

Efeito de Adubação Anual com Nitrogênio e  
Fósforo no Desempenho Produtivo de Bovinos  
em Recria em *Urochloa decumbens* cv. Basilisk



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
361**

Efeito de Adubação Anual com Nitrogênio e  
Fósforo no Desempenho Produtivo de Bovinos  
em Recria em *Urochloa decumbens* cv. Basilisk

*Lourival Vilela  
Geraldo Bueno Martha Jr  
Djalma Martinhão Gomes de Sousa (in memoriam)*

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente  
no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/?initQuery=t>  
(Digite o título e clique em "Pesquisar")

**Embrapa Cerrados**  
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza  
Caixa Postal 08223  
CEP 73310-970, Planaltina, DF  
Fone: (61) 3388-9898  
Fax: (61) 3388-9879  
[embrapa.br/cerrados](http://embrapa.br/cerrados)  
[embrapa.br/fale-conosco/sac](http://embrapa.br/fale-conosco/sac)

Comitê Local de Publicações  
da Unidade

Presidente  
*Marcelo Ayres Carvalho*

Secretária-executiva  
*Marina de Fátima Vilela*

Membros  
*Alessandra S. G. Faleiro, Cícero D. Pereira,  
Gustavo J. Braga, João de Deus G. dos S.  
Júnior, Jussara Flores de O. Arbues, Shirley  
da Luz S. Araujo*

Supervisão editorial  
*Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Revisão de texto  
*Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Normalização bibliográfica  
*Shirley da Luz Soares Araújo*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Renato Berlin Fonseca*

Foto da capa

**1ª edição**  
1ª impressão (2020): tiragem 30 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Cerrados

- 
- V966 Vilela, Lourival.  
Efeito de Adubação Anual com Nitrogênio e Fósforo no Desempenho Produtivo  
de Bovinos em Recria em Urochloa decumbens cv. Basilisk / Lourival Vilela,  
Geraldo Bueno Martha Júnior, Djalma Martinhão Gomes de Sousa (in memoriam).  
– Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2020.  
22 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN  
1676-918X, ISSN online 2176-509X; 361).  
1. Adubação nitrogenada. 2. Produtividade animal. 3. Planta oleaginosa. I.  
Martha Júnior, Geraldo Bueno. II. Sousa, Djalma Martinhão Gomes de. III. Título.  
IV. Série.

---

631.8 CDD-21

© Embrapa, 2020

## Sumário

---

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos .....	9
Resultados e Discussão .....	13
Conclusões.....	20
Agradecimentos.....	21
Referências .....	21



# Efeito de Adubação Anual com Nitrogênio e Fósforo no Desempenho Produtivo de Bovinos em Recria em *Urochloa decumbens* cv. Basilisk

Lourival Vilela<sup>1</sup>

Geraldo Bueno Martha Jr<sup>2</sup>

Djalma Martinhão Gomes de Sousa (in memoriam)<sup>3</sup>

**Resumo** – Este experimento teve por objetivo avaliar o efeito da adubação anual com nitrogênio (N; 60 kg N/ha ou 90 kg N/ha) e fósforo na recuperação da produtividade animal e de forragem de uma pastagem de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk (sin. *Brachiaria decumbens*). Os tratamentos foram constituídos de doses de fósforo (20 kg/ha ou 40 kg/ha  $P_2O_5$ ) e fontes de N – ureia, sulfato de amônio e mistura 2/3 de N-ureia + 1/3 de N-sulfato de amônio – e uma testemunha, sem adubação com N ou P. Na média dos tratamentos adubados, o aumento percentual na taxa de lotação e no ganho de peso por hectare em relação à testemunha foi de, respectivamente, 66% e 8,4%. As doses de fósforo aplicadas, 20 kg/ha/ano e 40 kg/ha/ano de  $P_2O_5$  com ureia, proporcionaram aumentos semelhantes ( $P>0,10$ ) na massa de forragem (kg/ha de MS), taxa de lotação (UA/ha) e produtividade animal (kg de ganho de peso vivo/ha/ano). As respostas entre fontes de nitrogênio (ureia e sulfato de amônio e a mistura delas) não foram diferentes ( $P>0,10$ ). No acumulado dos 4 anos experimentais, no período das chuvas, a produtividade média acumulada nos tratamentos adubados com N e P (1.316 kg de PV/ha) foi significativamente ( $P<0,10$ ) maior que aquela registrada para o tratamento controle (794 kg de PV/ha).

**Termos para indexação:** Cerrado, pastagem degradada e fontes de nitrogênio.

---

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, mestre em Fertilidade do Solo, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagem, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP.

<sup>3</sup> Químico, mestre em Fertilidade do Solo, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

## Effect of Annual Fertilization with Nitrogen and Phosphorus on the Productive Performance of Yearling Cattle in *Urochloa decumbens* cv. Basilisk

**Abstract** – This experiment aimed to evaluate the effect of annual application of nitrogen (N; 60 kg N/ha or 90 kg N/ha) and phosphorus fertilizers on the recovery of forage and animal productivity of *Urochloa decumbens* cv. Basilisk pastures (syn. *Brachiaria decumbens*). The treatments consisted of phosphorus levels (20 kg/ha  $P_2O_5$  or 40 kg/ha  $P_2O_5$ ) and N sources (urea, ammonium sulfate and a mixture of 2/3 N-urea + 1/3 of ammonium N-sulfate), and a control treatment that did not receive P and N fertilizers. On average, P and N fertilizers treatments showed an increase relative to control of 66% and 8.4% in stocking rates (animal units per hectare) and animal productivity (kg of liveweight gain per hectare), respectively. No significant response ( $P>0.10$ ) in forage mass (kg/ha of dry matter) or animal productivity was observed to phosphorus fertilizer levels or nitrogen fertilizer sources ( $P>0.10$ ). Over the four years of experiment, the accumulated average productivity in treatments receiving N and P fertilizers (1,316 kg of PV/ha) was significantly higher ( $P<0.10$ ) than the values registered for the control treatment (794 kg of PV/ha).

**Index terms:** Cerrado, degraded pasture, nitrogen sources.

## Introdução

---

O declínio da produtividade das pastagens com o tempo constitui um dos grandes obstáculos para o estabelecimento de uma pecuária bovina sustentável em termos agrônômicos, econômicos e ambientais no Cerrado. A degradação das pastagens, explicada pelo gerenciamento inadequado do empreendimento (Boin, 1998) e pelo mau manejo do sistema solo-planta forrageira-animal em pastejo (Macedo, 1999; Martha Júnior; Corsi, 2001), é um processo dinâmico de perda relativa da produtividade e degeneração ambiental e, portanto, pode ser interpretada de diferentes formas por produtores e técnicos.

A tecnologia a ser adotada na fazenda, com o intuito de evitar a degradação da pastagem, deve considerar as causas desse processo, destacando-se: (1) o estabelecimento inadequado da espécie forrageira; (2) o mau manejo do pastejo, como taxa de lotação animal excessiva, acima da capacidade de suporte da pastagem; (3) a correção inadequada da fertilidade do solo no momento da implantação da pastagem; e (4) a falta de cuidados para com a manutenção e reposição da fertilidade do solo em pastagens estabelecidas.

A importância relativa de cada um desses fatores, no tocante à sustentabilidade e à produtividade das pastagens, irá variar com as condições ecológicas e de manejo específicas de cada propriedade e, também, com os aspectos econômicos, sociais e culturais intrínsecos a cada sistema de produção (Martha Júnior; Vilela, 2002). Todavia, esses autores ressaltaram que a fertilidade dos solos tropicais é certamente um dos principais motivos que explicam a baixa produtividade de forragem e a degradação das pastagens nas diferentes propriedades. Por um lado, porque a exigência por nutrientes das plantas forrageiras tropicais é elevada. Por outro lado, porque grande parte das pastagens no país encontra-se estabelecida em solos ácidos com características restritivas ao crescimento vegetal e/ou com baixa capacidade de fornecer nutrientes para o crescimento da planta forrageira.

O baixo uso de fertilizantes em pastagens demonstra o desafio para elevar os níveis de fertilidade do solo em pastagens. De acordo com Roquetti Filho (2019), das 35,56 milhões de toneladas de fertilizantes entregues no Brasil em 2018, apenas 1,5% foram destinadas para pastagens, cuja área estimada, em 2018, foi de 178,74 milhões de hectares (Lapig, 2020). Isso

significa que a taxa média anual de aplicação de fertilizantes em pastagens é muito baixa e da ordem de apenas 3,0 kg/ha de fertilizante NPK. Diante desse cenário, conclui-se que a sustentação da capacidade produtiva das pastagens só será alcançada quando as plantas forrageiras forem manejadas como cultivos.

Estudos têm indicado que a deficiência de nitrogênio (N; Oliveira et al., 2001; Silveira et al., 2007) e de fósforo (Macedo et al., 1993; Soares et al., 1999, 2001) no solo são causas frequentes da perda da capacidade produtiva das pastagens. A adoção de adubação de pastagens como prática corriqueira de manejo tem como desafio a baixa lucratividade dos empreendimentos de pecuária bovina de corte, principalmente nos sistemas de pecuária extensiva, ainda predominantes no Cerrado.

Por um lado, é necessária a obtenção de informações sobre doses adequadas de fósforo para garantir a sustentabilidade da pastagem em termos agrônômicos e econômicos. Por outro, é inevitável que parte do N-fertilizante aplicado ao pasto seja perdido do sistema solo-pastagem. Em condições de clima tropical, tem sido demonstrado que a principal via de perda do nitrogênio aplicado é por meio da volatilização de amônia, principalmente nas situações em que a ureia é utilizada (Primavesi et al., 2001; Oliveira, 2001; Martha Júnior et al., 2004a,b).

A incorporação da ureia ao solo, a 4 cm a 5 cm de profundidade, é efetiva em reduzir as perdas de amônia ( $\text{NH}_3$ ) por volatilização (Ernst; Massey, 1960; Rodrigues; Kiehl, 1986; Hargrove, 1988). Entretanto, a incorporação de fertilizantes em pastagens estabelecidas não é recomendada, porque essa prática prejudica o sistema radicular da planta forrageira e, conseqüentemente, traz prejuízos à subsequente capacidade de rebrota da planta (Oliveira, 2001). Dessa maneira, é aconselhável que, em pastagens estabelecidas, o fertilizante nitrogenado seja aplicado sobre a superfície do solo, condição que, no entanto, é mais susceptível às perdas de amônia por volatilização.

Uma alternativa para minimizar as perdas do nitrogênio do fertilizante aplicado superficialmente e a lançar em pastagens seria o uso de sais amoniacais, que são menos propensos a perdas de nitrogênio por meio da volatilização de amônia quando comparados com a ureia (Martha Júnior et al., 2004b; Primavesi et al., 2001; Fernandes et al., 2015). No entanto, o custo por quilo de N-fertilizante nos sais amoniacais é mais elevado quando com-

parado com o N-ureia. Mesmo considerando o maior risco de que quantidades expressivas do N-ureia aplicado sejam perdidas por volatilização, a ureia é geralmente a fonte de nitrogênio preferida por muitos pecuaristas.

Nessa perspectiva, a mistura de sais com ureia poderia ser benéfica ao sistema de produção animal em pastejo. Por um lado, essa estratégia melhoraria a eficiência de uso do N-ureia. Por outro, reduziria os custos de adubação com fertilizantes de sais amoniacais. Todavia, as evidências sobre a efetividade dessa mistura, no aumento da eficiência de uso do nitrogênio do fertilizante aplicado ao pasto, não são consistentes (Rappaport; Axley, 1984; Oliveira, 2001; Fernandes et al., 2015).

Cabe observar que os produtores têm procurado intensificar seus sistemas de produção, demandando das instituições de pesquisa técnicas que viabilizem a adoção da adubação de manutenção de pastagens para recuperar e manter a capacidade produtiva das pastagens. Nesse sentido, este experimento de pastejo teve por objetivo avaliar o efeito de fontes de nitrogênio (ureia e sulfato de amônio), da combinação dessas fontes e de doses de fósforo (20 kg/ha de  $P_2O_5$  ou 40 kg/ha de  $P_2O_5$ ), em adubações anuais, para aumentar a capacidade produtiva de pastagem de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk.

## Material e Métodos

---

O experimento foi conduzido entre 2002 e 2006 em área experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, em uma pastagem de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk (sin. *Brachiaria decumbens*), coordenadas 15°38' 46" S 47° 45' 46" W e altitude de 1.100 m, estabelecida em janeiro de 2000. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho, de textura argilosa (470 g/kg de argila). A análise da camada superficial (0 cm-20 cm) do solo, antes da implantação dos tratamentos, apresentou as seguintes características: pH em água (1:1), 5,8; Al e Ca+Mg trocáveis, 0,03 e 2,55  $cmol_c/dm^3$ , respectivamente; K e P (Mehlich-1), 27  $mg/dm^3$  e 0,7  $mg/dm^3$ , respectivamente; matéria orgânica, 29,6 g/kg; e saturação por bases, 36%. No estabelecimento dessa pastagem, em 2000, foram aplicadas 1,1 t/ha de calcário dolomítico (PRNT=100%). Além da calagem, foram aplicados 60 kg/ha de  $P_2O_5$  na for-

ma de superfosfato triplo e, como fonte de micronutrientes, 30 kg/ha de FTE BR-10.

Os tratamentos (Tabela 1) aplicados às parcelas experimentais a partir de 2002 foram constituídos de doses anuais de fósforo e fontes de nitrogênio (ureia, sulfato de amônio e mistura 2/3 de N-ureia+1/3 de N-sulfato de amônio). O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados com duas repetições. A área de cada parcela era de 1,5 ha, subdividida em dois piquetes de 0,75 ha, totalizando 15 ha de área experimental.

**Tabela 1.** Relação de doses e fertilizantes aplicados nas adubações de manutenção realizadas ao longo de 4 anos nos diferentes tratamentos de adubação de manutenção em *Urochloa decumbens* cv. Basilisk.

Tratamento	$P_2O_5$	$(NH_4)_2SO_4$	$CO(NH_2)_2^{(1)}$	$S^{(2)}$
	(kg/ha/ano)	(kg/ha/ano de N)		(kg/ha)
.... 2002–2003 e 2003–2004 ....				
T1	0	0	0	0
T2	20	0	60	69
T3	40	0	60	69
T4	40	20	40	69
T5 <sup>(3)</sup>	40	60	0	69
.... 2004–2005 e 2005–2006 ....				
T1	0	0	0	0
T2	20	0	90	103
T3	40	0	90	103
T4	40	30	60	103
T5 <sup>(3)</sup>	40	90	0	103

<sup>(1)</sup> O nivelamento da quantidade de enxofre: obtido pela adição de gesso.

<sup>(2)</sup> Concentração de nutrientes dos fertilizantes e do gesso: superfosfato simples (18% de  $P_2O_5$  e 12% de S; superfosfato triplo (45% de  $P_2O_5$ ); ureia (45% de N); sulfato de amônio (21% de N e 24% de S); e gesso (15% de S).

<sup>(3)</sup> Fonte de fósforo: superfosfato triplo e superfosfato simples nos demais tratamentos.

A fase de adubação de manutenção iniciou-se 2 anos depois da implantação da pastagem, em 2002. O experimento foi delineado para ter duração de 4 anos, considerando adubações de 20 kg ou 40 kg/ha de  $P_2O_5$ , 60 kg/ha de N (diferentes fontes de fertilizante nitrogenado) e uma testemunha, sem adubação fosfatada e nitrogenada. A partir do terceiro ano do experimento (e.g. 2004–2005), aumentou-se a dose de nitrogênio para 90 kg/ha/ano. Essa alteração teve por objetivo não restringir a resposta ao fertilizante fosfatado por uma eventual limitação de N, bem como a ampliar o potencial produtivo do sistema pastoril (maior potencial de resposta do fertilizante nitrogenado), em particular nos tratamentos T3, T4 e T5 (160 kg/ha de  $P_2O_5$  em 4 anos). As adubações nitrogenadas foram parceladas em duas aplicações de cobertura, uma na primeira quinzena de janeiro e outra no final de fevereiro/início de março, em cada ano experimental.

A necessidade de calagem e de adubação com outros nutrientes, que não o fósforo e o nitrogênio, foi avaliada, anualmente, por meio dos resultados da análise de solo. A adubação potássica, quando necessária, foi feita com cloreto de potássio (KCl), visando manter o teor de K no solo entre 40 mg/dm<sup>3</sup> e 50 mg/dm<sup>3</sup> na camada de 0 cm a 20 cm (Vilela et al., 2007). A adubação de manutenção com fósforo e com potássio foi realizada no momento da primeira cobertura com nitrogênio. Para nivelar as quantidades de enxofre entre os tratamentos, o gesso foi aplicado no início da estação das chuvas.

As variáveis avaliadas foram: (1) a massa de forragem da planta forrageira (kg/ha de massa seca, MS); (2) a taxa de lotação das pastagens (cabeças/ha e unidade animal, UA, equivalente a 450 kg de peso vivo por hectare), considerando a capacidade de suporte da pastagem; e (3) o desempenho do animal em pastejo, em termos de ganhos de peso vivo médio diário e ganhos de peso vivo por hectare durante a estação de crescimento da forrageira (chuvas).

A massa de forragem pré-pastejo foi avaliada a cada 28 dias. A estimativa da massa de forragem foi feita com corte ao nível do solo. Foram coletadas 5 amostras de 0,5 m x 2,0 m (1,0 m<sup>2</sup>) por piquete de 0,75 ha, em cada época de amostragem. As amostras de forragem fresca foram imediatamente pesadas no campo.

O método de pastejo foi o alternativo com dois piquetes (0,75 ha cada), consistindo em períodos de ocupação e de descanso de 14 dias. Os animais-testes (três por parcela) eram machos em recria da raça Nelore, não castrados. As pesagens dos animais foram realizadas em intervalos de 28 dias considerando jejum de 11 horas. Os pesos vivos iniciais dos animais-testes variaram entre os períodos de avaliação (Tabela 2). O maior peso vivo de 2004–2005 (297 kg) ocorreu porque os mesmos animais testes do ano anterior foram utilizados.

A taxa de lotação animal foi ajustada a cada 28 dias para manter uma oferta de forragem (matéria seca total) de 9% a 11% (e.g. 9 kg a 11 kg de MS total de forragem/100 kg de PV/dia). O desempenho dos animais foi medido por meio dos animais-testes, que permaneceram no experimento por todo o período experimental. Os ajustes nas taxas de lotação eram feitos com a adição ou a subtração de animais-volantes da mesma categoria e padrão que os testes. Durante os períodos de avaliação os animais receberam como suplementação alimentar apenas sal mineralizado, fornecido à vontade, em cocho.

Os períodos de avaliações, nos 4 anos de experimento, variaram de 168 a 224 dias durante o período das chuvas (Tabela 2). Essa variação nos períodos de pastejo ocorreu em razão de problemas relacionados com queima criminosa, em um ano, e de infestação com cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta*), em outro. Em razão disso, os ganhos de peso vivo por hectare foram ajustados por meio de regressões lineares, para uma estação de pastejo padronizada de 180 dias, a fim de permitir a comparação entre os diferentes períodos de avaliação em uma mesma base.

**Tabela 2.** Períodos de pastejo dos 4 anos de avaliação de desempenho animal e peso vivo médio inicial e erro padrão da média dos animais-testes.

Ano	Período de pastejo	Dia de pastejo	Peso vivo (kg)
2002–2003	5/12/2002 a 19/6/2003	197	212,2±0,4
2003–2004	14/12/2003 a 24/6/2004	224	191,7±0,1
2004–2005	9/12/2004 a 25/5/2005	168	297,3±8,1
2005–2006	14/12/2005 a 1/6/2006	170	209,6±5,6

As análises dos dados de massa de forragem, de taxa de lotação, de ganho de peso diário por cabeça e por área foram realizadas em delineamento de blocos casualizados, utilizando o procedimento Glimmix do programa estatístico SAS 9.4. Para avaliar o efeito do aumento da dose de nitrogênio a partir de 2004 (de 60 kg/ha/ano para 90 kg/ha/ano), os dados foram analisados como medidas repetidas no tempo. Utilizou-se o modelo misto com efeitos fixos para tratamentos e biênio e efeito aleatório para blocos. As pressuposições de normalidade foram verificadas pelo teste Shapiro-Wilks e de homogeneidade de variância pelo teste Levene. A seleção da matriz de covariância foi feita com base nas informações do Akaike (Wolfinger, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas pelo comando LSMEANS e foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Fisher (Littell et al., 2006). O nível de significância adotado foi de  $P < 0,10$ .

## Resultados e Discussão

---

O efeito da adubação anual com nitrogênio e fósforo sobre a massa de forragem pré-pastejo (Tabela 3) e sobre a produtividade animal em pastagens (ganho de peso vivo por hectare) e seus componentes (taxa de lotação, ganho de peso vivo por animal, kg/dia) (Tabela 4) foi mais expressivo para as variáveis taxa de lotação e ganho de peso vivo por hectare. A interação entre tratamentos e biênios só foi significativa para ganho de peso por hectare.

Nas Tabelas 3 e 4, observa-se que a massa de forragem pré-pastejo (kg de matéria seca por hectare), a taxa de lotação e o ganho de peso vivo por hectare foram mais elevados ( $P < 0,10$ ) sob as condições de adubações com fósforo e nitrogênio, na comparação com o tratamento testemunha. Entretanto, essas variáveis se comportaram de modo semelhante ( $P > 0,10$ ) entre as doses de 20 kg/ha/ano e 40 kg/ha/ano de  $P_2O_5$  e, de modo geral, entre as fontes de nitrogênio (ureia e sulfato de amônio) e a mistura delas ( $P > 0,10$ ).

**Tabela 3.** Massa de forragem pré-pastejo, média das avaliações realizadas em cada biênio.

Tratamento	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/ano)	kg/ha		Aumento (%)
		1º biênio <sup>(1)</sup> 60 kg/ha/ano de N	2º biênio <sup>(2)</sup> 90 kg/ha/ano de N	
T1: sem adubação anual	0	1.936 B	2.291 C	18,3
T2: N-ureia	20	3.029 A	3.124 B	3,3
T3: N-ureia (T3)	40	3.187 A	3.254 AB	2,1
T4: N-ureia+sulfato de amônio	40	3.025 A	3.181 AB	5,2
T5: N-sulfato de amônio	40	3.100 A	3.466 A	12,0
Biênio		2.855 b	3.063 a	7,3

<sup>(1)</sup> Massa de forragem no biênio: 2002–2003 e 2003–2004.

<sup>(2)</sup> Massa de forragem no biênio: 2004–2004 e 2005–2006.

Letras maiúsculas diferentes nas colunas e minúsculas nas linhas indicam diferenças significativas entre tratamentos e doses de nitrogênio, respectivamente ( $P < 0,10$ ).

Na média dos biênios, o aumento médio na taxa de lotação dos pastos adubados com nitrogênio e fósforo em relação ao tratamento testemunha foi de 65,5%, consistente com a maior massa de forragem nos tratamentos adubados com N-fertilizante e P-fertilizante (49,3% maior, em média, frente ao controle; Tabela 3). A taxa de lotação média no tratamento controle, nos 4 anos, foi de 1,14 UA/ha, cerca de 30% acima das médias para pastagens no Cerrado (Lapig, 2020). As taxas de lotação médias dos biênios, para os tratamentos adubados com N-fertilizante e P-fertilizante, variaram de 1,71 UA/ha a 1,90 UA/ha. Assim, com os níveis de adubação fosfatada e nitrogenada e manejo do pastejo praticados, foi possível elevar a taxa de lotação, em relação ao tratamento testemunha, em 0,55 UA/ha a 0,77 UA/ha.

O ganho de peso diário médio por animal no segundo biênio praticamente dobrou em relação ao primeiro biênio. No primeiro biênio, não se observaram diferenças significativas ( $P > 0,10$ ) entre o tratamento T1 (sem adubações de manutenção com N e P) em relação aos que receberam adubações anuais (Tabela 4). Contudo, no segundo biênio, os tratamentos com adubações de manutenção proporcionaram aumentos significativos ( $P < 0,10$ ) em relação ao

tratamento sem adubação de manutenção, em média 11,8%. No tratamento sem adubação de manutenção com N-fertilizante e P-fertilizante, o ganho de peso diário também aumentou entre os biênios (0,311 kg/dia no primeiro vs. 0,577 kg/dia no segundo biênio).

A interação entre tratamentos e biênios foi significativa para ganho de peso por hectare ( $P < 0,10$ ). No primeiro biênio, os tratamentos adubados com N e P, em média, tiveram produtividade 37% superior ao tratamento testemunha. Na comparação entre biênios, enquanto a variação na produtividade animal para o tratamento testemunha não se alterou, para os adubados com N e P, o incremento médio na produtividade animal foi de 43% (Tabela 4).

**Tabela 4.** Taxa de lotação e ganho de peso diário por animal, média do biênio, e ganho de peso por hectare, acumulado em cada biênio, em função de doses de nitrogênio (60 kg/ha/ano de N em 2002-2003 e 2003-2004; 90 kg/ha/ano de N em 2004-2005 e 2005-2006) e de fósforo (20 kg/ha/ano ou 40 kg/ha/ano de  $P_2O_5$ ) aplicadas anualmente em pastagem de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk.

Tratamento	$P_2O_5$ (kg/ha/ano)	1º biênio <sup>(1)</sup>	2º biênio <sup>(2)</sup>	Aumento (%)
		60 kg/ha/ano de N	90 kg/ha/ ano de N	
Taxa de Lotação (UA/ha)				
T1: sem adubação anual	0	1,16 B	1,13 B	-
T2: N-ureia	20	1,75 A	2,03 A	16
T3: N-ureia (T3)	40	1,79 A	1,93 A	7,8
T4: N-ureia+sulfato de amônio	40	1,69 A	2,09 A	23,7
T5: N-sulfato de amônio	40	1,82 A	2,06 A	13,2
Biênio		1,64 b	1,85 a	12,8
Ganho diário (kg/animal/dia)				
T1: sem adubação anual		0,311 A	0,577 C	85,5
T2: N-ureia		0,341 A	0,606 B	77,7
T3: N-ureia (T3)		0,319 A	0,650 AB	103,8
T4: N-ureia+sulfato de amônio		0,300 A	0,646 AB	115,3

Continua...

**Tabela 4.** Continuação.

Tratamento	$P_2O_5$	1º biênio <sup>(1)</sup>	2º biênio <sup>(2)</sup>	Aumento (%)
	(kg/ha/ano)	60 kg/ha/ano de N	90 kg/ha/ano de N	
T5: N-sulfato de amônio		0,311 A	0,678 A	118,0
Biênio		0,317 b	0,632 a	99,4
Ganho de peso (kg/ha)				
T1: sem adubação anual	0	398 Ca	396 Ca	-
T2: N-ureia	20	576 Ab	707 Ba	22,7
T3: N-ureia (T3)	40	554 ABb	764 ABa	37,9
T4: N-ureia+sulfato de amônio	40	497 Bb	813 Aa	63,6
T5: N-sulfato de amônio	40	551 ABb	803 Aa	45,7

<sup>(1)</sup> Primeiro biênio: 2002–2003 e 2003–2004.

<sup>(2)</sup> Segundo biênio: 2004–2004 e 2005–2006.

Letras maiúsculas diferentes nas colunas e minúsculas nas linhas indicam diferenças significativas entre tratamentos e doses de nitrogênio, respectivamente ( $P < 0,10$ ).

A produtividade animal para a dose de 20 kg/ha/ano de  $P_2O_5$  (relação média N-fertilizante/ $P_2O_5$ -fertilizante de 3,8), na média dos 4 anos, foi de 320 kg/ha de PV. Esse nível de produtividade é compatível com a recomendação de adubação de manutenção com fósforo de Sousa et al. (2007), em que ganhos de produtividade animal dessa magnitude demandariam cerca de 19 kg/ha de  $P_2O_5$  para espécies pouco exigentes como a *U. decumbens*. Os resultados de produtividade animal observados para as doses de 40 kg/ha/ano de  $P_2O_5$  (relação média N-fertilizante/ $P_2O_5$ -fertilizante de 1,9) foram, em termos comparativos, menos satisfatórios do que aqueles registrados para a dose de 20 kg/ha de  $P_2O_5$ . Isso acontece porque uma maior dose de P, 40 kg/ha/ano de  $P_2O_5$ , associada, portanto, a uma adubação de maior custo que o tratamento T2, não determinou níveis de produtividade animal mais elevados do que na dose de 20 kg/ha/ano de  $P_2O_5$  ( $P > 0,10$ ) (Tabela 4).

Aparentemente, nos tratamentos com as doses mais elevadas de fósforo (relação N-fertilizante/ $P_2O_5$ -fertilizante mais estreita), houve limitação de nitrogênio nos primeiros 2 anos de experimento, restringindo a amplitude das respostas em produtividade animal para condições de manejo do pastejo

com 9% a 11% de oferta de forragem, compatíveis com ganhos de peso médios diários de 0,470 kg/cabeça–0,480 kg/cabeça. A diferença significativa de resposta ( $P<0,10$ ) entre as condições de adubação com 60 kg/ha e 90 kg/ha de N (Tabela 4) dão suporte a essa assertiva.

A eficiência média de uso de fósforo (kg de peso vivo/por kg de  $P_2O_5$ ) estimada para as duas fases do experimento (comparação entre T2 e T3) foi de 0,46 kg de peso vivo/kg de  $P_2O_5$ . No segundo biênio, a resposta a fosforo foi mais expressiva, de 1,45 kg de peso vivo/kg de  $P_2O_5$ . Sousa et al. (2004) estimaram em 1,24 kg de peso vivo/kg de  $P_2O_5$  na eficiência de uso de fósforo em adubação de manutenção de pastagens. De acordo com esses autores, esse valor estaria, economicamente, muito próximo do ponto de equilíbrio. Esse incremento na eficiência de uso de fósforo na segunda fase experimental possivelmente reflete a melhoria gradual da fertilidade de solo pelas adubações anuais e o aumento da dose de nitrogênio.

À exceção do tratamento testemunha, todos os demais tratamentos, T2 à T5, tiveram maiores níveis de produtividade animal no segundo biênio, com a elevação na dose de N, em relação ao primeiro biênio ( $P<0,10$ ), o que era esperado. Com adubações de 20 kg/ha de  $P_2O_5$ , os ganhos de produtividade animal entre o primeiro biênio (60 kg/ha/ano N) e o segundo biênio do experimento (90 kg/ha /ano N) foram de 22,7%. Nos tratamentos com 40 kg/ha de  $P_2O_5$ , essas diferenças de produtividade entre os dois biênios foram ainda maiores, de 49% (Tabela 4). Essas constatações sinalizam, possivelmente, que os tratamentos com 40 kg/ha de  $P_2O_5$  poderiam ter sido trabalhados com uma relação N-fertilizante/ $P_2O_5$ -fertilizante mais larga nos primeiros 2 anos do experimento.

No primeiro biênio do experimento, com dose de 60 kg/ha/ano de N, a produtividade animal na dose de 20 kg/ha de  $P_2O_5$  foi semelhante ( $P>0,10$ ) àquela observada na dose de 40 kg/ha de  $P_2O_5$ , tanto para a fonte nitrogenada ureia (T3) como sulfato de amônio (T5). Com a elevação da adubação nitrogenada para 90 kg/ha/ano, no segundo biênio, observou-se que as adubações envolvendo sulfato de amônio (T4 e T5), na presença de 40 kg/ha de  $P_2O_5$ , determinaram maior produtividade animal ( $P<0,10$ ) frente à dose de 20 kg/ha de  $P_2O_5$  (T2). Esse fato pode indicar que, com o aumento no nível de adubação nitrogenada e conseqüentemente com elevação no risco de

perda de N-fertilizante do sistema (Martha Jr. et al., 2007), os tratamentos com sulfato de amônio foram mais responsivos em termos de produtividade animal frente ao aumento da dose de P em relação à situação em que a ureia foi utilizada. Com N-ureia, não houve efeito da dose de fósforo, e.g. T2 versus T3 ( $P>0,10$ ), mesmo com o maior nível de adubação nitrogenada do segundo biênio experimental (Tabela 4).

Efeito semelhante foi observado na análise da produtividade acumulada nos 4 anos de experimento (Tabela 5). A produtividade média acumulada nos tratamentos adubados com N e P (1316 kg de PV/ha) foi 66% acima daquela registrada para o tratamento controle (794 kg de PV/ha). As adubações com ureia e com a mistura ureia e sulfato de amônio, no acumulado dos 4 anos, tiveram produtividades semelhantes ( $P>0,10$ ) àquela registrada no tratamento T2, com 20 kg/ha de  $P_2O_5$ . Entretanto, a adubação com sulfato de amônio, no acumulado de 4 anos, resultou em produtividade maior ( $P<0,10$ ) do que aquela registrada no tratamento T2.

**Tabela 5.** Efeito de aplicações anuais de fósforo e nitrogênio no ganho de peso por hectare acumulado durante os quatro anos de experimento.

Tratamento <sup>(1)</sup>	1º biênio	2º biênio	Ganho de peso (kg/ha)
	(kg/ha de $P_2O_5+N1$ )		
T1	0	0	794 C
T2	20+60	20+90	1.282 B
T3	40+60	40+90	1.318 AB
T4	40+60	40+90	1.310 AB
T5	40+60	40+90	1.354 A

<sup>(1)</sup> T1 e T2 = ureia, T4=2/3 de N-ureia e 1/3 de N-sulfato de amônio, T5= N-sulfato de amônio.

Letras diferentes na coluna indicam diferenças significativas entre tratamentos ( $P<0,10$ ).

Na comparação dentro do biênio, na dose de 40 kg/ha de  $P_2O_5$ , e.g. T3 a T5, não foram observados efeitos da fonte de N ( $P>0,10$ ; Tabelas 4 e 5). Os resultados obtidos por Silveira et al. (2015), com *Panicum maximum* cv. Tanzânia, e por Fernandes et al. (2015), com *Panicum maximum* cv. Mombaça, avaliando nitrato de amônio, sulfato de amônio, ureia e outras fontes, também não verificaram diferenças na produção de forragem entre as fontes estudadas.

Martha Júnior et al. (2007) relataram que, em 12 estudos com forrageiras tropicais com objetivo de avaliar a eficiência de ureia, o uso de ureia proporcionou produção de forragem equivalente a 88% ao sulfato de amônio e nitrato de amônio. Esse nível de diferença entre fontes de N, no entanto, pode não ser facilmente detectado em experimentos de pastejo.

Pela ótica de estudos de pastejo convencionais, como o presente experimento, em que pese a área experimental grande (15 ha), o número de graus de liberdade no resíduo parece ser fator limitante à capacidade de se diferenciar algumas respostas entre tratamentos. No presente trabalho, diferenças nos níveis de produtividade de 1@ a 2@ por hectare (Tabelas 4 e 5) não foram estatisticamente diferentes ao nível de 10%. Sugere-se que protocolos de análises estatísticas inovadores podem e devem ser explorados em avaliações futuras em experimentos de pastejo, buscando maior poder de teste estatístico.

Pelo desenho experimental adotado, não é possível estimar, sem efeitos de confundimento, a eficiência da adubação nitrogenada. Martha Júnior et al. (2007), analisando respostas na literatura (105 observações), verificaram que 96,2% dos resultados apresentaram valores inferiores a 3,0 kg de ganho de peso/kg de N, o que seria um indicador de teto plausível para esse experimento na ausência de efeitos de confundimento. Trabalhos recentes de pastejo, no país, dão suporte a essa assertiva. Em pastagens de *U. decumbens* cv. Basilisk, Moreira et al. (2011), sem mencionar a fonte de nitrogênio, avaliaram o desempenho animal em quatro doses de N (75 kg/ha, 150 kg/ha, 225 kg/ha e 300 kg/ha de N) e estimaram por meio de regressões lineares a eficiência de uso de N em 1,5 kg e 1,7 kg de peso vivo/kg, para o primeiro e segundo ano de avaliação, respectivamente. Delevatti (2020) estimou a eficiência de uso de N em 2,84 kg de peso vivo/kg de N para dose de 90 kg/ha de N (ureia) em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Para as doses de 180 kg/ha e 270 kg/ha, o autor observou eficiências de 1,86 kg e 1,68 kg de peso vivo/kg de N, respectivamente. Mais chances de retornos econômicos com a adubação nitrogenada ocorrem, geralmente, quando a eficiência de uso do N-fertilizante encontra-se acima de 2,2 kg de ganho de peso vivo por kg de N aplicado (Martha Júnior et al., 2007).

Como reflexão final, aparentemente, a relação N-fertilizante/ $P_2O_5$ -fertilizante modula a capacidade de resposta do sistema à adubação, o que

pode ser tema relevante para pesquisas futuras. Ademais, sugere-se que estudos futuros de pastejo explorem o uso conjunto de fontes de N, como ureia e sulfato de amônio, não necessariamente como mistura. Ao contrário, o uso conjunto de fontes de N poderia ser visto como parte de uma estratégia de adubação ao longo da estação de pastejo (Martha Júnior et al., 2007). Em períodos com menor probabilidade de perdas, o N-ureia, mais barato, poderia ser a opção. Porém, em épocas de maior risco de perda, marcadamente no final das águas, fontes menos propensas às perdas de amônia por volatilização, como o sulfato de amônio (Martha Júnior et al., 2004b), poderiam ser opção mais interessante pela ótica de desempenho bioeconômico global do sistema de pastejo.

## Conclusões

---

- O tratamento testemunha, com bom manejo do pastejo, manteve um índice de produtividade razoável para sistemas extensivos, da ordem de 6,5 @/ha durante a estação de crescimento (chuvas). Todavia, as adubações anuais com N-fertilizante e P-fertilizante aumentaram, de maneira significativa, a produtividade animal nos 4 anos do experimento.
- As doses de fósforo de 20 kg/ha/ano e 40 kg/ha/ano de  $P_2O_5$ , associadas à ureia, proporcionaram aumentos semelhantes na massa de forragem (kg/ha de MS), taxa de lotação (UA/ha) e produtividade animal (kg de ganho de peso vivo/ha/ano).
- As respostas entre fontes de nitrogênio (ureia e sulfato de amônio e a mistura delas) não foram diferentes na dose de 40 kg/ha/ano de  $P_2O_5$ . As adubações com ureia e com a mistura sulfato de amônio e ureia, na dose 40 kg/ha/ano de  $P_2O_5$ , resultaram em níveis de produtividade semelhantes à produtividade registrada na adubação com ureia e dose de 20 kg/ha/ano de  $P_2O_5$ . Com maior nível de adubação nitrogenada (90 kg/ha/ano) e no acumulado dos 4 anos experimentais, a adubação com sulfato de amônio, na presença de 40 kg/ha/ano de  $P_2O_5$ , resultou em maior produtividade do que a adubação com ureia na dose de 20 kg/ha/ano de  $P_2O_5$ .

## Agradecimentos

---

À AdvanSix, Bunge Fertilizantes e Embrapa pelo apoio financeiro; à Fazenda Vale Verde, Formosa, GO, por disponibilizar animais para o experimento.

## Referências

---

DELEVATTI, I. M. **Manejo de pastos de capim marandu com diferentes doses de adubação nitrogenada**. 2020. 79 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2020.

ERNST, J. W.; MASSEY, H. F. The effects of several factors on volatilization of ammonia formed from urea in soil. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 24, p. 87-90, 1960.

FERNANDES, J. C.; BUZETTI, S.; DUPAS, E.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M. Sources and rates of nitrogen fertilizer used in Mombasa guineagrass in the Brazilian Cerrado region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 2076-2082, 2015.

HARGROVE, W. L. Soil environmental and management factors influencing ammonia volatilization under field conditions. In: BOCK, B. R.; KISSEL, D. E. (Ed.). **Ammonia volatilization from urea fertilizers**. Muscle Shoals: Tennessee Valley Authority, 1988. p.17-36. (Bulletin Y-206).

LAPIG – Laboratório de Processamento de Imagem e Geoprocessamento. Disponível em: <https://pastagem.org/index.php/pt-br/tools/atlas-digital-das-pastagens-brasileiras>. Acesso em: 17 abr. 2020.

LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; RUSSELL, D. W.; SCHABENBERGER, O. **SAS for mixed models**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2006. 814 p.

MACEDO, M. C. M. Degradação de Pastagens: Conceitos e Métodos de Recuperação. In: SIMPÓSIO SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1999, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1999. P. 137-150.

MARTHA JÚNIOR., G. B.; VILELA, L.; BARIONI, L. G.; SOUSA, D. M. G. Manejo da adubação nitrogenada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 155-215.

MARTHA JÚNIOR, G.B. **Balço de <sup>15</sup>N e perdas de amônia por volatilização em pastagem de capim-elefante**. Piracicaba, 1999. 75p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MARTHA JÚNIOR, G.B. **Transformações do nitrogênio em pastagem irrigada de capim Tanzânia**. Piracicaba, 2002. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; ALVEZ, M. C. Nitrogen recovery and loss in a fertilized elephant grass pasture. **Grass and Forage Science**, v. 59, p. 80-90, 2004b.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P.C.O.; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; MANZONI, C. S.; BARIONI, L. G. Perda de amônia por volatilização em pastagem de capim-Tanzânia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 2240-2247, 2004a.

- MARTHA JUNIOR., G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. Adubação nitrogenada. In: MARTHA JUNIOR., G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. (Ed.) **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. p.145-177.
- MOREIRA, L. M.; SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C. Produção animal em pastagem de capim-braquiária adubada com nitrogênio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 914-921, 2011.
- OLIVEIRA, P. P. A. **Manejo da calagem e da fertilização nitrogenada na recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria* sp. em solos arenosos**. Piracicaba, 2001. 110f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. de A.; PRIMAVESI, A. C.; CANTARELLA, H.; ARMELIN, M. J. A.; SILVA, A. G.; FREITAS, A. R. de. **Adubação com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross sob manejo rotacionado**: eficiência e perdas São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular técnica, 30).
- RAPPAPORT, B. D.; AXLEY, J.H. Potassium chloride for improved urea fertilizer efficiency. **Soil Science Society of America Journal**, v. 48, p. 399-401, 1984.
- RODRIGUES, M. B.; KIEHL, J. C. Volatilização de amônia após o emprego de ureia em diferentes doses e modos de aplicação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10, p. 37-43, 1986.
- ROQUETTI FILHO. Disponível em: <https://www.gefert.com.br/wp-content/uploads/2019/b10/DESAFIOS-E-OPORTUNIDADES-PARA-O-SETOR-DE-FERTILIZANTESbNO-BRASIL.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.
- SILVEIRA, M. L.; HABY, V. A.; LEONARD, A. T. Response of Coastal Bermudagrass yield and nutrient uptake efficiency to nitrogen sources. **Agronomy Journal**, v. 99, p. 707-714, 2007.
- SOARES, W. V.; LOBATO, E.; SOUSA, D. M. G.; VILELA, L. **Adubação fosfatada para manutenção de pastagem de *Brachiaria decumbens* no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 5 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 53).
- SOARES, W. V.; MACEDO, M. C. M.; VILELA, L. et al. **Resposta da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk ao fósforo e níveis críticos de P num latossolo roxo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 25 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 4).
- SOUSA, D. M. G. MARTHA JUNIOR., G. B.; VILELA, L. Manejo da adubação fosfatada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 101-138.
- SOUSA, D. M. G.; MARTHA JUNIOR., G. B.; VILELA, L. Adubação fosfatada. In: MARTHA JUNIOR., G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. (Ed.) **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. p. 145-177.
- VILELA, L.; MARTHA JUNIOR., G.B.; SOUSA, D. M. G. Adubação potássica e com micronutrientes. In: MARTHA JUNIOR., G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. (Ed.) **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. p. 179-187.
- WOLFINGER, R. D. Covariance Structure Selection in General Mixed Models. **Communications in Statistics, Simulation and Computation**, v. 22, p. 1079-1106. 1993.

**Embrapa**

---

**Cerrados**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL