

Fertilidade
do solo e
adubação do

milho

Pragas da
soja no
cerrado

Perspectivas
para o manejo
de plantas daninhas
no **algodoeiro**

- ◆ **Pragas em canaviais e plantio direto:** tem relação?
- ◆ O uso eficiente de **corretivos e fertilizantes em pastagens**
- ◆ Os **dez passos** para o sucesso na **implantação da ILPF**

Sumário

3 Pragas da soja no Cerrado
Crébio José Ávila; José Fernando Jurca Grigolli; José Roberto Salvadori;
Ivana Fernandes da Silva

12 Perspectivas sobre manejo de plantas daninhas na cultura do algodoeiro
Jamil Constantin; Rubem Silvério de Oliveira Jr.

14 A relação entre plantio direto e pragas em canaviais
Leila Luci Dinardo-Miranda; Higor Domingos Silvério da Silva

18 Manejo da fertilidade do solo e adubação do milho na Região Centro Oeste
Álvaro Vilela de Resende, Jeferson Giehl, Miguel Marques Gontijo Neto, Emerson Borghi, Antônio Marcos Coelho, Flávia Cristina dos Santos, Samuel Campos Abreu

28 Plantas Daninhas: Cenário no cultivo do milho na região centro-oeste
Décio Karam, Alexandre Ferreira da Silva

34 Como manejar doenças foliares em milho
Dagma Dionísia da Silva; Luciano Viana Cota; Rodrigo Véras da Costa

46 Desafios no manejo de insetos-praga do sistema de produção do Centro-Oeste
Rosângela C Marucci; Simone M Mendes; Silvino G Moreira

54 Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens
Lourival Vilela; Geraldo Bueno Martha Jr.; Djalma Martinhão Gomes de Sousa

66 Os dez passos para ter sucesso com a implantação da ILPF no Cerrado
Ronaldo Trecenti

Revista ISSN 16778081

Plantio Direto

& Tecnologia Agrícola

Edição Especial Centro-Oeste
Outubro de 2020

Aldeia Norte Editora Ltda
Rua Uruguai, 421, sala 702, Albert Einstein Center
99010-110 - Passo Fundo/RS
Fone (54) 3311 1235
Whatsapp 54 9 99449551
e-mail revista@plantiodireto.com.br

Fundador
Gilberto de Oliveira Borges
(1947-2002)

Diretor | Editor Técnico
João Manoel Borges
jm.borges@plantiodireto.com.br

Diretora
Juliane Borges
juliane.borges@plantiodireto.com.br

Conselho Consultivo

Antonio Luis Santi
(Universidade Federal de Santa Maria)
Elmar Floss
(Grupo Floss)
Erlei Melo Reis
(Universidade de Passo Fundo)
Fernando Penteado Cardoso
(Fundação Agrisus)
Gilberto Cunha
(Embrapa Trigo)
João Carlos Moraes de Sá
(Universidade Estadual de Ponta Grossa)
Telmo Jorge Carneiro Amado
(Universidade Federal de Santa Maria)
Walter Boller
(Universidade de Passo Fundo)
Ruy Casão Jr.
(IAPAR)

Para anunciar
comercial@plantiodireto.com.br
54 3311 1235

Nota: As opiniões emitidas em artigos assinados, são de inteira responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente as da Revista Plantio Direto & Tecnologia Agrícola.

É proibida a reprodução total ou parcial do conteúdo desta publicação sem autorização da Editora.

Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens

Lourival Vilela¹; Geraldo Bueno Martha Jr.²; Djalma Martinhão Gomes de Sousa (*in memoriam*)³

Introdução

Nas últimas duas décadas as pastagens cultivadas deixaram de atrair a atenção apenas de pecuaristas e passaram a despertar o interesse de lavoureiros também. Para a atividade pecuária, o pasto é a fonte majoritária de alimentação do rebanho bovino brasileiro. Para a atividade lavoureira, o pasto vem despertando interesse, de modo particularmente acelerado nos últimos 20 anos, por ser uma excelente alternativa de planta de cobertura para o plantio direto. A inserção do pasto nesses sistemas de produção de grãos e oleaginosas às vezes tem sido referenciada como integração lavoura-pasto. Existe uma terceira situação, mista, a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), na qual os componentes pecuária e lavoura (e, eventualmente, floresta) são protagonistas do sistema.

Comum a essas situações, é a predominância de baixa fertilidade química dos solos tropicais. A pujante agropecuária brasileira é resultado de conhecimentos e tecnologias modernas, como genética, fertilizantes, agroquímicos e seu manejo. Isso significa dizer que na ausência da aplicação correta desses conhecimentos e tecnologias há limitada oportunidade para viabilizar o negócio agrícola em termos técnicos e econômicos no País.

Existe um condicionante adicional importante. Cálculos a partir da base de dados da Orga-

nização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE; Martha Jr., 2020) mostraram que o nível de incentivos na agropecuária brasileira é baixo, da ordem de apenas 1,6% da receita bruta em nível de fazenda, na média de 1995-2018. Comparativamente, e considerando o mesmo período, os níveis de incentivos médios recebidos pelos agricultores americanos, chineses e europeus foram estimados em 13,0%, 8,7%, 26,9%, respectivamente.

Portanto, os produtores rurais brasileiros, sujeitos a níveis de incentivos muito baixos, respondem fortemente aos sinais de mercado. Adotarão novos conhecimentos e tecnologias com base na avaliação individual da relação benefício-custo. Essas perspectivas do produtor quanto aos custos de oportunidade e aos riscos envolvidos na tomada de decisão são únicas à uma dada combinação produtor-propriedade. Isso acontece porque a quantidade e qualidade dos recursos (terra, trabalho, capital físico e humano) e de insumos disponíveis, sujeitos aos preços relativos pertinentes, variam caso-a-caso (Martha Jr., 2020).

Pastagens no Cerrado

A área de pastagens cultivadas no bioma Cerrado tem se mostrado estável e ao redor de 60 a 62 milhões de hectares ao longo da última década (Sano et al., 2019; Lapig, 2020). De acordo com os dados do Atlas Digital das Pas-

¹Engenheiro Agrônomo, mestre em Agronomia (Fertilidade do Solo), pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

²Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia (Ciência Animal e Pastagem), pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas-SP.

³Químico, mestre em Agronomia (Fertilidade do Solo), pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

⁴Levantamento da Rede ILPF mostrou que os sistemas "integração lavoura-pecuária" representam cerca de 83% dos sistemas integrados. Os sistemas "integração lavoura-pecuária-floresta" respondem por outros 9% dos sistemas integrados (Rede ILPF, 2016).

tagens (Lapig, 2020), 38% dessas pastagens apresentam indícios de degradação.

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 tecnologia a ser adotada na fazenda para evitar a degradação do pasto deve, no entanto, considerar as causas desse processo.

A redução na produtividade das pastagens com o tempo de implantação da planta forrageira na gleba pode ser atribuída a diversos fatores, destacando-se: 1) a escolha e estabelecimento inadequados 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 para a sustentabilidade e produtividade das pastagens obviamente encontra-se sujeita às características específicas de cada propriedade.

A baixa fertilidade química dos solos do Cerrado (Sousa & Lobato, 2002; Sanchez, 2018) indica que esses solos, em seu estado natural, têm baixa capacidade de prover os nutrientes necessários para sustentar patamares moderados a elevados de produtividade. Ademais, o baixo uso de ferti-

lizantes em pastagem demonstra o desafio para elevar os níveis de fertilidade do solo nessas situações. De acordo com Roquetti Filho (2020), dos 35,56 milhões de toneladas de fertilizantes entregues no Brasil, apenas 1,5% desta quantia foram destinadas para pastagens, cuja área estimada para 2018 foi de 180,9 milhões de hectares (Lapig, 2020). Isso significa que a taxa média de aplicação de fertilizantes em pastagens é muito baixa e da ordem de apenas 3,0 kg/ha de fertilizante NPK.

A demanda de N, P e K para produção de 1,0 t/ha de massa seca de forragem, dependendo da espécie, é da ordem de 12 a 20; 0,8 a 3,0; e 12 a 30 g de nutriente/kg de massa seca de forragem, respectivamente. A manutenção da taxa de lotação média de 0,86 UA/ha, no Cerrado, considerando um consumo médio de massa seca de forragem de 1,9% do peso vivo por dia, e eficiência de pastejo de 45%, demandaria uma produção anual de forragem de 6 t/ha de massa seca. Tomando-se os limites mínimos indicados acima, a extração de nutrientes NPK (169 kg/ha) seria de 72 kg/ha de N; 4,8 kg/ha de P (e.g. 11 kg/ha de P₂O₅); e 72 kg/ha de K (e.g. 86 kg/ha de K₂O).

Essas exigências nutricionais para a produção da planta forrageira são, em parte, atendidas pelos nutrientes ciclados no solo (Sanchez, 2018). Por exemplo, considerando a camada de 0 – 20 cm de um solo com densidade de 1,2 g/cm³, com 2,8% de matéria orgânica, teor de N mineral de 3%, e taxa de mineralização de 2,5%

ao ano, a quantidade de N disponibilizada seria de 50 kg/ha/ano. Assumindo que não haja nenhuma perda/imobilização desse N no sistema, e que o fertilizante aplicado teria eficiência de 55%, mesmo para esse sistema extensivo de produção pecuária o aporte de N deveria ser da ordem de 40 kg/ha/ano. Esse valor mostra-se bastante distante dos prováveis 1 a 1,2 kg/ha de N fornecidos, em média, via adubação. Esse simples exercício é útil para ilustrar o porquê de o uso limitado de corretivos e fertilizantes nas fases de estabelecimento e de manutenção das pastagens ser visto como um dos principais fatores explicando a baixa produção de forragem e recorrente processo de degradação das pastagens.

Eficiência das adubações de pastagens

A eficiência do uso de fertilizantes, em lavouras de grãos e oleaginosas, é medida pela razão entre kg do nutriente aplicado/tonelada de grão. Em pastagens essa eficiência de conversão do nutriente do fertilizante em forragem pode ser estimada de maneira semelhante, pela razão entre kg de massa seca (MS) de forragem/kg de nutriente aplicado. Contudo, a eficiência da adubação de pastagens depende, adicionalmente, da eficiência de pastejo (e.g. a eficiência com que a forragem produzida é colhida), e da eficiência de conversão da forragem consumida

Tabela 1. Intervalos de variação mais comuns das eficiências parciais dos componentes determinantes da produção animal em pastagens adubadas com nitrogênio e fósforo e metas a serem buscadas no sistema de produção.

Eficiência	N		P ₂ O ₅	
	Intervalo mais comum	Meta	Intervalo mais comum	Meta
kg MS/kg nutriente-fertilizante	15 - 45	> 45	10 - 30	> 30
Eficiência de pastejo (%)	40 - 55	> 55	40 - 55	> 55
kg MS/kg GPV	14,5 - 18 ¹	12 - 16 ²	14,5 - 18 ¹	12 - 16 ²
kg GPV/kg nutriente-fertilizante	0,5 - 1,7	> 1,8	0,8 - 1,2	> 1,3

¹Considerando animais em recria, consumindo forragem com 55% de digestibilidade e apresentando ganho de peso na faixa de 400 a 600 g/cabeça/dia.

²Considerando animais em recria, consumindo forragem com 60% a 65% de digestibilidade e apresentando ganho de peso na faixa de 400 a 600 g/cabeça/dia.

Fonte: A partir de Martha Jr. et al. (2007a) e Sousa et al. (2004).

Tabela 2. Taxa de lotação e desempenho animal, média de dois anos, em pastagens de *Panicum maximum* cv. Colônião adubadas com nitrogênio e enxofre.

Nitrogênio ¹ (kg/ha/ano de N)	Enxofre (kg/ha de S)	Taxa de Lotação (novilhos/ha)	Desempenho animal (kg/cabeça/dia) (kg/ha)	
0	0	1,38	0,560	301
0	60	1,43	0,540	308
200	0	3,29	0,500	653
200	60	3,54	0,490	703

¹A fonte de N usada foi o nitrato de amônio. Todos os tratamentos receberam uma aplicação de 200 kg/ha de P₂O₅, exceto o tratamento sem N e sem S. Fonte: Quinn et al. (1961).

em produto animal (kg MS/kg de ganho de peso vivo – GPV – ou kg de leite). Estas três eficiências parciais definem a eficiência global do uso do nutriente do fertilizante na produção animal (por exemplo, kg GPV/kg de nutriente aplicado), usada para estimar a resposta bioeconômica da adubação de pastagens em uma dada região (Martha Jr. et al., 2007a).

A Tabela 1 resume alguns indicadores de eficiência de adubação em pastagens, com foco no nitrogênio e no fósforo, que podem ser úteis para apoiar o processo de planejamento. O efeito residual das adubações com fósforo poderia ampliar a eficiência das adubações de modo expressivo, em que valores de cerca de 5 a 6 kg GPV/kg P₂O₅ poderiam ser verificados (Sousa et al., 2004). No caso do N, Berg & Sims (1995) estimaram o efeito residual da adubação nitrogenada em 0,63 kg de GPV/kg N aplicado.

As adubações em pastagens podem aumentar a produção e a qualidade da forragem. Desse modo, têm o potencial de atuar positivamente sobre os dois fatores determinantes da produtividade animal em pastagens, a taxa de lotação e o desempenho dos animais.

Os resultados do experimento indicados na Tabela 2 ilustram, parcialmente, esses pontos. A adubação apenas com enxofre elevou, marginalmente, a taxa de lotação, de 1,38 para 1,43 animais/ha. Nessa situação, a eficiência global da adubação foi de 0,13 kg GPV/kg S

aplicado. O efeito isolado do N foi mais expressivo. A taxa de lotação, com a aplicação de 200 kg/ha de N, se elevou de 1,38 para 3,29 animais/ha, refletindo uma eficiência de 1,76 kg GPV/kg N aplicado. Na presença de S, o incremento na taxa de lotação devido ao fertilizante nitrogenado foi de 1,43 para 3,54 animais/ha, o que determinou uma eficiência de 1,98 kg GPV/kg N. Na presença de N, a eficiência do S-fertilizante se elevou em 6,4 vezes, para 0,83 kg GPV/kg S.

Os resultados do estudo da Tabela 2 poderiam ser, inclusive, mais expressivos. Como observado por Vilela et al. (2020), mesmo com o manejo do pastejo ajustado para 9% à 11% de oferta de forragem (e.g. 9 a 11 kg de MS total de forragem/100 kg de PV), foi possível observar um aumento de 8,4% no ganho de peso diário por animal na situação com adubação com N-fertilizante e P-fertilizante em comparação ao tratamento controle. Esse melhor desempenho refletiu, em parte, alguma possibilidade (restrita) de seletividade maior de folhas nos tratamentos adubados, e também uma melhora no valor nutritivo nessas condições.

Oportuno lembrar que ações voltadas para aumentar a taxa de lotação, por meio da adubação, são mais efetivas em aumentar a produção e a produtividade das pastagens quando comparadas à intensificação do desempenho por animal, que, no entanto, não pode ser negligenciado. Investimentos no componente animal (genética,

nutrição, sanidade) são indispensáveis para assegurar a rentabilidade do empreendimento, porque o maior desempenho animal diminui o tempo de retorno do capital (menor idade de abate) e melhora o fluxo de caixa do negócio. Entretanto, uma meta mínima de desempenho animal deve ser observada para viabilizar investimentos na taxa de lotação.

Intensificação do uso de fertilizantes em pastagens

A decisão pela intensificação no uso de fertilizantes em sistemas pastoris não depende apenas do nível de fertilizante por unidade de área. Depende, também, da proporção de área de pastagem adubada e do tempo projetado para a intensificação do sistema (Vilela et al., 2004). Conforme discutido por esses autores, tem-se:

a) Nível de intensificação: refere-se à magnitude do uso de recursos no sistema, que pode variar, consideravelmente, em razão dos objetivos e das peculiaridades inerentes a cada sistema;

b) Proporção de intensificação: proporção de área da fazenda intensificada, normalmente em diferentes níveis, uma vez que o nível de intensificação em uma fazenda de pecuária é dificilmente homogêneo.

c) Velocidade de intensificação: reflete a variação da intensidade de uso de recursos em

uma propriedade, considerada como um todo, em função do tempo. Quanto maior a velocidade de intensificação, maior o impacto negativo nos fluxos de caixa da propriedade logo depois do investimento até que seja pago pelo acréscimo na receita proveniente da comercialização dos produtos.

A decisão por adubar uma área maior com menor quantidade de fertilizantes seria, provavelmente, a opção escolhida por pecuaristas e técnicos avessos a riscos. Isso acontece porque quando se intensifica o sistema, aumentando as taxas de lotação, a quantidade demandada de forragem torna-se relativamente grande em relação à quantidade de forragem que pode ser mantida na pastagem. Esse fato determina que o tamponamento de sistemas pastoris, com altas taxas de lotação, seja menos efetivo quando comparado aos sistemas que operam com taxas de lotação menores. Desse modo, as variações na condição da pastagem são aceleradas e amplificadas, gerando rápido impacto sobre o desempenho animal e aumentando, conseqüentemente, o risco de produção. Por essas razões, sistemas pastoris com altas taxas de lotação exigem monitoramento mais constante e respostas mais ágeis e precisas em relação às variações relacionadas ao estado da pastagem (Barioni & Martha Jr., 2003).

A estratégia de adubação de pastagens, pautada no menor nível e na maior proporção de área intensificada, também seria mais indicada por um prisma ambiental. Essa assertiva encontra suporte no fato de que sistemas de produção animal, com elevado uso de insumos, estão, em regra, associados à maior concentração de animais por unidade de área, o que potencialmente predispõe a alterações nos ciclos de nutrientes no ecossistema de pastagens (Vilela et al., 2004).

Um exemplo com relação ao nível e proporção de adubação nitrogenada em pastagens foi apresentado por Martha Jr. et al.

(2007b). A premissa é que quando se considera o uso de fertilizante nitrogenado em pastagens, a principal meta do pecuarista é elevar a taxa de lotação da fazenda. Tal meta pode ser obtida por diferentes combinações entre nível e proporção de intensificação na adubação, para uma dada quantidade de N-fertilizante utilizada na fazenda.

Como exemplo, considere que para cada unidade animal (UA) que se deseja aumentar na fazenda, durante a estação de pastejo (220 dias), são necessários 70 kg N sob condições de bom manejo (Martha Jr. et al., 2007b). Considere, agora, que uma determinada fazenda planeja comprar 400 animais, com peso inicial de 280 kg PV. A experiência da fazenda mostra que, ao longo da estação de pastejo, o ganho de peso esperado é de 5@/animal. Portanto, ao final do período cada animal teria, em média, 430 kg PV (peso médio dos animais de 355 kg PV, no período de pastejo). Nesse exemplo, para o aumento médio projetado de 315 UA ($355/450 \times 400$), seriam necessários 22.050 kg de N-fertilizante (por exemplo, 47,9 toneladas de ureia). Se essa quantidade for aplicada em 200 ha, a taxa de adubação nitrogenada seria de 110 kg/ha. Por outro lado, se no planejamento se prever que 85 ha serão adubados, a taxa de adubação nitrogenada seria elevada para 260 kg/ha. Se o manejo geral da propriedade for ruim, exigindo, por exemplo, 130 kg N/UA, para a mesma área de 85 ha seriam necessários 480 kg/ha de N-fertilizante para permitir a elevação da taxa de lotação na fazenda em 315 UA durante a estação de pastejo.

Esse exemplo é útil para ilustrar como as percepções sobre os potenciais benefícios bioeconômicos da adubação de pastagens podem estar mais relacionadas à capacidade de gestão na propriedade (bom manejo x mau manejo) do que com os méritos da tecnologia em si. Nos casos acima, a amplitude estimada de eficiência do sistema, frente à adubação nitro-

genada, seria de 1,5 a 2,7 kg GPV/kg N.

Cabe observar que quanto maior o nível de adubação nitrogenada por unidade de área, mais acelerado é o crescimento da planta forrageira e, portanto, mais ágeis devem ser as intervenções no sistema. Com manejo ruim (130 kg N/ha), é bastante provável que sob elevada taxa de adubação nitrogenada o tomador de decisão encontre dificuldades crescentes para atender metas mais ambiciosas de taxa de lotação e de desempenho por animal. Exemplificando, uma deterioração de apenas 5% no ganho de peso por animal (para 4,75@/animal/ano), no sistema de manejo deficiente, reduziria a eficiência bioeconômica da adubação nitrogenada, para 1,4 kg GPV/kg N.

Recomendação de uso de corretivos e fertilizantes em pastagens no Cerrado

O livro “Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens” (Martha Jr. et al., 2007a) concentrou um esforço abrangente para revisar as recomendações de interpretação da análise do solo e as recomendações de uso de corretivos e fertilizantes em pastagens. Um capítulo a parte tratou da questão da correção e adubação do solo para culturas anuais na integração lavoura-pecuária.

Em um artigo com a proposta de ser compacto, como este, parece interessante sugerir ao leitor que acesse aquela publicação para obter informações mais específicas. Aspectos de cunho histórico e conjuntural apresentados no livro (capítulos 1 e 2) devem ser vistos sob o olhar de uma publicação mais antiga. Em contrapartida, os principais avanços daquela publicação, quanto aos conceitos, proposições e recomendações apresentadas (capítulos 3 a 9) permanecem atuais. Entende-se, porém, que pode ser oportuno abordar nesse artigo dois aspectos mais inovadores daquela publicação, referentes às adubações com nitrogênio (Martha Jr. et al., 2007b) e com fósforo (Sousa et al., 2007).

O efeito da aplicação isolada de calcário, normalmente, não proporciona aumentos expressivos como os observados em soja e milho. Contudo, a calagem corrige a acidez e a deficiência de cálcio e magnésio na camada arável (0 a 20 cm). Assim, abaixo dessa camada pode continuar com excesso de alumínio tóxico associado ou não à deficiência de cálcio. Nessas condições o desenvolvimento do sistema radicular das plantas pode ficar comprometido, aumentando os riscos de déficit hídrico durante os veranicos. O aumento do volume de solo explorado pelas raízes ainda resulta, normalmente, em maior quantidade de água disponível para as plantas, o que potencialmente pode prolongar a duração da estação de pastejo.

Tabela 3. Necessidade de N-fertilizante para elevar uma unidade animal no período das águas (kg N/UA, 220 dias), acima do “nível base”, considerando o manejo da fazenda em termos de eficiência de uso do nitrogênio na conversão de forragem e a eficiência de pastejo.

Manejo geral da fazenda	Manejo		Necessidade de N (kg N/UA)
	kg MS/kg N	Efic. de pastejo (%)	
Muito ruim	< 30	< 40	> 170
Ruim	30 - 35	40 - 45	120 - 150
Razoável	35 - 45	45 - 50	85 - 110
Bom	45 - 50	50 - 60	70 - 80
Muito bom	> 50	> 60	< 60

Fonte: Adaptado de Martha Jr. et al. (2004).

O gesso agrícola é comumente usado para corrigir a acidez superficial. Em pastagens, o uso de gesso é ainda pouco expressivo. Os benefícios da correção da acidez subsuperficial, em gramíneas forrageiras, ainda necessitam ser mais bem avaliados. Contudo, como fonte de enxofre para as forrageiras e, dependendo da região, poder ser alternativa econômica interessante para o produtor.

Nitrogênio

A recomendação de adubação nitrogenada em pastagens não é tarefa simples. Na fase de estabelecimento, a disponibilidade de nitrogênio no solo tem o objetivo de proporcionar maior perfilhamento da planta forrageira, contribuindo para o “fechamento” mais rápido do pasto e para a redução do período de mato-competição. Para pastagens estabelecidas em solos arenosos (< 15% de argila) ou em solos de textura média (16% a 35% de argila), com menos de 1,6% de matéria orgânica, a sugestão seria realizar a adubação em cobertura, depois de cinco a seis semanas da semeadura, e antes do primeiro pastejo. Quantidades de 25 a 30 kg/ha de N têm se mostrado adequadas.

No estabelecimento de pastos anuais (milheto e sorgo pastejo), consorciados ou não com gramíneas perenes, a sugestão seria a aplicação de 20 a 25 kg/ha de N no sulco de plantio. Para o consórcio de pastos anuais com pastos perenes a adubação com 30 a 35 kg/ha de N, imediatamente após o primeiro pastejo, tem se mostrado importante para estimular o perfilhamento do pasto perene e, desse modo, minimizar falhas na formação da pastagem. O primeiro pastejo em pastos consorciados com forrageiras anuais e perenes, visando ao adequado estabelecimento do pasto perene, deve ocorrer em períodos com expectativa de chuvas, para possibilitar a resposta fisiológica da planta ao N aplicado.

Para a adubação nitrogenada em pastagens, na fase pós-estabelecimento, a sugestão é para que a quantidade de N-fertilizante seja calculada em função da expectativa de N-fertilizante para se aumentar a taxa de lotação na propriedade. Desse modo, a dose de N-fertilizante a ser utilizada por unidade de área, como já exemplificado anteriormente, fica a critério do tomador de decisão com relação à intensidade no nível e na proporção de adubação (Martha Jr. et al., 2004). Essa proposta, difícil de ser concebida para lavouras de grãos e oleaginosas, ganha respaldo em sistemas pastoris em que dificilmente a proporção de área adubada na fazenda é elevada (Vilela et al., 2004).

Os critérios para a adubação de pastagens na fase pós-estabelecimento baseiam-se em metas de desempenho delineadas para o sistema de produção. Para a amplitude mais comum na eficiência de uso do N-fertilizante e na eficiência de pastejo, verifica-se que a quantidade de N-fertilizante necessária para elevar 1 UA na fazenda, no período das chuvas (220 dias), varia de 40 a 200 kg N/UA (Martha Jr. et al., 2004). Para efeito de manejo, os valores extremos devem ser desconsiderados e, em fazendas comerciais, a amplitude mais provável de ser encontrada seria, provavelmente, de 60 a 170 kg N/UA para condições de manejo excelente e muito ruim, respectivamente (Tabela 3). A suposição básica é que os demais nutrientes no solo estão em níveis adequados para se atingir a produtividade animal desejada em resposta à adubação nitrogenada.

As metas indicadas na Tabela 3 buscam fornecer elementos para apoiar o planejamento e a tomada de decisão com vistas a aumentar a probabilidade de resultados econômicos positivos com o uso de fertilizantes nitrogenados em pastagens. Pautando pela eficiência econômica do sistema de produção, recomenda-se que o fertilizante nitrogenado seja utilizado quando a expectativa de desem-

penho do sistema possibilite trabalhar com, no máximo, 80 a 85 kg N/UA (Tabela 3). Nessas situações, considerando manejo adequado da pastagem e animais em pastejo com potencial de resposta, a expectativa é que a razão kg GPV/kg N seja de pelo menos 1,8 a 2,0 kg de GPV/kg N.

Ressalte-se que as razões kg N/UA e kg GPV/kg N indicadas referem-se à meta adicional em relação ao cenário base. Obviamente, a resposta econômica dependerá dos termos de troca (produto/ insumo), que orientam a escolha técnico-econômica quanto ao uso de recursos e insumos, e que podem apresentar uma amplitude considerável nas diferentes regiões do Cerrado. Os preços relativos também variam ao longo do ano e entre ano. Desse modo, as metas técnicas indicadas na Tabela 3 devem ser periodicamente revistas e ajustadas concorde preços relativos regionais para representar, do modo mais adequado possível, a realidade da propriedade agrícola.

A aplicação do fertilizante nitrogenado deve ser realizada durante as chuvas, pois, nesse período, ocorrem as melhores condições de crescimento para a planta forrageira (umidade no solo, temperatura, etc.). O parcelamento da adubação nitrogenada durante o período das chuvas é interessante, pois diminui o risco de respostas desfavoráveis na produção de forragem e na produção animal em virtude do uso de N-fertilizante. O número de vezes em que se parcela a dose anual de fertilizante nitrogenado varia com a dose de N-fertilizante aplicada e com os objetivos idealizados para o sistema de produção (por exemplo, a expectativa de distribuição estacional da produção de forragem para equilibrar a demanda de forragem pelos animais). Por um lado, não é muito interessante operar com doses inferiores a 25 a 30 kg/ha de N por aplicação. Por outro, para efeito de planejamento, sugere-se que a dose de N-fertilizante por aplicação não ultrapasse cerca de 60 kg/ha de N.

Fósforo

Com relação às adubações com fósforo para a fase de estabelecimento de pastagens, a principal inovação refere-se à estimativa da dose de fósforo a partir capacidade tampão de fósforo (CT) do solo (Sousa et al., 2004; 2007), que quando conhecida, permite estimar a dose de P necessária para elevar o teor desse nutriente de um valor conhecido para outro desejado, como indicado na equação 1 (Sousa et al., 2006). Assim, a partir da interpretação de resultados da análise de fósforo no solo em Mehlich-1 (Tabela 4) e Resina (Tabela 5), é possível identificar o nível almejado de P no solo e, pela Equação 1 e pelas informações indicadas na Tabela 6, é possível estimar a quantidade do fertilizantes fosfatado a ser aplicado.

Em situações nas quais o teor de fósforo no solo é muito baixo, pode-se utilizar a alternativa da adubação corretiva gradual, uma vez que o investimento na correção do solo pode ser distribuído em um maior período, determinado pelo tomador de decisão em função das características do empreendimento. Assim, o tempo para que o solo esteja corrigido responde à disponibilidade de capital ou à melhora nos termos de troca produto-insumo.

Para a fase de manutenção, de modo geral, a sugestão é para que o teor crítico de fósforo no solo mantenha-se equivalente a cerca de 80 % dos valores recomendados como adequados para a fase de estabelecimento. Em razão da intensa reciclagem de nutrientes que ocorre em pastagens, é possível, assim, considerar o intervalo de nível médio de P no solo indicado nas Tabelas 4 e 5.

Uma outra inovação é ajustar a proposta de adubação de manutenção com fósforo em pastagens de acordo com as metas de desempenho delineadas para o sistema de produção. Na equação 2, apresenta-se uma maneira de estimar a adubação de manutenção

Equação 1

$$\text{Dose de fósforo (kg/ha de P}_2\text{O}_5) = (\text{Teor desejado de P} - \text{Teor atual de P}) \times \text{CT}$$

em que o valor de CT é obtido na Tabela 6 para o P extraído por Mehlich-1 ou resina.

Tabela 4. Interpretação de resultados da análise de fósforo no solo, na profundidade de 0 a 20 cm, extraído pelo método Mehlich-1, para três grupos de exigência das forrageiras, para a fase de estabelecimento.

Teor de argila (%)	Interpretação da análise do solo			
	Muito Baixa	Baixa	Média	Adequada
Espécies pouco exigentes				
Teor de fósforo no solo - mg/dm ³				
≤ 15	0 a 3,0	3,1 a 6,0	6,1 a 9,0	> 9,0
16 a 35	0 a 2,5	2,6 a 5,0	5,1 a 7,0	> 7,0
36 a 60	0 a 1,0	1,1 a 2,5	2,6 a 4,0	> 4,0
> 60	0 a 0,5	0,6 a 1,5	1,6 a 2,0	> 2,0
Espécies exigentes				
Teor de fósforo no solo - mg/dm ³				
≤ 15	0 a 4,0	4,1 a 7,0	7,1 a 11,0	> 11,0
16 a 35	0 a 3,0	3,1 a 6,0	6,1 a 9,0	> 9,0
36 a 60	0 a 1,5	1,6 a 3,5	3,6 a 5,0	> 5,0
> 60	0 a 1,0	1,1 a 2,0	2,1 a 2,5	> 2,5
Espécies muito exigentes				
Teor de fósforo no solo - mg/dm ³				
≤ 15	0 a 5,0	5,1 a 10,0	10,1 a 14,0	> 14,0
16 a 35	0 a 4,0	4,1 a 8,0	8,1 a 12,0	> 12,0
36 a 60	0 a 2,0	2,1 a 4,0	4,1 a 6,0	> 6,0
> 60	0 a 1,0	1,1 a 2,0	2,1 a 3,0	> 3,0

Fonte: Sousa et al. (2007).

Tabela 5. Interpretação de resultados da análise de fósforo no solo, na profundidade de 0 a 20 cm, extraído pelo método da resina (P-resina), para três grupos de exigência das forrageiras, para a fase de estabelecimento.

Interpretação da análise do solo			
Muito Baixo	Baixo	Médio	Adequado
Espécies pouco exigentes			
Teor de fósforo no solo - mg/dm ³			
0 - 2,5	2,5 - 5,0	5,1 - 7,0	> 7,0
Espécies exigentes			
Teor de fósforo no solo - mg/dm ³			
0 - 3,0	3,1 - 6,0	6,1 - 9,0	> 9,0
Espécies muito exigentes			
Teor de fósforo no solo - mg/dm ³			
0 - 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 12,0	> 12,0

Fonte: Sousa et al. (2007).

Tabela 6. Valores do fator CT (capacidade tampão de fósforo) para estimar a dose do adubo fosfatado para estabelecimento de forrageiras (equação 1) em função do teor de argila no solo, para os métodos de Mehlich 1 e resina.

Teor de argila %	Capacidade tampão de fósforo	
	Mehlich 1	Resina
	(kg P ₂ O ₅ /ha)/(mg/dm ³ de P)	
≤ 15	5	6
16 a 35	9	9
36 a 60	30	14
>60	70	19

Fonte: Sousa et al. (2007).

Tabela 7. Valores do fator α da equação (2) para determinar a dose do adubo fosfatado para manutenção de pastagens em função do potencial de desempenho por animal e da exigência das espécies forrageiras (Tabelas 4 e 5).

Desempenho animal kg PV/cabeça/ano	Espécies forrageiras		
	Pouco exigentes	Exigentes	Muito exigentes
120	1,0	1,2	1,4
150	0,9	1,0	1,2
180	0,8	0,9	1,1

Fonte: Sousa et al. (2007).

com fósforo para a fase de recria-engorda, considerando a produtividade desejada, o potencial de desempenho por animal em condições de manejo adequado (120 a 180 kg PV/cabeça/ano) e o grau de exigência da espécie forrageira (Tabela 7). A opção pela atividade de recria-engorda foi em virtude de essa atividade ser, normalmente, a que mais adota a adubação de pastagem. A suposição básica da Equação 2 é que os demais nutrientes no solo, como nitrogênio, enxofre e potássio, estão em níveis adequados para atingir a produtividade animal desejada.

As adubações com fósforo também são geralmente feitas no início da época das águas ou, conforme a situação, parceladas ao longo da estação de pastejo. Essas

adubações podem ser incorporadas (adubação corretiva) ou aplicadas na superfície do solo sem incorporação (adubação de manutenção). Há a possibilidade de utilização dos fosfatos naturais reativos (FNR) nessas adubações ou os industrializados, como: superfosfato simples ou triplo, fosfato monoamônico ou diamônico, termofosfatos e alguns fertilizantes complexos, dentre outros.

Cabe comentar, ainda, que em sistemas de produção animal em pastejo, buscando elevada produtividade de forragem, é preciso assegurar pronta disponibilidade de fósforo para a planta. Assim, para sistemas intensivos, recomenda-se a utilização de fosfatos solúveis em água ou de termofosfatos finamente moídos. Quando

o sistema admite respostas subótimas ao fertilizante fosfatado no primeiro ano depois da sua aplicação (cerca de 80% a 85% do potencial observado com fertilizantes solúveis em água), o uso de FNR passa a ser interessante.

Integração lavoura-pecuária-floresta

A integração lavoura-pecuária (ILP) tem como grande objetivo intensificar o uso da terra, fundamentada na integração dos componentes do sistema produtivo, visando atingir patamares cada vez mais elevados de qualidade dos produtos, bem como a sustentabilidade ambiental, social e econômica. Portanto apresenta-se como uma estratégia para maximizar o uso dos recursos naturais, aliando o aumento da produtividade com a conservação ambiental no processo de intensificação de uso das áreas já desmatadas no Brasil. Entre as diferentes modalidades de sistemas integrados, a ILP vem se expandindo com maior velocidade, em razão, principal-

Equação 2

Dose de fósforo (kg/ha de P₂O₅) = Produtividade desejada (kg/ha de peso vivo) x 0,06 x fator α

aonde o valor de α é obtido na Tabela 7.

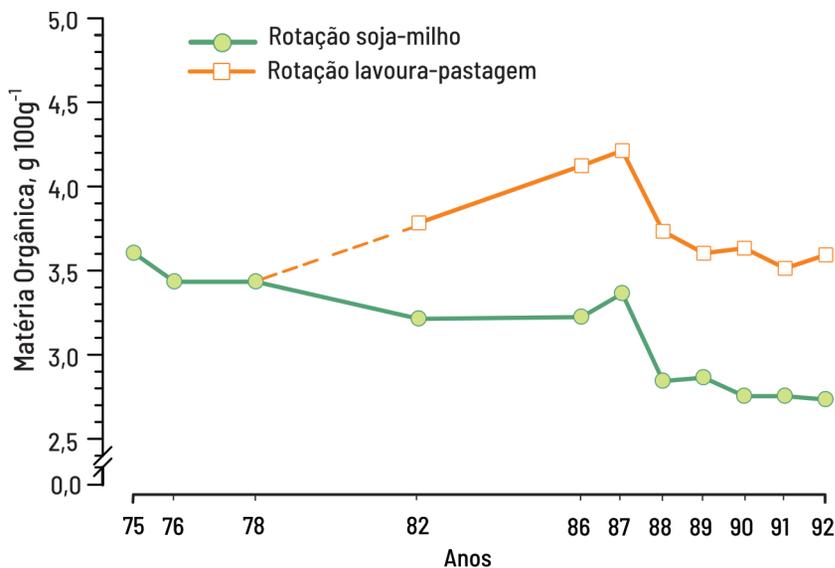


Figura 1. Dinâmica da matéria orgânica do solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade em dois sistemas de rotação de culturas em um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa. Fonte: Sousa et al. (1997).

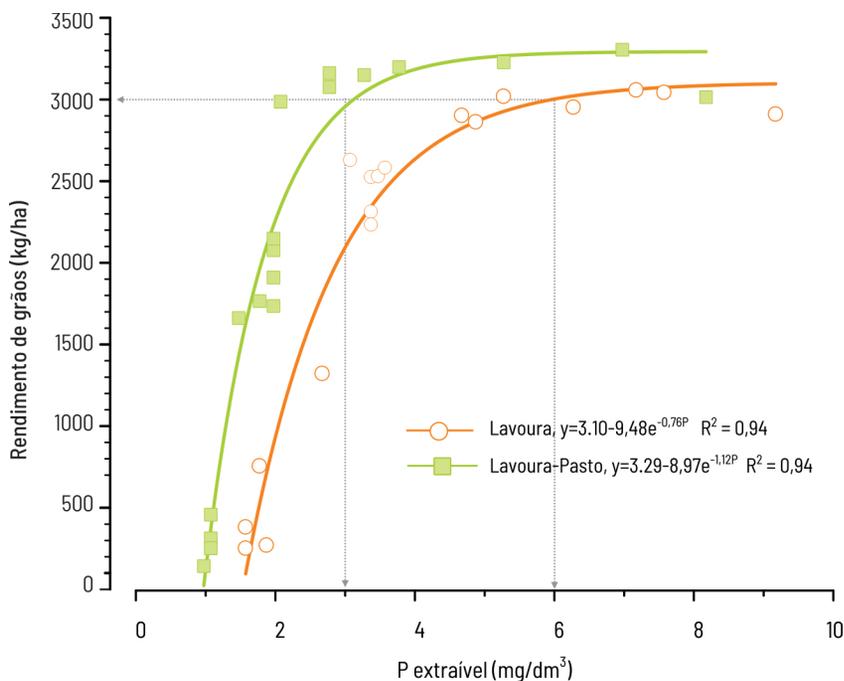


Figura 2. Efeito de dois sistemas de rotação de culturas na relação entre o P extraível (Mehlich 1) na camada de 0 a 20 cm de profundidade e o rendimento de grãos de soja cv. Cristalina no décimo terceiro cultivo em um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa. Fonte: Sousa et al. (1997).

mente, dos benefícios auferidos pelos produtores de grãos quando adotam a rotação da lavoura com o pasto. Este sistema de produção integrado consiste na implantação de diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite, agroenergia e outros, na mesma área, em plantio consorciado, sequencial ou em rotação. Dentro da fazenda, o uso da terra é alternado, no tempo e no espaço, entre lavoura e pecuária. É no potencial sinergismo entre os componentes pastagem e lavoura que residem grande parte dos benefícios da ILP (Vilela et al., 2011; Lemaire et al., 2014).

No Cerrado, três modalidades de integração lavoura-pecuária se destacam: a) fazendas de pecuária em que a introdução de culturas de grãos (soja, sorgo, milho, arroz), em áreas de pastagens, tem por objetivo recuperar a produtividade dos pastos; b) fazendas especializadas em lavouras de grãos que adotam as gramíneas forrageiras para melhorar a cobertura de solo para o sistema de plantio direto e, na entressafra, há oportunidade para uso dessa forragem na alimentação de bovinos (“safrinha de boi”); e c) fazendas que, sistematicamente, adotam a rotação de pasto e lavoura para intensificar o uso da terra e se beneficiar do sinergismo entre as duas atividades (Vilela et al., 2011).

Considerando sistemas bem manejados, citam-se como exemplos de impactos positivos da integração lavoura-pasto e integração lavoura-pecuária: a) aumentos de matéria orgânica do solo em relação aos níveis do Cerrado nativo (Figura 1); b) aumento na eficiência de uso do fósforo, no longo prazo (Figura 2), em comparação à rotação soja-milho; c) liberação de nutrientes pela decomposição de palhada do capim consorciado ou sobressemeadura com a cultura de grãos; d) ganhos de produtividade de soja de 10% a 15% quando em sucessão a pastagens de maior produtividade e adubadas; e) incrementos médios de produtividade animal na recria-engorda

de cerca de quatro vezes (600 kg de peso vivo/ha/ano) em relação à recria-engorda na pecuária tradicional (120 - 150 kg de peso vivo/ha/ano) em sistemas de ILP intensificados; f) incrementos médios de produtividade animal na cria de cerca de três vezes (300 kg de bezerros desmamado ha/ano) em relação à cria na pecuária tradicional (85 - 110 kg de bezerros desmamado ha/ano) em sistemas de ILP intensificados.

A recuperação de pastagens degradadas pode reativar os serviços prestados pelos ecossistemas de forma a reduzir os impactos negativos. Pastagens bem manejadas e nutridas permitem a manutenção de alguns serviços ecossistêmicos em sistemas agropecuários, como: ciclagem de nutrientes; e sequestro de carbono pelo maior aporte de biomassa da parte aérea e raízes no perfil do solo, que aumenta o teor de matéria orgânica, mantendo o carbono no solo e não na atmosfera, contribuindo para melhor qualidade do ar e menor efeito em suas adversidades no meio ambiente. As fotos 1, 2 e 3 ilustram alguns sistemas de ILP intensificados, tipicamente encontrados no Cerrado.

A estratégia de adubação de pastagens na ILPF é, de certo modo, dependente da vida útil do pasto no sistema. Com elevada produtividade das lavouras, o que



Foto 1. Raízes de *Brachiaria ruziziensis* consorciada com milho para produção de palhada para plantio direto, Correntina, BA.



Foto 2. Renovação de pastagem de *Andropogon gayanus* com soja, Quirinópolis, GO.



Foto 3. Capim Mombaça implantado por meio de sobressemeadura em soja, Quirinópolis, GO.

implica adubação e correção do solo adequadas na fase de grãos, a resposta à adubação de pastagens tende a ser mais limitadas no primeiro ano pós-lavoura. Nos anos seguintes, as respostas à adubação de pastagens, particularmente à nitrogenada, vão se ampliando. Isso ocorre em razão do baixo efeito residual do N no solo com o tempo, determinando a queda na produtividade do pasto com a ampliação da vida útil do pasto pós-lavoura. Nessas situações, aplicam-se as discussões sobre adubação de pastagens apresentadas anteriormente. No caso de lavouras, como o foco dos sistemas integrados é elevada produtividade de dos componentes lavoura e pecuária, as adubações e a correção da acidez solo) seguem as respectivas recomendações para lavouras de elevada produtividade.

Referências

- Barioni, L.G.; Martha Jr., G.B. **Método para estimar o tamponamento nutricional para vacas de corte em sistemas pastoris**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 100).
- Berg, W.A.; Sims, P.L. Nitrogen fertilizer use efficiency in steer gain on world bluestem. **Journal of Range Management**, v.48, p.465-469, 1995.
- LAPIG. Laboratório de Processamento de Imagem e Geoprocessamento. **Atlas digital das pastagens brasileiras**. Disponível em <https://pastagem.org/index.php/pt-br/tools/atlas-digital-das-pastagens-brasileiras>, acessado em 17 de abril de 2020.
- Lemaire, G.; Franzluebbers, A.; Carvalho, P. C. F.; Dedieu, B. Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.190, p. 4-8. 2014.
- Martha Jr., G.B.; Vilela, L.; Sousa, D.M.G. Adubação nitrogenada. In: Martha Jr., G.B.; Vilela, L.; Sousa, D.M.G. (Eds.) **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007b. p.117-144p.
- Martha Jr., G.B.; Vilela, L.; Sousa, D.M.G. **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007a. 224p.
- Martha Jr., G.B.; Vilela, L.; Barioni, L.G.; Sousa, D.M.G.S.; Barcellos, A.O. Manejo da Adubação Nitrogenada em Pastagens. In: Pedreira, C.G.S.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (Eds.) **Simpósio sobre Manejo da Pastagem**, 21. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2004, p.155-215.
- Martha Jr., G.B. Forças motrizes para a agropecuária brasileira na próxima década: implicações para a agricultura digital. In: Massruhá, S. M. F. S.; Leite, M.A.A.; Oliveira, S. R. M.; Meira, C. A. A.; Luchiari Jr., A.; Bolfe, E. L. (Eds.) **Agricultura digital: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e Desafios**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2020 (no prelo).
- Quinn, L.R.; Mott, G.O.; Bisschoff, W.V.A. **Fertilização de pastos de capimcoloni, o e produção de carne com novilhos zebu**. New York: IBEC Research Institute, 1961. 40p. (IBEC. Bulletin, 24).
- Rede iLPF. **iLPF em números, 2016**. Disponível em: www.ilpf.com.br; acessado em 23 de novembro de 2016.
- Roquetti Filho, D. Desafios e oportunidades para o setor de fertilizantes no Brasil. Disponível em <https://www.gefert.com.br/wp-content/uploads/2019/10/DESAFIOS-E-OPORTUNIDADES-PARA-O-SETOR-DE-FERTILIZANTES-NO-BRASIL.pdf>, acessado em 24 de abril de 2020.
- Sanchez, P.A. **Properties and Management of Soils in the Tropics**. 2ed. New York: Cambridge University Press, 2019. 666p.
- Sano, E.E.; Rosa, R.; Scaramuzza, C.A.M. et al. Land use dynamics in the Brazilian Cerrado in the period from 2002 to 2013. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.54. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.00138>, 2019.
- Sousa, D.M.G.; Lobato, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 416p.
- Sousa, D.M.G.; Lobato, E.; Rein, T.A. Recomendação de adubação fosfatada com base na capacidade tampão de fósforo para a região do Cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 27.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 11; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 9; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 6., 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 82).
- Sousa, D.M.G.; Martha Jr., G.B.; Vilela, L. Adubação fosfatada. In: Martha Jr., G.B.; Vilela, L.; Sousa, D.M.G. (Eds.) **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p.145-177p.
- Sousa, D.M.G.; Martha Jr., G.B.; Vilela, L. Manejo da adubação fosfatada em pastagens. In: Pedreira, C.G.S.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (Eds.) **Simpósio sobre Manejo da Pastagem**, 21. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2004, p.101-138.
- Sousa, D.M.G.; Vilela, L.; Rein, T.A.; Lobato, E. Eficiência da adubação fosfatada em dois sistemas de cultivo em um Latossolo do Cerrado. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Informação, globalização e uso do solo**. Rio de Janeiro: SBCS, 1997. 1 CD-ROM.
- Vilela, L.; Martha Jr., G.B.; Barioni, L.G.; Barcellos, A.O. Adubação na recuperação e na intensificação da produção animal em pastagens. In: Pedreira, C.G.S.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (Eds.) **Simpósio sobre Manejo da Pastagem**, 21. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2004, p.425-472.
- Vilela, L.; Martha Jr., G.B.; Macedo, M.C.M. et al. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p. 1127-1138, 2011.
- Vilela, L.; Martha Jr., G.B.; Sousa, D.M.G. Efeito de adubação anual com nitrogênio e fósforo no desempenho produtivo de bovinos em recria em *Urochloa decumbens* cv. Basilisk degradada. Planaltina: Embrapa Cerrados. **Embrapa Cerrados Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, (no prelo).