

NUTRIÇÃO MINERAL DE *Andropogon gayanus* KUNTHVAR. *bisquamulatus* (HOCHST) HACK

I. RECRUTAMENTO DE MACRONUTRIENTES*

A.P. ORELLANA**

H.P. HAAG***

RESUMO

Sendo o capim gamba (*Andropogon gayanus* Kunth, var. *bisquamulatus* (Hochst) Hack) uma espécie promissora para a pecuária brasileira, este trabalho foi conduzido a fim de se determinar o peso de matéria seca, concentração e acúmulo de macronutrientes a partir dos 20 dias após a germinação até o florescimento.

* Entregue para publicação em 15/03/1982.

Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

** Escuela de Ciencias Veterinarias de la Universidad Centro-Occidental "Lisandro Alvarado", Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela.

*** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

Foi plantada uma área de meio hectare situada em uma terra roxa estruturada, convenientemente adubada. Em intervalos de 20 dias após a germinação até aos 140 dias, plantas foram coletadas e sub-divididas em folhas e caules. O material seco a 80°C foi analisado para N, P, K, Ca, Mg, S. A produção máxima de matéria seca foi verificada aos 80 dias representada, por 13,82 g/planta, correspondendo a 50.000 kg por hectare. Aos 80 dias de idade, a gramínea extraiu as seguintes quantidades dos nutrientes: 156,85 mg de N; 16,23 mg de P; 278,70 mg de K; 38,45 mg de Ca; 22,92 mg de Mg; 7,76 mg de S. Verificou-se que a concentração em P, K diminui nas folhas com a idade da planta; sendo que a concentração em N, Ca, Mg, S nas folhas não foi afetada. No caule houve uma diminuição em N, P, K, Ca e Mg com o aumento da idade, sendo que a concentração de S não foi afetada.

INTRODUÇÃO

A produção de carne bovina constitui a principal fonte proteica animal, sendo obtida através de animais em regime de pastejo. As regiões tropicais com mais de quatro meses de estação chuvosa, aliada a altas temperaturas, são muito promissoras para uma alta produtividade.

As regiões tropicais e sub-tropicais compreendem $4,5 \times 10^9$ hectares, das quais aproximadamente 50% é

coberta por oxisols* e utisols**, onde vinte e três por cento da área é representada por pastagens. O número total de bovinos é da ordem de 566×10^6 unidades, com uma produção de $7,7 \times 10^6$ toneladas de carne.

Contudo, a produção média de carne é somente sete toneladas por mil hectares de pasto (MANNETJE, 1978).

A pastagem natural constitui o principal alimento para a maioria dos ruminantes. As forrageiras são ingeridas pelos ruminantes em todos os estádios de desenvolvimento, porém, é conveniente lembrar que elas apresentam uma grande variação no seu valor nutritivo, tanto para o gado leiteiro, como para o gado de corte.

Nas regiões tropicais os solos apresentam em sua maioria índice de pH considerado ácido, além, da baixa disponibilidade de nutrientes e ocorrência frequente de teores elevados de alumínio e manganês trocáveis, com efeitos tóxicos para a maioria das gramíneas.

A falta de umidade no solo, aliada à seca nas terras bem drenadas, e inundação nas terras mal drenadas, acrescida da elevada capacidade de fixação de fósforo, causam o fornecimento inadequado deste nutriente para as forrageiras.

Diante dos custos elevados dos fertilizantes e tendo-se em vista que somente a calagem não é suficiente para aumentar a produção de biomassa, a identificação e emprego de espécies forrageiras que melhor se adaptam às condições de solo e clima, é o único modo de aumentar a produtividade animal.

* Solos com horizonte B, latossólicos, incluem a maioria dos latossois solos hidromórficos.

** Solos com horizonte B textural não hidromórficos, CTC < 24 emg/100 g; saturação de bases < 35%; inclui a maioria dos PVA e alguns TRE.

O capim (*Andropogon gayanus* Kunth), conhecido comumente como capim gamba, é uma espécie alta, perene, em touceirada e relatada como promissora na Austrália (GRAHAM, 1951), Brasil (EMRICH, 1967) e na Colômbia (C.I.A.T. 1978)*.

O crescimento de um vegetal pode ser expresso em termos de aumento no peso da matéria seca ou comprimento do caule. No início, a planta depende das reservas da semente e após o desenvolvimento do sistema radicular e a emergência das folhas, os processos anabólicos, dependentes da fotossíntese se traduzem por um rápido crescimento. Atingindo o tamanho definitivo, a planta inicia a fase de senescência, que se reflete na paralização da produção de substâncias orgânicas.

Vários autores procuraram avaliar o crescimento desta gramínea. Assim, BOWDEN (1963), comparando a produção de matéria seca obtida no primeiro corte de *Andropogon gayanus* crescendo em linhas, formando relvado e em plantas espaçadas, obteve 7.310; 6.578 e 5.815 kg/ha, indicando que a produção poderá ser influenciada pela forma de plantio; e que a semeadura em linhas pode dar altas produções de matéria seca. Existe pouca informação na literatura sobre a taxa de semeadura, densidade da população, que permitam fazer recomendações práticas.

SINGH & CHATTERJEE (1968) analisaram as produções de matéria seca de doze gramíneas perenes (*Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantham*, *Chloris gayana*, *Urochloa mozambicensis*, *Pennisetum polystachyum*, *Paspalum notatum*, *Pennisetum pedicellatum*, *Cenchrus ciliaris*, *Bothriochloa intermedia*, *Dichanthium annulatum*, *Dichanthium caricosum* e *Heteropogon contortus*), durante um período de três anos, adubadas sucessivamente, observaram que a produção anual de matéria seca em kg/ha de *Andropogon gayanus* e *Brachiaria brizantha* eram superiores às demais gramíneas,

* Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

quer quando cortadas quatro vezes ao ano com intervalos de seis a oito semanas na estação chuvosa, quer cortadas duas ou três vezes ao ano por ocasião do período da seca.

PEDREIRA **et alii** (1975), conduzindo um ensaio competitivo com três anos de uraço, instalado em um solo podzólico Vermelho Amarelo, Var. Laras, devidamente adubado, perfazendo quatro cortes anuais para produção de matéria seca envolvendo as gramíneas *Eriochloa polystachia*, *Brachiaria mutica*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria dictyoneura*, *Brachiaria spp.*, *Brachiaria sp.* (NO-63), *Panicum maximum*, *Digitaria pentzii*, *Digitaria decumbens*, *Digitaria valida*, *Digitaria diversineuris*, *Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia sp.* e *Setaria anceps*, constataram que, para o *Andropogon gayanus*, a produção média foi de 18.070 kg de matéria seca por hectare e por ano, quantidade esta superior à produzida pelas *Brachiarias*, *Digitarias*, *Hyparrhenia rufa* e *Setaria anceps*, não diferindo da produção apresentada pelo *Panicum maximum*.

A EMGOPA* (1979), em estudo sobre o crescimento estacional de *Andropogon gayanus* em um Latossol Vermelho Escuro de cerrado adubado com 30 kg de N/ha, 300 kg de P₂O₅/ha, 100 kg de K₂O/ha e 50 kg de ZnSO₄/ha, relata produções de matéria seca de 12.000 kg/ha, que é um valor satisfatório se considerarmos que nos cerrados, os dois solos de maior importância agrícola são o Latossol Vermelho-Amarelo (LVA) e o Latossol Vermelho-Escuro (LVE), os quais somam 52% dos solos desta região, cujas características são alta fixação de fósforo, carência generalizada de nutrientes, baixo índice de pH (4,2 a 4,5), alta saturação de alumínio (60%) e baixa capacidade de troca catiônica.

* Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária.

MATERIAIS E MÉTODOS

Andropogon gayanus Kunth var. *bisquamalutus* (Hochst) Hack, foi semeado em uma terra roxa estruturada em 12-11-80, em sulcos de 3 cm; espaçados de 50 cm na quantidade de 8 kg de sementes por hectare e adubado com 120 kg de P_2O_5 /ha e 60 kg de K_2O /ha. Procedeu-se à capinas e à aplicação de 2,4 - D-amina* na razão de 2 l/ha. Vinte dias após a germinação e a intervalos de 20 dias até ao florescimento aos 140 dias, procedeu-se à coleta de amostras representativas, entendendo-se por cada planta, um colmo.

Cortaram-se as plantas rente ao solo, dividindo - as em caules e folhas e tratadas de acordo com as instruções contidas em SARRUGE & HAAG (1974).

Determinou-se o peso da matéria seca e analisou-se para, N, P, K, Ca, Mg e S, segundo as técnicas descritas pelos autores pelos autores anteriormente mencionados.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise, segundo o modelo descrito por PIMENTEL GOMES (1973).

Análise da variância dos resultados referentes ao acúmulo de matéria seca, concentração e extração de nutrientes por folhas e pelos caules, em diferentes estádios de desenvolvimento.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para o ajuste das curvas de regressão às quantidades de matéria seca e nutrientes extraídos e concentração nas folhas e caules, e determinação dos pontos de mínimo, inflexão e máximo recaíram sobre aquela cujo componente mais elevado foi significativo a 5% de probabilidade.

* Dow Química, Fórmula 40, São Paulo - SP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

Verificam-se, pelo exame da Tabela 1, diferenças significativas nas folhas e na planta inteira. A produção máxima calculada para a planta deu-se aos 90,10 dias com 9,36 g por planta, abaixo do valor máximo observado, mas numa idade em que a digestibilidade da matéria seca das folhas e caules é cerca de 64%, considerado o ponto onde os fatores fisiológicos do animal passam a ser responsáveis pela produção (CRAMPTON, 1959) e correspondente ao maior número de animais a serem mantidos por unidade de área.

Para o estudo do efeito da idade, como visto na Tabela 2, aplicam-se equações de regressão para avaliar o crescimento da planta, com base no acúmulo de matéria seca, em intervalos de 20 dias, a partir da emergência até o início do florescimento aos 140 dias. A espécie traduz o crescimento segundo regressões quadráticas, tanto para folhas como para a planta inteira.

Aos 80 dias, ocorreu o máximo acúmulo com 13,82 g por planta devido ao grande número de perfilhos que começaram a se desenvolver, os quais, com pouca matéria seca, contribuíram e foram considerados como colmos, causando um efeito de diluição da matéria seca.

Com o avançar da idade da planta, maior foi a contribuição do caule no acúmulo de matéria seca em relação à folha, devido em parte a grande capacidade de perfilhamento.

Nitrogênio

Os valores da concentração e acúmulo de nitrogênio nas partes da planta e o acúmulo na planta inteira, em função de diferentes idades acham-se expostos na Tabela 3.

Tabela 1 - Produção de matéria seca em g/planta em função da idade.

Partes da planta	Idade em dias após germinação						F	DMS (Tukey 5%)	C.V.
	20	40	60	80	100	120			
Folhas	-	-	-	8,22	2,86	2,38			1,93
Caules	-	-	-	5,60	2,90	4,41			3,73
Parte inteira	0,82	3,82	6,33	13,82	5,76	6,79			5,66
Folhas		17,00**			2,99				37,00%
Caules		2,48			3,04				34,75%
Planta inteira		14,21**			4,81				33,49%

Tabela 2 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), e ponto de mínimo (Pm) da quantidade de matéria seca acumulada (g / planta = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R^2	Máximo		Mínimo	
			X	Y	X	Y
Folhas	$\hat{Y} = 50,038 - 0,770X + 0,00306X^2$	95,47	-	-	125,78	1,55
Caulis	N.S.* até 3º grau					
Planta inteira	$\hat{Y} = -5,454 + 0,328X - 0,00182X^2$	64,26			90,10	9,36

* N.S. = Valor de F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Concentração (%) e acúmulo (mg/planta) de nitrogênio nas partes da planta em função de diferentes idades.

Partes da planta	Idade em dias após germinação											
	20	40	60	80	100	120	140					
	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg				
Folhas				1,36	112,79	1,36	39,18	1,20	27,91	1,36	25,43	
Caules				0,79	44,06	0,65	19,00	0,58	25,27	0,50	18,27	
Planta inteira	3,18	26,44	2,27	87,31	1,49	94,55	-	156,85	-	53,18	-	43,70
DMS (Tukey 5%)												
	F		DMS (Tukey 5%)		C.V.							
	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg
Folhas	0,46	15,96**	0,48	43,53	17,47%	40,38%						
Caules	12,75**	8,20**	0,14	17,62	10,63	31,48%						
Planta inteira	-	14,33**	-	52,78	-	30,87%						

Os teores de nitrogênio nas folhas não mostraram correlação com a idade. Os caules mostraram que os teores diminuíram linearmente com a idade, obedecendo à equação do 1º grau, que se acha na Tabela 4. As quantidades de nitrogênio acumuladas mostraram que houve efeito nas folhas, caules e planta inteira em função da idade. As folhas, os caules, e a planta inteira mostraram que as quantidades do nutriente diminuíram com a idade, expressos por uma regressão quadrática, linear e cúbica respectivamente, conforme se observa na Tabela 5.

A equação que expressa o acúmulo de nitrogênio para a planta inteira o ponto de inflexão aos 132,92 dias de idade. As quantidades máximas em mg/planta acumuladas pelas folhas, caules e plantas inteiras foram 112,79; 44,06 e 156,85 aos 80 dias de idade, diminuindo com o aparecimento dos perfilhos.

Os teores de nitrogênio nas folhas permaneceram estáveis a 1,36%, decrescendo para 1,20% aos 140 dias, enquanto que no caule variaram de 0,79% aos 80 dias para 0,50% aos 140 dias. ASARE (1974) em Ghana, encontrou para *A. gayanus* 1,76% e 1,23% de nitrogênio como valores médios para a planta inteira. Os valores obtidos também são consistentes com os resultados obtidos por HAGGAR & AHMED (1971) na Nigéria. Os autores mencionados encontraram valores médios nas folhas e caules de *A. gayanus* que variaram de 0,32% a 1,28% e 0,20% a 0,96% respectivamente, segundo a colocação da folha no caule e segmento do caule considerado.

Fósforo

Os valores da concentração e acúmulo de fósforo nas partes da planta e o acúmulo na planta inteira, em função das diferentes idades acham-se expostos na Tabela 6.

Os teores de fósforo nas folhas e nos caules mostraram correlação com a idade; diminuíram segundo uma equação de regressão linear e quadrática e são apresentados na Tabela 7. Nas folhas os valores variaram de 0,12%

Tabela 4 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) do teor de nitrogênio ($\%N = \hat{Y}$) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R^2
Folhas	n.s.	
Caulis	$\hat{Y} = 1,139 - 0,004584$	96,66

Tabela 5 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R²), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) da quantidade de nitrogênio acumulada (mg/planta = Y) em função da idade (X) em partes da planta

Partes da planta	Equação	R ²	Máximo		Mínimo		Inflexão	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	$Y=717,427 - 11,148X + 0,0444X^2$	97,20	-	-	125,36	18,59		
Caules	$Y=65,759 - 0,355X$	58,29						
Planta inteira	$Y=-110,862+8,402X-0,0949X^2+0,304X^3$	68,96	63,81	117,62	144,03	38,96	103,92	78,29

Tabela 6 - Concentração (%) e acúmulo (mg/planta) de fósforo nas partes da planta em função de diferentes idades.

Partes da planta	Idade em dias após germinação														
	20	40	60	80	100	120	140								
	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg			
Folhas				0,12	10,24	0,11	3,25	0,07	1,85	0,07	1,48	0,07	1,48		
Caulos				0,11	5,99	0,07	1,99	0,05	2,38	0,07	2,77	0,07	2,77		
Planta inteira	3,28	8,59	11,42	16,28	5,24	4,23	4,25								
	F												C.V.		
	%		mg		%		mg		%		mg				
Folhas	7,64**	20,87**	0,03	3,76	17,95%	42,55%									
Caulos	6,19**	14,06**	0,03	2,05	23,87%	29,76%									
Planta inteira	18,29**		5,13		29,34%										
	DMS (Tukey 5%)														
	%		mg		%		mg		%		mg				

Tabela 7 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de mínimo (Pm) do teor de fósforo (%P = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R^2	Mínimo ----- X	Y
Folhas	$\hat{Y} = 0,195 - 0,000887X$	88,51		
Caulis	$\hat{Y} = 0,593 - 0,00915X + 0,0000390X^2$	99,51	117,19	0,05

aos 80 dias de idade até 0,07% aos 140 dias de idade. As concentrações de fósforo nos caules variaram de 0,11% a 0,07% no mesmo período.

A faixa de variação na concentração de fósforo (0,12% a 0,07%) enquadra-se no nível encontrado por HAGGAR (1970), que foi de 0,045% a 0,80% nas folhas e 0,063% a 0,25% nos caules de *A. gayanus*.

ASARE (1974), em Ghana, encontrou valores médios para fósforo em *A. gayanus* de 0,18% no primeiro e segundo ano de colheita.

Na Colômbia, C.I.A.T. (1977), estudos agronômicos tem demonstrado valores médios de 0,13% a 0,14% quando plantados em consorciação com *Stylosanthes guyanensis* e *Centrosema pubescens*. Os valores encontrados demonstram que o *Andropogon gayanus* satisfaz as exigências diárias em 4 g P/dia² de um bovino adulto (ARC, 1965)*. As quantidades de fósforo acumuladas mostraram que houve correlação com a idade. Os valores de acúmulo de fósforo nas folhas se traduzem por uma regressão quadrática com alto coeficiente de determinação, como se observa na Tabela 8.

Os dados indicam que o acúmulo nas folhas até 110 dias de idade é maior em comparação com os caules e que a partir dos 120 dias de idade e até os 140 dias esses valores são elevados nos caules, o que sugere redistribuição do fósforo antes da senescência.

Com o progredir da idade, o acúmulo aumenta até os 80 dias para logo decrescer, o que se explica pela participação do elemento na formação de compostos orgânicos. Para o caule e a planta inteira os valores se ajustam a uma regressão quadrática e cúbica e no final do período de crescimento tentem a se manter em valor constante.

* Agricultural Research Council, London, 1965.

Tabela 8 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R²), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão da quantidade de fósforo acumulada (mg/planta = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R ²	Máximo		Mínimo		Inflexão	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	$\hat{Y} = 67,475 - 1,049X + 0,00414X^2$	97,94			126,70	0,98		
Caulis	$\hat{Y} = 40,211 - 0,649X + 0,00274X^2$	90,38			118,47	1,72		
Planta inteira	$\hat{Y} = -13,234 + 1,002X - 0,0118X^2 + 0,0000399X^3$	68,06	60,72	3,62	137,64	3,62	99,18	8,17

Potássio

Os valores da concentração e acúmulo de potássio nas partes da planta e o acúmulo na planta inteira, em função de diferentes idades acham-se expostos na Tabela 9.

Como se observa, as folhas apresentaram teores de potássio em função da idade, enquadraram-se em uma regressão linear, diminuindo gradativamente com a idade de 1,79% a 1,27%. A concentração do potássio nos caules diminuiu em função da idade de 2,41% a 1,45%, expressos por uma equação de regressão linear e os valores sempre foram superiores em confronto com os das folhas, como se observa na Tabela 10. Observação semelhante foi verificada por HAGGAR (1970) na Nigéria, em *A. gayanus*, encontrando concentrações médias na folha de 1,32%, e no caule de 2,04%. As quantidades de potássio acumuladas em função da idade variaram e se ajustam segundo as equações de regressão que se encontram na Tabela 11.

Para a planta inteira a produção máxima calculada foi de 186,44 mg/planta aos 83,63 dias de idade, não coincidindo com a produção máxima observada que foi de 278,70 mg/planta aos 80 dias de idade. Para as folhas a produção mínima calculada foi de 21,59 mg/planta aos 128,16 dias de idade, sendo inferior à mínima observada aos 140 dias de idade com 24,40 mg/planta. Nos caules os valores acumulados foram maiores que nas folhas e na planta inteira foi observado um acúmulo máximo com 284,70 mg/planta aos 80 dias de idade, para decrescer a 77,45 mg/planta aos 140 dias. O fato pode ser explicado como consequência do grande número de colmos em desenvolvimento, aumentando o número de plantas com pouca contribuição adicional de matéria seca e pela translocação do elemento para as partes mais novas e para as sementes em formação.

Cálcio

Os valores de concentração e acúmulo de cálcio nas partes da planta e o acúmulo na planta inteira, em função de diferentes idades acham-se expostos na Tabela 12.

Tabela 9 - Concentração (%) e acúmulo (mg/planta) de potássio nas partes da planta em função de diferentes idades

Partes da planta	Idades em dias após germinação																						
	20	40	60	80	100	120	140																
	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg															
Folhas				1,79	146,17	1,74	49,37	1,60	38,33	1,27	24,42												
Caules				2,41	132,53	2,37	69,09	1,77	77,54	1,45	53,03												
Planta inteira	21,39	105,18	143,46	278,70	118,46	115,87	75,45																
<table border="0" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%; text-align: center;">F</td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%; text-align: center;">DMS (Tukey 5%)</td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%; text-align: center;">C.V.</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">mg</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">mg</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </table>													F		DMS (Tukey 5%)		C.V.		%	mg	%	mg	%
	F		DMS (Tukey 5%)		C.V.																		
	%	mg	%	mg	%																		
Folhas	10,25**	27,53**	0,30	44,29	9,00%	32,66%																	
Caules	20,27**	7,94**	0,43	51,41	10,34%	29,48%																	
Planta inteira		18,95**		79,34		28,45%																	

Tabela 10 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) do teor de potássio (%K = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R^2
Folhas	$\hat{Y} = 0,253 - 0,00842X$	88,22
Caulis	$\hat{Y} = 3,906 - 0,0172X$	91,61

Tabela 11 - Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de mínimo (Pm) da quantidade de potássio acumulada (mg / planta) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R^2	Máximo		Mínimo	
			X	Y	X	Y
Folhas	$\hat{Y} = 872,422 - 13,277X + 0,0518X^2$	95,71	128,16	21,59		
Caules	$\hat{Y} = 209,571 - 1,150X$					
Planta inteira	$\hat{Y} = -96,345 + 6,762 - 0,0404X^2$	67,77	83,63	186,44		

Tabela 12 - Concentração (%) e acúmulo (mg/planta) de cálcio nas partes da planta em função de diferentes idades.

Partes da planta	Idade em dias após germinação									
	20	40	60	80	100	120	140			
	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg		
Folhas			0,27	23,27	0,25	7,40	0,31	7,27	0,35	6,85
Caulos			0,27	15,18	0,26	8,67	0,19	8,46	0,19	7,65
Planta inteira	3,22	11,39	10,88	38,45	16,07	15,73	14,50			
	DMS (Tukey 5%)								C.V.	
	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg
Folhas	2,13	8,75**	0,11	11,43	18,47%	48,58%				
Caulos	10,31**	6,44**	0,07	6,08	14,58%	29,55%				
Planta inteira		12,26**	14,16			36,68%				

Os teores de cálcio na folha não mostraram correlação com a idade. Os teores nos caules, assinalados na Tabela 13 mostraram correlação com a idade, expressa através de uma equação de regressão linear, e foram em média mais elevados do que das folhas.

HAGGAR (1970), na Nigéria, encontrou valores médios de 0,29% para folhas e 0,20% para caules de *Andropogon gayanus*. Os valores obtidos para caules e folhas variaram de 0,19% a 0,30% e de 0,25% a 0,35% respectivamente e demonstraram que *A. gayanus* satisfaz os requerimentos diários de cálcio (16 g de Ca/dia) de um bovino adulto (ARC, 1965). As quantidades de cálcio acumuladas nos caules e nas folhas podem ser expressos por uma equação de regressão linear e a planta inteira por uma equação de regressão quadrática. As equações são apresentadas na Tabela 14. Os acúmulos de cálcio nas diferentes partes depois de atingir um máximo aos 80 dias, começam a diminuir e tendem a manter-se estáveis nos últimos períodos. Fato explicado que o cálcio depois de mobilizado nas folhas, torna-se imóvel.

Na planta inteira a absorção máxima calculada foi de 25,28 mg/planta aos 88,46 dias de idade, inferior à máxima observada de 38,45 mg/planta.

Magnésio

Os valores de concentração e acúmulo de magnésio nas partes da planta e o acúmulo na planta inteira, em função de diferentes idades, acham-se expostos na Tabela 15.

Os teores de magnésio nas folhas não mostraram correlação com a idade da planta, e no caule os teores diminuíram com a idade, segundo uma equação de regressão de 1º grau, apresentando-se com um coeficiente de determinação de 98,48%, o que se observa na Tabela 16.

EGUNJOBİ (1974), na Nigéria, encontrou em *Andropogon gayanus*, 0,12% de magnésio e observou que a máxima

Tabela 13 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) do teor de cálcio (%Ca = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R^2
Folhas	n.s.	
Caules	$\gamma = 0,432 - 0,00174X$	64,64

n.s. = não significativo

Tabela 14 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e ponto de máximo (PM) da quantidade de cálcio acumulada (mg/planta = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R^2	Máximo ----- X	Y
Folhas	$\hat{Y} = 38,63 - 0,246X$	62,69		
Caules	$\hat{Y} = 23,603 - 0,125X$	77,67		
Planta inteira	$\hat{Y} = -13,398 + 0,894X - 0,00517X^2$	58,72	86,46	25,28

Tabela 15 - Concentração (%) e acúmulo (mg/planta) de magnésio nas partes da planta em função de diferentes idades.

Partes da planta	Idade em dias após germinação										
	20	40	60	80	100	120	140				
	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg			
Folhas				0,16	13,76	0,17	4,17	0,18	4,33	0,19	3,72
Caules				0,16	9,16	0,15	4,35	0,12	5,19	0,10	3,91
Planta inteira	1,75	6,69	9,50	22,92	8,52	9,52		7,63			
	F		DMS (Tukey 5%)		C.V.						
	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg			
Folhas	3,34	19,77**	0,04	4,58	12,48%	33,55%					
Caules	11,40**	8,67**	0,03	3,41	11,31%	28,76%					
Planta inteira		21,97**		6,36		29,09%					

Tabela 16 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) do teor de magnésio (%Mn = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R^2
Folhas	n.s.	
Caulés	$\hat{Y} = 0,246 - 0,00100X$	98,46

concentração não coincide com a máxima produção de matéria seca. A variação de magnésio nas folhas, 0,14% a 0,19%; e nos caules de 0,10% a 0,16% nas diferentes idades indicam que na forrageira não há risco de ocorrência da tetania dos pastos, se considerarmos as exigências dietéticas de um bovino adulto em cerca de 12 g de magnésio diariamente (COELHO, 1979).

A partir dos 80 dias de idade, o perfilhamento é intenso com a formação de novas folhas, o que poderia explicar um aumento da concentração de magnésio nos estádios finais de crescimento. De modo geral os teores de magnésio encontrados nas partes novas das plantas são mais elevados que os encontrados nas partes velhas.

As quantidades de magnésio acumuladas ajustaram-se a equações de regressão linear para os caules e regressão quadrática para as folhas e planta inteira, e acham-se na Tabela 17. As folhas apresentaram uma produção mínima de matéria seca calculada de 2,69 mg/planta aos 140 dias. A planta inteira apresentou uma produção máxima de matéria seca calculada em 14,35 mg/planta aos 86,79 dias, inferior a máxima observada com 22,92 mg/planta aos 80 dias.

Enxofre

Os valores de concentração e acúmulo de enxofre nas partes da planta e o acúmulo na planta inteira, em função das diferentes idades, acham-se expostos na Tabela 18.

Os teores de enxofre nas folhas e nos caules não mostraram correlação com a idade e variaram de 0,09 a 0,07% e 0,06% a 0,04% respectivamente, nível inferior ao de 0,1%, que se considera necessário às gramíneas tropicais (C.I.A.T., 1979). Enquanto à relação nitrogênio/enxofre, os valores observados, 1,36:0,09, em folhas, estão concordantes com os relatados pelo C.I.A.T. (1979) confirmando que as exigências em enxofre são menores para *Andropogon gayanus* que para *Panicum maximum* e *Brachiaria decumbens*.

Tabela 17 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R²), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) da quantidade de magnésio acumulada (mg/planta - ta = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R ²	Máximo		Mínimo	
			X	Y	X	Y
Folhas	$\hat{Y} = 88,100 - 1,383 + 0,00561X^2$	92,17	123,34	2,69		
Caules	$\hat{Y} = 13,858 - 0,0745X$	64,45				
Planta	$\hat{Y} = -7,801 + 0,510 - 0,00294X^2$	53,10	86,79	14,35		

Tabela 18 - Concentração (%) e acúmulo (mg/planta) de enxofre nas partes da planta em função de diferentes idades.

Partes da planta	Idade em dias após germinação											
	20	40	60	80	100	120	140					
	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg				
Folhas				0,07	5,80	0,07	2,21	0,07	1,71	0,09	1,72	
Caules				0,06	1,96	0,04	1,26	0,04	1,78	0,05	1,96	
Planta inteira	1,18	3,31	6,25	7,76	3,48	3,49	3,48	3,49	3,49	3,69		
	F				DMS (Tukey 5%)				C.V.			
	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg		
Folhas	0,67	29,04**	0,04	1,53	0,04	1,53	26,26%	25,52%	26,26%	25,52%		
Caules	0,58	0,56	0,06	1,84	0,06	1,84	56,47%	50,42%	56,47%	50,42%		
Planta inteira		8,59**		3,39		3,39		35,37%		35,37%		

As quantidades de enxofre acumulada nas folhas e na planta inteira ajustam-se a uma equação de regressão quadrática, enquanto que para o caule não houve significância conforme se observa na Tabela 19.

Para as folhas, a quantidade mínima de enxofre acumulada foi calculada em 1,29 mg/planta aos 124 dias de idade, enquanto que para a planta inteira a quantidade máxima acumulada, foi calculada em 5,90 mg/planta aos 84,28 dias, valores estes inferiores aos observados. Nos estádios finais de crescimento da planta observa-se uma estabilização na quantidade extraída e acumulada do elemento na planta.

OBSERVAÇÕES GERAIS

A Tabela 20 apresenta as quantidades de matéria seca correspondente a um hectare e as quantidades de macronutrientes acumulados em 3.620.000 plantas, população teórica de um hectare de pasto. Pode-se observar que o aumento da idade vai acompanhado de um aumento no peso da matéria seca até atingir a máxima produção aos 80 dias de idade, quando é maior a contribuição dada pelas folhas. A medida que avança a maturidade, a participação do caule no peso da matéria seca aumenta sendo o dobro em relação à folha por ocasião do florescimento no estágio final de crescimento.

Observa-se que o capim gamba acumula em 80 dias quantidades apreciáveis de N em torno de 568 kg representando em termos de proteína bruta o equivalente a 3.550 kg por hectare. O P é absorvido em quantidades menores, atingindo aos 80 dias, época de máxima produção de matéria seca, 55,8 kg. Para o animal que vive de forrageiras naturais ou cultivadas, a possibilidade de que sua ração resulte insuficiente em P são relativamente altas. Grandes zonas do país são deficientes de P em seus solos e quase todas as zonas pastoris do mundo produzem forragens em que são frequentes teores baixos de P. Por teor

Tabela 19 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de mínimo (Pm) da quantidade de enxofre acumulada (mg/planta = Y) em função da idade (X) em partes da planta.

Partes da planta	Equação	R^2	Máximo		Mínimo	
			X	Y	X	Y
Folhas	$\hat{Y} = 35,924 - 0,557X + 0,00224X^2$	92,17	124,15	1,29		
Caulis	n.s.					
Planta inteira	$\hat{Y} = -1,689 + 0,180X - 0,00106X^2$	58,01	84,28	5,90		

Tabela 20 - Peso da matéria seca (t/ha) e macronutrientes (kg/ha) encontrados nas diferentes partes da planta nas diferentes idades*.

Idade (dias)	Partes da planta	Peso da matéria seca (t/ha)	----- kg/ha					
			N	P	K	Ca	Mg	S
20	Planta inteira	2,96	95,69	11,87	77,45	11,67	6,36	4,29
40	Planta inteira	13,82	316,08	31,12	380,77	41,23	24,22	12,01
60	Planta inteira	22,91	342,28	41,36	519,34	68,37	34,41	22,62
80	Folha	29,75	408,31	34,08	529,15	84,25	49,84	21,00
	Caulé	20,27	159,51	21,72	479,76	54,98	33,19	7,13
	Planta inteira	50,02	567,82	55,80	1008,91	139,23	83,03	28,13
100	Folha	10,35	141,82	11,79	178,75	26,80	15,12	8,04
	Caulé	10,49	68,65	10,02	250,13	31,39	15,77	4,60
	Planta inteira	20,84	210,47	21,81	428,88	58,19	30,89	12,64
120	Folha	8,61	101,07	6,71	138,80	26,35	15,69	6,21
	Caulé	15,96	91,50	8,64	262,71	30,63	18,82	6,47
	Planta inteira	24,57	192,57	15,35	401,51	55,98	34,51	12,58
140	Folha	6,98	92,09	5,40	88,40	24,83	13,50	6,25
	Caulé	13,50	66,14	7,22	191,98	24,94	14,18	7,11
	Planta inteira	20,48	158,23	12,62	280,38	49,77	27,68	13,36

* Um hectare corresponde a 3.620.000 plantas.

baixo em P, entende-se um conteúdo menor que 0,15 de P por 100 partes de matéria seca de forragem. Este conteúdo é considerado como representativo de boas margens de segurança para a alimentação de animais adultos, em pastoreio exclusivo. As mesmas porcentagens são consideradas adequadas para o Ca, se bem que alguns textos recomendavam rações com porcentagens mais elevadas em Ca que em P, até chegar às proporções de 2 para 1 entre estes elementos. Para o capim gamba, a extração de cálcio é elevada chegando a 139 kg por hectare dos quais 84 acham-se nas folhas.

Experimentos mais recentes comprovam que os herbívoros não requerem mais Ca do que P. O animal em pastoreio raramente se vê em circunstâncias de carência de Ca. Isto se deve, em primeiro lugar, a que muitas zonas de pastoreio do mundo são de origem calcária.

O elemento Mg é absolutamente essencial para a vida e se encontra no soro sanguíneo em quantidade de 2,5 mg por 100 ml. Todavia, não apresenta nenhum problema especial para o animal em pastoreio, já que as forrageiras são ricas deste elementos. O capim gamba, aos 80 dias, apresenta 83 kg por hectare com uma predominância de 49 kg nas folhas. A carência de K não é um problema nos bovinos desde que a maior parte das forrageiras contém acima de 1% da matéria seca. A exigência para os bovinos está na ordem de 0,7% a 0,8% da matéria seca da ração. O capim é extremamente rico em K, apresentando aos 80 dias 1.008 kg por hectare, com uma distribuição equitativa entre folhas e caules. A produção de N:P:K na idade de 80 dias é de 1:0, 1:2.

A quantidade exata de S que é necessária para a dieta dos bovinos não é conhecida, mas as estimativas são baixas, cerca de 0,10% da matéria seca da ração. Praticamente todos os alimentos apresentam esta concentração. O capim gamba apresenta a quantidade de 28 kg aos 80 dias com alta predominância nas folhas, cerca de 21 kg por hectare. Dos macronutrientes, o S é o elemento extraído

em menor quantidade, praticamente a metade da quantidade de P, que se colocaria em penúltimo lugar em extração de nutrientes.

CONCLUSÕES

A produção de matéria seca é máxima aos 80 dias de idade.

A concentração em P, K e Mn diminui nas folhas com a idade.

A concentração em N, Ca, Mg e S nas folhas não é afetada com a idade.

No caule há uma diminuição na concentração de N, P, K, Ca e Mg com a idade. A concentração de S, no caule não é afetada.

A planta aos 80 dias, época de máxima produção de matéria seca extraiu: 156,85 mg de N; 16,23 mg de P; 278,70 mg de K; 38,45 mg de Ca; 22,92 mg de Mg; 7,76 mg de S.

SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF *Andropogon gayanus* KUNTH VAR. *bisquamulatus* (HOCHST) HACK. I. CONCENTRATION AND ABSORPTION OF MACRONUTRIENTS

As gamba grass (*Andropogon gayanus* Kunth var. *bisquamulatus* (Hochst) Hack) is a promising species for raising cattle, this work was carried out to determine

weight of dry matter, concentration and accumulation of macronutrients from the 20 th day after germination up to flowering.

For this purpose, an area comprising half a hectare of "Terra Roxa Estruturada" at Piracicaba, State of São Paulo, Brazil (latitude 20°41'31"S, longitude 47°38'01" WG, elevation 540 m) suitably fertilized, was planted. At intervals of 20 days after germination up to 140 days, plants were collected and subdivided into leaves and stem. The dry matter at 80°C was analysed for N, P, K, Ca, Mg and S. The maximum production of dry matter was checked at 80 days represented by 13.82 g/plant corresponding to 50,000 kg per plant. At the age of 80 days, the following quantities of nutrients were extracted by the grass: 156.85 mg of N; 16.23 mg of P; 278.70 mg of K; 38.45 mg of Ca; 22.92 mg of Mg; 7.76 mg of S.

It was found that the concentration of P and K diminished as the age of the plant advanced; the concentrations of N, Ca, Mg and S in the leaves were not affected. In the stem, there was a decrease in N, P, K, Ca and Mg as the age of the plant increased; the concentration of S was not affected.

LITERATURA CITADA

ASARE, E.O., 1974. Dry matter yield, chemical composition and nutritive value of buffel grass grown alone and in mixture with other tropical grasses and legumes. Proceedings of the 12th International Grassland Utilization, 1, Moscow, USSR, p. 53-54.

BOWDEN, B.N., 1963. Studies on *Andropogon gayanus* Kunth. I-The use of *Andropogon gayanus* in agriculture. Emp. J. Exper. Agric. 31: 263-73.

- COELHO, J.G., 1979. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**, Piracicaba, Ed. Livroceres, p. 384.
- CRAMPTON, E.W., 1959. Interrelations between digestible nutrient and energy content, voluntary dry matter intake and the overall feeding value of forrages. In **Grasslands**, pg. 205-212. Publication nº 53 of the American Association for the advancement of Science, Washington, D.C., EEUU.
- EGUNJOBİ, J.K., 1973. Studies on the primary productivity of regulary Burnt tropical savanna. *Annals de l'University d'Abidjan* E. **6**(2): 157-169.
- EMRICH, E.S., 1967. Competição entre cinco gramíneas forrageiras para formação de pastagens em solo de Cerrado. In: Reunião Brasileira de Cerrados, 2, Sete Lagoas, MG, p. 209-221.
- GRAHAM, T.G., 1951. Tropical pasture investigations. *Queensland Agriculture Journal* **73**, 311-326.
- HAGGAR, R.J.; AHMED, M.B., 1971. Seasonal production of *Andropogon gayanus*. 3 Changes in crude protein content in vitro dry matter digestibility of leaf and stem portions. *J. Agric. Sci.* **77**(1): 47-52.
- MANNTJE, L.T., 1978. The role of improved pasture of beef production in the tropics. *Tropical Grasslands* **12**(1): 1-9.
- PEDREIRA, J.V.S.; NUTI, P.; CAMPOS, B.E.S. CAMPOS, 1975. Competição de capins para produção de matéria seca. *B. Industria Animal* **32**(2): 319-23.
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. **Curso de Estatística Experimental**, 7a. Edição, Piracicaba, Livraria Nobel S.A., 430 p.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. **Análises em plantas**, Piracicaba, Departamento de Química, ESALQ/USP, 56 p.

SINGH, R.D.; CHATTERJEE, B.N., 1968. Growth analysis of perennial grasses in tropical India. 1. Herbage growth in pure grass swards. Exp. Agric. 4(2): 117-25.