

CAPÍTULO 6

Integração Lavoura-Pecuária

Lourival Vilela, Karina Pulrolnik, Geraldo Bueno Martha Júnior

Introdução

O aquecimento global, a escassez de água, de alimentos, de energia e a degradação dos solos estão entre as grandes questões sobre a sustentabilidade da humanidade. E, as soluções para essas questões, em grande parte, dependem do manejo sustentável dos solos (LAL, 2007). O Brasil é considerado um dos países com maior potencial de expansão de área para atender a demanda crescente de alimentos e biocombustíveis (BROWN, 2004), mas a abertura de novas áreas para aumentar a produção de alimentos e biocombustíveis é uma opção muito questionada pela sociedade em geral.

Nesse contexto, a intensificação do uso da terra em áreas já abertas (desmatadas) parece ser uma das alternativas mais aceitas pelos diferentes agentes envolvidos com a questão do desenvolvimento sustentável da agropecuária. Contudo, sistema de produção intensificado não deve ser sinônimo de uso excessivo ou indiscriminados de corretivos e fertilizantes, mas sim, de uso eficiente e racional destes insumos e de tecnologia compatível para maximizar lucros, utilizando forma racional os recursos naturais. Isso significa perseguir o novo paradigma da sustentabilidade da agricultura.

Dentro desse enfoque, surgiram várias definições para “agricultura sustentável” e, quase todas, expressam insatisfação com o padrão dito moderno da agricultura e defendem a necessidade de um novo

paradigma que garanta a segurança alimentar sem agredir o ambiente (SANTANA, 2005). Com relativa frequência, o termo sustentabilidade tem sido adotado com forte conotação valorativa refletindo mais uma expressão dos desejos e valores de quem as exprime do que algo concreto, de aceitação geral (CUNHA et al., 1994). Para esses autores os componentes da sustentabilidade de um modelo de produção agrícola são: eficiência técnica (aumentar ou manter a produtividade em condições competitivas e garantir a utilização dos recursos naturais a taxas biologicamente sustentáveis); sustentabilidade econômica (compatibilização da opção tecnológica com a dotação de recursos como premissa da viabilidade econômica da tecnologia); estabilidade social (perspectiva de longo prazo para população envolvida); e, coerência ecológica (intensidade da exploração compatível com a capacidade de suporte do meio ambiente). A ecoeficiência, de acordo com Wilkins (2008), seria elemento-chave para a sustentabilidade dos sistemas de produção. Embora não haja um padrão absoluto para que um sistema seja classificado como ecoeficiente, segundo Wilkins (2008), a ecoeficiência aumentaria quando, para um dado nível de produção, menos recursos (terra, água, insumos) seriam utilizados, com menor impacto nocivo sobre o ambiente, e sem sacrificar o potencial produtivo bioeconômico da atividade agropecuária. Nesse contexto, o uso eficiente de nutrientes, de agroquímicos e de energia, e a redução da emissão de gases de efeito estufa, seriam questões-chave afetando a ecoeficiência.

O desenvolvimento de alternativas para o restabelecimento da capacidade produtiva das pastagens cultivadas e de sistemas de manejo mais eficientes para as culturas de grãos é fundamental para alcançar a sustentabilidade e aumentar a eficiência da agropecuária no Cerrado. Assim, a integração dos sistemas de produção de grãos e pecuária desponta como sendo uma das opções viáveis. O interesse nesse modelo de exploração da propriedade agrícola apóia-se nos benefícios que podem ser auferidos pelo sinergismo potencial entre pastagens e culturas anuais. Entre esses, destacam-se: a) melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; b) quebra de ciclo de doenças, pragas e plantas daninhas; c) redução de riscos econômicos pela diversificação de atividades; d) redução de custo

na recuperação/renovação de pastagens em processo de degradação. Além disso, de acordo com Wilkins (2008), os sistemas mistos de produção agrícola, como a integração lavoura-pecuária (ILP), são mais sustentáveis do que os sistemas especializados em produção de grãos e fibra.

Este trabalho tem por objetivo analisar alguns dos benefícios potenciais de sistemas de integração lavoura-pecuária e também da introdução do componente florestal neste sistema no processo de intensificação de uso das áreas em exploração com lavoura de grãos e pastagens no Cerrado.

Sistemas de integração lavoura-pecuária

A integração lavoura-pecuária consiste na implantação de diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite, agroenergia e outros, na mesma área, em plantio consorciado, sequencial ou rotacionado. Dentro da fazenda, o uso da terra é alternado, no tempo e no espaço, entre lavoura e pecuária. E é no potencial sinergismo entre os componentes pastagem e lavoura que residem muitos dos benefícios da ILP.

No Cerrado existem vários sistemas de integração lavoura-pecuária, que são modulados de acordo com o perfil e os objetivos da fazenda. Além disso, essas diferenças nos sistemas se devem às peculiaridades regionais e da fazenda, como: condições de clima e de solo, infraestrutura, experiência do produtor e tecnologia disponível. No Cerrado, três modalidades de integração lavoura-pecuária:

- Fazendas de pecuária em que a introdução de culturas de grãos (arroz, milho, sorgo) em áreas de pastagens tem por objetivo recuperar a produtividade dos pastos com custos menores (amortização dos custos de recuperação por meio da venda dos grãos);
- 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, podem, quando desejado, utilizar a forragem produzida na alimentação de bovinos; e,
- 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.

A parceria entre produtores de grãos e pecuaristas, nas suas diferentes modalidades, também poderia se adequar a uma dessas modalidades de integração lavoura-pecuária. Exemplificando, os produtores de grãos que têm praticado o consórcio de milho ou sorgo com *Brachiaria* spp., com a finalidade de melhorar a cobertura de solo para o plantio direto, estão paulatinamente optando por utilizar essa forragem produzida na entressafra. A fim de reduzir a mobilização de capital na compra de animais, esses produtores estão estabelecendo parcerias com os pecuaristas, negociadas caso a caso.

Nesses sistemas, além de aproveitar a forragem produzida no consórcio, os resíduos da colheita de grãos (“bandinha e casquinha de soja”, “piolho de algodão”, “palhada de milho”, entre outros) são utilizados como suplementos para a alimentação animal durante o período de seca, quer seja em pastejo ou em confinamento. De acordo com Moraes et al. (2007), no Sul do Brasil, introduzir a forrageira apenas como cobertura de solo para o plantio direto não é o melhor negócio porque a produção animal aumenta a rentabilidade do empreendedor no sistema soja verão-pastagem hibernal.

Também, é importante ressaltar que no plantio consorciado de capim com cultura de grãos ocorre competição entre os componentes forrageira e lavouras, e que nem sempre é uma alternativa “ganha-ganha”. Às vezes, se não for adotada a tecnologia correta ou mais adequada para as condições da área, podem ocorrer perdas expressivas de produtividade da lavoura de grãos ou falha no estabelecimento do pasto. As culturas de milho e de sorgo, em razão da maior capacidade de competição com as gramíneas forrageiras (*Brachiaria* spp. e *Panicum maximum*), na fase inicial de estabelecimento, têm sido as mais adotadas nos consórcios cultura anual-pasto. Entre as alternativas para minimizar essa competição citam-se: plantio defasado (sobressemeadura), subdoses de herbicidas para reduzir a competição da forrageira com a cultura de grãos e arranjo de plantas (KLUTHCOUSKI et al. 2000, PORTES et al., 2000, KLUTHCOUSKI e AIDAR, 2003, JAKELAITIS et al. 2004, FREITAS et al. 2005). O consórcio soja-pasto vem sendo avaliado e os resultados obtidos ainda não permitem recomendar esse sistema

(KLUTHCOUSKI et al. 2000, SILVA et al. 2004 e 2006). Contudo, a adoção de soja transgênica, resistente ao herbicida glifosate, aumenta as possibilidades de sucesso de plantio consorciado desta cultura com gramíneas forrageiras tropicais.

As fazendas que adotam a rotação lavoura/pasto como estratégia de produção agrícola, além das melhorias nas propriedades de solo e redução da incidência de pragas, doenças e plantas daninhas, podem se beneficiar da melhor estabilidade de produção de forragem para alimentar o rebanho durante o ano todo. No período das chuvas, em razão da melhoria da fertilidade de solo na fase de lavoura, as pastagens são mais produtivas. E, no período da seca, além da palhada e dos subprodutos de colheita os pastos recém-estabelecidos permanecem verdes e com qualidade e quantidade para conferir ganhos de peso positivos em vez de perda de peso, comum neste período do ano na maioria das fazendas da região do Cerrado. Durante a época seca, Alvarenga et al. (2007) observaram, em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, estabelecida em consórcio com milho, ganhos de peso em novilhos de recria entre 700 g/animal/dia e 900 g/animal/dia. Essa variação de 28% no ganho de peso foi em razão dos grupos genéticos avaliados nesse estudo. Os maiores ganhos foram para os animais de cruzamento industrial (Nelore x Red Angus) e os menores com animais mestiços (mestiço de Nelore x Girolando).

Animais com potencial genético limitado contribuem para uma menor produtividade do sistema, havendo forte interação entre o componente animal e a condição da pastagem (oferta nutricional e manejo do pasto). O trabalho de Barcellos et al. (1999) demonstrou a importância de associar genética animal ao manejo do pasto e à renovação de pastagens degradadas. Durante 15 meses, o ganho de peso de animais cruzados (Nelore x Blond d'Aquitaine), de maior potencial de produção, superou o ganho de peso de animais nelore em 8,8% (161 kg x 148 kg) quando o pasto estava degradado. Em pastagens renovadas por meio de adubação ou de cultivo de milho e arroz, e manejadas adequadamente, os valores de ganho de peso registrados para os cruzados superaram aqueles dos nelores em 24,9% (266 kg x 213 kg). As produtividades no pasto

degradado e no pasto renovado e com manejo do pastejo adequado foram de 3,4 @ e 20,7 @/ha/ano, respectivamente. Portanto, o maior potencial produtivo obtido pelo cruzamento de raças ou pelo melhoramento genético/seleção do rebanho deverá estar sempre associado à melhoria da qualidade alimentar ofertada aos animais (MARTHA Jr. e VILELA, 2007).

Outra modalidade de integração lavoura-pecuária é aquela em que a lavoura e a pecuária são desenvolvidas em áreas diferentes de uma mesma propriedade e a produção animal se beneficia apenas dos resíduos das culturas. Nessa modalidade, o sinergismo entre as atividades é minimizado.

A integração lavoura-pecuária é um sistema que, em princípio, adapta-se a qualquer tamanho de propriedade, desde que as condições edafoclimáticas não sejam restritivas. Basta lembrar que o plantio consorciado de milho com capim (jaraguá e colônia), nas décadas de 1950 e 1960, foi uma prática comum na implantação manual de pasto nas “roças de toco”; portanto, factível de ser adotada na pequena propriedade. Contudo, em propriedades pautadas no uso intensivo de máquinas agrícolas e insumos (corretivos, fertilizantes, herbicidas, pesticidas) a escala de produção pode ser determinante da viabilidade econômica do sistema. Assim, é necessário planejamento eficiente, gestão competente e equipe multidisciplinar (multicompetências).

Benefícios da integração lavoura-pecuária

A substituição de sistemas especializados de produção de grãos, fibras, carne e leite por sistemas de integração lavoura-pecuária, mais complexos, gera impactos no solo, no ambiente e no desempenho econômico. Esses impactos podem variar entre positivos e negativos e precisam ser mais bem compreendidos.

Entre os impactos negativos, o mais frequentemente citado na literatura e relatado por alguns produtores, por vezes sem nenhuma comprovação empírica, é o proporcionado pelo pisoteio animal. A compactação do solo pelo pisoteio animal, agravada pela remoção da vegetação pela

desfolha, pode diminuir a taxa de infiltração, aumentar a erosão e reduzir o crescimento das plantas (GREENWOOD & MCKENZIE, 2001). É importante ressaltar que essa compactação depende, principalmente, do tipo de solo, do seu teor de umidade, da taxa de lotação animal e da massa de forragem (MORAES et al., 2007) e da espécie forrageira utilizada no sistema (MARCHÃO et al., 2007). De modo geral, os impactos negativos do pisoteio animal no solo limitam-se às suas camadas superficiais e pode ser temporário e reversível (MORAES e LUSTOSA, 1997, CASSOL, 2003, LANZANOVA et al., 2007). Nas condições do Sul do Brasil, com chuvas durante o ano todo, o impacto do pisoteio animal nas propriedades físicas do solo e no rendimento dos cultivos subsequentes ao pastejo é variável, de negativo a nulo (LANZANOVA al., 2007, FLORES et al., 2007, CASSOL, 2003, NICOLOSO, 2005). Nicoloso (2005), por exemplo, observou redução significativa no rendimento de grãos de soja (800 kg/ha) e de milho (2.500 kg/ha) em função do aumento da intensidade de pastejo na pastagem hiberna (aveia preta + azevém), que antecedeu estes cultivos.

Na região do Cerrado, o impacto do pisoteio animal sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo tem recebido pouca atenção da pesquisa. A compactação superficial e redução na taxa de infiltração foram observadas em pastagens em degradação (MACEDO et al., 1997). Contudo, não se tem observado efeito negativo no rendimento das lavouras. Em experimento de longa duração no Cerrado, Marchão et al. (2007) demonstraram que a compactação de solo em sistemas de integração lavoura-pecuária após 13 anos não atingiu valores limitantes. Os autores observaram que a compactação de solo foi maior nas áreas com gramíneas de hábito de crescimento cespitoso, principalmente do gênero *Panicum* sp. Estudos em andamento na Embrapa Cerrados, com diferentes tratamentos aplicados em pastagem de *B. decumbens*, têm demonstrado que apesar da compactação superficial e da redução na taxa de infiltração, o rendimento de soja não tem sido afetado. Os maiores problemas observados estão relacionados com as condições de plantabilidade para o sistema de plantio direto em pastagens. Entre essas condições, a falta de cobertura de solo, em particular no tratamento que

conta com o pasto em degradação, e o relvado com predominância de touceiras (quando nos tratamentos com adubação o manejo do pastejo não foi adequado).

Benefícios agrônômicos e ambientais

A melhoria das propriedades física, química e biológica dos solos é uma questão-chave no desenvolvimento de sistemas de produção agrícolas mais sustentáveis. De acordo com Franzluebber (2007), os sistemas mais diversificados, como a ILP, são importantes para repor e manter a matéria orgânica do solo (MOS) e proporcionar solos bem estruturados, favorecendo: a maior taxa de infiltração de água das chuvas, aumentando a sua disponibilidade para os cultivos; a redução do escoamento superficial, evitando erosões e poluição dos corpos d'água; a penetração das raízes no perfil do solo, aumentando o volume de solo explorado pelo sistema radicular dos cultivos e, conseqüentemente, a eficiência de uso de água e nutrientes.

Ademais, essa diversificação das espécies vegetais em sistemas de ILP promove maior diversidade dos grupos da macrofauna invertebrada do solo (SILVA et al., 2006). A macrofauna invertebrada do solo desempenha papel chave no funcionamento do ecossistema, participando em diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar no solo. Esses invertebrados do solo alteram as populações e atividade de microrganismos responsáveis pelos processos de mineralização e humificação da matéria orgânica do solo, alterando a disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas (DECAËNS et al., 2003).

Além disso, no contexto de mitigação das mudanças climáticas, o desafio é conservar os estoques de carbono dos ecossistemas e remover carbono da atmosfera, incorporando-o aos estoques existentes (GUO e GIFFORD, 2002), fato que pode ser observado em sistemas de integração lavoura-pecuária com manejo eficiente. As pastagens bem manejadas, de modo geral, têm potencial para aumentar o teor de carbono do solo. Guo e Gifford (2002), usando o procedimento estatístico de meta análise para avaliar o impacto da mudança do uso da terra nos estoques de carbono

no solo (537 observações de 74 publicações do Brasil e de outros 15 países), verificaram que a substituição de florestas nativas ou de lavoura por pastagem aumentou o teor de carbono do solo de 8% a 19%. E, a substituição das pastagens por floresta plantada ou por lavouras de grãos, resultou em decréscimos de 10% e 59%, respectivamente.

Para conservar o solo produtivo por um longo período é necessário desenvolver sistemas de cultivos que permitam manter ou melhorar a estrutura do solo. Segundo Linch e Bragg (1985), o método mais prático de manipular a estrutura do solo é a inclusão de espécies forrageiras nos sistemas de produção. Essa conclusão ratifica a proposta de Lal (1991), de que a rotação de culturas anuais e pastagens é uma das melhores alternativas para obter um manejo sustentável do solo e da água nos trópicos.

Para regenerar a estrutura do solo, é necessário promover o aumento da sua agregação, o que pode ser obtido pelo aumento da matéria orgânica do solo (CASTRO FILHO et. al., 1991). Além disso, em solos intemperizados, como os do cerrado, a capacidade de troca catiônica (CTC) depende em essência da matéria orgânica do solo. De acordo com Sousa e Lobato (2004), entre 75% e 93% da CTC dos solos de cerrado, se origina da MOS. As pastagens bem manejadas, em contraste com os cultivos anuais em plantio convencional e até aqueles em plantio direto, têm a capacidade de frequentemente aumentar o teor de matéria orgânica do solo (MOS). Os resultados da Figura 2 ilustram o efeito do monocultivo de soja e da rotação soja/pasto nos teores de MOS. Durante 13 anos de soja, o teor de matéria orgânica do solo reduziu 24,4% em relação ao valor original (3,6%). Por sua vez, a inclusão de *Brachiaria humidicola*, manejada sob cortes, aumentou continuamente o teor MOS durante os nove anos de avaliação (ensaio sob corte manual). Com o retorno da lavoura de grãos (rotação soja-milho) no sistema, o teor de MOS passou a decrescer, mantendo, contudo, uma diferença em torno de 30% a mais em relação ao sistema de rotação contínua com cultivos anuais até o último ano (SOUSA et al., 1997). Resultados semelhantes foram obtidos por Studdert et al. (1997) em experimento

de longa duração na Argentina. Depois de um ciclo longo de pastagem observaram o declínio no teor da MOS com plantio de culturas anuais em sistema de preparo convencional de solo (aração + gradagens) e que foi recuperada [MOS] pela pastagem implantada depois do ciclo de lavoura.

A integração lavoura-pecuária em sistema de plantio direto pode reduzir a variação no teor de matéria orgânica que ocorre na mudança de componentes, aumentando com a pastagem e reduzindo com lavoura de grãos. No Uruguai, em experimento de longa duração de rotação lavoura/pastagem, o mais antigo da América Latina, García-Préchac et al. (2004) relataram que a adoção de plantio direto na rotação de lavoura/pasto, depois de 27 anos em plantio convencional, minimizou a flutuação no teor de matéria orgânica solo, mantendo ou aumentando a concentração de MOS. É interessante mencionar que na fase de plantio convencional, 1964 a 1990, o declínio na MOS na camada de 0 a 20 cm foi de 540 kg/ha/ano no sistema de lavoura contínua. No entanto, na rotação lavoura/pastagem a perda de matéria orgânica do solo foi de apenas 80 kg/ha/ano, a maior parte da MOS perdida durante o período de lavoura em plantio convencional era recuperada durante o ciclo de pastagem.

Na pastagem avaliada por Sousa et al. (1997), a taxa de aumento no teor de matéria orgânica do solo foi estimada em 1,67 Mg/ha/ano durante período em que a área estava com pastagem de *Brachiaria humidicola* (Figura 1). É importante ressaltar que a pastagem de *B. humidicola*, manejada por meio de cortes manuais, recebia adubações anuais de nitrogênio e potássio enquanto que a de *B. decumbens*, do experimento de Salton (2005), era pastejada e não recebeu nenhuma adubação. Em condições de pastejo, e com bom manejo do pasto, o incremento nos teores de matéria orgânica do solo, pela mesma pastagem de *B. decumbens*, poderia ser ainda maior. Todavia, a extração de biomassa e nutrientes em situação de cortes é sensivelmente mais elevada do que em pastagens manejadas sob pastejo.

Outro exemplo do efeito de pastagem no aumento da MOS foi relatado no trabalho desenvolvido por Salton (2005), também em um experimento de longa duração (Figura 2). A recuperação do estoque de carbono

do solo pela introdução de pastagem depois de um ciclo de lavoura em plantio convencional foi evidente. Na área destinada à pastagem permanente (PP) de *Brachiaria decumbens*, a taxa de acúmulo de carbono no solo foi de 0,9 Mg/ha/ano; e, no sistema rotação lavoura/pasto de *Brachiaria decumbens*, essa taxa foi de 0,44 Mg/ha/ano (S2P2, Figura 2). No entanto, nas áreas em que se manteve lavoura, tanto em plantio convencional como em plantio direto, não se observou aumento no teor de matéria orgânica do solo.

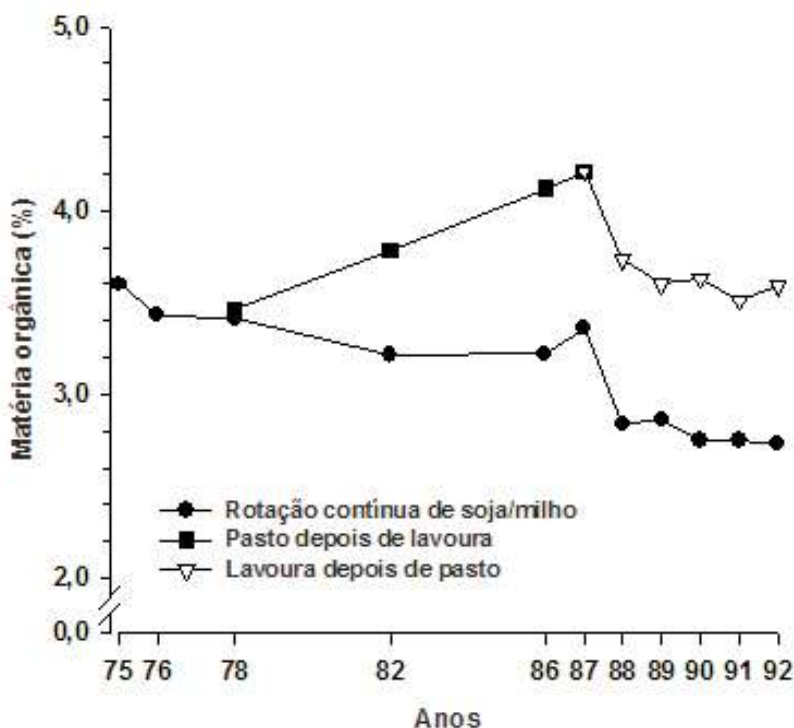


Figura 1. Dinâmica da matéria orgânica na camada de 0 a 20 cm de profundidade em dois sistemas de rotação de culturas em um Latossolo Vermelho-amarelo, textura argilosa.

Fonte: Sousa et al. (1997).

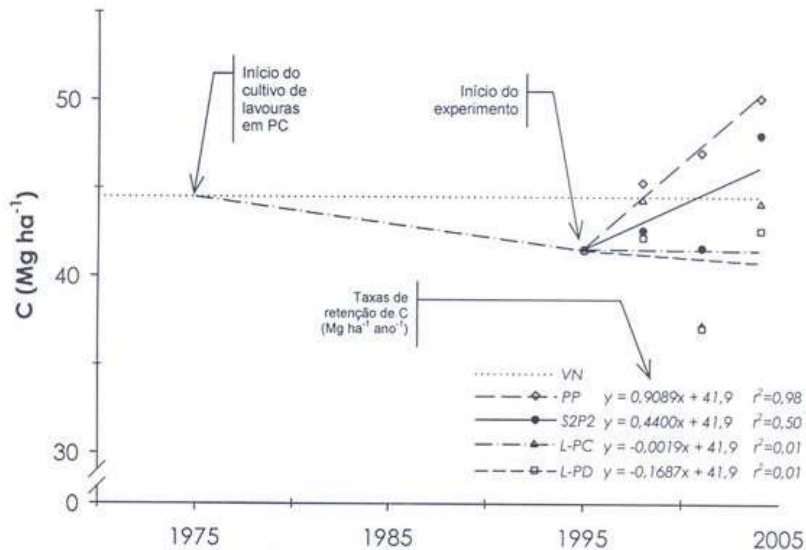


Figura 2. Evolução do estoque de carbono orgânico na camada de 0 a 20 cm de um Latossolo Vermelho distrófico de Dourados, MS submetido a usos e formas de manejo ao longo do tempo. L-PC = lavouras em sistema convencional, L-PD = lavouras em plantio direto, S2P2 = rotação de dois anos soja em plantio direto /dois anos pastagem (*B. decumbens*, PP = pastagem permanente de *B. decumbens*, VN = vegetação natural.

Fonte: Salton, 2005).

No estudo de Sousa et al. (1997) também foi avaliada a eficiência de uso de fósforo depois da *B. humidicola* (Figura 3). A produtividade do primeiro cultivo com soja, depois de um ciclo de nove anos de pastagem, foi superior ao sistema exclusivo de culturas anuais (13ª cultivo de soja) para um mesmo teor de P no solo (Figura 3), evidenciando a maior eficiência do uso desse nutriente quando a pastagem foi inserida na rotação. Como exemplo, observa-se que para produzir 3 t/ha de grãos de soja, no sistema de culturas anuais, foram necessários 6 mg/dm³ de P no solo (Mehlich 1), ao passo que no sistema pastagem/culturas anuais a necessidade de fósforo foi reduzida para 3 mg/dm³. Provavelmente, o menor nível crítico de fósforo na rotação pastagem-soja seja em razão de: (a) reciclagem mais eficiente de P no sistema; (b) acréscimos na taxa de mineralização da matéria orgânica do solo, acumulada durante o período da pastagem; e, ou (c) bloqueio dos sítios de adsorção de

fósforo pelo maior acúmulo de matéria orgânica, reduzindo a fixação desse elemento (FOX & SEARLE, 1978). Esses resultados demonstram a melhor eficiência de uso de fósforo pelas plantas em sistemas de rotação cultura anual-pastagem do que naquele constituído apenas por culturas anuais.

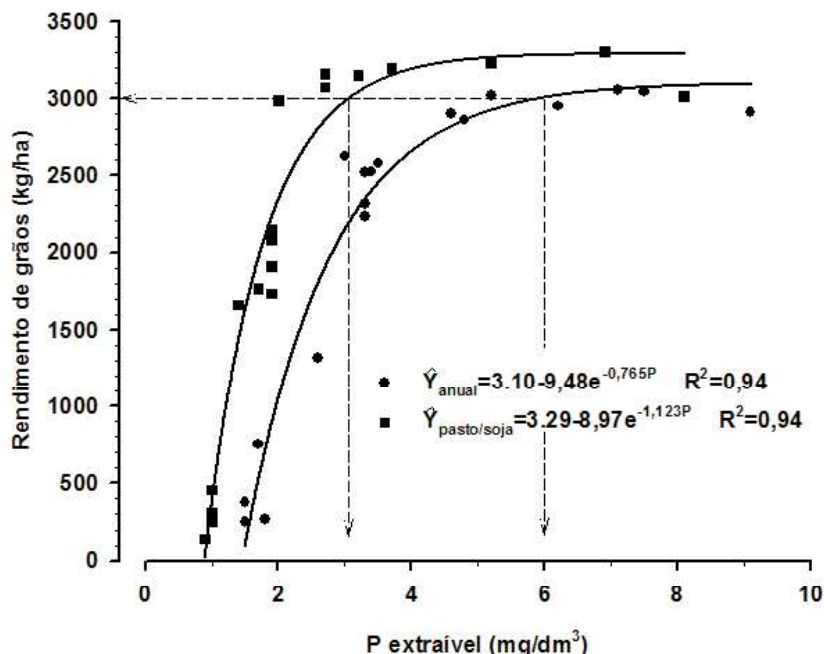


Figura 3. Efeito de dois sistemas de rotação de culturas sobre a relação entre fósforo extraível (Mehlich 1) na camada de 0 a 20 cm de profundidade e rendimento de grãos de soja cv. Cristalina em Latossolo Vermelho-amarelo, textura argilosa. Sistema anual = 13 cultivos sucessivos de soja e pasto/soja = soja depois de três cultivos de soja seguidos de nove anos de pastagem de braquiária.

Fonte: Sousa et al. (1997).

O benefício da pastagem no rendimento de grãos de soja pode ser visualizado na Tabela 1. Esses resultados foram obtidos em um experimento de longa duração, em condução na Embrapa Cerrados, Planaltina (DF). O rendimento de soja depois de um ciclo de três anos de pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi 17% (510 kg/ha de grãos) superior ao obtido no sistema de lavoura contínua. Ressalte-se, ainda,

que esse maior rendimento de grãos foi obtido em área que recebeu menores quantidades de fertilizantes, em média 45% a menos, durante os 17 anos de cultivo (Tabela 1). 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 1 e Figura 3), implica economia no uso de fertilizantes e, consequentemente, redução nos custos de produção. Todavia, tais benefícios nem sempre são facilmente visualizados no curto prazo.

Tabela 1. Rendimento de soja (kg/ha) em dois sistemas de cultivos (lavoura contínua-LC e rotação lavoura/pasto/lavoura-LPL) submetidos a dois sistemas de plantio em Latossolo Vermelho, textura argilosa. Planaltina, DF.

Sistema/Cultivo		Sistema de plantio		Média ³
2004/05 a 2006/07 ¹	2007/08 ²	Convencional	Direto	
Soja-Sorgo-Soja (LC)	Soja	3.078	3.044	3.061 a
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu (LPL)	Soja	3.540	3.603	3.571 b
Média		3.309 a	3.323 a	

¹Total de corretivos e nutrientes aplicados por nível de fertilidade em 17 anos de cultivo: LC (8,6 t/ha de calcário dolomítico, PRNT 100 %, 2,8 t/ha de gesso, 308 kg/ha de N, 1487 kg/ha de P₂O₅, 1391 kg/ha de K₂O e micronutrientes); LPL (8,6 t/ha de calcário dolomítico, PRNT 100 %, 2,8 t/ha de gesso, 85 kg/ha de N, 853 kg/ha de P₂O₅, 813 kg/ha de K₂O e micronutrientes). ²Na safra de 2007/2008 a adubação de plantio da soja foi 485 kg/ha da fórmula 0-20-20 + S + micronutrientes. ³Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5 % pelo teste de Tukey.

Fonte: L. Vilela, dados não publicados.

Além disso, o potencial produtivo do pasto de Marandu antes do plantio de soja, no trabalho relatado na Tabela 1, ainda era alto. Na Figura. 4 observa-se que em 134 dias de pastejo, no período das chuvas, o ganho de peso foi de 683 kg/ha de peso vivo (23 @/ha). A amplitude de ganho de peso vivo em pasto de primeiro ano, em sistemas de integração lavoura-pecuária, tem variado de 20 a 40 @/ha/ano e de 9 a 15 @/ha/ano, em função da amplitude nas condições edafoclimáticas e de manejo nos diferentes locais, respectivamente. (MARTHA Jr. et al., 2007).

O aumento de produtividade dos componentes lavoura e animal em sistemas de integração lavoura-pecuária é resultante da interação de vários fatores e, muitas vezes, de difícil separação. Além da melhoria das

propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, a quebra de ciclos bióticos (pragas, doenças) contribui para aumentar a produtividade do sistema (VILELA et al., 1999, COSTA, 2003).

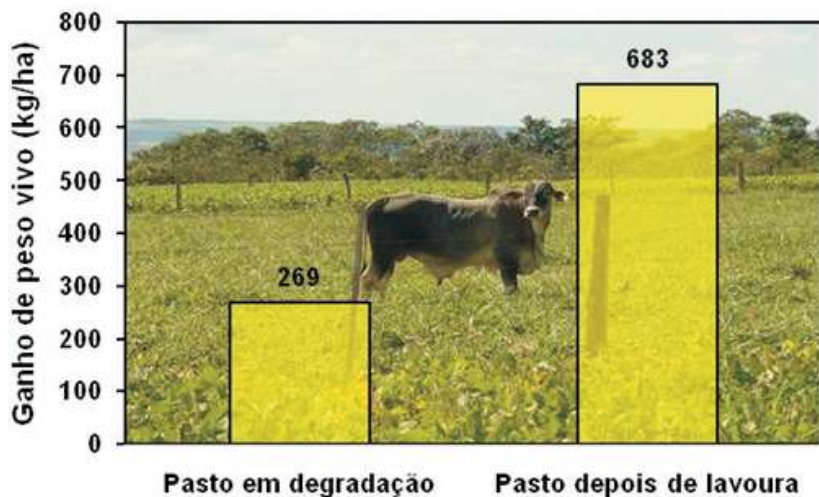


Figura 4. Ganho de peso vivo de bovinos em recría em duas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, antes do plantio da soja em 2007. Antes do plantio do pasto a área foi cultivada com soja e milho nas safras de 1999 a 2003. Período de pastejo de 134 dias na estação das chuvas de 2006/2007. Planaltina, DF.

Fonte: L. Vilela, dados não publicados.

No caso das pragas de solo, o aumento de população de *Pratylenchus brachyurus* em lavouras de soja e algodão, sobretudo no estado de Mato Grosso, tem gerado inquietação entre os produtores. E, como forma de reduzir a população desse nematóide, tem sido adotada a rotação de culturas anuais com pastos. Contudo, os resultados obtidos por Inomoto et al. (2007) indicaram que os principais capins (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça, *Brachiaria ruziziensis*) adotados em sistemas de integração lavoura-pecuária, embora tolerantes, favorecem a multiplicação o *P. brachyurus*.

A redução da população de plantas daninhas é outro benefício relatado na literatura nacional e estrangeira (KLUTHCOUSKI et al., 2003, SEVERINO, 2006; IKEDA et al., 2007). Em estudo realizado em um experimento de

longa duração da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Ikeda et al. (2007) constataram reduções significativas nos bancos de sementes de plantas daninhas em sistema de rotação lavoura/pasto em relação ao sistema de lavoura contínua, sobretudo quando se adotou o plantio direto (Figura. 5).

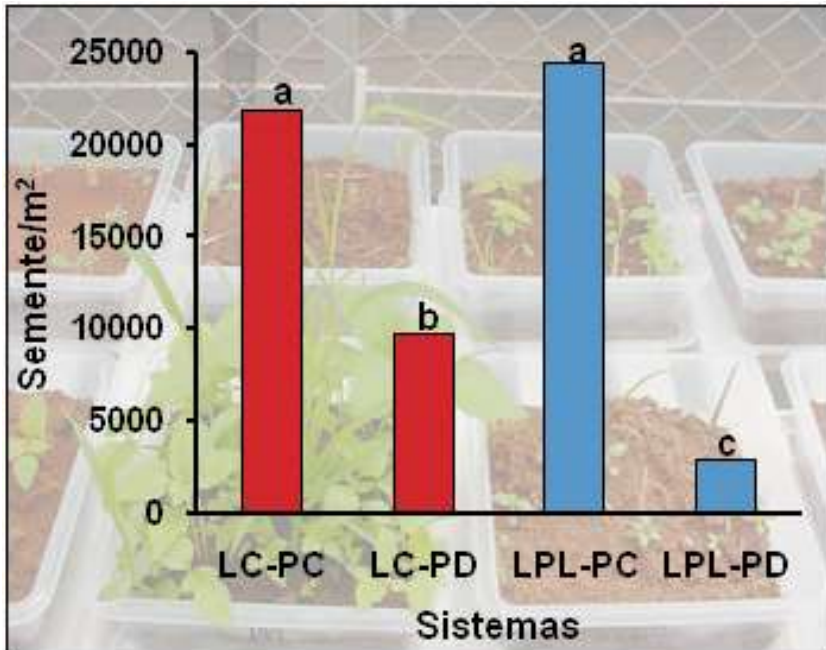


Figura 5. Banco de sementes de plantas daninhas, na camada de 0 a 20 cm, em dois sistemas de cultivos em Latossolo Vermelho, textura argilosa: LC=lavoura contínua em plantio convencional (PC) e plantio direto (PD); LPL= rotação lavoura/pasto/lavoura em plantio convencional e plantio direto. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Wilcoxon, a 5 % de probabilidade.

Fonte: Adaptado de Ikeda et al. 2007.

Ainda em relação aos benefícios dos sistemas de integração lavoura-pastagem, o exemplo da Fazenda Santa Terezinha em Uberlândia, MG, é uma evidência do potencial desses sistemas em fazendas comerciais (Figura 6). Essa propriedade desenvolvia atividade de cria e tinha uma área, em 1983, de 1.014 hectares de pastagem e rebanho de 1.094 cabeças (taxa de lotação de 1,1 cabeças/ha). A partir de 1985, a propriedade passou a destinar áreas de pastagens para a produção de

grãos até atingir, em 1996, a totalidade da área com um ou mais ciclos de lavoura. Em 1996, a área destinada a pastagens representava 36% da área total da fazenda; o rebanho era de 1.200 cabeças, representando uma taxa de lotação três vezes superior à inicial. A maior taxa de lotação foi reflexo da recuperação da fertilidade do solo e da utilização de gramíneas com maior potencial de produção de forragem. É importante ressaltar que a redução na taxa de lotação, em 2003, não foi em razão da perda da capacidade de suporte das pastagens, mas da reorientação de metas e objetivos do sistema de produção¹.

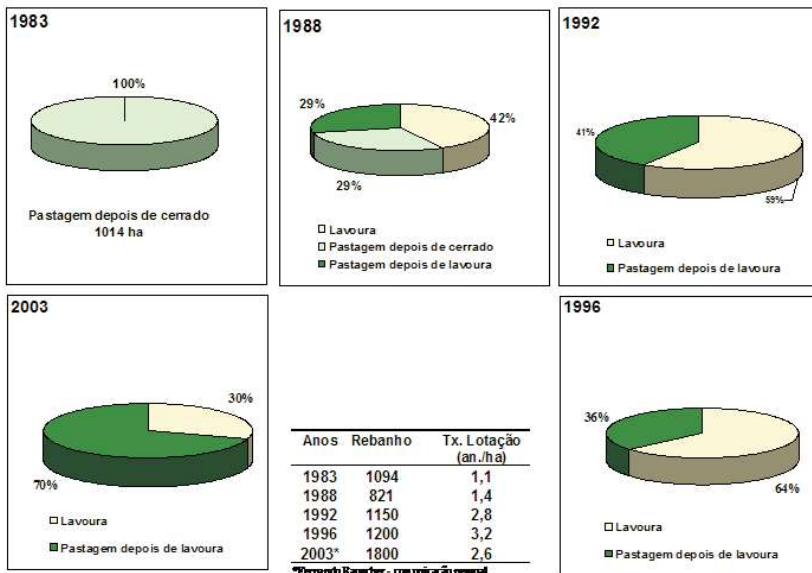


Figura 6. Evolução da rotação de lavoura-pastagem e da capacidade de suporte das pastagens na fazenda Santa Terezinha, Uberlândia, MG. Na fazenda predomina o solo Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa).

Nessa fazenda, como exemplo dos benefícios nas propriedades físicas do solo, observou-se que a porcentagem de agregados estáveis em água com diâmetros maiores do que 2,0 mm, nas áreas de pastagem depois de cultura, foi de 89%. Nas áreas cultivadas com soja por um e quatro anos esses valores foram, respectivamente, de 66% e 46%. Os teores de matéria orgânica do solo nas áreas de pastagens depois de um ciclo

¹ Fernando Rauscher, comunicação pessoal em 4 de julho de 2003.

de culturas foram, em média, de 1,23%; nas áreas sob cultivo com soja por períodos de um e quatro anos os respectivos teores de matéria orgânica foram de 0,84% e 0,94% (AYARZA et al., 1993). O efeito das pastagens também foi evidente no rendimento das culturas anuais. O rendimento de grãos de soja correlacionou-se significativamente com idade da pastagem que antecedia as culturas anuais na rotação. Para cada ano de pastagem, o rendimento de grãos aumentou em 127 kg/ha. Esse valor, embora expressivo, foi inferior aos 170 kg/ha para cada ano de pastagem estimado com base nos resultados da Tabela 1. Dentre outros fatores, essas respostas diferenciadas se devem às diferenças no potencial de produtividade agrícola desses solos (Neossolo Quartzarênico vs. Latossolo Vermelho, textura argilosa) e das cultivares de soja utilizadas.

Pelo lado ambiental, a agropecuária está entre as atividades antrópicas que contribui para as emissões de gases de efeito estufa (LIMA, 2002). Ao mesmo tempo em que está contribuindo para intensificar o efeito estufa, a agropecuária, potencialmente, pode sofrer os impactos negativos das mudanças climáticas resultantes desse processo. A emissão de gases responsáveis pelo aquecimento global - metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (N_2O) e óxidos de nitrogênio (NO_x) - tem sido gerada por diferentes práticas agrícolas.

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 as atividades agrícolas do país (LIMA, 2002). Nos Estados Unidos, essa porcentagem é de 21% (USEPA, 1993). Segundo Lima (2002), no Brasil, a maior parte dessas emissões de metano tem origem em áreas de pastagens extensivas. Provavelmente, a maioria dessas pastagens está em processo de degradação e, o menor desempenho animal nessas situações, implica maior emissão de metano por unidade de produto. Com efeito, entre as alternativas de mitigação de metano uma importante

estratégia seria o aumento de produtividade animal. DeRamus et al. (2003) verificaram que menos metano foi produzido por unidade de ganho de peso com a adoção de melhores práticas de manejo associadas ao pastejo intensivo em pastagens adubadas com nitrogênio, fósforo e potássio. A redução na emissão anual de metano foi de 22%.

Em estudo de simulação fundamentado no crescimento linear dos coeficientes técnicos da pecuária de corte brasileira (taxa de nascimento de 55% para 68%, redução na idade de abate de 36 meses para 28 meses e redução na taxa de mortalidade de 0 a 1 ano de 7% para 4,5%), Barioni et al. (2007) estimaram que a produção, em equivalente carcaça, aumentaria em 25% entre 2007 e 2025. E que apesar desse aumento o incremento na emissão de metano seria de apenas 2,9% (Figura 7). Os impactos previstos nos coeficientes técnicos considerados nesse estudo dependem, fundamentalmente, da quantidade e da qualidade da forragem consumida e da sanidade do rebanho. Ademais, para mitigar a emissão dos gases do efeito estufa, segundo Feigl et al. (2001), seria imprescindível melhorar o manejo das pastagens já implantadas. Convergente com essa afirmação tem-se que se a recuperação das pastagens, por meio da adubação direta ou da integração lavoura-pecuária, for feita consoante boas práticas de manejo, tal ação poderia desempenhar papel fundamental na melhoria da eficiência dos processos relacionados com a mitigação da emissão desses gases.

A cobertura de solo proporcionada pelas pastagens é normalmente muito eficiente no controle do escoamento superficial de água e, conseqüentemente, da erosão. Em comparação aos principais cultivos do cerrado, as pastagens são as mais eficientes no controle de perda de água e solo (DEDECEK et al., 1986). Em razão da estreita relação que existe entre escoamento superficial e erosão do solo, qualquer prática que aumenta a taxa de infiltração e a cobertura de solo reduz a perda de sedimentos (THUROW, 1991). Portanto, a degradação de pastagem é um processo com alto potencial para causar erosão e assoreamento de nascentes, rios, represas e lagos.

Das oito grandes bacias hidrográficas brasileiras, seis têm suas nascentes em áreas de Cerrado (LIMA e SILVA, 2002). O Bioma Cerrado é responsável por 71% da vazão (Q) gerada na Bacia Araguaia/Tocantins, 94% na Bacia do São Francisco e 71% na Bacia Paraná/Paraguai (Tabela 2). Tendo em vista a importância deste bioma para a expansão do setor agrícola e para a manutenção da oferta hídrica nacional, fica uma pergunta: quais são os impactos da degradação de mais de 50% dos 54 milhões de hectares de pastagens do cerrado no ciclo hidrológico dessas bacias? Ainda não há respostas para essa pergunta.

A redução do uso de agroquímicos em razão da quebra dos ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas é outro benefício potencial ao meio ambiente dos sistemas mistos, como a integração lavoura-pecuária.

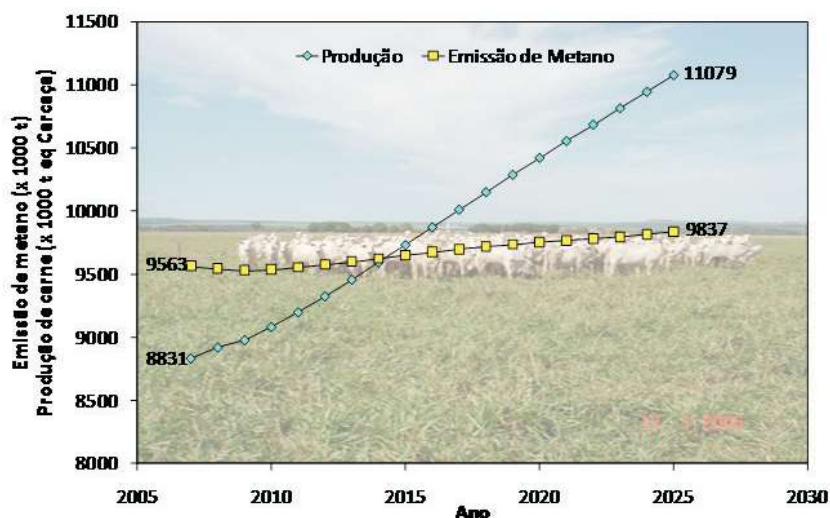


Figura 7. Simulação dos impactos do crescimento linear de coeficientes técnicos da pecuária de corte brasileira – taxa de nascimento de 55 % para 68 %, redução na idade de abate de 36 meses para 28 meses e redução na taxa de mortalidade de 7 % para 4,5 % – na emissão de metano e na produção de carne.

Fonte: Adaptado de Barioni et al. (2007).

Tabela 2. Produção hídrica das principais bacias hidrográficas do Brasil e sua relação com o Cerrado.

Bacias	Área total		Vazão total		Cerrado		Vazão Cerrado	
	(km ²)	%	(m ³ /s)	%	(km ²)	%	(m ³ /s)	%
Amazônica ¹	3.900.000	46	133.380	73	210.000	5	5.146	4
Araguaia/Tocantins	757.000	9	11.800	6	590.000	78	8.391	71
Atlântico Norte/Nordeste	1.029.000	12	9.050	5	280.000	27	1.033	11
São Francisco	634.000	7	2.850	2	300.000	47	2.674	94
Atlântico Leste	545.000	6	4.350	3	60.000	11	314	7
Paraná/Paraguai ¹	1.245.000	15	12.290	7	600.000	48	8.696	71
Uruguai ¹	178.000	2	4.150	2	-	-	-	-
Atlântico Sul/Sudeste	224.000	3	4.300	2	-	-	-	-
Brasil	8.512.000	100	182.170	100	2.040.000	24	26.254	14

¹ Produção hídrica em território brasileiro. Adaptado de Lima e Silva, 2002.

Introdução do componente florestal na integração lavoura-pecuária

O sistema integração lavoura-pecuária-floresta (SiLPF) consiste na combinação intencional de árvores, pastagem e gado em uma mesma área e que são manejados de forma integrada (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009). Como motivos para a introdução de árvores em áreas de pastagens, além da ambiência e bem-estar animal, citam-se o crescente mercado para a madeira plantada e o potencial de agregação de renda em propriedades agrícolas.

Existem diferentes formas de implantação do componente arbóreo em áreas de pastagem e lavoura, este pode ser implantado em: linhas simples, duplas, triplas, etc. (1,5 m entre plantas e 3,0 m entre linhas), distanciadas entre si em 10 m, 20 m ou 40 m, permitindo uma produção simultânea de madeira de boa qualidade e alimentos, uma vez que esta configuração possibilita maior penetração de luz solar para o desenvolvimento das espécies do sub-bosque (culturas agrícolas ou pastagens) (RIBASKI, 2009). A escolha do espaçamento entre as faixas de plantio das espécies arbóreas é de grande importância, pois este não poderá ser inferior a 10 m, caso contrário poderá afetar as operações de

mecanização na área, como plantio e colheita. Outros arranjos espaciais de implantação que podem ser utilizados são em forma de bosquetes, ou seja, arranjo de árvores em grupos compactos na pastagem; dispersos na pastagem e também o plantio ao longo das cercas divisórias (DIAS-FILHO, 2006).

O SiLPF permite a recuperação, ou renovação, de pastagens que estejam em diferentes estádios de degradação, constituindo, também, um modelo de exploração pecuária capaz de controlar a erosão, minimizando-a; proporcionar melhoria da fertilidade do solo e, contribuir para elevar a disponibilidade de forragem ao longo do ano, garantindo a sustentabilidade da exploração pecuária, além de proporcionar renda extra ao produtor familiar por meio da comercialização do produto florestal (CASTRO e PACIULLO, 2006). Dentre as características desejáveis para a associação de espécies arbóreas com pastagens estão: crescimento rápido, capacidade para fornecer N e outros nutrientes à pastagem, adaptação às condições locais, tolerância ao ataque de insetos e doenças, ausência de efeitos tóxicos para os animais, capacidade para fornecer forragem, e capacidade para fornecer sombra e controlar a erosão (CARVALHO et al., 2007).

As árvores podem melhorar a produtividade de um agroecossistema influenciando nas características do solo, microclima, hidrologia e em componentes biológicos associados (FARRELL e ALTIERI, 2002). As copas das árvores interceptam a radiação solar, a precipitação e a movimentação do ar, enquanto o sistema radicular preenche grandes volumes de solo. A absorção de água e nutrientes e a redistribuição destes nutrientes com a queda das folhas, assim como o movimento de rompimento das raízes e as possíveis associações destas com bactérias e/ou fungos podem alterar o ecossistema onde os vegetais se desenvolvem (FARRELL e ALTIERI, 2002).

Os principais parâmetros para seleção das árvores no SiLPF são: adaptação ao sítio; exigências do mercado para os produtos das árvores, como madeira, frutos e sementes; escolha de espécies de

rápido crescimento; tipo de raiz das árvores, o enraizamento deve ser profundo, diminuindo assim a competição por umidade e nutrientes; produtos e serviços ambientais: fixação biológica de nitrogênio, ciclagem de nutrientes, controle de erosão e escoamento superficial de águas da chuva, sombra para os animais e compatibilidade com pastagens e gado, ou seja, não apresenta efeitos negativos aos animais, como toxicidade, ou nas pastagens, como antibiose que impeça o crescimento das mesmas (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2007; PACIULLO et al., 2007).

Segundo Porfrio-da-Silva et al. (2009) é de grande importância determinar a finalidade da madeira produzida no sistema, pois se o interesse for produzir madeira grossa para serraria ou laminação será necessário conduzir as árvores em espaçamentos maiores (por exemplo, 100 a 200 árvores por hectare), por ocorrer a morte de árvores ao longo do tempo, o plantio deverá ser planejado para alcançar a maturidade com árvores adultas. Se a finalidade for produzir madeira para lenha, carvão ou palanques de cerca serão utilizados espaçamentos menores entre árvores, de forma a conseguir um maior número de árvores e, portanto maior volume de madeira em pouco tempo. Também é possível produzir madeira fina e madeira grossa por meio de plantios mais adensados e que serão desbastados, numa fase intermediária, colhendo madeira fina; e, conduzindo as árvores restantes por mais tempo para a produção de madeira de serraria e laminação.

O manejo das copas das árvores regula o componente arbóreo e conserva os demais, oportunizando a manutenção do crescimento da pastagem sob as árvores, diferentes taxas de mineralização da matéria orgânica do solo, deposição de excretas próxima as árvores, favorecendo o crescimento destas, desrama das árvores, promovendo o maior crescimento das árvores em diâmetro, reduzindo a conicidade, fendilhamento das toras e quantidade de nós, produzindo madeira de maior qualidade, além de beneficiar a pastagem pela maior luminosidade (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2006; KOZLOWSKY, 1971). O programa de desrama varia conforme o arranjo utilizado na implantação das árvores, sendo que a primeira desrama será realizada quando o diâmetro a

altura do peito (DAP), medido a 1,30 m do solo, for de 6 cm a 8 cm, onde a retirada dos galhos será efetuada a partir da altura do DAP até a superfície do solo (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2007). No entanto, a desrama não poderá ser superior a $1/3$ ou, em casos mais drásticos, $1/2$ da copa, pois se a desrama for aplicada de maneira intensa sobre a parte funcional da copa, o crescimento do fuste será prejudicado (ZOBEL e BUIJTENEN, 1989).

Vale et al. (2002) avaliando o efeito da desrama artificial aplicada em um sistema agrossilvipastoril aos três anos de idade sobre o crescimento de plantas de três clones de eucalipto, na região de cerrado, relatou ter ocorrido aumento significativo em altura um ano após a desrama e que, nos dois anos subsequentes, não foram observadas diferenças significativas. A época mais apropriada para a aplicação da desrama depende da espécie arbórea, de sua condição fisiológica, e das condições ambientais.

O desempenho do animal em pastejo é consequência da interação entre genótipo (planta e animal) e ambiente (solo e clima). Assim, em situações de ambiente e/ou genótipo inadequados, as respostas observadas no sistema de produção são, invariavelmente, subótimas, o que implica em dizer que as intervenções realizadas no sistema, objetivando a sua melhora, precisam considerar um enfoque sistêmico.

Em produção animal a pasto a planta forrageira, o animal e a interação entre eles, determinam a produtividade do sistema. Vale ressaltar que esse sistema de produção é dinâmico, sendo bastante influenciado pela resposta da planta e do animal (HODGSON, 1990).

No processo de produção animal a pasto (Figura 8), três estádios distintos são observados (HODGSON, 1990): 1) crescimento da planta – depende da disponibilidade de recursos ambientais (fatores de solo e clima), em conjunto com o potencial genético da planta forrageira, determinam a produção de forragem; 2) utilização (consumo) da forragem produzida – parte da forragem produzida no estágio de crescimento é consumida

pelos animais em pastejo; 3) conversão da forragem consumida em produto animal – a forragem consumida é metabolizada no organismo do animal, “sendo transformada” em carne ou leite. No estágio de crescimento, em sistemas agrossilvipastoris e silvipastoris, verificam-se os principais efeitos do sombreamento do estrato arbóreo sobre as gramíneas forrageiras, redução da massa de forragem (Tabelas 3 e 4).

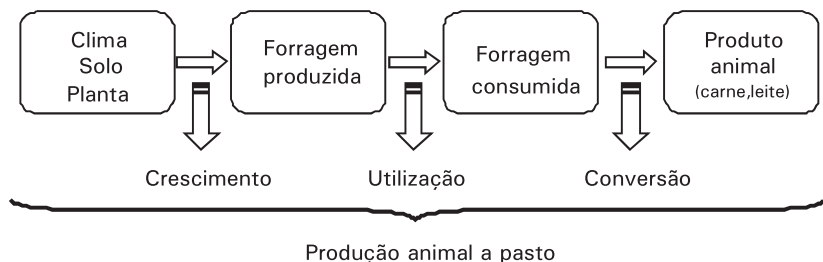


Figura 8. Processo de produção animal em pastagens.

Fonte: Hodgson (1990).

Tabela 3. Produção de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. decumbens* cv. Basilisk, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, *Panicum maximum* cv. Vencedor sob diferentes níveis de luminosidade (sombra artificial).

Sombreamento (%)	<i>B. brizantha</i>	<i>B. decumbens</i>	<i>A. gayanus</i>	<i>P. maximum</i>
	(kg/ha de MS)			
Pleno sol	9882	9273	11333	6362
30	6690	6901	9522	7617
60	7290	5448	6691	4825
Redução (60 %)	26,2 %	41,2 %	41,0 %	24,2 %

Fonte: Castro et al.(1999)

Na Figura 8, observa-se, também, que a produção animal em pastejo resulta da interação entre os estádios de crescimento, de utilização (consumo) e de conversão de forragem. A análise dessa informação indica que a eficiência observada em cada um desses estádios determina, em última análise, o nível de produtividade do sistema. A grande amplitude nas eficiências parciais dos diversos processos inerentes à produção animal em pastagens oferece oportunidade para manipulação, visando

garantir elevada rentabilidade ao empreendimento sem, no entanto, prejudicar o ambiente.

Tabela 4. Produção de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Aruana, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Panicum maximum* cv. Tanzânia cultivadas sob diferentes níveis de luminosidade (sombreamento natural).

Sombreamento (%)	Marandu	Aruana	Mombaça	Tanzânia
	(kg/ha de MS)			
Pleno sol	14.645	9.698	21.634	15.340
60	8.253	3.566	10.395	7.849
Redução	43,6 %	63,2 %	52,0 %	48,8 %

Fonte: Cortes (4): 13/3/96; 25/5/96; 14/12/96; 28/1/97.

Adaptado de Carvalho et al. (2002).

A redução na luminosidade para as forrageiras pode ser prejudicial ou favorável, dependendo de sua intensidade e de outras condições, como concentração de N no solo, tolerância das forrageiras ao sombreamento, características das espécies arbóreas e manejo da pastagem (CARVALHO, 1997). Castro et al. (1999) estudando a produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida constataram uma redução de 26%; 41%; 41% e 24% no rendimento forrageiro de *B. brizantha*, *B. decumbens*, *A. gayanus*, *P. maximum*, respectivamente, quando estas foram cultivadas com 60% de sombreamento artificial (Tabela 3). Carvalho et al. (2002) avaliando a produção e o valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural por árvores de angico vermelho verificaram um decréscimo de 44%; 63%; 52%; 49% na produção forrageira da *B. brizantha* cv. Marandu, *P. maximum* cv. Aruana, *P. maximum* cv. Mombaça, *P. maximum* cv. Tanzânia, respectivamente, ao nível de 60% de sombreamento. Os autores também constataram que houve favorecimento do valor nutritivo das gramíneas devido ao sombreamento das árvores. Andrade et al. (2004) obteve resultados semelhantes, onde o sombreamento ao nível de 70% ocasionou a redução de 60% e 50% da produção de forragem de *B. brizantha* cv. Marandu e *P. maximum* cv. Massai, respectivamente. Schreiner (1987), estudando a tolerância de quatro gramíneas forrageiras

(*Brachiaria decumbens* Stapf. Prain), pangola (*Digitaria decumbens* Stent), capim-limpo (*Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf & Hubbard) e pensacola (*Paspalum notatum* Flugge var. Saurae), com diferentes graus de sombreamento em Colombo-PR, após três anos de estudos constataram que todas as gramíneas testadas foram moderadamente tolerantes ao sombreamento; na média das quatro gramíneas, os sombreamentos de 25%, 50% e 80% causaram decréscimos de 5%, 41% e 78% na produção de matéria seca, em relação à testemunha.

Um volume substancial de informações sobre os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta já está disponível. Recomendações de como estabelecer o sistema (arranjo espacial, adubação, controle de pragas e doenças) e sobre a sua condução (desrama/desbaste e adubação de manutenção), para diferentes regiões, podem ser encontradas em publicações especializadas. Alguns aspectos econômicos desses sistemas já foram realizados. Deve-se ressaltar que, em razão da importância do tema, estudos específicos sobre a demanda de investimentos, custos de produção e linhas de financiamento para esses sistemas estão em andamento. Apenas com a internalização desse universo de informações – em adição às prospecções de mercado e de infraestrutura – melhores tomadas de decisão poderão ser feitas pelo setor público e privado.

Perspectivas de benefícios socioeconômicos

O agronegócio brasileiro vem crescendo e se transformando de maneira expressiva ao longo das últimas três décadas. Esses eventos têm se mostrado particularmente intensos nos últimos anos. Gasques et al. (2008) mostraram que a taxa anual de crescimento da produtividade total dos fatores da agropecuária brasileira aumentou 3,27% no período de 1975-2007; e, entre 2000-2007, foi registrada uma expressiva taxa de crescimento de 4,75% ao ano. Pelo lado da indústria e das exportações de produtos de maior valor agregado, as matérias-primas baratas são um fator-chave que vem contribuindo para ampliar a competitividade, as vantagens comparativas e o “*market-share*” dos produtos semi-processados e industrializados do agronegócio brasileiro em relação aos concorrentes internacionais.

O progresso tecnológico do agronegócio brasileiro, bastante evidente a partir do último quartel do século passado, ao reduzir os preços dos alimentos ao consumidor, trouxe um ganho enorme para a sociedade, tanto por aumentar o poder de compra do mais pobre, reduzindo pressões inflacionárias, como em razão da redução no risco de variabilidade no abastecimento e da melhoria na qualidade dos produtos (BARROS et al., 2002). E, os excedentes na produção de alimentos (em particular dos complexos soja e carnes), que têm sustentado os expressivos resultados da balança comercial brasileira nos últimos quinze anos, refletem importante contribuição do Brasil para reduzir a fome e uma série de tensões macroeconômicas no mundo.

Nos últimos três anos, o vertiginoso aumento no preço do petróleo tem repercutido em maior demanda pelos seus substitutos – os biocombustíveis. E, essa nova demanda pelo uso da terra, em escala global, intensificou o debate sobre segurança alimentar *vis-à-vis* segurança energética. Se a ampliação da área destinada à produção de biocombustíveis ocorrer em detrimento da área para a produção de alimentos, e se essa não se expandir e/ou se não forem verificados ganhos compensatórios na produtividade agropecuária, haverá diminuição ou crescimento insuficiente na oferta dos produtos agrícolas e, conseqüentemente, aumento nos preços (MARTHA Jr., 2008).

Os fatores, naturais ou humanos, que direta ou indiretamente induzem mudanças no ecossistema (ou agroecossistema) são normalmente referenciados como “*drivers*”. Um fator indutor indireto seria aquele que opera de maneira mais difusa, alterando pelo menos um fator direto, que, por sua vez, influencia diretamente os processos do ecossistema (NELSON, 2005). Os fatores indiretos mais importantes são aqueles de cunho demográfico, econômico, sócio-político, científico e tecnológico, cultural e religioso; os fatores diretos de maior relevância seriam as mudanças climáticas, mudanças no uso da terra (como o desmatamento), eficiência de uso de nutrientes pelas plantas e a incidência de pragas e de doenças (NELSON, 2005).

Os fatores que induzem mudanças no uso da terra apresentam-se em escalas local, nacional e global (Figura 9). Determinar a importância relativa de cada fator indutor – ou das interações entre eles – sobre os impactos observados em uma dada localidade é, no entanto, difícil (HAZELL E WOOD, 2008). Não obstante, as estratégias para responder a eventuais mudanças indesejáveis serão bastante influenciadas pela habilidade dos agentes locais influenciarem esses fatores de mudança. Desse modo, à parte as dificuldades, é importante manter o foco, ainda que em linhas gerais, nos fatores que mais parecem estar influenciando oportunidades e desafios em nível local (HAZELL & WOOD, 2008).

A Figura 9 ilustra importantes fatores econômicos, e alguns sócio-políticos, que influenciam a dinâmica de uso da terra com vistas ao uso agrícola. Deve-se ter em mente, porém, que outros importantes fatores influenciam de maneira decisiva as mudanças no uso da terra. Em particular, aqueles de cunho ecológico (ex.: clima, aptidão do solo e biodiversidade), político (ex.: aspectos agrários e reservas indígenas) e humano (ex.: fatores culturais, preferências e aversão ao risco), que devem ser considerados para um melhor entendimento das mudanças no uso da terra numa dada localidade.

As mudanças no uso da terra são efetivadas por meio de duas estratégias: extensificação ou intensificação. A extensificação implica expansão da área cultivada. Já a intensificação envolve o aumento da produtividade em áreas já desmatadas, como resultado do uso de maiores quantidades de insumos, podendo ou não haver re-ordenação do portfólio de tecnologias e de atividades agrícolas.

As críticas contra a extensificação centram na inevitável perda da vegetação natural que acompanha essa estratégia. Nesse sentido, além do comprometimento da biodiversidade, é possível – e, na verdade, até provável – que sejam gerados impactos negativos sobre os recursos e qualidade do solo, da água e do ar. A intensidade desses impactos depende das tecnologias agrícolas adotadas, que passam a ser relevantes por uma ótica social (MARTHA JR., 2008). Com a adoção de sistemas agrícolas sustentáveis, pode-se, com o tempo, reverter, em larga medida – ou no caso de alguns atributos pode-se até melhorar –, a perda de

qualidade de alguns dos recursos naturais observada com a alteração da vegetação nativa.

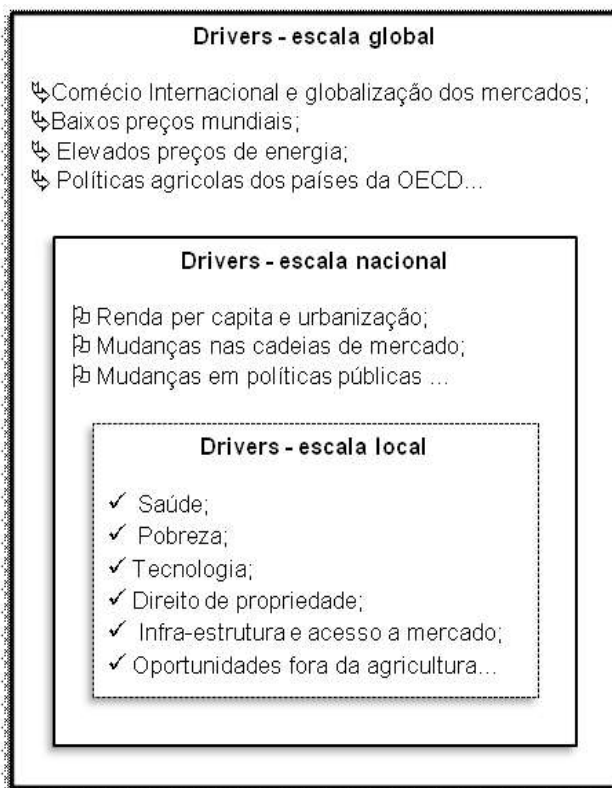


Figura 9. Alguns fatores (*drivers*) diretos e indiretos que atuam em escalas local, nacional e global influenciando a dinâmica de uso da terra.

Fonte: A partir de Hazell & Wood (2008), adaptado de Martha Jr. (2008).

Entretanto, a intensificação dos sistemas de produção agropecuários também tem sido encarada, em diversas situações, com duras críticas. As justificativas baseiam-se em argumentos variados, como a redução de postos de trabalho no campo, aumento na demanda energética e no consumo de fontes não renováveis de energia na extração, manufatura e aplicação dos insumos modernos, possibilidade desses

insumos, quando mal utilizados, impactarem negativamente o ambiente e a saúde (MARTHA JR., 2008).

E, com base nesses elementos, qual seria o potencial papel da integração lavoura-pecuária? Na verdade, vários, interligados que atuam positivamente tanto sobre a ótica privada como por aquela social. Obviamente, a realização desses benefícios requer condições adequadas de manejo na propriedade agrícola, no sentido amplo, e um ambiente macro e microeconômico minimamente viável.

Exemplificando, a recente alta no preço dos alimentos reflete fatores de demanda e de oferta, com características cíclicas, de curta duração, e outras estruturais, de impactos de médio e longo prazo. Pelo lado do aumento na demanda, ressalte-se uma crescente população, mais urbana e de maior renda. E, com a urbanização e, principalmente, com o aumento da renda, vem a mudança nos hábitos alimentares em direção ao maior consumo de carnes, aumentando a demanda de grãos para a alimentação animal. Ainda pelo lado da demanda, tem-se a recente expansão dos biocombustíveis, em escala global, a partir de uma gama de matérias-primas, menos eficientes do que o etanol de cana-de-açúcar brasileiro, viabilizada pelos elevados preços do petróleo.

Pelo lado da retração na oferta, o fator decisivo tem sido a forte valorização no preço do petróleo, repassado em diferentes intensidades para o óleo diesel, fretes marítimos e rodoviários e para os insumos dependentes do petróleo, como fertilizantes e agroquímicos, que repercutiu em aumentos expressivos nos custos de produção. Outros fatores ligados à oferta foram os problemas climáticos em importantes países exportadores de produtos agropecuários e os baixos estoques mundiais, nos últimos anos e, em caráter mais recente, os movimentos especulativos e as políticas de restrição à exportação adotada por alguns países. Soma-se a esse cenário a paulatina redução nos investimentos em agricultura e em pesquisa agropecuária nas últimas décadas, em grande parte um reflexo da ampla oferta de alimentos impulsionada pelos subsídios agrícolas dos países mais desenvolvidos.

Conclusão

Para atender a demanda crescente por alimentos e por bioenergia, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas e dos agroecossistemas, é necessário desenvolver sistemas de produção mais eficientes no uso dos recursos naturais do Cerrado. Os sistemas mistos, como a integração lavoura-pecuária-floresta, são, normalmente, mais sustentáveis do que os sistemas especializados (monocultivos).

Pela ótica privada, os benefícios econômicos da integração lavoura-pecuária-floresta centrariam na possibilidade de aumentar a oferta, para um dado preço de mercado, com custos de produção menores, dada à maior eficiência no uso de fertilizantes e a menor demanda por agroquímicos, em razão da quebra no ciclo de pragas, doenças e de plantas daninhas. Tal fato reflete a possibilidade de recuperar, de modo econômico e ambientalmente plausível, áreas degradadas, em grande parte com cobertura de pastagens plantadas. Esses efeitos positivos sobre a renda do produtor rural somam-se a benefícios mais amplos à sociedade, quer seja pelo aumento da oferta de alimentos e do favorecimento para a consolidação de um ambiente macroeconômico mais estável, ou pela menor pressão exercida sobre os recursos físicos do sistema. Nessa proposta, ter-se-ia, portanto, uma situação *“ganha-ganha”*, em que a oferta de produtos agrícolas e de bioenergia seria potencialmente aumentada, sem promover novos desmatamentos, ao mesmo tempo em que áreas de pecuária de baixa produtividade ou degradadas seriam recuperadas por atividades agrícolas *“mais eficientes”*, como lavouras de grãos, cana-de-açúcar ou uma pecuária produtiva (MARTHA Jr., 2008).

Na dimensão ambiental, as áreas de pastagens cultivadas representam a melhor alternativa para a expansão de áreas para produção de grãos e biocombustíveis. Exemplificando, à parte o benefício dos ecossistemas de pastagens na transformação de alimentos sem utilidade para consumo humano (forragens, resíduos) em alimentos de elevado valor biológico (carne, leite), a partir de áreas muitas vezes de baixa aptidão agrícola,

a planta forrageira e seu agroecossistema provêm outros serviços ambientais importantes ao homem. Entre os principais, está o aumento na matéria orgânica do solo, determinando maior taxa de infiltração e armazenamento de água no solo e, conseqüentemente, menor perda por escoamento superficial. Verificam-se outros serviços ambientais em pastagens bem manejadas e produtivas, como a possibilidade desse agroecossistema ser utilizado para a assimilação de resíduos como esterco ou lodo de esgoto, ou de desempenhar papel positivo sobre a qualidade do ambiente por meio da captura do CO₂ da atmosfera e estocagem desse carbono no solo (MARTHA JR. et al., 2006). Portanto, a expansão das lavouras – para produção de grãos, fibra e o plantio de árvores para produção de madeira – sobre as áreas de pastagens por meio de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, além de recuperar a produtividades dos pastos, pode contribuir para aumentar a produção de grãos e madeira sem a necessidade de abrir novas áreas para produção agrícola.

Referências

ALVARENGA, C.R.; GONTIJO NETO, M. M.; RAMALHO, J.H.; GARCIA, J.C.; VIANA, M.C.M.; CASTRO, A.A.D.N. **Sistema de integração lavoura-pecuária: o modelo implantado na Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 9p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 93).

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília – DF, v.39, n.3, p.263-270, 2004.

AYARZA, M.; VILELA, L.; RAUSCHER, F. Rotação de culturas e pastagens em solo de cerrado: Estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia, GO. **Cerrados: fronteira agrícola no século XXI: resumos**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p.121-122.

BARCELLOS, A. O.; VIANNA FILHO, A.; BALBINO, L. C.; OLIVEIRA, I.P.; YOKOYAMA, L. P. **Restabelecimento da capacidade produtiva e desempenho animal em pastagens renovadas na região do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 22).

BARCELLOS, A.O. **Avaliação agrônômica de híbrido interespecífico de *Leucaena* e sua qualidade em associação com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. 2006. 217 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BARIONI, L.G.; LIMA, M.A. de; ZEN, S. de; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERREIRA, A.C. A baseline projection of methane emissions by the Brazilian beef sector: preliminary results. In: GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 2007, Christchurch, New Zealand. **Proceedings...** Christchurch: [s.n.], 2007.

BARROS, J.R.M.; RIZZIERI, J.A.B.I.; PICHETTI, P. **Os efeitos da pesquisa agrícola para o consumidor**. São Paulo: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 66p. 2001. Relatório final apresentado à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

BERNARDINO, F.S. **Sistema silvipastoril com eucalipto: produtividade do subbosque e desempenho de novilhos sob fertilização nitrogenada e potássica**. 2007.101p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

BROWN, L.R. **Outgrowing the earth: the food security challenge in an age of falling water tables and rising temperatures**. New York/London: W. W Norton & Company, 2004. 239p.

CARVALHO, M.M. Utilização de sistemas silvipastoris. In.: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1997. p. 164-208.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.37, n.5, p.717-722, 2002.

CARVALHO, M.M.; PACIULLO, D.S.; CASTRO, C.R.T.; WENDLING, J.; RESENDE, A.S.; PIRES, M.F.A. Experiências com SSP's no Bioma Mata Atlântica na Região Sudeste. In: FERNANDES, E.N.; PACIULLO, D.S.; CASTRO, C.R.T.; MULLER, M.D.; ARCURI, P.B.; CARNEIRO, J.C. (Ed.) **Sistemas Agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, 2007. p.105-136.

CASSOL, L.C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 2003. 144p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CASTRO FILHO, C.; HENKLAIN, J.C.; VIEIRA, M.J.; CASÃO, R.JR. Tillage methods and soil and water conservation in southern in Brasil. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v.20, p.271-283, 1991.

CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C. **Boas práticas para a implantação de sistemas silvipastoris**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 50).

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.

CUNHA, A.S.; MULLER, C.C.; ALVES, E.R.A.; SILVA, J.E. **Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados**. Brasília, DF: IPEA, 256p. 1994.

DECAËNS, T.; BUREAU, F.; MARGERIE, P. Earthworm communities in a wet agricultural landscape of the Seine Valley (Upper Normandy, France). **Pedobiologia**, Jena, v. 47, p.479-489, 2003.

DEDECEK, R.A.; RESCK, D.V.S.; DE 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.

DeRAMUS, H.A.; CLEMENT, T.C.; GIAMPOLA, D.D.; DICKISON, P. C. Methane emissions of beef cattle on forages: efficiency of grazing management systems. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.32, p.369-277, 2003.

DIAS-FILHO, M.B. **Sistemas Silvipastoris na Recuperação de Pastagens Degradadas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 30 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 258).

FARRELL, J.G. e ALTIERI, M.A. Sistemas Agroflorestais. In: ALTIERI, M.A. (Ed.). **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.

FEIGL, B.O.; BERNOUX, M.; CERRI, C.C.; PICCOLO, M.C. O efeito da sucessão floresta/pastagem sobre o estoque de carbono e o fluxo de gases em solos da Amazônia. In: LIMA, M.A., RODRIGUES, O.M., MIGUEZ, J.D.G. (Ed.). **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jagariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p.257-271.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G. D. B.; FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com

diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.31, p.771-780, 2007.

FOX, R.H.; SEARLE, P.G.E. Phosphate adsorption by soils of the tropics. In: DROSDOFF, M. **Diversity of soils in the tropics**. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, p.97-119, 1978. (Special Publication, 34).

FRANZLUEBBERS, A.J. Soil physical aspects of integrated crop-livestock systems. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba. **Anais...** [Curitiba]: UFPR; [S.I.]: UFRGS; [S.I.]: Ohio State University, 2007. 1 CD-ROM.

FREITAS, F.C.L. et al. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.23, n.1, p.49-58, 2005.

GARCIA-PRÉCHAC, F.; ERNST, O.; SIRI-PIRETTO, G.; TERRA, J.A. Integrating no-till into crop-pasture rotations in Uruguay. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.77, p.1-13, 2004.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; BACCHI, M. **Produtividade e crescimento da agricultura brasileira**. Brasília, DF: Assessoria de Gestão Estratégica, Coordenação Geral de Planejamento Estratégico, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2008. (não paginado).

GREENWOOD, K.L.; MCKENZIE B.M. Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.41, p.1231-1250, 2001.

GUO, L.B.; GIFFORD, R.M. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. **Global Change Biology**, Oxford, v.8, p.345-360, 2002.

HAZELL, P.; WOOD, S. Drivers of change in global agriculture. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B.**, London, v. 363, p.495-515, 2008.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Hong Kong: Longman, 1990. 203p.

IKEDA, F.S.; MITJIA, D.; VILELA, L.; CARMONA, R. Banco de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.42, p.1545-1551, 2007.

INOMOTO, M.M.; MACHADO, A.C.Z.; ANTEDOMÊNICO, S.R. Reação de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.32, p.341-344, 2007.

JAKELAITIS, A., et al. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.22, n.4, p.553-560, 2004.

KOZLOWSKI, T.T. **Growth and development of trees**. New York: Academic Press Inc., 1971. v. 2, 514 p.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J., AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J., STONE, L.F., AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.406-441.

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. 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 157).

LAL, R. Tillage and agricultural sustainability. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.20, p.133-146, 1991.

LAL, R. World soils and global issues. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 97, p.1-4, 2007.

LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T; FLÁVIO ELTZ, L.F.; AMADO, T,J.C.; REINERT, D.J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.31, p.1031-1040, 2007.

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 – SIMPORH/ABRH, 2., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ABRH, 2002. CD-ROM.

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

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

LYNCH, J.M.; BRAGG, E. Microorganisms and soil aggregate stability. **Advances in Soil Science**, New York, v. 2, p. 133-171, 1985.

MACEDO, M.C.M., EUCLIDES, V.P.B. Changes in soil fertility and plant nutrient contents in degraded tropical pasture after renovation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Winnipeg and Saskatoon, Canada. **Proceedings...** Winnipeg and Saskatoon: Canadian Forage Council, 1997. p.115-116.

MARCHÃO, R.L.; BALBINO, L.C.; SILVA, E.M.; SANTOS JUNIOR, J.D.G.; SÁ, M.A.C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.42, p.873-882, 2007.

MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O. A planta forrageira em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006,. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2006. p.87-137.

MARTHA JUNIOR, G.B. Dinâmica de uso da terra em resposta à expansão da cana-de-açúcar no Cerrado. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v.17, n.3, 2008. p.31-43.

MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L. Resultado econômico e estratégias de intensificação da adubação de pastagens. 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.69-92.

MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARIONI, L.G.; BARCELLOS, A.O.; SOUSA, D.M.G. Viabilidade econômica da adubação nitrogenada e sulfatada de pastagens no Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: International Plant Nutrition Institute - Brasil, 2007. p.516-566.

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

MARTENS, D.R. Regulation forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G.C.; COLLINS, M.; MARTENS, D.R.; MOSER, L.E. (Ed). **Forage quality evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy: Crop Science of America: Soil Science of America, 1994. 988 p.

MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; PELISSARI, A.; ALVES, S.J.; LANG, C.R. Sistemas de integração lavoura-pecuária no Subtropical da América do Sul: exemplos do Sul do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba. **Anais...** [Curitiba]: UFPR; [S.l.]: UFRGS; [S.l.]: Ohio State University, 2007. (CD-ROM).

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M.J.S.; NICODEMO, M.L.F e DERETI, R.M. **Arborização de Pastagens com Espécies Florestais Madeireiras: Cuidados na Implantação**. Disponível em: <http://www.jcmaschietto.com.br/index.php?link=artigos&sublink=artigo_55#_ftn2>. Acesso em: 15 out. 2009.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistema silvipastoril para a produção de carne. As pastagens e o meio ambiente. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p.297-326.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Ecologia e manejo em sistema silvipastoril. In: FERNANDES, E.N.; PACIULLO, D.S.; CASTRO, C.R.T.; MULLER, M.D.; ARCURI, P.B.; CARNEIRO, J.C. (Ed.). **Sistemas Agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p.51-68.

REIS, H.A.; MAGALHÃES, L.L. de. Agrossilvicultura no Cerrado - Região Noroeste do Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos dos Goytacazes, RJ. **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável: resumos**. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Salvador: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006. p. 177-187.

RIBASKI, J. **Cultivo do Eucalipto – Sistemas Silvipastoris**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003 (Embrapa Florestas, Sistemas de produção, 4.).Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/09_01_sistemas_silvipastoris.htm>. Acesso em: 15 out. 2009.

SALTON, J.C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005. 157 f. Tese (Doutorado em Ciência do solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SANTANA, D.P. **A agricultura e o desafio do desenvolvimento sustentável**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 18. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 132).

SCHREINER, H.G. **Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento**. Curitiba: Embrapa-CNPQ, 1987. p.61-72. (EMBRAPA - CNPQ. Boletim de Pesquisa Florestal, 15).

SEVERINO, F.J.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. III – implicações sobre as plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.24, p. 53-60, 2006.

SILVA, C.A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; PAIVA, T.W.B.; SEDIYAMA, C.S. Efeito de doses reduzidas de fluazifop-p-butil no consórcio entre soja e *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, Viçosa - DF, v.22, p.429-435, 2004.

SILVA, C.A.; FREITAS, F.C.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, R.S. Dessecação pré-colheita de soja e *Brachiaria brizantha* consorciadas com doses reduzidas de graminicida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.41, p.37-42. 2006.

SILVA, R.F.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M.; GUIMARÃES, M.F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 41, p. 697-704, 2006.

SOUSA, D.G.M.; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUSA, D.G.M.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.81-96.

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. CD-ROM.

STUDDERT, G.A.; ECHEVERRÍA, H.E.; CASANOVAS, E. M. Crop-pasture rotation for sustaining the quality and productivity of a Typic Argiudoll. **Soil Science Society of America**, Madison, v.61, p.1466-1472, 1997.

THUROW, T.L. Hydrology and erosion. In: R.K. Heitschmidt and J.W. Stuth, (Ed.). **Grazing Management: an ecological perspective**. Portland, Oregon:Timber Press, 1991. p.141-159.

USEPA. **Anthropogenic methane emissions in the United States. Estimates for 1990:** Report to Congress. Washington: Atmospheric Pollution Prevention Division, Office of Air and Radiation. 1993.

USEPA. **Evaluation ruminant livestock efficiency projects and programs:** peer review draft. Washington: United States Environmental Protection Agency, 2000.

VALE, R.S.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORI, F.A.; MORAIS, A.R. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto, em sistema agro-silvo-pastoril. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.26, n.3, p.285-298, 2002.

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

ZOBEL, B.J.; VAN BUIJTENEN J.P. **Wood variation:** Its causes and control. New York: Springer Verlag, 1989. 363p.

WAN HASSAN, W.E.; PHIPPS, R.H.; OWEN, E. 1989. Development of smallholder dairy in Malaysia. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 21, p.175-182.

WILKINS, R.J. Eco-efficient approaches to land management: a case for increased integration of crop and animal production systems. **Philosophical Transactions of the Royal Society. Series B.**, London, v.363, p.517-525, 2008.