

Benefícios Bioeconômicos e Ambientais da Integração Lavoura-Pecuária





Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1517-5111

Abril, 2006

Documentos 154

Benefícios Bioeconômicos e Ambientais da Integração Lavoura-Pecuária

Geraldo Bueno Martha Júnior
Alexandre de Oliveira Barcellos
Lourival Vilela
Djalma Martinhão Gomes de Sousa

Planaltina, DF
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

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

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretária-Executiva: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares*

Capa: *Jussara Flores de Oliveira*

Editoração eletrônica: *Jussara Flores de Oliveira*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Jaime Arbués Carneiro

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição

1ª impressão (2006): tiragem 100 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).

CIP-Brasil. Catalogação na publicação.

Embrapa Cerrados.

B464 Benefícios bioeconômicos e ambientais da integração lavoura-pecuária / Geraldo Bueno Martha Júnior... [et al]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2006.

28 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 154)

1. Lavoura-pecuária-integração. I. Martha Júnior, Geraldo Bueno.
II. Série.

630 - CDD 21

© Embrapa 2006

Autores

Geraldo Bueno Martha Júnior

Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados
Prof. Pós-Graduação em Ciências Animais, UnB
gbmartha@cpac.embrapa.br

Alexandre de Oliveira Barcellos

Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados
barcello@cpac.embrapa.br

Lourival Vilela

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados
lvilela@cpac.embrapa.br

Djalma Martinhão Gomes de Sousa

Quím., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados
dmgsousa@cpac.embrapa.br

Apresentação

A atividade agropecuária brasileira vem sendo marcada pela incorporação de processos intensivos de modernização dos sistemas de produção e pela adequação às diferentes demandas impostas pela sociedade. Tal processo confere maior produtividade e capacidade competitiva, sobretudo, no mercado de *commodities*, com mínimo impacto sobre o ambiente. A atenção dada aos sistemas integrados de lavoura e pecuária, em especial, nos últimos anos, é justificada pela constatação dos benefícios agronômicos, econômicos, ambientais e sociais dessa integração. Pelo prisma econômico, incluem-se o aumento na produtividade das culturas e da pastagem, o uso mais racional de insumos, máquinas e mão-de-obra, a melhora no fluxo de caixa, o aumento da liquidez e a redução do risco do negócio.

Esses sistemas de integração lavoura-pecuária demandam recursos para investimentos e custeio, capacitação técnica e qualificação gerencial para a obtenção de benefícios da tecnologia. O processo de administração e de tomada de decisão em relação à incorporação de qualquer tecnologia no sistema depende do perfeito entendimento das inter-relações entre recursos, atividades e influências externas que compõem e determinam o sistema de produção. O presente trabalho contribui para o melhor entendimento e análise dos processos envolvidos na integração lavoura-pecuária, tornando-se referência importante para estudantes, produtores e técnicos que buscam uma introdução geral ao tema.

Roberto Teixeira Alves
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Benefícios Bioeconômicos e Ambientais da Integração Lavoura-Pecuária	9
Referências	25
Abstract	28

Benefícios Bioeconômicos e Ambientais da Integração Lavoura-Pecuária

Geraldo Bueno Martha Júnior

Alexandre de Oliveira Barcellos

Lourival Vilela

Djalma Martinhão Gomes de Sousa

Em menos de três décadas, o Cerrado brasileiro transformou-se na principal região produtora de grãos e de carne bovina no País. Entretanto, a evolução dos sistemas de produção teve enfoque diferente. Ao longo das últimas décadas, o uso intenso do fator capital, nas lavouras de grãos do Cerrado, tem sido traduzido pela utilização crescente de insumos no sistema de produção, como o uso de sementes melhoradas, de corretivos e fertilizantes, de agroquímicos e de máquinas e implementos. Concomitantemente à intensificação no uso do fator capital nas lavouras de grãos, observou-se crescente incorporação de técnicas modernas de gerenciamento ao processo produtivo e, conseqüentemente, maior capacitação das pessoas envolvidas na atividade lavoureira. Como resultado de tal estratégia, a agricultura de grãos desenvolveu-se rapidamente na região, tornando-se uma das mais produtivas e competitivas do mundo (MARTHA JÚNIOR; VILELA, 2002).

Contudo, o monocultivo na produção de grãos e o uso de práticas culturais inadequadas têm resultado na queda da produtividade das culturas, na maior ocorrência de plantas daninhas, pragas e doenças, na degradação do solo (redução das taxas de infiltração de água no solo, erosão) e, eventualmente, no comprometimento dos recursos ambientais. Tais problemas, em grande parte, podem ser revertidos, com sucesso, pela adoção da integração lavoura-pecuária.

Resultados de pesquisa, validados em fazendas comerciais, permitem concluir, por exemplo, que a introdução de pastagens em sistemas de produção de grãos

é prática efetiva para reduzir a incidência de plantas daninhas (Fig. 1 e 2), de doenças (Tabela 1) e de pragas (Tabela 2), ao mesmo tempo em que possibilita ganhos na qualidade do solo, particularmente, em razão do aumento na matéria orgânica (Fig. 3). Com efeito, as perdas de água e de solo, em pastagens, são substancialmente menores do que em sistemas de cultivos de grãos, tanto em preparo convencional como em plantio direto (Tabela 3).

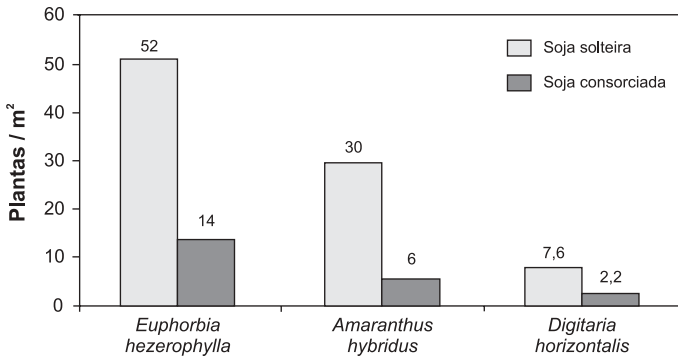


Fig. 1. Incidência de plantas daninhas (número/m²) aos 15 dias após a germinação do feijão em áreas em sucessão à soja solteira ou consorciada com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Fonte: Kluthcouski et al. (2003).

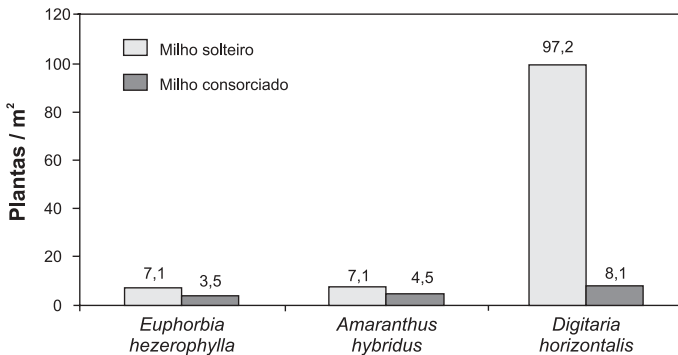


Fig. 2. Incidência de plantas daninhas (número/m²) aos 15 dias após a germinação do feijão em áreas em sucessão ao milho solteiro ou consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Fonte: Kluthcouski et al. (2003).

Tabela 1. Influência da palhada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no controle de mofo-branco na cultura do feijão.

Tratamento	Severidade da doença
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu + fungicida (uma aplicação)	2,0 b ⁽¹⁾
<i>B. brizantha</i>	1,8 b
Fungicida (duas aplicações)	3,2 b
Controle	7,0 a

¹ Valores seguidos pela mesma letra não são diferentes a 5 %.
Fonte: Costa (2003).

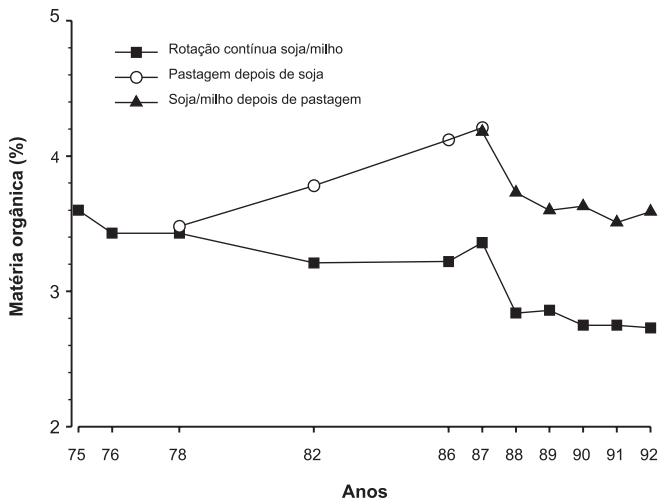
Tabela 2. Efeito de sistemas de cultivos na população de nematódeos parasitas em um Latossolo Vermelho-Escuro de textura argilosa.

Sistemas de cultivos	População (indivíduos/50 g de solo)
Andropógon (Ag)	18,1 ± 4
Ag+Mineirão	22,5 ± 4,1
Culturas anuais ¹	298 ± 55,7
Culturas anuais/Ag+Mineirão ²	30,3 ± 3,9
Ag+Mineirão/Culturas anuais ³	14,1 ± 1,7
Cerrado nativo	26,3 ± 2,8

¹ A seqüência de cultivos foi: soja-soja-milho-soja-milho-soja.

² Pastagem estabelecida após um ciclo de culturas anuais (soja-soja-milho-soja).

³ Culturas anuais (milho e soja) depois de um ciclo de quatro anos de pastagem.
Fonte: Vilela et al. (1999).

**Fig. 3.** Dinâmica da matéria orgânica 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).

Tabela 3. Perdas de água e de solo em diferentes sistemas de cultivo.

Cultivo	Perdas de solo (t/ha)	Perdas de água (mm)
Solo desnudo	53	293
Milho	29,40	264
Arroz	7,10	257
Soja	9	180
Soja - plantio direto	5	168
<i>Brachiaria decumbens</i>	0,15	15

Fonte: Dedecek et al. (1986).

A menor necessidade de uso de certos insumos em razão da integração lavoura-pecuária, como fungicidas, herbicidas ou inseticidas, são benefícios econômicos de curto prazo e, portanto, podem ser facilmente valorados. Basta debitar do custo de produção, o custo desse produto e da operação mecanizada necessária à sua aplicação. Considere que, em razão da integração lavoura-pecuária, há possibilidade de reduzir uma aplicação de fungicida em determinada cultura. A redução no custo de produção seria de R\$ 53,50/ha se o custo do produto fosse de R\$ 36,10/ha e o da sua aplicação fosse de R\$ 17,40/ha.

Benefícios de médio a longo prazos de pastagens para as culturas de grãos, na integração lavoura-pecuária, também podem ser estimados, porém, nesse caso, é obviamente necessário considerar períodos mais longos de tempo. Na integração lavoura-pecuária, as pastagens beneficiam as culturas de grãos devido à melhoria na qualidade do solo observada durante a fase de pastagem. Normalmente, argumenta-se que essa fase, na integração lavoura-pecuária, melhora a qualidade física e biológica do solo. Tal constatação é verdadeira (Fig. 4). Contudo, o consistente aumento no teor de matéria orgânica, em solos vegetados por pastagens (Fig. 3), aumenta a capacidade de troca catiônica do solo (CTC). Assim, há melhora, também, na qualidade química do solo, em razão do maior potencial de liberação de nutrientes pela mineralização da matéria orgânica do solo, do aumento na capacidade de armazenamento de nutrientes no solo, da maior eficiência de uso desses nutrientes e do maior potencial de resposta das culturas à adubação.

Desse modo, a maior eficiência no uso dos nutrientes do solo pelas culturas de grãos na integração lavoura-pecuária, em relação ao cultivo solteiro (Tabela 4), determina economia no uso de fertilizantes e, conseqüentemente, redução nos custos de produção. Todavia, tais benefícios não são facilmente visualizados no curto prazo.

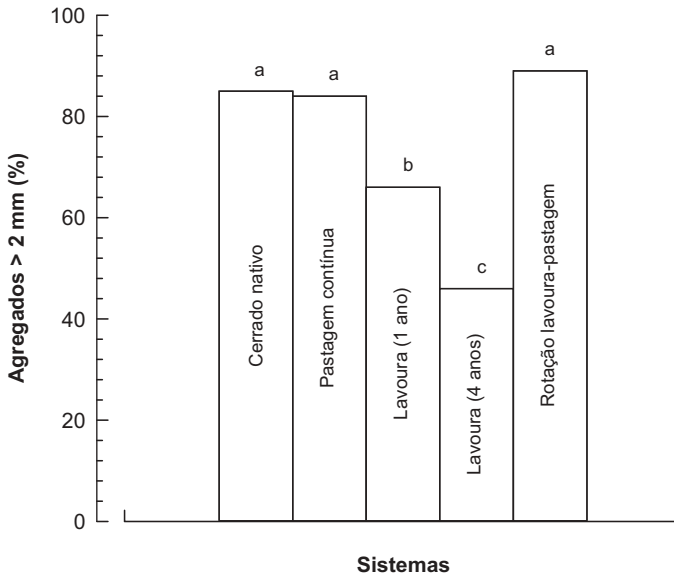


Fig. 4. Efeito de sistemas agrícolas na porcentagem de agregados estáveis em água em Areia Quartzosa. Valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente ($P < 0,05$).

Fonte: Adaptado de Ayarza et al. (1993).

Na Tabela 4, é apresentado o índice de recuperação do fósforo aplicado (quantidade total de fósforo absorvida e exportada em relação à aplicada ao solo, descontando-se o P absorvido do solo sem adubação fosfatada). Em uma área cultivada exclusivamente com culturas anuais por 17 anos, obteve-se, em média, 36 % de recuperação do fósforo aplicado, ao passo que, na área onde se introduziu a pastagem, a recuperação média de fósforo foi de 61 %, ou seja, a recuperação de fósforo na integração lavoura-pecuária foi 69 % maior do que no sistema composto somente de culturas anuais. Esse ensaio foi conduzido por mais cinco anos, totalizando 22 anos, atingindo-se a recuperação de P de até 85 % para a dose de 100 kg/ha de P_2O_5 , aplicada por ocasião do primeiro cultivo, em sistemas de cultivos anuais e capim, comparado a 44 % no sistema só de culturas anuais, nessa mesma dose (SOUZA et al., 1997).

Tabela 4. Fósforo recuperado em quatro doses aplicadas a lanço como superfosfato simples, por ocasião do primeiro cultivo da área em sistema de cultivos anuais e anuais integrado com *Brachiaria humidicola*, depois de um período de 17 anos, em um Latossolo muito argiloso.

Fósforo aplicado kg/ha de P ₂ O ₅	Fósforo recuperado	
	Anuais ⁽¹⁾	Anuais e capim ⁽²⁾
 %	
100	38	69
200	37	67
400	34	57
800	37	52

¹ A área foi cultivada por dez anos com soja, seguida de um plantio com milho e três ciclos da seqüência milho-soja.

² A área foi cultivada por dois anos com soja, seguida de nove anos com *Brachiaria humidicola* mais dois anos com soja e dois ciclos da seqüência milho-soja.

Fonte: Sousa et al. (1997).

Recentemente, estudo realizado pela equipe da FAO indicou que a aplicação de fertilizantes contribui para 43 % dos 70 milhões de toneladas de nutrientes removidos pela produção agrícola global. No futuro, para suprir a demanda crescente por alimentos, essa contribuição será de 84 % (FRESCO, 2003). Isso significa que a agricultura mundial será cada vez mais dependente do uso de fertilizantes e, desse modo, o uso eficiente desses insumos constitui meta prioritária na difícil opção entre segurança alimentar¹ e degradação ambiental (NORIS, 2003). O uso mais eficiente dos nutrientes provenientes dos fertilizantes, conforme exemplificado na Tabela 4, tem sido observado na integração lavoura-pecuária.

O efeito positivo do pasto sobre a cultura de grãos subsequente também pode ser observado, diretamente, pela maior produtividade de grãos, em particular quando ocorre a adubação da pastagem na fase de pecuária (Tabelas 5 e 6). Ressalte-se que, no segundo ano de plantio de soja sobre a pastagem adubada, verificou-se aumento na produtividade de grãos de 14,5 sacas de 60 kg/ha em comparação à produtividade da soja cultivada sobre o pasto não adubado (3.969 kg/ha x 3.097 kg/ha). O aumento na produtividade da soja cultivada sobre o pasto adubado em relação à soja sendo produzida em plantio direto, por seis anos (3.504 kg/ha), foi de 7,75 sacas/ha.

¹ A melhoria da segurança alimentar geralmente depende de três fatores: maior produção de alimento; renda mais alta para maior acesso à alimentação; menor preço dos alimentos para melhorar o poder de compra dos mais pobres.

Tabela 5. Produtividade do milho em sucessão a uma pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu, cultivada por quatro anos, com (+ADUB) ou sem (-ADUB) adubação de manutenção.

Adubação pasto/milho ⁽¹⁾	Produtividade (kg/ha)
-ADUB / -ADUB	3.000
-ADUB / +ADUB	4.980
+ADUB / -ADUB	7.080
+ADUB / +ADUB	7.260

¹ Adubação da cultura do milho: 80kg/ha de N, 60 kg/ha de P₂O₅, 60kg de K₂O.

Fonte: Kichel e Miranda (2006).

Tabela 6. Produtividade da soja em sucessão a uma pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu, cultivada por quatro anos, com (+ADUB) ou sem (-ADUB) adubação de manutenção.

Adubação pasto/soja ⁽¹⁾	Produtividade (kg/ha)
-ADUB / -ADUB	3.022
-ADUB / +ADUB	3.400
+ADUB / -ADUB	3.780
+ADUB / +ADUB	3.400

¹ Adubação da cultura da soja: 6/ha de N + 60 kg/ha de P₂O₅ + 60kg de K₂O.

Fonte: Kichel e Miranda (2006).

No caso da pecuária, observa-se que a estratégia de ocupação do Cerrado com essa atividade foi bem diferente daquela encontrada na agricultura de grãos. A evolução da pecuária centrou, quase que exclusivamente, na utilização intensa do fator terra em detrimento da intensificação no uso de capital (exploração de extensas áreas de terra, com baixa produtividade animal). Desse modo, a pecuária no Cerrado tem sido tradicionalmente caracterizada pela exploração dos recursos naturais (extrativismo). Nesses sistemas de produção, raramente se utilizam corretivos e fertilizantes, e o problema da sustentabilidade da produção pecuária obviamente se agrava. Esse modelo extrativista de utilização de pastagens justifica, pelo menos em parte, os baixos índices zootécnicos e as baixas produtividades e rentabilidades observadas na atividade de pecuária (MARTHA JÚNIOR; VILELA, 2002).

Entretanto, os problemas relacionados às baixas produtividades e lucratividades inerentes aos sistemas extensivos e extrativistas de produção pecuária vêm sendo paulatinamente agravados pelo manejo inadequado do sistema solo-planta-animal e pelo gerenciamento ineficiente do negócio, fatores que ainda explicam as extensas áreas de pastagens em vias de degradação ou já degradadas em diversas localidades do País. Estima-se que 60 % a 70 %, dos 60 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Cerrado, apresentam algum grau de degradação.

Em pastagens de baixa produtividade ou degradadas, os índices zootécnicos e econômicos são insuficientes para garantir a sustentabilidade da atividade da pecuária. Tal condição tem levado diversos pecuaristas a perpetuar a estratégia de abertura de novas áreas de vegetação nativa, com a crença de que essa estratégia é solução viável e, talvez a única, para assegurar o fluxo de recursos financeiros na propriedade. Em um primeiro momento, observa-se a retirada de madeiras nobres, sendo essa ação normalmente seguida da derrubada da vegetação nativa para a implantação de novas áreas de pastagens cultivadas, dando início, freqüentemente, a um novo ciclo de produção e degradação de pastagens. Portanto, em pastagens degradadas, em adição aos problemas de ordem econômica, são verificados impactos ambientais e sociais indesejáveis, tendo em vista o comprometimento dos recursos e da qualidade do solo, da água e do ar e a inevitável redução de empregos, da qualidade de vida e do estímulo à permanência do homem no meio rural (MARTHA JÚNIOR; VILELA, 2002).

No tocante à preservação ambiental, ressalte-se que das oito grandes bacias hidrográficas brasileiras, seis têm suas nascentes em áreas de Cerrado. Esse bioma é responsável por 71 % da vazão gerada na Bacia Araguaia/Tocantins, 94 % na Bacia do São Francisco e 71 % na Bacia Paraná/Paraguai (LIMA; SILVA, 2002). Tendo em vista a importância do Cerrado para a expansão do setor agrícola e para a manutenção da oferta hídrica nacional, as extensas áreas de pastagens em degradação causam grande impacto negativo sobre o ciclo da água das principais bacias hidrográficas brasileiras por causa da redução no potencial de recarga hídrica.

Ademais, os ruminantes, por meio da fermentação entérica, produzem metano e são responsáveis por cerca de 22 % das emissões totais geradas por fontes antrópicas (USEPA, 2000). No Brasil, a pecuária tem sido responsabilizada pela emissão de 96 % de metano proveniente de todas atividades agrícolas, sendo

que a maior parte dessas emissões tem origem em áreas de pastagens extensivas (LIMA, 2002). Provavelmente, a maioria dessas pastagens esteja em processo de degradação e, portanto, aumentar a produtividade delas parece ser uma das opções para mitigar as emissões de metano (VILELA et al., 2005).

Nesse cenário ao qual periodicamente somam-se novas exigências por parte de governos e sociedades (rastreadibilidade, carne de qualidade/alimentos seguros, questões sanitárias), o pecuarista precisa internalizar que é necessário elevar a produtividade do “recurso terra” para garantir a rentabilidade do empreendimento pela diluição dos custos fixos de produção e dos custos de oportunidade do uso do capital, visando à redução do custo médio de produção. Em outras palavras, é necessário restabelecer, com urgência, a capacidade produtiva das pastagens. Em razão da baixa fertilidade química da maioria dos solos sob pastagens e da exigência em nutrientes das plantas forrageiras, na intensificação dos sistemas de produção animal em pastejo, devem ser considerados, quase que obrigatoriamente, investimentos na melhoria da fertilidade do solo. A melhor fertilidade do solo – resultante da adubação de pastagens ou da integração lavoura-pecuária –, por aumentar a produção e, por vezes, a qualidade da forragem, atua, positivamente, sobre os dois determinantes primários da produtividade animal em pastagens: a taxa de lotação e o desempenho por animal.

Outro aspecto relevante é que a intensificação de sistemas pastoris pelo uso da integração lavoura-pecuária ou da adubação direta de pastagens, por aumentar a taxa de lotação da fazenda, “torna mais líquido o patrimônio”, uma vez que parcela crescente dos ativos passa a ser representada pelos animais cuja liquidez é substancialmente maior do que a terra e as benfeitorias – i.e., com a intensificação do processo produtivo na pecuária, aumenta-se a participação do capital produtivo em detrimento do capital imobilizado (BARROS et al., 2004).

A pressão econômica imposta aos empreendimentos de pecuária e, portanto, a estratégia de intensificação a ser priorizada na fazenda varia com a região (termos de troca) e é fator preponderante, pois interfere nas metas de produtividade delineadas para o sistema de produção. No curto prazo, variações substanciais nos preços relativos dos fatores – insumos proporcionalmente mais valorizados que produtos – podem inviabilizar a adoção de tecnologias mais intensivas em capital na pecuária. Considerando apenas o aspecto econômico, em regiões com expectativa de valorização da terra, pode ser mais interessante adquirir mais terra do que intensificar as áreas já em produção (BARROS et al., 2004).

Entretanto, nos últimos anos, a elevação no preço dos fertilizantes não foi proporcionalmente acompanhada pela valorização no preço do bezerro e da arroba do boi gordo. Em 1999, uma tonelada de nitrogênio-uréia valia 20 arrobas de boi ou 2,7 bezerras. Em 2003, para adquirir uma tonelada de nitrogênio-uréia foram necessárias 31 arrobas de boi ou 4,5 bezerras, ou seja, no período, o poder aquisitivo do pecuarista para comprar o insumo (tonelada de nitrogênio-uréia), com base na venda do boi ou do bezerro, foi reduzido em 55 % e 67 % respectivamente.

Esse “descasamento” entre a alta de preço do fertilizante e da carne bovina, no mercado brasileiro, é explicado pelo fato de a carne bovina ter como mercado majoritário o interno e pelo seu preço, no mercado interno, ser limitado pela oferta de carne de frango e da carne suína. Desse modo, sem uma proteção de preço relativo para a relação de troca insumo (fertilizante)-produto (bezerro/arroba do boi gordo), os riscos de variação de preços de fertilizantes e de produtos passam a ser variáveis de extrema importância para a pecuária bovina (BARROS et al., 2003).

Nesse contexto, a integração lavoura-pecuária passa a ser alternativa interessante para viabilizar a correção da fertilidade do solo em pastagens e para minimizar o risco de oscilações nos preços dos fertilizantes nos empreendimentos pastoris.

Na agricultura de grãos, a necessidade de investimentos em calcário e em fertilizantes tem sido internalizada com relativa facilidade, uma vez que a utilização desses insumos torna o sistema mais robusto perante os preços (produto e insumos) e produtividades desfavoráveis e aumenta o retorno econômico quando as condições agrônômicas e econômicas são favoráveis. Por essa razão, a fertilidade química dos solos cultivados com lavouras de grãos tende a ser significativamente mais elevada do que a fertilidade dos solos cultivados com pastagens não adubadas (Tabela 7).

Além disso, o preço relativo insumo-produto, na produção de grãos, tem sido mais estável do que na pecuária, determinando menores riscos de investimentos em fertilizantes, viabilizando, conseqüentemente, a correção da fertilidade do solo de pastagens sem custos adicionais ao sistema pastoril ou com custos reduzidos, no caso de uma eventual adubação de manutenção na pastagem. Como resultado, o risco associado ao uso de fertilizantes em

pastagens, na integração lavoura-pecuária, é reduzido em resposta a um ambiente menos dependente do uso de fertilizantes (efeito residual das adubações na cultura de grãos) na fase de pastagem do sistema. Tal característica reflete, em particular, a capacidade de a planta forrageira utilizar, eficientemente, os nutrientes residuais das adubações praticadas nas áreas de lavouras (Fig. 5).

Tabela 7. Características químicas e físicas da camada de 0 a 20 cm de profundidade das áreas de lavoura e pastagens em solos de Cerrado em Uberlândia, MG, Brasil.

Sistemas	pH	P	K	Al	Ca+Mg	M.O	Argila
		mg/dm ³	cmolc/dm ³			%	
Lavoura ⁽¹⁾	6,2	34	0,12	0	4,9	3,4	55
Pastagem ⁽²⁾	5,1	0,9	0,07	0,5	0,5	2,7	57

¹ Oito anos com cultivo de soja e de milho.

² Pastagem degradada.

Fonte: Vilela et al. (2004).

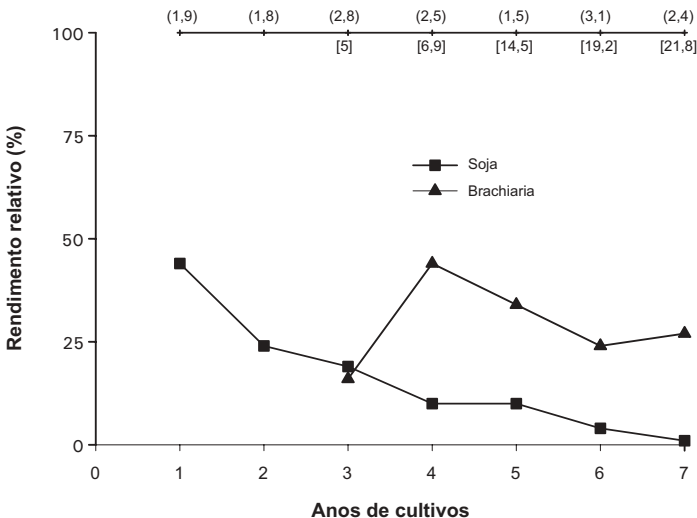


Fig. 5. Rendimento relativo de soja e de *Brachiaria humicicola* em resposta à adubação de 100 kg/ha de P_2O_5 , feita a lanço e com superfosfato simples, antes do primeiro cultivo de soja, em um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa. Os valores entre parênteses e entre colchetes representam o valor absoluto (t/ha), de rendimento de 100 %, para a cultura da soja e para a braquiária, respectivamente.

Fonte: Goedert et al. (1985).

Nesses solos de lavoura corrigidos quimicamente, a deficiência de nitrogênio em geral é o principal fator nutricional limitando a produção animal. Assim, no primeiro ano da fase de pastagem da integração lavoura-pecuária, o potencial de produtividade animal – e, portanto, de rentabilidade, em razão do elevado efeito residual resultante das adubações praticadas nas culturas de grãos – é elevado.

Desse modo, a vantagem econômica da integração lavoura-pecuária, na fase de pecuária, reflete a elevada fertilidade do solo em termos de fósforo e de bases trocáveis que dispensa, em curto e médio prazo (um a dois anos e meio, conforme a situação), a adubação com outros nutrientes que não o nitrogênio. Efeito semelhante seria esperado em sistemas exclusivos de pastagens em solos de elevada fertilidade química. Ressalte-se que, nesses casos, há maior risco na construção da fertilidade do solo (relação insumo – produto na pecuária normalmente instável).

Na Tabela 8, ilustra-se essa assertiva. Na integração lavoura-pecuária, estima-se que o ponto de nivelamento (kg de ganho de peso vivo – GPV/kg de nitrogênio aplicado), na fase de pastagem, seria de 1,01 a 1,98 kg GPV/kg N-uréia. No pasto exclusivo, esse intervalo seria de 1,37 a 2,58 GPV/kg N-uréia.

Tabela 8. Ponto de nivelamento (kg GPV/kg de nitrogênio aplicado) para a adubação com uréia em pastagens solteiras e em pastagens na integração lavoura-pecuária.

R\$/@	Pasto exclusivo			Pasto integração lavoura-pecuária		
	R\$/t uréia			R\$/t uréia		
	750	850	950	750	850	950
40	2,25	2,42	2,58	1,66	1,82	1,98
44	2,05	2,20	2,35	1,51	1,66	1,80
48	1,88	2,01	2,15	1,38	1,52	1,65
50	1,80	1,93	2,06	1,33	1,46	1,59
54	1,67	1,79	1,91	1,23	1,35	1,47
58	1,55	1,67	1,78	1,14	1,26	1,37
62	1,45	1,56	1,66	1,07	1,18	1,28
66	1,37	1,46	1,56	1,01	1,10	1,20

Contudo, a produtividade da pastagem e, em conseqüência, a produtividade animal (e também a expectativa de retorno econômico) decrescem, de maneira acentuada, a partir do segundo ano quando não há reposição de nutrientes, particularmente nitrogênio, no sistema (Tabela 9). Assim, em algum momento no tempo, os nutrientes exportados do sistema deverão ser repostos para não comprometer a produtividade e a rentabilidade futura do sistema de produção, mesmo em condições de elevada fertilidade do solo. Essa reposição de nutrientes pode ser feita pela adubação direta das pastagens ou por meio de um ou mais ciclos de cultivo com grãos. Tem-se verificado que a adubação com pequenas quantidades de fertilizantes, principalmente nitrogenados, a partir do segundo ou do terceiro ano da fase de pastagem da integração lavoura-pecuária, é capaz de restabelecer níveis elevados de produtividade animal (Tabela 10). Além do ganho em produtividade animal, o uso de fertilizantes na fase de pastagem, conforme comentado anteriormente, pode beneficiar, diretamente, a produtividade de grãos da cultura subsequente (Tabelas 5, 6 e 10).

Tabela 9. Exemplo da produtividade animal (@/ha/ano) na integração lavoura-pecuária.

Anos depois da lavoura	<i>P. maximum</i> cv. Vencedor ⁽¹⁾	<i>B. brizantha</i> cv. Marandu ⁽²⁾
..... (@/ha/ano)		
1º	39,1	28,1
2º	12,1	17,4
3º	11,7	-

¹ Oito anos de lavoura de soja e milho (VILELA et al., 2004).

² Trabalho em andamento. O tratamento consiste em um ciclo de soja/milheto, com a forrageira estabelecida simultaneamente com a cultura do milho (MACEDO, 2001).

Tabela 10. Exemplo da produtividade animal e de grãos obtida na integração lavoura-pecuária.

Cultivo	Produtividade	Adubação (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O)
Pasto – ano 1 ¹	40 ²	0
Pasto – ano 2	22 ²	0
Pasto – ano 3	31 ²	100:80:60 + micro
Soja – ano 1	65 ³	0

¹ Área anteriormente ocupada por soja

² @/ha/ano

³ sacos/ha.

Fonte: Comunicação pessoal de Morfusa aos autores em abril de 2003.

Na média de 105 observações com pastagens tropicais, a eficiência de conversão do nitrogênio do fertilizante em produto animal (kg de peso vivo) foi de 1,45 kg de GPV/kg N aplicado, para um potencial estimado em 3,5 a 4 kg de GPV/kg de N. Para efeito de manejo, deve-se observar que 48 % dos resultados concentram-se na faixa de 1,2 a 2,4 kg GPV/kg N e que em apenas 30 % e 13 % dos casos a eficiência de uso do N-fertilizante pode ser considerada boa (> 1,8 kg GPV/kg N) e excelente (> 2,4 kg GPV/kg N), respectivamente (MARTHA JÚNIOR et al., 2004) (Fig. 6). Pelos dados apresentados na Tabela 8, considerando a eficiência média de conversão do nitrogênio do fertilizante em ganho de peso, de 1,45 kg GPV/kg N (Figura 6), o valor da arroba do boi gordo, no pasto exclusivo, deveria ser de R\$ 62,00/@, enquanto no pasto da integração lavoura-pecuária o valor correspondente seria de cerca de R\$ 46,00/@ (R\$ 750,00/tonelada de uréia).

Desse modo, a opção pela adubação nitrogenada de pastagens na integração lavoura-pecuária é mais robusta perante os preços (produto e insumos) e produtividades desfavoráveis e aumenta o retorno econômico quando as condições agronômicas e econômicas são favoráveis em comparação à adubação nitrogenada em pastos exclusivos. Exemplificando: para uma adubação com 100 kg/ha de nitrogênio, em função do valor da arroba do boi gordo e da tonelada de uréia, tudo o mais constante, há necessidade de se produzir, no pasto exclusivo, de 1,3 a 2,1 @/ha a mais do que no pasto da integração lavoura-pecuária (solos corrigidos quimicamente, com intervalos de rotação pasto-lavoura curtos). Para os valores da arroba do boi gordo normalmente praticados na Região do Cerrado (R\$ 44,00 a R\$ 56,00), seria necessário produzir 1,6 a 1,9 @/ha a mais no pasto solteiro em relação ao pasto da integração lavoura-pecuária (Fig. 7).

É interessante notar que o lucro resultante da adubação de pastagem no trabalho, retratado nas Tabelas 5 e 6, na fase de pecuária (44 meses), foi de apenas R\$ 134,00/ha (KICHEL; MIRANDA, 2006). Eventualmente, o benefício econômico da fase de pecuária poderia até ter sido maior, por meio de um aumento mais expressivo na taxa de lotação animal. Contudo, o fato mais importante a ser ressaltado nesse exemplo é que, na integração lavoura-pecuária, valorar individualmente a fase de pecuária ou a fase de grãos pode levar a interpretações equivocadas.

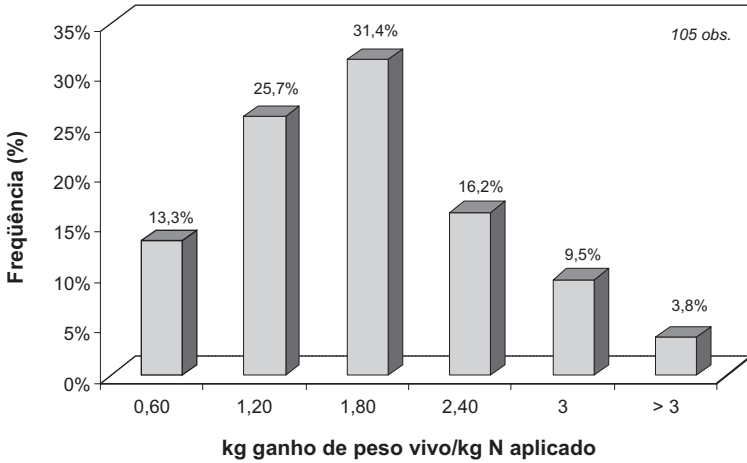


Fig. 6. Frequência de distribuição (%) dos valores de eficiência de uso do N-fertilizante (kg GPV/kg N-fertilizante aplicado) em pastagens de gramíneas tropicais.

Fonte: Martha Júnior et al. (2004).

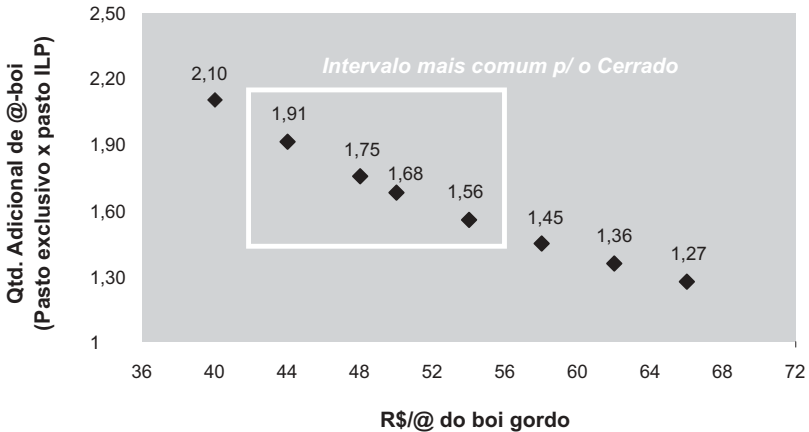


Fig. 7. Quantidade adicional de arrobas a ser produzida no pasto exclusivo, em relação ao pasto da integração lavoura-pecuária (ILP), para equilibrar os custos variáveis totais em pastagens adubadas com uréia (ponto de nivelamento).

Mais importante é internalizar que existe um forte sinergismo entre as fases de produção de grãos e de pecuária que deve ser explorado para aumentar a viabilidade econômica do sistema de produção, haja vista que tal ação não compromete sua sustentabilidade. Usufruir na fase de pecuária do residual das adubações praticadas nas lavouras – ou valer-se, na fase de lavoura, dentre outros, da melhoria na qualidade do solo resultante da fase de pastagem – não pode ser comparado, por exemplo, ao “extrativismo” praticado nos sistemas extensivos de pecuária. Essas estratégias fazem parte do sistema de produção e, quando analisadas em intervalos temporais adequados, não representam risco. Portanto, deve-se considerar que “parte dos *investimentos* realizados na fase de produção de grãos serão apenas utilizados na fase de pecuária e vice-versa”.

Ressalte-se igualmente que o aumento da produtividade do “recurso terra” também é interessante pelo prisma ambiental, uma vez que é alternativa para reduzir a pressão relativa à abertura de novas áreas de vegetação nativa, além de contribuir para a melhoria da qualidade do solo e de minimizar eventuais impactos sobre o ciclo hidrológico e sobre a emissão de gases causadores do efeito estufa.

Felizmente, a proposta de se evitar o avanço da pecuária e das lavouras de grãos em áreas de vegetação nativa pela adoção de tecnologias capazes de garantir a sustentabilidade dos sistemas pastoris, como a integração lavoura-pecuária, tem sido bem recebida por ecologistas e por agentes ligados à conservação da biodiversidade. Em parte, tal fato reflete o alívio desses atores pela divulgação e estímulo à adoção de práticas que assegurem a proteção do Cerrado (e da Amazônia), bem como a crescente percepção desses agentes da necessidade de considerar que as estratégias conservacionistas precisam contemplar o desenvolvimento econômico da região (MARRIS, 2005).

Dessa maneira, fica claro que a atenção dada aos sistemas integrados de lavoura e pecuária, em especial nos últimos anos, é justificada pela constatação dos benefícios agrônômicos, econômicos, ambientais e sociais dessa integração. Pelo prisma econômico, inclui-se o aumento na produtividade das culturas e da pastagem, o uso mais racional de insumos, máquinas e mão-de-obra, a melhora no fluxo de caixa, o aumento da liquidez e redução do risco do negócio.

Atualmente, existem opiniões sobre a integração lavoura-pecuária que oscilam dos radicalmente a favor aos radicalmente contra. Certamente, a virtude está no equilíbrio que deve estar fortemente alicerçado em um criterioso e detalhado diagnóstico que incorpora não apenas o “dentro da porteira”, mas, também, o antes e o depois da porteira. A ausência de metas definidas e de um planejamento formal para o sistema de produção, nos níveis estratégico, tático e operacional, raramente permite que o resultado bioeconômico (e ambiental) do empreendimento seja otimizado, em razão de o produtor não ser capaz de detectar problemas em tempo hábil para a implementação de medidas de manejo efetivas e de relação benefício-custo mais favorável. Implícita a essas argumentações, está o fato de que o processo de administração e de tomada de decisão, em relação à incorporação de qualquer tecnologia no sistema, depende do perfeito entendimento das inter-relações entre recursos, atividades e influências externas que compõem e determinam o sistema de produção (MARTHA JÚNIOR et al., 2002).

Por fim, deve-se considerar que a integração lavoura-pecuária, embora seja uma excelente tecnologia, não é solução mágica. A integração lavoura-pecuária demanda recursos para investimento e custeio, capacitação técnica e maior capacidade gerencial para a adequada condução do sistema de produção. Falhas em qualquer um desses quesitos, obviamente, colocam em risco o sucesso da tecnologia. Todavia, a quebra de paradigmas em relação à integração lavoura-pecuária é um grande desafio para os diferentes agentes ligados ao setor agropecuário. Conforme lembrado por Albert Einstein “*Não se pode alcançar um novo objetivo pela aplicação do mesmo nível de pensamento que o levou ao ponto em que se encontra hoje*”.

Referências

- AYARZA, M.; VILELA, L.; RAUSCHER, F. Rotação de culturas e pastagens em um solo de Cerrado: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Cerrados**: fronteira agrícola do século 21: resumos. Goiânia: SBCS, 1993. p. 121-122.
- BARROS, A. L. M.; HAUSKNECHT, J. C. O. V.; BALSALOBRE, M. A. A. Intensificação em pecuária de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE INTENSIVA NOS TRÓPICOS, 5., 2004, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 67-85.

BARROS, A. L. M.; ZIMMERMANN, A.; SOUZA, C. R. S.; ICHIHARA, S. M. Considerações acerca da avaliação de projetos de investimentos. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 301-326.

COSTA, J. L. S. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, J. L.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 523-538.

DEDECEK, R. A.; RESCK, D. V. S.; FREITAS JR., E. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em latossolo vermelho-escuro dos Cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, p. 265-272, 1986.

FRESCO, L. O. Plant nutrients: what we know, guess and do not know. In: AGRICULTURE CONFERENCE: GLOBAL FOOD SECURITY AND THE ROLE OF SUSTAINABILITY FERTILIZATION, Rome. **[Proceeding...]** Rome: IFA/FAO, 2003. 8 p.

GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W. J. **Solos do Cerrado: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel; Brasília, DF: Embrapa-CPAC, 1985. cap. 5, p. 129-166.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Integração lavoura-pecuária: sustentabilidade da agropecuária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006.

KLUTHCOUSKY, J.; COBBUCI, T.; AIDAR, H.; COSTA, J. L. S.; PORTELA, C. **Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 28 p. (Embrapa Arroz e feijão. Documentos, 157).

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Contribuição hídrica do Cerrado para as grandes bacias hidrográficas brasileiras. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CENTRO-OESTE, 2., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ABRH, 2002. 1 CD-ROM.

LIMA, M. A. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 19, p. 451-472, 2002.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 257-283.

MARRIS, E. The forgotten ecosystem. **Nature**, London, v. 437, p. 944-945, 2005.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; BARIONI, L. G.; CEZAR, I. M.; VILELA, L. **Sistemas de produção animal em pastejo**: um enfoque empresarial. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 33 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 63).

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. **Pastagens no cerrado**: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 32 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 50).

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.

NORIS, D. Fertilizers and world food demand implications for environmental stresses. In: AGRICULTURE CONFERENCE: GLOBAL FOOD SECURITY AND THE ROLE OF SUSTAINABILITY FERTILIZATION, Rome. **[Proceeding...]** Rome: IFA: FAO, 2003. 12 p.

SOUSA, D. M. G.; VILELA, L.; REIN, T. A.; LOBATO, E. Eficiência da adubação fosfatada em dois sistemas de cultivo em um latossolo de Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. 1 CD-ROM.

USEPA. **Evaluation ruminant livestock efficiency projects and programs**: peer review draft. Washington, D.C., 2000.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A.O. Adubação na recuperação e na intensificação da produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p.425-472.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A. O.; ANDRADE, R. P. Pasture degradation and long-term sustainability of beef cattle systems in the Brazilian Cerrado. In: SYMPOSIUM ANNUAL MEETING OF THE SOCIETY FOR CONSERVATION BIOLOGY CONSERVATION BIOLOGY CAPACITY BUILDING & PRACTICE IN A GLOBALIZED WORLD, 19., 2005, Brasília, DF. **Cerrado land-use and conservation**: assessing trade-offs between human and ecological needs. Brasília, DF.

VILELA, L.; MIRANDA, J. C. C.; SHARMA, R. D.; AYARZA, M. A. **Integração lavoura-pecuária**: atividades desenvolvidas pela Embrapa Cerrados. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 31 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 9).

Bioeconomic and Environmental Benefits of Crop-Pasture Rotations

Abstract – *The Cerrado is the most important grain and beef production region in Brazil. Grain farms in the region are generally capital-intensive (fertilizers, pesticides, improved seeds, etc.) while beef production systems are usually land-intensive. The main problem of sustainability of current production systems is the need to balance the often conflicting goals of profitable production and environmental protection. The argument for crop-pasture rotations in the Brazilian Cerrado is strengthened by the presence of extensive areas of degraded pastures, most of which are on arable soils in areas also being exploited for grain production. At the same time, many grain farmers are facing increased costs of production and declining yields due to degraded soils, weeds, insects and diseases. Hence, the advantages of ley farming (i.e. crop-pasture rotations) derive mainly from the potential for synergism between the annual and perennial components of the system. The more important benefits of crop-rotations are: enhanced soil fertility; increase biological activity; more efficient nutrient recycling; enhanced soil physical properties; control of weeds, insects and diseases; improved dry season feed quality and availability; more effective soil and water conservation and use; economically more resilient than separate enterprises.*

Index terms: beef cattle, grain yield, Cerrado, ley farming.