. Promedios en una misma dosis de N seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ( $P \leq 0.05$ ), según la prueba de Duncan.

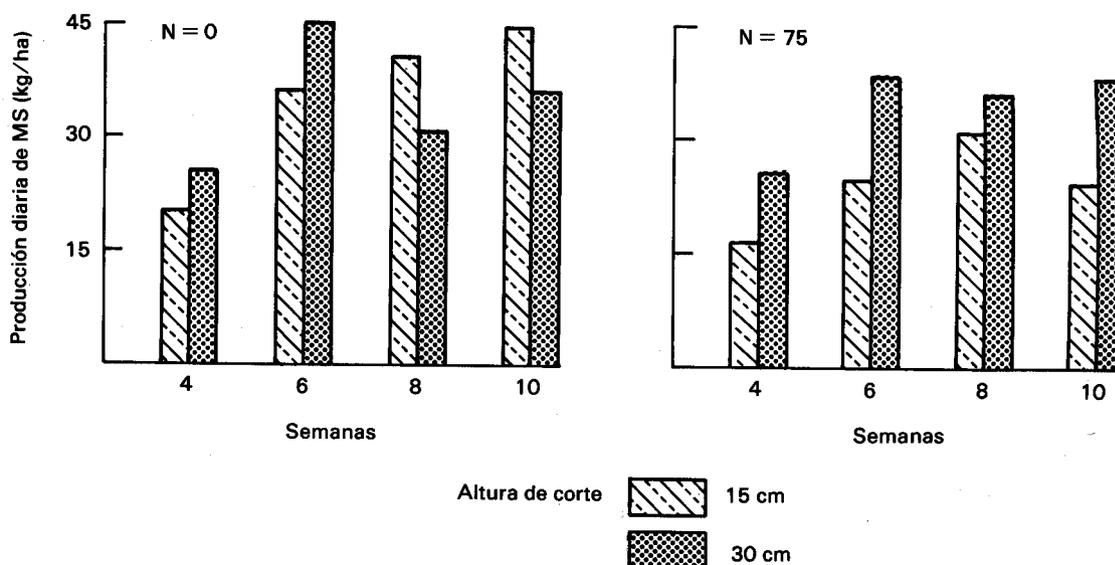


Figura 3. Producción diaria de MS de *Andropogon gayanus* en cuatro frecuencias de corte, dos alturas de corte y dos niveles de N durante 20 semanas de alta disponibilidad de humedad.

**Producción de hojas y tallos.** La aplicación de N disminuyó ( $P \leq 0.05$ ) el porcentaje promedio de hojas de *A. gayanus*, siendo éste de 66.21 cuando no se aplicó N y de 63.48 cuando se aplicaron 75 kg/ha de N. El corte afectó en forma significativa ( $P \leq 0.05$ ) el porcentaje de hojas de *A. gayanus*; en el corte efectuado a 15 cm sobre el suelo este porcentaje fue de 68.88%, mientras que en el corte a 30 cm fue de 60.81%. Según Stobbs y Hutton (1974) la defoliación ligera favorece una mayor cantidad de partes maduras o senescentes y una menor proporción de hojas en las partes superiores de la planta.

El porcentaje de hojas de *A. gayanus* se redujo ( $P \leq 0.05$ ) a medida que el período de tiempo entre cortes se alargó. Estos porcentajes fueron de 72, 68, 61 y 55% para las plantas cortadas cada 4, 6, 8 y 10 semanas, respectivamente. Sin embargo, durante el período de lluvias estas diferencias desaparecieron.

El porcentaje de tallos de *A. gayanus* durante el período de evaluación fue bajo y no fue afectado por los tratamientos incluidos en el ensayo. Esto se debió probablemente a que el período seco ocasionó una respuesta fisiológica que enmascaró el efecto de los tratamientos. Se observó una relación positiva ( $r = 0.68^*$ ) entre el porcentaje de tallos y la precipitación. De acuerdo con Wilson (1981) el estrés por sequía disminuye el crecimiento y retrasa el desarrollo de los tallos, dando como resultado una pastura más hojosa.

**Material muerto.** Las parcelas que recibieron N presentaron 2% más de material muerto. Esto se relacionó con la mayor susceptibilidad de estas parcelas al estrés por sequía, tal como lo sugieren Henzell y Stirk (1963).

Cuando *A. gayanus* se cortó a 30 cm sobre el suelo el porcentaje de material muerto fue de 21.7%, siendo mayor ( $P \leq 0.05$ ) al que ocurrió cuando el corte se realizó a 15 cm (14.8%). En el primer caso una cantidad mayor de hojas y tallos quedó sin removerse y tendió a madurarse, lo cual trae como resultado una cantidad cada vez mayor de material no utilizable.

En relación con el efecto de los períodos de rebrote, se observó que a medida que éste fue mayor, aumentó la cantidad de material muerto ( $P \leq 0.05$ ), siendo de 10.8, 14.8, 19.7 y 28.2% para los cortes realizados a las 4, 6, 8 y 10 semanas, respectivamente. Durante el período de lluvias se encontraron las mismas tendencias anteriores, pero con una disminución apreciable en las cantidades de material muerto, como resultado de un balance hídrico positivo que resultó en una menor mortalidad de hojas.

**Contenido de PC y DIVMO.** Estos parámetros no variaron significativamente por efecto de los tratamientos empleados en el ensayo. Los contenidos de PC fueron altos, oscilaron entre 10.0 y 11.5% y estuvieron relacionados ( $r = 0.66^*$ ) con los altos contenidos de hojas de *A. gayanus*.

La aplicación de N y la altura de corte no influyeron en la DIVMO. La frecuencia de corte influyó, aunque no en forma significativa, en la DIVMO, siendo ésta de 53.3% a las cuatro semanas y de 49.9% a las 10 semanas. Igualmente existió una alta relación ( $r = 0.73^*$ ) entre la DIVMO y el contenido de hojas de *A. gayanus*.

## Conclusiones

De los resultados obtenidos en este ensayo se puede concluir lo siguiente: 1) existió una relación significativa ( $r = 0.57^*$ ) entre la humedad en el suelo y la producción de MS de *A. gayanus*. A pesar del déficit de agua durante el tiempo del ensayo, esta gramínea mostró su buena adaptación al estrés por sequía, produciendo en promedio 7.72 kg de MS/ha/mm de agua. 2) La TAMS fue mayor durante los períodos de lluvia y disminuyó en forma drástica en los períodos de sequía. 3) La aplicación de 75 kg/ha de N no produjo aumento en la producción de MS, proporción de tallos, contenido de PC y DIVMO, pero ocasionó una disminución en la proporción de hojas y un incremento en la cantidad de material muerto de *A. gayanus*. 4) El corte de las plantas de *A. gayanus* a 30 cm sobre el suelo favoreció la producción de MS y la disminución en la proporción de hojas. 5) Los menores intervalos entre cortes provocaron un aumento en el contenido de hojas y una disminución del material muerto. Los cortes cada seis y ocho semanas favorecieron la máxima TAMS de *A. gayanus*.

## Summary

The effects of cutting heights and N application on the accumulation rate of dry matter (ARDM), crude protein (CP) content, and of in vitro organic matter digestibility (IVOMD) of an *Andropogon gayanus* pasture were studied. The experiment was carried out in the Pascua Valley, Guárico State, Venezuela, (latitude  $9^{\circ}13' N$  and longitude  $65^{\circ}59' E$ ) in soil with a pH value of 6.1 and 5.5, 3.8, and 0.78 meq/100 g of Ca, Mg, and K, respectively. The annual applications of N (main plots) were 0 and 75 kg/ha; cutting heights (subplots) were 15 and 30 cm above soil level; and cutting frequencies (sub-subplots) were 4, 6, 8, and 10 weeks. For each cut the ARDM, CP content, and IVOMD were measured. The results were analyzed over the total evaluation period of 38 weeks and during 20 weeks of maximum precipitation.

A significant correlation ( $r = 0.57^*$ ) was found between soil humidity and ARDM of *A. gayanus*, producing an average of 7.72 kg/ha of dry matter per mm of water. The application of 75 kg/ha of N did not increase dry matter production, nor the quantity of stems, CP content, and IVOMD. Instead, it caused a reduction in leaf quantity and an increase in dead material. The interaction of N with the cutting height influenced ( $P \leq 0.01$ ) the ARDM, resulting in yield reduction when the grass was cut at 15 cm above soil level and fertilized with 75 kg/ha of N. Cutting the grass at 30 cm above soil level favored the dry matter production and reduced the quantity of leaves. The maximum ARDM occurred when the cutting was performed every six to eight weeks.

## Referencias

- Anslow, R. C. y Green, J. O. 1967. The seasonal growth of pasture grasses. *J. Agric. Sci.* 68:109:122.
- Association of Official Analytical Chemists' (AOAC). 1975. Official methods of analysis of the association of analytical chemists. 12 ed. Washington, D.C. 1094 p.
- Arias, I. y Riera, J. 1978. Diagnóstico regional. Caracterización agroclimática de la región oriental de Guárico. Estación experimental del Nor-oriente de Guárico, Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín no. 2. 54 p.
- Berroterán, J. L. y García, L. 1986. Crecimiento y producción de biomasa de *Andropogon gayanus* Kunth en el período de establecimiento en sabanas de Venezuela. *Pasturas tropicales-boletín* 8(3):2-8.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1977. Programa de Ganado de Carne. Informe anual 1976. 75 p.
- . 1978. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1977. 123 p.
- Cisse, M. I. y Breman, H. 1980. Influence de l'exploitation sur un pasturage d'*Andropogon gayanus* Kunth vr. tridentatus. *Revue d'Elevage et de Médecine des Pays Tropicaux* 33:407-416.
- Faría, J.; Barreto, L.; Arias, I. 1982. Forrajes y pastizales en los Llanos Centrales. FONAIAP Divulga 1:4-14.
- FONAIAP (Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 1977. La estación experimental del Nor-oriente de Guárico. Síntesis del diagnóstico regional. Boletín no. 1. 84 p.

- Haggar, R. G. 1970. Seasonal production of *Andropogon gayanus*. I. Seasonal changes in yield components and chemical composition. J. Agric. Sci. 74:487-494.
- Henzell, E. F. y Stirk, G. B. 1963. Effects of nitrogen deficiency and soil moisture stress on growth of pasture grasses at Samford, south-east Queensland. 1. Results of field experiments. Aust. J. Exp. Agric. and Anim. Husb. 3:300-306.
- Jones, C. A. 1979. The potential of *Andropogon gayanus* Kunth in the Oxisol and Ultisol savannas of tropical América. Herb. Abs. 49:1-8.
- y Carabaly, A. 1981. Some characteristics of the regrowth of 12 tropical grasses. Trop. Agric. 58: 37-43.
- Pedreira, J. V.; Nuti, P.; Campos, B. E. 1975. Competição de capims para produção de materia seca. Boletín de Industria Animal 32:319-323.
- Plasentis, I. 1977. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. 112 p.
- Stobbs, T. H. y Hutton, E. M. 1974. Variation in canopy structures of tropical pastures and their effects on the grazing behavior of cattle. Proceedings. 12o. Int. Grassl. Cong. Moscow, Russia, 1974. p. 680-685.
- Tilley, J. M. y Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc. 18:104-111.
- Torres, G. 1983. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Mantecal, Venezuela. En: Pizarro, E. A. (ed.). 2a. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Cali, Colombia, 1982. Resultados 1979-1982, CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Cali, Colombia. p. 680-685.
- Urdaneta, I. 1983. Establecimiento y producción de gramíneas forrajeras en Guachi, Venezuela. En: Pizarro, E. A. (ed.). 2a. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Cali, Colombia, 1982. Resultados 1979-1982, CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Cali, Colombia. p. 403-416.
- Wilson, J. R. 1981. Effects of water stress on herbage quality. En: Smith, J. A. y Haya, V. W. (eds.). Proceedings. 14th. Int. Grassl. Cong., Lexington, Kentucky, 1981. Westview Press, Boulder, Colorado. p. 470-472.