

CURVA DE CRECIMIENTO DEL PASTO LLANERO (*Andropogon gayanus* Kunth) DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA EN EL NORTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

Alejandro Ayala Sánchez^{1*}, Jorge A. Basulto Graniel²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatepec. Correo-e: ayalasa@hotmail.com

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá. Correo-e: basulto.jorge@inifap.gob.mx

* Autor para correspondencia

RESUMEN

El pasto llanero se ha mostrado prometedor para el mejoramiento de la ganadería del norte de Yucatán. En este trabajo se describe la curva de crecimiento ininterrumpido del pasto, mostrando que bajo un período de lluvia normal para la zona es capaz de producir en siete meses y en forma lineal un total de 11.6 ton/ha de MS, de las cuales, en promedio de 12 cortes, el material verde constituyó el 80% mientras que el restante 20% fue el material muerto; la hoja verde y el tallo verde, constituyentes del material verde, promediaron 42.7 y 57.3%, respectivamente. La inflorescencia de llanero se presentó en noviembre y constituyó el 10% del forraje total. Se concluye que llanero es un pasto con alto potencial para la zona norte del estado de Yucatán.

Palabras clave: *Ilanero, Andropogon gayanus, Yucatán, crecimiento*

ABSTRACT

Andropogon gayanus is a promise material for development of the North of Yucatan animal husbandry. This work describes the continue growing curve of llanero grass, which under normal rain station did show in seven months its capacity to produce a total of 11.6 ton/ha of DM (dry matter). From this forage produced, in average from 12 cuts, llanero contains 80% of green material and 20% of death material; green leaf and green stem, as part of green material, constituted in average, 42.7 and 57.3%, respectively. The inflorescence of llanero was present at November and constituted a 10% of the total forage produced. It was conclude that llanero is a grass with high potential for the animal husbandry at North of Yucatan.

Key words: *Andropogon gayanus, growth, Yucatan, forage production*

INTRODUCCIÓN

Llanero fue evaluado por primera vez en Yucatán en 1981 junto con otros diez pastos, resultando 230% más productivo que el testigo Buffel (CIAPY, 1983). Este resultado incentivó a los investigadores a iniciar toda una serie de evaluaciones que actualmente dan al llanero el papel del material más prometedor para el norte de Yucatán.

Las evaluaciones agronómicas que ponen de relieve la alta productividad forrajera de llanero, su tolerancia a sequía y su no afectación por plagas y enfermedades son las de Ayala *et al.* (1990), Ayala y Basulto (1990) y Basulto (1990).

El establecimiento de pasturas de llanero ha sido atendido por Ayala (1987) usando el método de siembras semi-ralas con resultados aceptables de establecimiento al segundo año; Castillo y Ayala (1990) probando métodos de siembra por rayado, espeque y voleo y densidades de siembra; Basulto (1988) buscando el ajuste de fertilización con P y K para la asociación de llanero con *Centrosema brasilianum*; Basulto (1990) probando densidad de siembra; y Ayala *et al.* (1990) evaluando el establecimiento de llanero en asociación con cuatro leguminosas forrajeras.

Un asunto que ha merecido interés de parte de los investigadores es la multiplicación de semilla de llanero. Carvajal (Comunicación personal) señala que este pasto es capaz de producir hasta 200 kg de semilla cruda por hectárea en el oriente de Yucatán, por su parte Ayala (1987) reporta experiencias de dos años de cosecha de semilla que han permitido obtener desde 70 hasta 204 kg/ha de semilla cruda. Actualmente, se conduce un experimento que busca el mejor manejo precosecha a través de la uniformización y la fertilización con N y P (Basulto, comunicación personal).

Ayala (1990) evaluó la persistencia de llanero al pastoreo, encontrando alto

desperdicio de forraje a pesar de haber manejado carga animal considerada como alta para la zona (2.0 animales/ha) y fluctuaciones de esta por época. Esto, debido a las rápidas respuesta de llanero a los cambios ambientales y sobre el particular advierten Peralta *et al.* (1997) al indicar que este pasto debe ser manejado cuidadosamente en el pastoreo.

Se sabe que el conocimiento de los cambios en productividad de un pasto permiten contar con fuertes bases para prever un buen manejo del pastoreo y eficientes prácticas de conservación. Bajo esta premisa se han desarrollado una buena cantidad de trabajos experimentales, que para el caso que nos ocupa mencionaremos los conducidos por Hagggar (1970) quien al describir los cambios estacionales en los componentes de producción y composición química de llanero concluyó que a través de la mayor parte de su crecimiento estacional, este pasto no provee un adecuado aporte de proteína cruda, calcio y particularmente fósforo para el normal crecimiento del ganado, especialmente después que la floración fue completada a finales de octubre.

Abaunza (1982, citado por Toledo y Fisher, 1989) realizó un análisis comparativo de las curvas de crecimiento de nueve gramíneas, entre las que se encontraba *A. gayanus*. Durante el período seco llanero creció lentamente con diferencias significativas sólo hasta las 16 semanas cuando había acumulado cerca de 2000 kg/ha de MS; sin embargo, durante el período lluvioso, llanero superó a las demás entre la tercera y novena semanas de rebrote cuando acumuló cerca de 8000 kg/ha de MS; luego de 12 semanas, llanero dejó de crecer, llegando en este momento a 10,000 kg/ha de MS.

Lascano y Thomas (1989) hacen una recopilación de información publicada sobre los cambios de calidad de *A. gayanus* y concluyen que el contenido de proteína es

menor que el de *P. maximum*, *Brachiaria decumbens* y *B. ruziziensis*, pero similar al de *H. rufa*; el nivel de proteína cruda en las hojas es inicialmente alto, se reduce rápidamente con la edad y llega a niveles críticos a las 15 semanas o más de rebrote, comportamiento que es similar al de otras gramíneas tropicales; la digestibilidad de *A. gayanus* es cercana a 54 %.

Como se mencionó, llanero está en proceso de convertirse en una realidad en el campo yucateco. La ausencia de estudios de manejo del pastoreo para la región no permite hacer recomendaciones contundentes debido a la falta de conocimiento del comportamiento del pasto bajo diferentes manejos y a través del tiempo. Una posibilidad de obtener información que ayude a prever un uso adecuado de este pasto es el conocimiento preciso de los cambios naturales que ocurren en la producción forrajera de llanero bajo las condiciones de la zona norte del estado de Yucatán.

El objetivo del trabajo fue describir la curva de crecimiento del pasto llanero durante la época lluviosa del norte del estado de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en una pradera de cinco años de edad, ubicada en los terrenos del Campo Experimental Mocochará del INIFAP y su duración fue de siete meses.

La pradera fue quemada en abril de 1991, tomándose esta fecha como el inicio de período de crecimiento. No se aplicaron fertilizantes ni herbicidas por ser de poco monto la maleza, además, al corte se tuvo la precaución de no incluirlas en la muestra.

La curva de crecimiento ininterrumpida durante la época lluviosa fue obtenida a través del muestreo de áreas diferentes a intervalos quincenales, a

excepción del primero. Las parcelas fueron de 4 X 4 m con una parcela útil de 9 m². El diseño fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Se determinó por corte a 10 cm del suelo la producción total de MS por hectárea y la separación de componentes de producción del pasto (hoja, tallo, material muerto e inflorescencia), la altura promedio y el número de plantas por parcela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos de este experimento corresponden a la edad de crecimiento del pasto, siendo doce y que van desde 63 días después de la quema realizada el 17 de abril hasta los 217 días que es el último muestreo del 20 de noviembre del mismo año y terminación del período lluvioso.

Los datos recabados para cada uno de los componentes de producción fueron sometidos a análisis de varianza y separación de medias por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Olivares, 1989). Las curvas de producción por componente se ajustaron por regresión lineal según el método de mínimos cuadrados (Little y Hills, 1987).

En el Cuadro 1 se presentan las condiciones climáticas durante el período de evaluación, el cuál abarcó siete meses desde la quema hasta la última fecha de evaluación. Puede apreciarse que la precipitación se distribuyó homogéneamente durante el período de conducción, a excepción del segundo muestreo donde sólo ocurrieron 6 mm distribuidos en cinco días de 14. En total se recibieron cerca de 700 mm en 80 días de lluvia de los 217 días que duró la evaluación. Por su parte, la temperatura se mantuvo más o menos uniforme a través de los primeros seis meses de conducción para descender con la entrada del período invernal, que es donde ocurre el inicio de la floración de este

pasto, sin embargo, la respuesta de la floración en llanero está dada por el fotoperiodo y la escasez de precipitación (Peralta *et al.*, 1987).

Plantas por área. Las parcelas utilizadas para el presente trabajo mostraron uniformidad en densidad de plantas (de 0.9 a 1.9 plantas/m²), sin embargo, como se discutirá más adelante, existieron reducciones de la biomasa acumulada de la mayoría de los componentes los cuales no pueden ser explicados en cuanto a distribución y cantidad de la precipitación.

Altura de plantas. La altura promedio de plantas de llanero alcanzó un máximo de 251 cm en 217 días de edad (Cuadro 2). La separación de medias indica que entre 63 y 217 días de edad existieron cinco fases de crecimiento ($P < 0.05$); las tres primeras que se superponen entre sí, corresponden a un desarrollo vegetativo siempre ascendente, con un incremento sustancial y último durante el mes de septiembre; entre finales

de septiembre y principios de octubre tiene lugar la cuarta fase, con incremento de 3 cm/día como respuesta a la elongación de tallos florales; estos continúan creciendo durante el mes de octubre a una tasa diaria de 6 cm/día, estabilizándose en la quinta fase en alrededor de 250 cm a partir de los 189 días de edad.

Forraje total. El forraje total de la curva de crecimiento ininterrumpida para el período lluvioso fue de 1.7 a 11.6 ton/ha de MS. La separación de medias muestra como los grupos se van entrelazando por los incrementos suaves en la disponibilidad forrajera total (Cuadro 3). Se destaca el incremento a partir de los 189 días, el cual parece tener relación con la elongación de los tallos florales como se discutirá más adelante. El ajuste por regresión lineal de la curva muestra un incremento ($b = 44.96$) constante a medida que aumenta la edad; el coeficiente de correlación para esta variable fue de 0.96 con un nivel de significancia de 0.001 (Figura 1).

Cuadro 1. Condiciones climáticas durante la evaluación de la curva de crecimiento del pasto llanero en el período lluvioso del norte de Yucatán.

Fecha	Edad (Días)	Lluvia (mm)		Días de lluvia		Temperatura °C/período		
		Periodo	Acumulado	Periodo	Acumulado	max	min	Promedio
Jun 19	63	175	175	14	14	36	21	29
Jul 3	77	6	182	5	19	33	21	27
Jul 18	92	35	216	6	25	35	20	28
Ago 2	107	64	280	6	31	35	20	28
Ago 14	119	43	322	6	37	33	20	27
Ago 28	133	52	374	5	42	35	20	28
Sep 11	147	86	459	10	52	33	20	27
Sep 25	161	61	520	9	61	32	20	26
Oct 9	175	38	558	8	69	32	20	26
Oct 23	189	95	653	8	74	30	18	24
Nov 6	203	17	669	4	78	32	19	26
Nov 20	217	21	691	2	80	27	14	21

Cuadro 2. Número de plantas por área y altura promedio de plantas del pasto

Llanero durante el periodo lluvioso en el norte de Yucatán.			
Edad (días)	Plantas/m ²	Altura promedio (cm)	
63	1.6	72	e
77	0.9	79	de
92	1.8	82	de
107	1.4	82	de
119	1.9	89	de
133	1.6	96	d
147	1.9	104	cd
161	1.6	130	c
175	1.6	173	b
189	1.4	258	a
203	1.4	246	a
217	1.7	251	a

Separación de medias por Tukey al 5%

Cuadro 3. Componentes de producción del pasto llanero durante el período lluvioso en el norte de Yucatán.

Edad (días)	Componentes (kg/ha MS)					
	Total	M. Verde	Hoja	Tallo	M. muerto	Inflorescencia
63	1174 e	1174 c	723	451 c	0 d	0
77	1742 e	1742 c	1175	567 c	0 d	0
92	3094 de	2349 c	1205	1144 c	745 bcd	0
107	2877 de	2415 c	1168	1247 c	462 cd	0
119	5305 cde	3867 bc	1945	1922 c	1438 abcd	0
133	5068 cde	3553 c	1812	1721 c	1535 abc	0
147	5697 cde	4284 bc	2129	2155 c	1413 abcd	0
161	6761 bcd	5427 abc	2212	3215 bc	1334 abcd	0
175	7261 abcd	5006 abc	2071	2935 c	2255 ab	0
189	9543 abc	7642 ab	1746	5896 ab	1901 abc	0
203	10783 ab	8129 a	1316	6813 a	1517 abcd	1137
217	11658 a	8223 a	904	7319 a	2348 a	1087

Separación de medias por Tukey al 5%

En un ensayo similar al presente Hagggar (1970) obtuvo producciones de MS que fueron alrededor de 800 hasta 3000 kg/ha con 14 y 140 días de rebrote después de un corte de uniformidad, respectivamente. La curva tuvo un comportamiento ascendente y la precipitación durante el

período de evaluación fue de 935 mm (promedio de cuatro años). En Quilichao, Colombia, Abaunza (1982, citado por Toledo y Fisher, 1989) encontró que bajo un balance hídrico de +133 mm durante 15 semanas, *A. gayanus* acumuló 8 ton/ha de MS a la edad de nueve semanas, pero

luego de 12 semanas dejó de crecer. Estos resultados con *A. gayanus* en África y Colombia evidencian el fuerte potencial productivo durante el período lluvioso del pasto en el norte de Yucatán en donde la producción a 147 días se encontró en un 69% más alta que la reportada por Hagggar (1970) y con un incremento lineal hasta 31 semanas.

Material verde. La materia verde total de llanero fue de 1.7 hasta 8.2 ton/ha de MS con 63 y 217 días de edad (Cuadro 3). Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, formando un grupo más o menos homogéneo de 63 hasta 175 días y otro de 161 hasta el final del período, este último con mayor disponibilidad de forraje verde. El incremento hacia el final de la curva está determinado, nuevamente, por el aumento en la cantidad de MS de tallos como respuesta al fotoperíodo ya que la hoja, por su parte, presenta un claro descenso en su participación a partir de los 175 días de edad.

La relación entre la producción de material verde total y la edad se correlacionaron estrechamente ($r = 0.96$) con un valor positivo de la pendiente de 33.77 ($P < 0.001$) (Figura 2).

De acuerdo a los índices propuestos por Blackman (1968) y Hunt (1978), ambos citados por Barroterán y García (1986), se calcularon la Producción Acumulada de Biomasa o tasa de acumulación (PAB) y la Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC), sin considerar el material senescente (Cuadro 4).

La tasa de acumulación fue muy similar hasta los 175 días, con caídas de la producción acumulada a 77, 133 y 175 días de edad. Tales descensos no presentan relación con la ocurrencia de la precipitación ni su distribución en días, el número de plantas por parcela ni con variación en alguno de los dos componentes del material verde (hoja y tallo); de esta manera, sólo son atribuibles a la variación de la producción entre parcelas de diferente

fecha de muestreo. El incremento de los valores de la PAB de 189 días en adelante es debido al incremento, en casi 300% de la MS de tallo en estos tres muestreos con respecto a los nueve anteriores (Cuadro 3). La máxima tasa de acumulación fue encontrada a los 189 días con 40 kg/ha de MS por día, la cual es muy baja comparada con la máxima encontrada por Barroterán y García (1986) en *A. gayanus* a los 56 días después de la siembra y que fue de 155 kg/ha por día.

La TAC presentó fuertes variaciones a través del período experimental, llegando a presentar valores negativos en tres ocasiones y en fechas coincidentes con los descensos de la PAB, en consecuencia, sin relación alguna a los ya mencionado para la PAB. El valor máximo encontrado a los 189 días es inferior en un 67% al reportado por Barroterán y García (1986) para *A. gayanus* a los 56 días después de la siembra.

Hoja verde. La hoja en estado fresco fue el componente de mayor variación durante el período lluvioso. Presentó un período estable de 63 a 107 días con poco más de una ton/ha, incrementando gradualmente su aportación de esta última fecha hasta 161 días donde alcanzó su pico máximo con 2.2 ton/ha de MS para luego descender hasta 900 kg/ha de MS (Cuadro 3). El análisis de varianza no arrojó diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$) y cuyo resultado parece confiable ($CV=37\%$). Los datos de hoja no se ajustaron a la regresión lineal ($r = 0.16$).

Los altibajos de la producción acumulada de hoja no guardan relación con variaciones en la cantidad y distribución de la precipitación, que como ya se mencionó presentó una ocurrencia muy aceptable (Cuadro 1). Estos cambios se explican por una acelerada y acumulativa senescencia de las hojas, acompañada de cambios estructurales debidos, principalmente, a la elongación de tallos florales. Hagggar (1970) analizando los componentes de *A. gayanus* encontró que durante el período lluvioso de

Shika, Nigeria, la producción de hoja total se incrementó firmemente durante el desarrollo del experimento (agosto–noviembre), sin embargo, la proporción de hojas verdes fue más alta al principio de

octubre, al tiempo que había un fuerte incremento de nuevas hojas expandidas sobre los tallos florales en elongación. En tanto que de aquí en adelante la proporción de hojas secas se incrementaba.

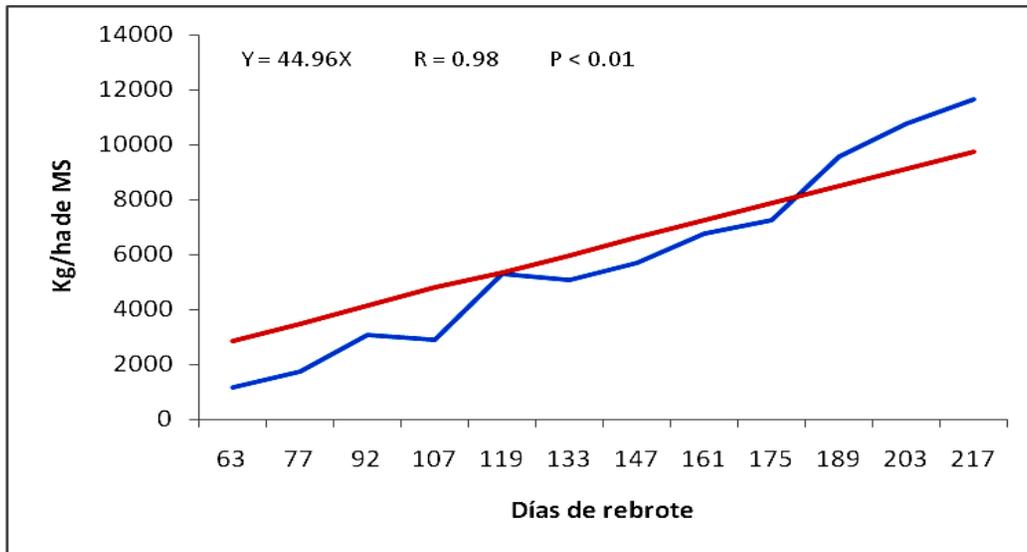


Figura 1. Relación entre la producción de forraje total de llanero y días de rebrote después de la quema en la época lluviosa del norte de Yucatán

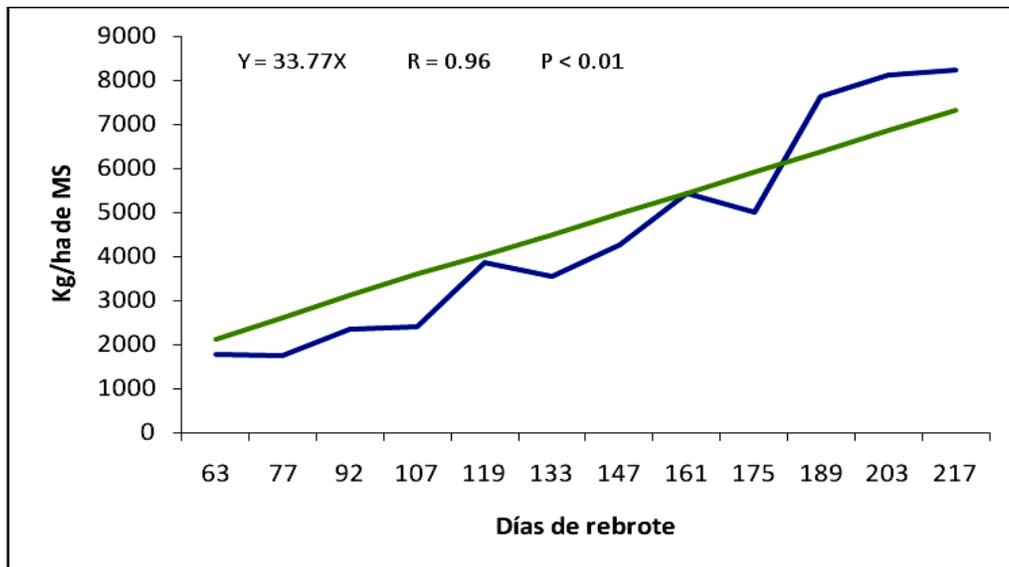


Figura 2. Relación entre la producción de materia verde de llanero y días de rebrote después de la quema en la época lluviosa del norte de Yucatán

Cuadro 4. Variables de crecimiento de llanero en base a la producción de materia verde total en

la época lluviosa del norte de Yucatán.

Edad	PAB ¹	TAC ²	CPF ³	H/T ⁴
63	28.2	28.2	0.75	2.9
77	22.6	- 2.3	0.67	2.1
92	25.5	40.5	0.39	1.1
107	22.6	4.4	0.41	0.9
119	32.5	121.0	0.37	1.0
133	26.6	- 23.9	0.36	1.1
147	29.1	53.6	0.37	1.0
161	33.7	81.6	0.33	0.7
175	28.6	- 30.1	0.29	0.7
189	40.4	188.3	0.18	0.3
203	40.4	34.8	0.12	0.2
217	38.0	6.7	0.08	0.1

¹ PAB = Producción acumulada de biomasa o tasa de acumulación = Btx/tx en kg/ha/día, en donde Btx es la biomasa verde existente en el tiempo tx a partir de to.

² TAC = Tasa absoluta de crecimiento = (B2 – B1)/(t2 – t1) en kg/ha/día, en donde B1 y B2 es la biomasa medida en dos cosechas consecutivas.

³ CPF = Coeficiente de peso foliar = kg hojas/kg total parte aérea.

⁴ H/T = Relación hoja/tallo.

En la Figura 3 se muestra la relación que guardaron a través del ensayo la hoja verde y seca. La descripción que hace Hagggar (1970) de sus resultados se ajusta exactamente a los obtenidos en el presente, a excepción de que el pico máximo de hoja verde se alcanza aquí un mes antes de la máxima elongación de tallos y que la hoja senescente se presenta desde fechas muy tempranas (92 días de rebrote), mientras que en Shika aparece hasta principios de octubre.

En el trabajo del autor arriba mencionado los picos máximos de hoja total, verde y seca fueron de aproximadamente 1900, 1000 y 900 kg/ha de MS y se encontraron, respectivamente en noviembre 1, octubre 4 y noviembre 1, mientras que los respectivos de este ensayo fueron de 4326, 2212 y 2347 con fechas correspondientes a octubre 9, septiembre 25 y noviembre 20. Así pues, el potencial de *A. gayanus* en el norte de Yucatán y con

respecto a Shika, Nigeria, parece estar, en lo que a hoja se refiere, en un 128% arriba en producción total, sin embargo, la senescencia de hoja en Yucatán parece ser mucho más acelerada, lo que a fin de cuentas parece no demeritar la disponibilidad de hoja que casi siempre estuvo por arriba de la tonelada/ha de MS. Esta característica de hojosidad es lo que le permite que a pesar de ser *A. gayanus* un pasto de mediana a baja calidad nutritiva (Jones, 1979) los animales en pastoreo tengan la oportunidad de seleccionar las fracciones ricas en nutrimentos y lograr aumentos de peso durante el período de lluvias (Laredo y Gómez, 1982). En el norte de Yucatán se han obtenido hasta 500 gr/animal/día durante el período lluvioso con pastoreo rotacional (7/35) y carga animal de 1.4 novillos por hectárea, esto a través de una alta disponibilidad de forraje (6116 kg/ha de MS) con una producción de casi el 20% de hoja verde (Ayala, 1990).

Lo arriba discutido realza la importancia que la hoja verde tiene dentro de los componentes de producción de llanero. Por lo que de acuerdo a lo citado por Barroterán y García (1986) y Toledo y Fisher (1989) se procedió a calcular el Coeficiente de Peso Foliar (CPF) y la relación Hoja/Tallo (H/T) que nos permitan incrementar la apreciación del aporte de hoja a la producción forrajera total y su relación con el otro componente más dinámico de *A. gayanus*, el tallo.

El CPF disminuyó con la edad, lo cual significa un menor peso de hojas en relación con el peso total de la parte aérea. Esta disminución fue gradual y suave a excepción de la última edad que presentó una caída drástica; los valores máximo y mínimo son de 0.75 y 0.08 (Cuadro 4). En los llanos de Venezuela, Barroterán y García (1986) encontraron asimismo una

disminución del CPF con la edad después de la siembra de *A. gayanus*; sus valores máximo y mínimo fueron de 0.70 y 0.27 respectivamente y se encontraron a los 28 y 154 días de edad. En Quilichao, Colombia, cortando en forma secuencial parcelas cada tres semanas durante tres períodos de 18 semanas, Abaunza (citado por Toledo y Fisher, 1989) encontró que el CPF disminuyó con la edad en dos épocas lluviosas, pasando de 0.75 a 0.45 el primer año y de 0.60 a 0.30 el segundo, ambos de cuatro semanas de rebrote para el valor máximo y de 14 semanas de rebrote para el valor mínimo. En este último trabajo los valores observados son considerados como altos y se recalca la capacidad de *A. gayanus* de mantener material fotosintético aún en períodos críticos de balance hídrico (BH = -114 mm) como ocurrió durante la sequía.

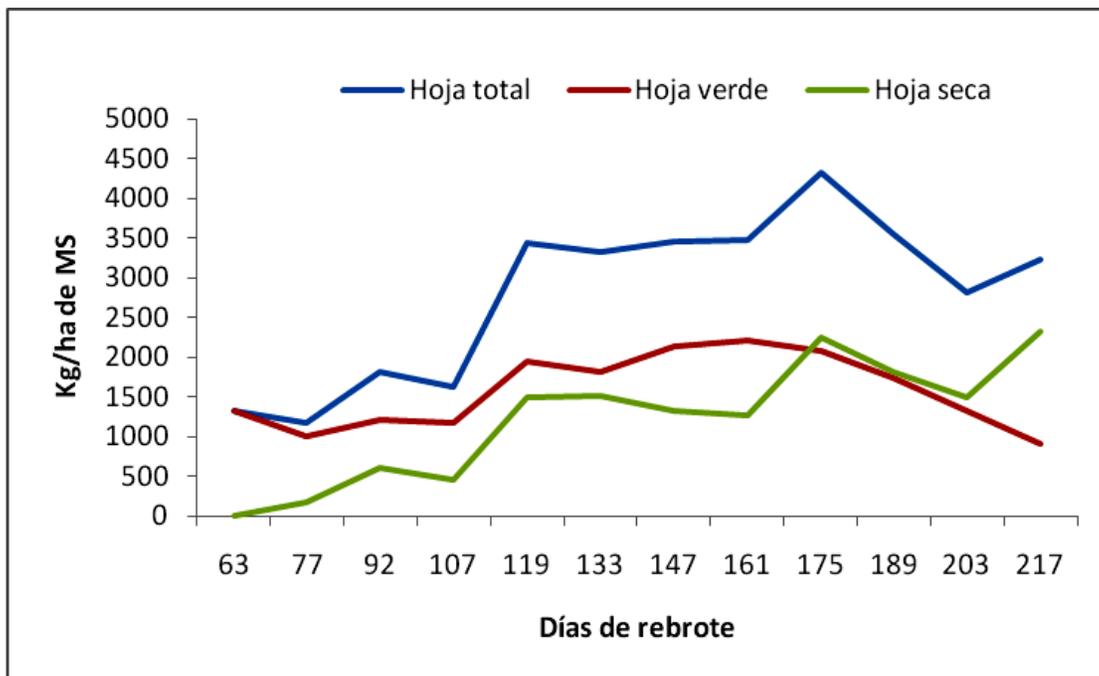


Figura 3. Comportamiento de la hoja total, verde y seca del pasto llanero después del rebrote y durante la época lluviosa en el norte de Yucatán.

En consideración a los valores del CPF citado arriba y a la escasa edad que

les corresponde, podemos afirmar que *A. gayanus* en el norte de Yucatán mantiene

un elevado CPF a través de todo el período lluvioso, que el bajo valor obtenido en noviembre 20 (¡31 semanas después de la quema!) es probablemente un indicativo de los problemas que enfrentan los pastos a temporal con la entrada de la sequía en Yucatán.

La relación hoja verde/tallo (H/T) va de más a menos según avanza la edad del pasto. Entre 63 y 92 días la relación es alta, de 92 a 147 días se iguala y de 147 en adelante la relación es baja hasta llegar a un valor de 0.1 (Cuadro 4). A través del período lluvioso (jun – nov) en el norte de Yucatán y manejando cargas animal de 2.0, 1.5 y 1.0 animales/ha con pastoreo rotacional, Ayala (1990) encontró relaciones hoja/tallo para cada una de las cargas de 0.63, 0.70 y 0.74, respectivamente, como promedio de varios muestreos por época. Los datos encontrados en este experimento y los referidos, indican que *A. gayanus* mantiene una buena relación hoja/tallo durante los dos primeros tercios de la temporada de lluvias pero que posteriormente, la fuerte elongación de tallos florales y la rápida senescencia de hojas disminuyen esta relación.

Tallo verde. La curva de producción de tallo para el período lluvioso se mantuvo entre 451 y 7319 kg/ha de MS a las edades de 63 y 217 días de rebrote. La separación de medias ($P < 0.05$) formó dos grupos de producción, el primero va de 63 a 175 días con producción máxima de 3.2 ton/ha de MS y el segundo de 189 a 217 días con una producción mínima de 5.9 ton/ha de MS, es decir, una diferencia entre producciones máxima y mínima entre grupos de 2.7 toneladas (Cuadro 3). Esta separación deja claro el fuerte efecto que la elongación de tallos florales tiene sobre el comportamiento de la curva de producción total. Todavía más, a esta fuerte influencia del tallo debe sumársele la de la inflorescencia que

alcanzó más de una tonelada de MS en los dos últimos muestreos (Cuadro 3) y que obviamente inhibe el desarrollo de hojas por traslocación de la energía de la planta hacia estos dos componentes florales.

A pesar de los fuertes incrementos encontrados en las últimas tres evaluaciones, la curva de producción se correlacionó estrechamente ($r = 0.93$) a la edad, con un valor de la pendiente igual a 23.61 ($P < 0.001$) como se muestra en la Figura 4.

En los trabajos de Hagggar (1970) y Barroterán y García (1986) la cantidad de tallo se incrementó a medida que avanzó la edad, mientras que la hoja total se mantiene por arriba de la producción de tallo para posteriormente descender por debajo de este, ya mantenga una línea ascendente de producción o reduzca la misma. Este entrecruzamiento de líneas se dio a los 45 días después del rebrote en el trabajo de Hagggar (1970) y a los 84 días después de la siembra en el de Barroterán y García (1986), es decir, en estas fechas la relación hoja/tallo es igual a 1.0. Por nuestra parte, si consideramos la relación hoja total (verde + senescente) con tallo encontraremos que el cruzamiento de las líneas se da hasta los 189 días de edad del pasto.

Material muerto. El material muerto básicamente corresponde a hoja senescente. En el Cuadro 3 se observa que hasta 77 días no existió material muerto, que a 92 y 107 días hubo baja cantidad y que de 119 hasta 203 días se mantuvo por arriba de una tonelada para alcanzar su pico máximo a 217 días con 2.3 ton/ha de MS ($P < 0.05$). La relación entre la producción de material senescente y los días de desarrollo mostró un coeficiente de correlación alto ($r = 0.89$) con un valor de la pendiente de 9.42 ($P < 0.001$) según se observa en la Figura 5.

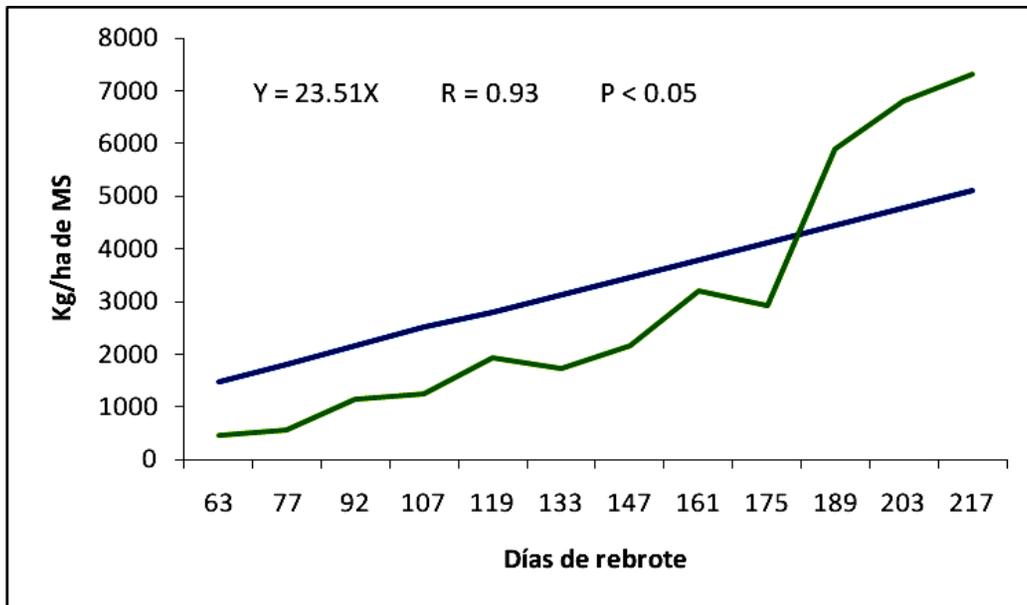


Figura 4. Relación entre la producción de tallo del pasto llanero y la edad de rebrote después de la quema y durante la época lluviosa en el norte de Yucatán.

En el trabajo de Haggar (1970) el material muerto apareció a los 60 días de rebrote (octubre 4) ascendiendo linealmente hasta alcanzar alrededor de 800 kg/ha de MS al final del experimento (noviembre 1). En nuestro trabajo el material senescente se presentó hasta los 90 días de rebrote y hacia noviembre 20 alcanzó 2.3 toneladas; en promedio de los 12 tratamientos el material muerto constituyó el 21% del forraje total de la curva de producción. Este porcentaje se ve fuertemente incrementado al hacer uso del pasto por animales en pastoreo; en el trabajo referido de Ayala (1990) el porcentaje de material muerto fue de 54% durante el período lluvioso, independientemente de la carga animal utilizada. Este alto porcentaje es consecuencia del alto grado de selectividad animal y el acelerado proceso de envejecimiento de las hojas de llanero, aún con cargas consideradas altas para la zona (Ayala, 1990).

Como se mencionó en el apartado de tallo verde, si se considera la relación

hoja total (verde + senescente) con tallo, los valores encontrados son altos (Figura 6) hasta casi el final del período lluvioso. Esto demuestra la elevada capacidad de *A. gayanus* de emitir hojas, que aunque de aparentemente rápida senescencia se mantienen adheridas a la planta hasta principios de octubre (Figura 3).

Inflorescencia. *A. gayanus* es una especie cuya floración está influida por un fotoperíodo crítico de 12 a 14 horas y temperatura óptima de 25 °C (Tompsett, 1976, citado por Ferguson, 1989). Bajo crecimiento ininterrumpido el pasto llanero inició la elongación de tallos a finales de septiembre y principios de octubre. En el Cuadro 2 se aprecian incrementos en la altura del pasto como efecto de esta elongación a las edades de 161 y 175 días, los incrementos sustanciales se dan en edades subsecuentes hasta alcanzar 251 cm al 20 de noviembre, sin que esto determine la fecha de cosecha para semilla.

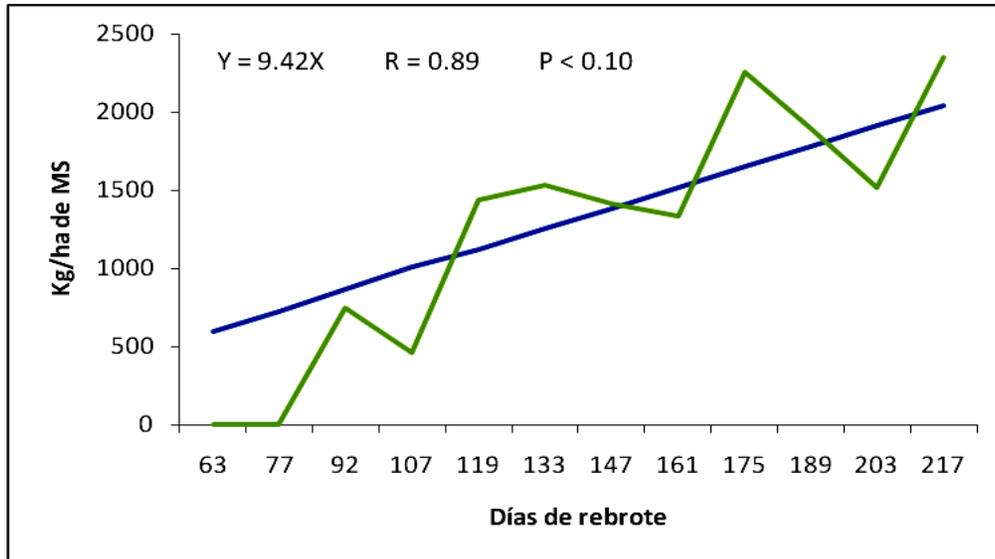


Figura 5. Relación entre la producción de material muerto total del pasto llanero y la edad de rebrote después de la quema y durante la época lluviosa en el norte de Yucatán.

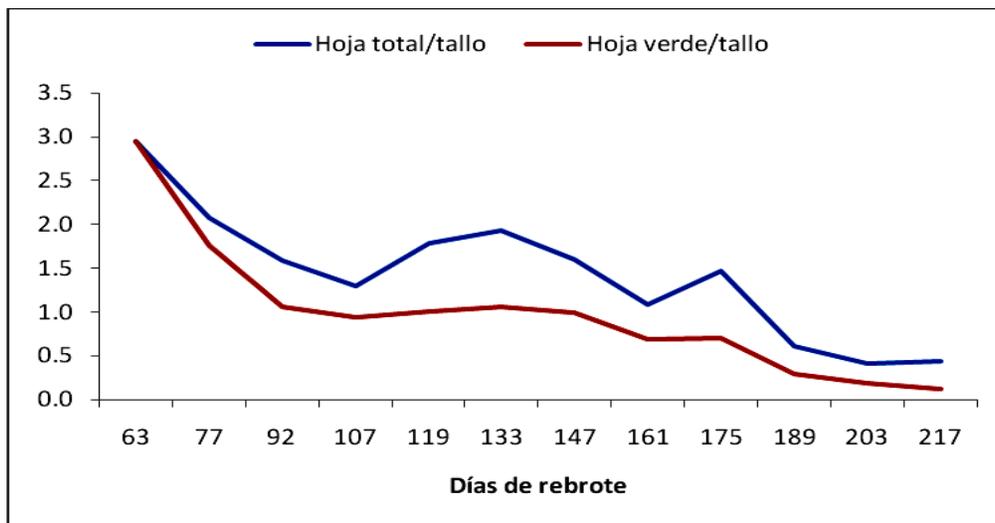


Figura 6. Relaciones hoja total/tallo y hoja verde/tallo del pasto llanero a diferentes edades de rebrote después de la quema y durante la época lluviosa en el norte de Yucatán.

Como la elongación primaria de tallos no incluye la aparición de la inflorescencia, esta sólo fue evaluada en los dos últimos muestreos. La definición de inflorescencia en Kg/ha de MS queda determinada por el peso seco de las espigas, propiamente dichas, sin incluir tallos florales.

En la Figura 7 están los componentes del pasto para los dos últimos muestreos de la curva de producción, observándose que el peso seco de la espiga constituyó el 11 y el 9% del forraje total disponible, valores similares a los aportes de hoja verde para las fechas correspondientes. El peso seco obtenido fue

sustancialmente mayor al reportado por Hagggar (1970), lo cual podría ser indicativo del potencial de producción de semilla en el norte de Yucatán.

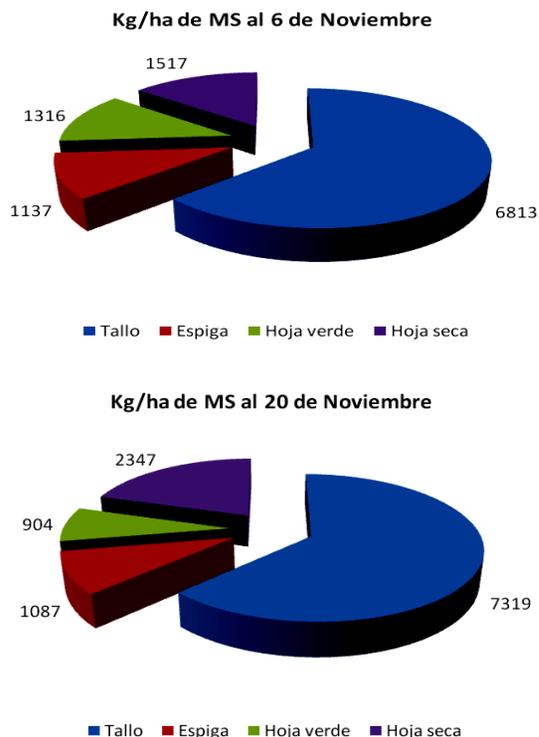


Figura 7. Componentes de producción del pasto llanero hacia el final del período lluvioso en el norte de Yucatán.

CONCLUSIONES

El pasto llanero presentó un elevado potencial de producción de forraje durante el período lluvioso en el norte de Yucatán. Con una precipitación de 700 mm bien distribuidos fue capaz de acumular cerca de 12 ton/ha de MS en 217 días, sin encontrar el punto de inflexión de la curva. Esta producción supera en mucho a cualquier otro pasto evaluado bajo temporal en la zona.

La materia verde total presentó un incremento lineal acumulando 8.2 ton/ha de MS en 217 días. Durante todo el período de evaluación el material verde constituyó más del 70% del forraje disponible. La PAB y la TAC presentaron variación en sus valores; sus máximos respectivos (40 y 188 kg/ha/día) se

encontraron a 189 días, siendo fuertemente influidos por la aparición del tallo.

La hoja en estado fresco fue el único componente que no presentó un incremento lineal con la edad. Las variaciones de la curva probablemente se deban a una rápida senescencia de hojas, acompañada de cambios estructurales influidos por la etapa de floración. Del forraje total de *A. gayanus*, la hoja verde constituyó el 75% en la primera edad, declinando su aportación hasta el 8% a 217 días, sin embargo, la disponibilidad fue casi siempre de más de una tonelada/ha de MS. El CPF de llanero fue alto a través del período experimental, disminuyendo a medida que avanzaba la edad. La relación hoja verde/tallo fue alta, disminuyendo aceleradamente a partir de fines de septiembre.

Durante todo el período lluvioso el material muerto se constituyó de sólo hoja senescente. Este presentó un incremento lineal a partir de 90 días, acumulando 2.3 ton/ha de MS al final del período experimental y aportando entre el 30 y el 14% del forraje total disponible. La relación hoja total/tallo se mantuvo por arriba de la unidad hasta los 175 días de edad.

El inicio de la floración de *A. gayanus* se presentó entre finales de septiembre y principios de octubre. En el mes de noviembre la inflorescencia constituyó el 10% de la producción total de MS; ello podría ser un indicativo del alto potencial de producción de semilla de *A. gayanus* en la zona norte de Yucatán.

LITERATURA CITADA

- Ayala, A. 1987. Establecimiento de *Andropogon gayanus* Kunth por el método de siembras semiralas en la Zona Henequenera de Yucatán. Tesis de Licenciatura. CESAEGRO-SARH. Cocola, Gro. 175 p.
- Ayala, A. 1990. Efecto de la carga animal sobre la persistencia del pasto llanero (*Andropogon gayanus*) en suelo Litosol en la Zona Henequenera de Yucatán. ERC, 1987 – 1989. En: Ayala, A. (redactor). Informe Técnico Anual del Programa Forrajes del CEZOHE, 1989. SARH – INIFAP – CIFAPY. Documento de trabajo.

- Ayala, A. y Basulto, J. 1990. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas en suelo Litosol en la Zona Henequenera de Yucatán. ERB, 1987–1989. En: Ayala, A. (redactor). Informe Técnico Anual del Programa Forrajes del CEZOHE, 1989. SARH – INIFAP – CIFAPY. Documento de trabajo.
- Ayala, A.; Basulto, J. y Carvajal, J. 1990. Establecimiento y producción de gramíneas forrajeras tropicales en suelo Cambisol en Tizimín, Yucatán. ERB, 1986 – 1989. En: Ayala, A. (redactor). Informe Técnico Anual del Programa Forrajes del CEZOHE, 1989. SARH – INIFAP – CIFAPY. Documento de trabajo.
- Ayala, A.; Lara, L. y Escobedo, J. 1990. Producción y persistencia de cuatro leguminosas puras y asociadas a dos pastos tropicales en la Zona Henequenera de Yucatán. En: Ayala, A. (redactor). Informe Técnico Anual del Programa Forrajes del CEZOHE, 1989. SARH – INIFAP – CIFAPY. Documento de trabajo.
- Barroterán, J. y García, L. 1986. Crecimiento y producción de biomasa de *Andropogon gayanus* Kunth en el período de establecimiento en sabanas de Venezuela. Pasturas Tropicales. 8(3): 2 – 8.
- Basulto, J. 1988. Ajuste de fertilización para el establecimiento de la asociación *Andropogon gayanus*/*Centrosema brasilianum* 5234 en suelo Litosol de la Zona Henequenera, Yucatán, México. I Reunión de RIEPT – CAC. INIFAP – CIAT. Veracruz, México. Pp 448 – 450.
- Basulto, J. 1990. Informe Técnico Anual del Programa Forrajes del CEUXMAL, 1989. SARH – INIFAP – CIFAPY. Muna, Yucatán. Documento de trabajo.
- Castillo, J. y Ayala, A. 1990. Evaluación del método y densidad de siembra para el establecimiento del pasto llanero en la Zona Henequenera de Yucatán. Memoria de la II Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria del CIFAP – Yucatán. SARH – INIFAP. Mérida, Yucatán. P. 93.
- CIAPY. 1983. Documento de la reunión celebrada sobre evaluación y programación de forrajes en la zona Sur de México. SARH – INIA. Apatzingán, Michoacán.
- Ferguson, J. 1989. Producción de semilla de *Andropogon gayanus*. En: Toledo, J.; Vera, R.; Lascano, C. y Lenné, J. (eds.). *Andropogon gayanus* Kunth. Un pasto para los suelos ácidos del trópico. CIAT. Cali, Colombia. Pp. 69 – 104.
- Haggar, R. 1970. Seasonal production of *Andropogon gayanus*. I. Seasonal changes in yield components and chemical composition. J. Agric. Sci. Camb. 74(3): 487 – 494.
- Jones, A. 1979. The potential of *Andropogon gayanus* Kunth in the Oxisol and Ultisol savannas of Tropical America. Herbaje Abstracts. 49(1): 1 – 8.
- Laredo, C. y Gómez, J. 1982. Valor nutritivo de pastos tropicales. 4. Pasto Carimagua 1 (*Andropogon gayanus* Kunth). Anual y estacional. Revista ICA. 17(1): 29 – 36.
- Lascano, C. y Thomas, D. 1989. Calidad de *Andropogon gayanus* y productividad animal. En: Toledo, J.; Vera, R.; Lascano, C. y Lenné, J. (eds.). *Andropogon gayanus* Kunth. Un pasto para los suelos ácidos del trópico. CIAT. Cali, Colombia. Pp. 265 – 294.
- Little, T. y Hills, F. 1987. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas. 7ª reimpresión. México, D.F. 270 p.
- Olivares, E. 1989. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 1.4. Facultad de Agronomía UANL. Marín, Nuevo León.
- Peralta, A.; Ramos, A.; Enríquez, J.; Cigarroa, A.; Palomo, J. y Córdova, A. 1987. Pasto llanero (*Andropogon gayanus* Kunth) una alternativa para el trópico de México. SARH – INIFAP. Veracruz, México. Folleto técnico No. 2. 17 p.
- Toledo, J. y Fisher, M. 1989. Aspectos fisiológicos de *Andropogon gayanus* y su compatibilidad con las leguminosas forrajeras. En: Toledo, J.; Vera, R.; Lascano, C. y Lenné, J. (eds.). *Andropogon gayanus* Kunth. Un pasto para los suelos ácidos del trópico. CIAT. Cali, Colombia. Pp. 69 – 104.