

Prefácio

Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil

Luiz Carlos Balbino⁽¹⁾, Luiz Adriano Maia Cordeiro⁽²⁾, Vanderley Porfírio-da-Silva⁽³⁾, Anibal de Moraes⁽⁴⁾, Gladys Beatriz Martínez⁽⁵⁾, Ramon Costa Alvarenga⁽⁶⁾, Armindo Neivo Kichel⁽⁷⁾, Renato Serena Fontaneli⁽⁸⁾, Henrique Pereira dos Santos⁽⁸⁾, Júlio Cezar Franchini⁽⁹⁾ e Paulo Roberto Galerani⁽¹⁾

⁽¹⁾Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, CEP 73310-970 Planaltina, DF. E-mail: luizcarlos.balbino@cpac.embrapa.br, paulo.galerani@embrapa.br
⁽²⁾Embrapa Sede, Parque Estação Biológica, Avenida W3 Norte (Final), CEP 70770-901 Brasília, DF. E-mail: luiz.cordeiro@embrapa.br
⁽³⁾Embrapa Florestas, Caixa Postal 319, CEP 83411-000 Colombo, PR. E-mail: porfirioc@cpnf.embrapa.br ⁽⁴⁾Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Rua dos Funcionários, nº 1.540, CEP 80035-050 Curitiba, PR. E-mail: anibalm@ufpr.br ⁽⁵⁾Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66095-100 Belém, PA. E-mail: gladys@cpatu.embrapa.br ⁽⁶⁾Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 285, CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG. E-mail: ramon@cnpms.embrapa.br ⁽⁷⁾Embrapa Gado de Corte, Caixa Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS. E-mail: armindo@cnpvc.embrapa.br ⁽⁸⁾Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: renatof@cnpnt.embrapa.br, hpsantos@cnpnt.embrapa.br ⁽⁹⁾Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina, PR. E-mail: franchin@cnpso.embrapa.br

Introdução

Os sistemas agrossilvipastoris, que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais, são considerados, atualmente, inovadores no Brasil, embora vários tipos de plantios associados entre culturas anuais e culturas perenes ou entre frutíferas e árvores madeiras sejam conhecidos na Europa desde a antiguidade. Vários escritores romanos do século I d.C. – entre eles, Caio Plínio, que escreveu a enciclopédia intitulada História Natural (*Naturalis Historia*), composta de 37 livros, e Lucius Junius Moderatus, autor com maior repertório documentado sobre a agricultura romana – fazem referência a sistemas de integração entre árvores, como nogueiras e oliveiras, e pastagens (Dupraz & Liagre, 2008). Outros autores do século XVI descrevem sistemas que integram árvores frutíferas com a produção pecuária. O uso desses sistemas, no entanto, quase desapareceu, em virtude, principalmente, da mecanização e da intensificação dos sistemas agrícolas, da dificuldade da colheita manual das frutas e de questões administrativas.

De acordo com Gholz (1987), o desaparecimento desses sistemas nas regiões temperadas seguiu o desaparecimento da pequena agricultura familiar, quando lavouras, gado e árvores passaram a ter gestões separadas, para atender à agricultura, à pecuária e à silvicultura modernas.

Historicamente, os imigrantes europeus trouxeram para o Brasil a cultura da associação entre agricultura, pecuária e florestas, que, desde o início, foi adaptada às condições tropicais e subtropicais. No Rio Grande do

Sul, por exemplo, foi praticada a integração da cultura do arroz inundado com pastagens. Nos trópicos, o exemplo mais marcante vem dos pequenos agricultores, ao praticarem variados sistemas de consórcio de culturas (Gholz, 1987; Nair, 1993). Porém, ao longo dos anos, a adoção de sistemas de integração no Brasil tem sido baixa, apesar da evolução científica observada recentemente.

Com o aumento da demanda por alimentos e a evolução tecnológica na produção, a atividade agrícola moderna passou a se caracterizar por sistemas padronizados e simplificados de monocultura. Além disso, com a expansão da fronteira agrícola e com o manejo mecanizado do solo e o uso de agroquímicos e da irrigação, as atividades agrícolas, pecuárias e florestais passaram a ser realizadas de maneira intensificada, independente e dissociada. Esse modelo da produção agropecuária predomina nas propriedades rurais em todo o mundo; entretanto, tem mostrado sinais de saturação, em virtude da elevada demanda por energia e por recursos naturais que o caracteriza.

A degradação de pastagens tornou-se um dos principais sinais da baixa sustentabilidade da pecuária, nas diferentes regiões brasileiras. O manejo inadequado do rebanho é considerado como a principal causa dessa degradação. Aidar & Kluthcouski (2003) alertam que, entre os principais problemas da pecuária brasileira, estão a degradação das pastagens e dos solos; o manejo animal inadequado; a baixa reposição de nutrientes no solo; os impedimentos físicos dos solos; e os baixos investimentos tecnológicos. Tais restrições trazem consequências negativas para a sustentabilidade da

pecuária, tais como: baixa oferta de forragens, baixos índices zootécnicos e baixa produtividade de carne e leite por hectare, além de reduzido retorno econômico e ineficiência do sistema.

Com relação à agricultura, segundo Macedo (2009), o monocultivo e as práticas culturais inadequadas têm causado perda de produtividade, ocorrência de pragas e doenças, e degradação do solo e dos recursos naturais. Nas áreas de lavouras temporárias, bem como em áreas de pastagens naturais e plantadas, predomina a monocultura e, na maioria dos casos, a utilização de boas práticas agrônômicas não é verificada de forma completa, o que resulta em degradação na qualidade dos solos e se reflete em baixa produtividade e elevada erosão (Balbino, 2001; Hernani et al., 2002).

Portanto, a associação do componente arbóreo às pastagens e às lavouras adquire importância, que tende a ser maior quando utilizada em regiões agropastoris com grande fragmentação e insulamento de remanescentes florestais naturais ou com pastagens degradadas (Porfírio-da-Silva, 2006).

Evolução tecnológica dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta

Alguns esforços para reverter o processo de degradação dos solos foram iniciados no final da década de 1970, com a adoção de sistemas de terraceamento integrado em microbacias hidrográficas e o desenvolvimento de tecnologias para compor o sistema plantio direto (SPD), principalmente no Sul do Brasil (Castro Filho et al., 2002). De acordo com Macedo (2009), a reversão do quadro de baixa sustentabilidade pode ser conseguida por meio de tecnologias como o SPD e os sistemas agrossilvipastoris. A utilização do SPD, em sua plenitude, nas diversas condições edafoclimáticas, é altamente dependente de rotação de culturas, que é uma das práticas preconizadas para a produção e a manutenção de palha sobre o solo.

O cenário de degradação dos solos induziu o meio científico a buscar sistemas produtivos sustentáveis, para harmonizar o aumento de produtividade vegetal e animal, com a preservação de recursos naturais. As instituições ligadas ao Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária pesquisam e recomendam sistemas que integram agricultura e pecuária há muitos anos. Nas décadas de 1980 e 1990, foram desenvolvidas e aperfeiçoadas tecnologias para recuperação de pastagens degradadas. Um exemplo

é o “Sistema Barreirão”, que é composto por um conjunto de tecnologias e práticas de recuperação de áreas degradadas ou improdutivas, embasadas no consórcio arroz-pastagem (Kluthcouski et al., 1991). Outros exemplos são os sistemas silvipastoris (Baggio & Schreiner, 1988; Baggio & Carpanezzi, 1989; Montoya Vilcahuaman & Baggio, 1992; Montoya Vilcahuaman et al., 1994) e os sistemas de integração entre lavoura e pecuária (iLP) (Lustosa, 1998; Moraes et al., 2002).

Em estudo realizado em 1995, na região Centro-Sul do Paraná, constatou-se que o principal entrave para a adoção do sistema de iLP pode ser a compactação do solo, em virtude do pisoteio animal (Moraes et al., 2002). Estudos conduzidos no subtropical brasileiro mostram que, do ponto de vista das propriedades físicas do solo, não ocorre qualquer restrição para o desenvolvimento das culturas subsequentes, desde que não haja elevada intensidade de pastejo (Carvalho et al., 2010b). Se a lotação das áreas de pastagem for moderada, em geral, ocorre leve adensamento do solo, o que não compromete o desenvolvimento vegetal, pois a porosidade não é afetada (Moraes & Lustosa, 1997; Cassol, 2003; Flores et al., 2007; Conte et al., 2011).

Quanto às propriedades químicas do solo, assim como observado no SPD, o pastejo pode causar melhoria na fertilidade do solo, em razão do acúmulo de matéria orgânica, da alteração na ciclagem de nutrientes (Lang, 2004; Flores et al., 2008), da melhoria na eficiência do uso de fertilizantes e da capacidade diferenciada de absorção de nutrientes (Lustosa, 1998; Carvalho et al., 2010a).

Em 1990, na região Sul do Brasil, foram iniciados experimentos de longa duração, envolvendo culturas produtoras de grãos (aveia-branca, milho, soja e trigo) em rotação com pastagens anuais de inverno (aveia-preta, azevém e ervilhaca) e de verão (milheto) ou com pastagens perenes compostas por alfafa, festuca ou pensacola, consorciadas ao trevo-branco, ao trevo-vermelho e ao cornichão (Ambrosi et al., 2001; Santos et al., 2001, 2003).

Castro Júnior (1998) demonstrou a viabilidade do uso de leguminosas perenes de inverno associadas a gramíneas anuais de inverno, nos sistemas de iLP. Por meio do manejo adequado com herbicidas, é possível a perenização do trevo-branco, do trevo-vermelho e do cornichão, sem causar problemas de competição às lavouras de verão. A presença dessas leguminosas

traz uma série de vantagens, como: redução do uso de nitrogênio no sistema; melhoria da qualidade da dieta dos animais em pastejo no inverno; melhor cobertura do solo; e redução do custo da alimentação.

No final dos anos 1990, surgiram propostas que envolviam o uso de sistemas mais completos, como rotação lavoura-pastagem, para produção de grãos, produção de forragem para a entressafra e acúmulo de palhada para o SPD. Em 2001, consolidou-se o “Sistema Santa Fé”, que se fundamenta na produção consorciada de culturas de grãos (especialmente milho, sorgo, milheto e arroz) com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Urochloa* spp. (Syn. *Brachiaria* spp.), em áreas de lavoura com solo parcial ou totalmente corrigido. Os principais objetivos desse sistema são: produção de forragem para a entressafra; produção de palhada em quantidade e qualidade para o SPD (Kluthcouski & Aidar, 2003); e, obviamente, produção de grãos.

Um dos aspectos mais inovadores é a aplicação dos conceitos de integração lavoura-pecuária com o SPD. Embora haja muita discussão a respeito dos efeitos da entrada de animais em áreas de plantio direto (Moraes et al., 2002), observa-se forte crescimento na adoção da tecnologia de iLP em SPD, com particularidades em cada região.

A quantidade de palhada necessária para o cultivo das lavouras após o pastejo de inverno tem sido motivo de vários estudos. Na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, vem sendo conduzido experimento de longa duração para definir o nível crítico de biomassa que deve permanecer sobre o solo após a retirada dos animais do pasto (Cassol, 2003; Flores, 2004). Nesse experimento, quantidades de 2 a 8 Mg de matéria seca de biomassa aérea por hectare, no momento da dessecação, não modificaram o padrão da resposta na produtividade de soja, milho e feijão. Isso ocorreu porque a quantidade de biomassa produzida pela pastagem ao longo de seu período vegetativo é mais importante do que a quantidade de biomassa aérea verificada no final do ciclo.

Outras experiências foram feitas em diversos locais da Amazônia brasileira, por meio do Programa Nacional de Recuperação de Pastagens (“Propasto”), ao se testar tecnologias para a recuperação da produtividade de pastagens degradadas, que passaram a ser recomendadas para a região (Dias-Filho & Serrão, 1982). Posteriormente, foi incorporada a essas tecnologias a integração entre lavoura e pecuária, como

forma de diversificar a atividade pecuária e reduzir os custos de recuperação de pastagens degradadas (Veiga, 1986).

Em meados de 1995, no Paraná, a expressão integração lavoura-pecuária definia, de forma genérica, os sistemas de produção com inclusão de atividades agrícolas e pecuárias. Esse conceito preconiza um mínimo de interface entre essas atividades, em alternância temporária (rotação) de cultivos para grãos e pastagens de gramíneas ou leguminosas (Moraes et al., 1998). Nesse conceito, encaixa-se o “Sistema Santa Fé” e outras tecnologias nas quais as atividades agrícola e pecuária são conduzidas de forma complementar no mesmo espaço.

Contribuição dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta para a sustentabilidade da agropecuária

Alvarenga & Noce (2005) descrevem a iLP como a diversificação, a rotação, a consorciação ou a sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural, de forma harmônica, em um mesmo sistema, para que haja benefícios para ambas. A iLP possibilita que a área seja explorada economicamente durante todo o ano, o que favorece o aumento da oferta de grãos, de carne e de leite, a um custo mais baixo, em virtude do sinergismo entre lavoura e pastagem.

Macedo (2009) ressalta que os sistemas de iLP são alternativas para a recuperação de pastagens degradadas e para a agricultura anual, que melhoram a produção de palha para o SPD e as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Esses sistemas também possibilitam a utilização mais eficiente de equipamentos e o aumento de emprego e renda no campo.

A adoção da iLP contribui para viabilizar o SPD, com a palha produzida pela pastagem tropical bem manejada. Além disso, a pastagem proporciona à lavoura um solo melhor estruturado, em função do sistema radicular abundante e do resíduo de material orgânico deixado na superfície e em subsuperfície do solo (Loss et al., 2011; Silva et al., 2011b). A adoção da iLP proporciona benefícios recíprocos e reduz a degradação física, química e biológica do solo, resultante de cada uma das explorações (Kluthcouski & Stone, 2003). A redução do uso de agroquímicos, em razão da quebra dos ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas, é outro benefício da iLP ao meio ambiente (Vilela et al., 2008).

Segundo Spera et al. (2004, 2009), em estudo de rotação na produção de grãos com pastagens perenes subtropicais e temperadas, os resíduos vegetais se transformaram em matéria orgânica, em virtude de sua mineralização. Também houve diminuição da compactação do solo, por causa da reestruturação advinda do uso contínuo do SPD. Santos et al. (2004) constataram aumento no nível de matéria orgânica do solo (MOS), em sistemas de iLP, além de aumento na produtividade de grãos de soja, quando cultivada após quatro anos de pastagem perene (pensacola, cornichão, trevo-branco e trevo-vermelho) ou alfafa. Estes autores afirmam que o uso de leguminosas promove reciclagem de nutrientes e aumento do teor de nitrogênio nos sistemas, e pode ser importante estratégia para se atingir a agricultura sustentável.

Macedo (2000) cita que a integração de árvores em meio a lavouras ou a pastagens se constitui alternativa à produção intensiva de lavouras e pastagens em monoculturas.

A inclusão do componente arbóreo aos componentes lavoura e pastagem representa avanço inovador da iLP, com evolução para o conceito de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), que é uma estratégia de produção sustentável que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação. Os efeitos sinérgicos entre os componentes incluem a adequação ambiental e a viabilidade econômica da atividade agropecuária. Pode-se utilizar a iLPF para implantar um sistema agrícola sustentável, com base nos princípios da rotação de culturas e do consórcio entre culturas de grãos, forrageiras e espécies arbóreas, para produzir, na mesma área, grãos, carne ou leite e produtos madeireiros e não madeireiros ao longo de todo ano (Balbino et al., 2011).

Em sistema de integração pecuária-floresta (iPF), Baggio & Schreiner (1988) observaram reduzida influência do gado de corte sobre a produção e a qualidade de floresta de *Pinus elliottii* e aumento da rentabilidade do sistema, com benefícios ambientais e sociais. Estes autores consideraram essa associação viável econômica e tecnicamente.

Segundo Rodigheri (1998), os indicadores econômicos dos cultivos florestais solteiros ou em sistemas silviagrícolas apresentam maiores rentabilidades que as rotações de culturas anuais. Resultados semelhantes foram obtidos por Dossa & Montoya Vilcahuaman (2001), que mostraram que

o componente florestal na propriedade rural é viável economicamente e é tão competitivo quanto a produção de grãos e a pecuária.

Em um mesmo sistema agrossilvipastoril sequencial em Minas Gerais, composto por clones de eucalipto estabelecido em consórcio com arroz no primeiro ano e com soja no segundo, foram avaliados: o arranjo estrutural e a dinâmica de crescimento de eucalipto (Kruschewsky et al., 2007); a diminuição da erosão e a contribuição (Ribeiro et al., 2007), bem como a viabilidade econômica do plantio (Souza et al., 2007). Também foi feita a análise de investimento sob situação de risco (Coelho Júnior et al., 2008). Após a colheita da soja, iniciou-se a formação de pastagem de *U. brizantha*, e os anos consecutivos foram dedicados à produção de pecuária de corte. Os resultados são indicativos, de maneira geral, de baixo risco de investimento e alta viabilidade econômica, principalmente em razão da atividade florestal e pecuária.

Para o componente pecuário, a iLPF proporciona microclima favorável ao aumento do índice de conforto térmico para os animais à sombra das árvores, ao contrário da exposição à insolação direta (Garcia et al., 2011; Silva et al., 2011a).

Em regiões onde a produção agrícola e a preservação dos recursos naturais estão sob crescente pressão, o que demanda a implementação de práticas que promovam o bom uso da terra, a iLPF tende a oferecer alternativas às questões ecológicas, econômicas e sociais (Balbino & Di Stefano, 1999; Balbino et al., 2002).

Modalidades dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta

Os sistemas de integração podem ser classificados em quatro modalidades distintas, segundo Balbino et al. (2011): iLP ou agropastoril, sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e no mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos; iPF ou silvipastoril, sistema de produção que integra os componentes pecuário (pastagem e animal) e florestal, em consórcio; integração lavoura-floresta (iLF) ou silviagrícola, sistema de produção que integra os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes); e iLPF ou agrossilvipastoril, sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área.

O componente lavoura pode restringir-se à fase inicial de implantação do componente florestal ou fazer parte do sistema por vários anos.

A adoção do sistema de iLPF pode ser facilitada pela adequada distribuição espacial das árvores no terreno, para conservação do solo e da água, favorecimento do trânsito de máquinas e observância de aspectos comportamentais dos animais. Para tanto, o arranjo espacial mais simples e eficaz é o de aleias (ou renques), em que as árvores são plantadas em faixas (linhas simples ou múltiplas) com espaçamentos amplos. Quando se deseja privilegiar a produção de madeira, pode-se utilizar espaçamentos menores entre as aleias ou maior número de linhas em cada aleia (maior número de árvores por hectare). Para privilegiar a atividade agrícola ou pecuária, podem-se utilizar espaçamentos maiores entre as aleias ou aleias com menor número de linhas (Porfírio-da-Silva, 2006, 2007).

Arranjos regionais de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta

O potencial de adoção de sistemas de iLPF em diferentes ecossistemas brasileiros está condicionado a diversos fatores, de acordo com Vilela et al. (2001) e Dias-Filho (2007), que incluem: disponibilidade de solos favoráveis; infraestrutura para produção e armazenamento da produção; recursos financeiros próprios ou acesso a crédito; domínio da tecnologia para produção de grãos e pecuária; acesso a mercado para compra de insumos e comercialização da produção; acesso a assistência técnica; e possibilidade de arrendamento da terra ou de parceria com produtores tradicionais de grãos.

Ribaski et al. (2005) observaram tendências positivas para a viabilização do uso de sistemas silvipastoris na região do Pampa gaúcho com árvores de *Eucalyptus grandis* e de *P. elliottii*. Estes autores observaram efeitos positivos desses sistemas na conservação dos solos e na proteção contra a erosão.

De acordo com Radomski & Ribaski (2009), o Paraná é o estado que apresenta o histórico mais antigo de experiências com sistemas silvipastoris, onde já fazem parte de sistemas produtivos locais, em particular em propriedades com pecuária de corte. A grevilea e as espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* representam a maior parte da ocorrência de espécies florestais identificadas nesses sistemas. Também foram observadas associações de eucalipto e

grevilea com espécies nativas, como a canafistula, a guruaia, a guabiroba, a aroeira e o ipê-amarelo.

Diversos estudos (Fontaneli & Santos, 2003; Bortolini et al., 2005; Bartmeyer, 2006; Gonçalves & Franchini, 2007; Fontaneli et al., 2009) indicam o uso de sistemas de iLP para a região centro-sul do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul com aveia-preta e azevém, em cultivo solteiro ou consorciado com ervilhaca ou trevos, para produção de forragem após as culturas de verão; ou, então, o cultivo de culturas de inverno de duplo propósito (trigo, aveia-branca, triticale, centeio e cevada), para produção de forragem no outono-inverno e produção de grãos no final do inverno e no início da primavera.

No Paraná, pesquisas realizadas em parceria entre cooperativas, universidades, institutos e fundações de pesquisa, conduzidas desde 1995, permitiram definir um sistema de iLP usado na fase de terminação de animais. A adoção dessa tecnologia permitiu a formação de pequenas cooperativas envolvidas na cadeia da carne bovina, em caráter regional. A iLP com produção de leite também foi avaliada nesse estado, e os resultados dessa pesquisa foram disponibilizados em publicação de fácil acesso aos produtores envolvidos na cadeia do leite (Moraes et al., 2008).

Desde a região norte do Paraná até o Cerrado, podem ser utilizados os Sistemas Barreirão, Santa Fé e Sistemas Mistos, ou seja, consórcios de grãos com forrageiras tropicais (braquiária, *Panicum*, *Andropogon* e leguminosas forrageiras), além de milho, aveia e sorgo, para produção de forragem no período seco e plantio no final da estação chuvosa (Gonçalves & Franchini, 2007).

Na região central de Minas Gerais (Bioma Cerrado), arranjos de iLPF são formados por consórcios de eucalipto com culturas anuais nos dois primeiros anos – principalmente arroz e soja ou, em alguns casos, sorgo e milho –, com pastagem de capim braquiária a partir do terceiro ano, de forma agregada com pecuária de corte ou de leite nos anos consecutivos. No ano de implantação do sistema de iLPF, com a presença do componente arbóreo, a lavoura deve ser priorizada, pois a colheita dessa primeira safra contribuirá para a redução do custo de sua implantação (Kruschewsky et al., 2007; Ribeiro et al., 2007; Souza et al., 2007; Coelho Júnior et al., 2008).

Segundo Franchini et al. (2010), a perspectiva para a iLP na Bacia do Rio Xingu é extremamente favorável. Nessa região, composta originalmente de 15% de

Cerrado, 70% de matas de transição e 10% de florestas tropicais, ocorrem áreas extensas de pastagens em degradação, com possibilidade de recuperação por meio da utilização de sistemas de integração com as culturas de soja, milho, sorgo e arroz.

Na Amazônia, a abertura de áreas para a formação de pastagens é relativamente recente e ocorreu a partir da construção da Rodovia Belém-Brasília, na década de 1960. Essas pastagens se degradaram rapidamente por falta de tecnologia apropriada para sua sustentabilidade. A recuperação das áreas de pastagens de baixa produtividade com plantio de milho, configura experiência inicial de implantação da iLPF. Outra iniciativa é o plantio de seringueira com pastagem em sub-bosque, o que ocorre em algumas propriedades, com a expectativa de que a recuperação dessas áreas e a manutenção da sua sustentabilidade diminuisse a pressão para abertura de novas áreas na região. Sistemas de iLPF, em escala experimental, são adotados em algumas fazendas, com povoamento florestal e agricultura de grãos, no primeiro e no segundo ano, e com pasto nos anos seguintes. Nesse bioma, a iLPF permite incorporar tecnologias importantes, como o Sistema Bragantino, que visa o cultivo contínuo de diversas culturas, em rotação e consórcio, com a prática do SPD, o que permite aumentar a produtividade das culturas; a oferta de mão de obra na região durante todo o ano; e a renda e a qualidade de vida do produtor rural, dentro dos padrões de sustentabilidade (Cravo et al., 2005).

Em muitas propriedades rurais amazônicas, a iLPF vem sendo adotada com algum êxito, com uso de diversas espécies forrageiras e arbóreas nativas e exóticas. As principais limitações tecnológicas observadas nesse sistema são: falta de persistência da pastagem sob as árvores; danos às árvores provocados pelos animais; e redução do crescimento das árvores (Veiga et al., 2000). Outras barreiras para a adoção desse sistema, nessa região, incluem: elevado investimento e baixo retorno econômico inicial; falta de infraestrutura e mão de obra especializada; complexidade do sistema e desconhecimento dos seus benefícios (Dias-Filho & Ferreira, 2008).

Apesar desses entraves, a recuperação de pastagens degradadas no Pará, por meio da iLPF, é adotada por pecuaristas pioneiros e, em geral, avançados tecnicamente, ou por produtores que vislumbram, na integração, a possibilidade de aumentar o retorno econômico de sua atividade (Fernandes et al., 2008).

Experiências com sistemas de iLPF realizadas nos estados do Amazonas, Acre, Amapá, Pará, Rondônia e Roraima, pela Embrapa e por parceiros, apresentam os primeiros resultados promissores, principalmente pela amortização de seus custos de implantação, quando destinados à recuperação de áreas alteradas. Os arranjos de sistemas de iLPF que têm sido trabalhados na Amazônia integram, principalmente, os seguintes componentes: florestal, com mogno-africano (*Khaya ivorensis*), teca (*Tectona grandis* L.), eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) e paricá (*Schizolobium amazonicum*); agrícola, com milho e feijão-caupi; e forragem, com *U. ruziziensis* (Workshop Integração Lavoura-Pecuária da Embrapa Rondônia, 2010).

A estratégia de iLPF apresenta-se como alternativa de melhor convivência com as condições climáticas da Caatinga. Em virtude das limitações climáticas do bioma, a possibilidade de adoção do sistema de iLP apresenta restrições e, portanto, é mais adequada na região do agreste, que apresenta índices pluviométricos melhores e mais regulares. Estão sendo propostos sistemas de iLP com uso de palma forrageira, milho, gramíneas e leguminosas forrageiras adaptadas ao Semiárido, que contribuam com a sustentabilidade dos sistemas de produção de leite (Sá & Sá, 2006).

Atualmente, sistemas agrossilvipastoris são mais utilizados e de maior aplicabilidade nas regiões semiáridas. Esses sistemas são indicados para a região como resposta às pressões por produção de alimentos, tanto para a população humana quanto para os rebanhos bovinos, caprinos e ovinos. Os sistemas agrossilvipastoris, para caprinos (Araújo Filho et al., 2006), e os sistemas agropastoris, para o Agreste e o Sertão (Sá & Sá, 2006), vêm sendo difundidos como alternativas sustentáveis para o Semiárido.

Os sistemas de iLPF vêm sendo adotados, em duas modalidades, nas regiões do Bioma Caatinga, com: a introdução de animais em lavouras comerciais de espécies arbóreas permanentes, o que favorece a manutenção dessas áreas por meio do controle da vegetação herbácea e da adição de esterco – uma prática adotada por produtores de áreas irrigadas (culturas de manga, goiaba, acerola e pinha) e dependente de chuva na região Semiárida (caju, olicuri e algaroba); e a introdução ou a manutenção do componente arbóreo (nativo ou exótico) em pastagens cultivadas adaptadas ao Semiárido (Pereira et al., 2009).

Contribuição da integração lavoura-pecuária-floresta para o sequestro de carbono e a redução da emissão de gases de efeito estufa

As principais estratégias para a redução da emissão dos gases de efeito estufa (GEE) consistem em redução da queima de combustíveis fósseis, minimização de desmatamento e queimadas, manejo adequado do solo e maximização do sequestro de carbono no solo. Quanto às duas últimas estratégias, o uso de práticas conservacionistas do solo é indiscutível para sua otimização (Carvalho et al., 2008).

Segundo Carvalho et al. (2010a), a iLP vem exibindo considerável potencial de acúmulo de carbono no solo. Estes autores observaram, na região do Cerrado, incremento nos estoques de carbono do solo em sistemas de iLP sob SPD, quando comparados aos de áreas sob SPD sem a presença de forrageira na rotação ou na sucessão de cultivos. O potencial de sequestro de carbono do SPD no Brasil já havia sido comprovado por Bayer et al. (2006).

A elevação dos níveis de MOS e a melhoria da qualidade física do solo com a introdução das pastagens em áreas agrícolas com níveis adequados de fertilidade indicam que a iLP tem potencial para reduzir o impacto ambiental das atividades produtivas, ao reduzir as emissões de GEE, com conseqüente aumento da estabilidade de produção das culturas anuais e melhora do aproveitamento da água e dos nutrientes (Franchini et al., 2010).

Salton (2005) e Salton et al. (2011), ao avaliarem as taxas de acúmulo de carbono em diferentes sistemas de uso e manejo do solo no Cerrado, observaram que os maiores estoques de carbono estão relacionados à presença de forrageiras, o que resulta na seguinte ordem decrescente de estoques de carbono no solo: pastagem permanente > iLP sob SPD > lavoura em SPD > lavoura em cultivo convencional. Os resultados obtidos por Carvalho et al. (2009), na região do Cerrado, são indicativos de que se pode aumentar muito a taxa de acúmulo de carbono com a conversão do SPD para a iLP sob SPD.

Em virtude do papel reconhecido das árvores em crescimento para sequestrar carbono e, conseqüentemente, mitigar a emissão de GEE, os sistemas de iLPF são considerados relevantes para a região do Cerrado. Nas duas últimas décadas, o eucalipto tem sido estabelecido no Cerrado, em combinação com

culturas do arroz e da soja nos primeiros dois anos, seguido de pastagens de braquiária e gado de corte, a partir do terceiro ano. Estudos recentes indicam que os sistemas agrossilvipastoris armazenam maior quantidade de carbono do que o recorte único de espécies e sistemas de pastoreio, na superfície e em subsuperfície (Nair et al., 2011).

Oliveira et al. (2008), ao estimar a produção de madeira, o estoque de carbono e a rentabilidade econômica, incluindo a venda de créditos de carbono, de sistemas silvipastoris com *E. grandis* e *P. elliottii* em consórcio com pastagens, concluíram que as árvores propiciam retorno econômico em todos os sistemas testados, com rentabilidade a partir do desbaste aos sete anos de idade. A venda de créditos de carbono torna o componente florestal ainda mais atrativo, principalmente em decorrência da receita auferida desde o início do projeto.

Müller et al. (2009), ao avaliar o estoque de carbono em sistema silvipastoril misto com *E. grandis* e *Acacia mangium*, observaram, para o eucalipto, valor mais elevado de biomassa e de carbono do que para a acácia. Tsukamoto Filho et al. (2004) relataram que o sistema agrossilvipastoril foi considerado o mais indicado para projetos de fixação de carbono, pois, na idade de cinco anos, o eucalipto fixou maior quantidade de carbono do que nos sistemas tradicionais.

Muitos estudos estão sendo realizados para avaliar a capacidade de sequestro de carbono dos diferentes arranjos de sistemas de iLPF e o seu potencial de mitigar as emissões de metano oriundas da fermentação entérica de bovinos (Carvalho et al., 2001, 2008, 2010a; Tsukamoto Filho et al., 2004; Cerri et al., 2006; Jantalia et al., 2006; Fisher et al., 2007; Oliveira, 2007; Primavesi et al., 2007; Macedo, 2009).

Desafios e perspectivas para pesquisa, desenvolvimento e inovação em integração lavoura-pecuária-floresta

O sistema de iLPF é dinâmico e complexo, em virtude das interações entre culturas, animais e diversas práticas. Por serem dinâmicos, esses sistemas necessitam de pesquisas científicas e tecnológicas contínuas, quase sempre realizadas por meio de experimentos de longa duração e regionalizados, sem os quais haveria comprometimento da sua sustentabilidade, o que dificultaria a sua adoção por produtores rurais. Muitas linhas de pesquisa,

transferência de tecnologia e fomento precisam ser fortalecidas, para que haja incremento no aporte de conhecimento e informações e na adoção da iLPF, enquanto proposta sustentável.

A pesquisa agropecuária, como um todo, deve ser realizada de forma integrada e inserida na realidade dos sistemas de produção, para que as tecnologias geradas sejam transferidas com maior eficiência e no menor espaço de tempo. Para a expansão da iLPF, são necessários estudos de alternativas de culturas e de espécies forrageiras para consórcio, com foco em suas inter-relações técnicas, seus resultados econômicos e seus respectivos usos (produção de alimentos, grãos, fibras e agroenergia).

As diferentes modalidades de iLPF (silvipastoril, silviagrícola, agropastoril e agrossilvipastoril), implantadas em agroecossistemas com diferentes tipos de solos (diferentes textura, fertilidade, estrutura, etc.), merecem especial atenção e estudos, especificamente sobre: física dos solos (densidade, compactação, resistência à penetração, estabilidade de agregados, porosidade, dinâmica e retenção hídrica, etc.); atividade biológica (macro, meso e microbiologia); e fertilidade do solo e reciclagem de nutrientes.

São poucos os trabalhos sobre o comportamento e a produção animal, em sistemas de iLPF. Portanto, devem ser incentivadas as avaliações ecofisiológicas de diferentes culturas agrícolas, espécies forrageiras e arbóreas, nas várias modalidades de iLPF e nos diferentes biomas brasileiros.

É de fundamental importância ampliar os estudos científicos sobre os arranjos espaciais e seus efeitos na produtividade florestal de diferentes espécies arbóreas em consórcio com diferentes culturas anuais. Além disso, são necessários estudos com espécies forrageiras e sistemas de consórcio de culturas anuais, forrageiras e arbóreas, para análise de sua influência na produção de biomassa, na presença de animais. Assim, são necessárias avaliações socioeconômicas e ambientais de diferentes formas de iLPF nos biomas brasileiros.

Embora haja exemplos de utilização da iLPF no Brasil, a diversidade de condições regionais do país indica a necessidade de estudos regionalizados sobre a viabilidade da combinação de diferentes espécies. Faz-se necessária a criação de mecanismos de políticas públicas, para que os agricultores consigam superar barreiras econômicas, como a necessidade de investimento inicial, e barreiras operacionais, como a necessidade de conhecimento tecnológico e de

investimento em capacitação de técnicos e na formação de profissionais de ensino superior e de escolas profissionalizantes da área agropecuária. Portanto, estudos multidisciplinares e a introdução de disciplinas com enfoques transversais em sistemas de iLPF, em cursos da área agropecuária, devem buscar entendimento das relações solo-planta-animal-ambiente, para estabelecer manejos de forma sustentável nas diversas modalidades do sistema.

O sistema de iLPF configura-se como dinâmico, o que exige mais pesquisa científica. No entanto, é importante ter a compreensão de que a rede de assessoramento técnico (pública e privada), em cenários mais complexos, também exigirá maior capacitação e qualificação técnica. A experiência de implantação de sistemas iLPF, nos últimos 25 anos, indica a necessidade de adaptação de novos modelos de assistência técnica e extensão rural.

Referências

- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Evolução das atividades lavoureira e pecuária nos Cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.25-58.
- ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. **Integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 47).
- AMBROSI, I.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S.; ZOLDAN, S.M. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.1213-1219, 2001.
- ARAÚJO FILHO, J.A. de; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; SILVA, N.L. da; SOUSA, F.B. de; FRANÇA, F.M. Sistema agrossilvipastoril. In: LIMA, G.F. da C.; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; MACIEL, F.C.; BARROS, N.N.; AMORIM, M.V.; CONFESSOR JÚNIOR, A.A. (Org.). **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte**: orientações para viabilidade do negócio rural. Natal: Emater, 2006. p.193-210.
- BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, O.B. Resultados preliminares de um estudo sobre arborização de pastagens com mudas de espera. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.18-19, p.17-22, 1989.
- BAGGIO, A.J.; SCHREINER, H.G. Análise de um sistema silvipastoril com *Pinus elliottii* e gado de corte. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.16, p.19-29, 1988.
- BALBINO, L.C. **Évolution de la structure et des propriétés hydrauliques dans des Ferralsols mis en prairie Pâturée (Cerrado, Brésil)**. 2001. 128p. Thèse (Docteur) – L'Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris.
- BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A.O.; STONE, L.F. (Ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília: Embrapa, 2011.130p.

- BALBINO, L.C.; BROSSARD, M.; LEPRUN, J.C.; BRUAND, A. Mise en valeur des Ferralsols de la région du Cerrado (Brésil) et évolution de leurs propriétés physiques: une étude bibliographique. **Étude et Gestion des Sols**, v.9, p.83-104, 2002.
- BALBINO, L.C.; DI STEFANO, J.G. Projet PROCITROPICOS: intégration de l'agriculture et de l'élevage par les systèmes de semis direct. In: RASOLO, F.; RAUNET, M. (Ed.). **Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture**. Montpellier: CIRAD, 1999. p.409-417. (Cirad. Collection colloques).
- BARTMEYER, T.N. **Produtividade do trigo de duplo propósito submetido a pastejo de bovinos na região dos Campos Gerais – Paraná**. 2006. 82p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A.; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. **Soil and Tillage Research**, v.86, p.237-245, 2006.
- BORTOLINI, P.C.; MORAES, A. de; CARVALHO, P.C. de F. Produção de forragem e de grãos de aveia-branca sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, p.2192-2199, 2005.
- CARVALHO, J.L.N.; AVANZI, J.C.; CERRI, C.E.P.; CERRI, C.C. Adequação dos sistemas de produção rumo à sustentabilidade ambiental. In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L. de (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.671-692.
- CARVALHO, J.L.N.; AVANZI, J.C.; SILVA, L.M.N.; MELLO, C.R. de; CERRI, C.E.P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.277-289, 2010a.
- CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; PICCOLLO, M.C.; GODINHO, V.P.; CERRI, C.C. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. **Soil Tillage Research**, v.103, p.342-349, 2009.
- CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. 414p.
- CARVALHO, P.C. de F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. de; SOUZA, E.D. de; SULC, R.M.; LANG, C.R.; FLORES, J.P.; LOPES, M.L.T.; SILVA, J.L. da; CONTE, O.; WESP, C. de L.; LEVIEN, R.; FONTANELI, C.B. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.88, p.259-273, 2010b.
- CASSOL, L.C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 2003. 143p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M.D.F.; FONSECA, I.C.B. Aggregate stability under different soil management systems in a Red Latosol in the state of Paraná, Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.65, p.45-51, 2002.
- CASTRO JÚNIOR, T.G. **Efeito da aplicação de herbicidas em pré-plantio, no estabelecimento de pastagens de verão e inverno, em semeadura direta**. 1998. 143p. (Tese) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; PICCOLO, M.C.; BERNOUX, M.; CERRI, C.C. Sequestro de carbono em áreas de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais**. Viçosa: UFV, 2006. p.73-80.
- COELHO JÚNIOR, L.M.; REZENDE, J.L.P. de; OLIVEIRA, A.D. de; COIMBRA, L.A.B.; SOUZA, A.N. de. Análise de investimento de um sistema agroflorestal sob situação de risco. **Cerne**, v.14, p.368-378, 2008.
- CONTE, O.; FLORES, J.P.C.; CASSOL, L.C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C. de F.; LEVIEN, R.; WESP, C. de L. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1301-1309, 2011.
- CRAVO, M. da S.; CORTELETTI, J.; NOGUEIRA, O.L.; SMYTH, T.J.; SOUZA, B.D.L. de. **Sistema Bragantino: agricultura sustentável para a Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 93p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 218).
- DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3.ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190p.
- DIAS-FILHO, M.B.; FERREIRA, J.N. **Barreiras à adoção de sistemas silvipastoris no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 22p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 347).
- DIAS FILHO, M.B.; SERRÃO, E.A.S. **Recuperação, melhoramento e manejo de pastagens na região de Paragominas, Pará: resultados de pesquisa e algumas informações práticas**. Belém: Embrapa-CPATU, 1982. 24p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 5).
- DOSSA, D.; MONTOYA VILCAHUAMAN, L.J. **Metodologia para levantamentos de dados em trabalhos de pesquisa ação**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 67p. (Embrapa Florestas. Documentos, 57).
- DUPRAZ, C.; LIAGRE, F. **Agroforesterie: des arbres et des cultures**. Paris: France Agricole, 2008. 413p.
- FERNANDES, P.C.C.; GRISE, M.M.; ALVES, L.W.R.; SILVEIRA FILHO, A.; DIAS-FILHO, M.B. **Diagnóstico e modelagem da integração lavoura-pecuária na Região de Paragominas, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 31p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 327).
- FISHER, M.J.; BRAZ, S.P.; SANTOS, R.S.M. dos; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. Another dimension to grazing systems: soil carbon. **Tropical Grasslands**, v.41, p.65-83, 2007.
- FLORES, J.P.C. **Atributos de solo e rendimento de soja em um sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto com calcário na superfície**. 2004. 84p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FLORES, J.P.C.; CASSOL, L.C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C. de F. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária

- submetido a pressões de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2385-2396, 2008.
- FLORES, J.P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L.C.; CARVALHO, P.C. de F.; LEITE, J.G. Dal 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**, v.31, p.771-780, 2007.
- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos. Rendimento de grãos de trigo em sistemas de produção envolvendo pastagens anuais e perenes, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, p.353-356, 2003.
- FONTANELI, REN. S.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, ROB. S.; DEL DUCA, L. de J.; RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M.C.C.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; MINELLA, E.; CAIERAO, E.; MORI, C. de; OLIVEIRA, J.T. de; MARIANI, F. Potencial de rendimento de cereais de inverno de duplo propósito. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S. (Ed.). **FORAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA REGIÃO SUL-BRASILEIRA**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p.97-120.
- FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; WRUCK, F.J.; SKORUPA, L.A.; WINK, N.N.; GUISSOLPHI, I.J.; CAUMO, A.L.; HATORI, T. **Integração lavoura-pecuária: alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do Rio Xingu**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 20p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 77).
- GARCIA, A.R.; MATOS, L.B.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; NAHÚM, B. de S.; ARAÚJO, C.V. de; SANTOS, A.X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1409-1414, 2011.
- GHOLZ, H.L. (Ed.). **Agroforestry: realities, possibilities and potentials**. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1987. 227p.
- GONÇALVES, S.A.; FRANCHINI, J.C. **Integração lavoura-pecuária**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 8p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 44).
- GUIMARÃES FILHO, C. **Sistema de produção de caprinos: para as áreas de sequeiro dos sertões pernambucano e baiano do Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 1999. Não paginado. (Embrapa Semi-Árido. Instruções técnicas, 15).
- HERNANI, L.C.; FREITAS, P.L. de; PRUSKI, F.F.; DE MARIA, I.C.; CASTRO, FILHO, C. de; LANDERS, J.N. A erosão e o seu impacto. In: MANZATTO, C.V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J.R.R. (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p.47-60.
- JANTALIA, C.P.; TERRÉ, R.M.; MACEDO, R.O.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Acumulação de carbono no solo em pastagens de *Brachiaria*. In: ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Manejo de sistemas agrícolas: impactos no sequestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. Porto Alegre: Genesis, 2006. p.157-170.
- 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.407-442.
- KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A.R.; TEIXEIRA, S.M.; OLIVEIRA, E.T. de. **Renovação de pastagens do cerrado com arroz: I. Sistema Barreirão**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1991. 20p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 33).
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. Desempenho de culturas anuais sobre palhada de braquiária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.501-522.
- KRUSCHEWSKY, G.C.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA, T.K. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp. em sistema agrossilvipastoril no Cerrado. **Cerne**, v.13, p.360-367, 2007.
- LANG, C.R. **Pastejo e nitrogênio afetando os atributos químicos do solo e rendimento de milho no sistema de integração lavoura-pecuária**. 2004. 89p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; GIÁCOMO, S.G.; PERIN, A.; ANJOS, L.H.C. dos. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1269-1276, 2011.
- LUSTOSA, S.B.C. **Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema de plantio direto**. 1998. 84p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146, 2009.
- MACEDO, R.L.G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA: FAEPE, 2000. 157p.
- MONTOYA VILCAHUAMAN, L.J.; BAGGIO, A.J. Estudo econômico da introdução de mudas altas para sombreamento de pastagens. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais**. Colombo: Embrapa-CNPAP, 1992. v.2, p.171-190.
- MONTOYA VILCAHUAMAN, L.J.; MEDRADO, M.J.S.; MASCHIO, L.M. de A. Aspectos de arborização de pastagens e viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1., 1994, Colombo. **Anais**. Colombo: Embrapa-CNPAP, 1994. p.57-172.
- MORAES, A.; CARVALHO, P.C. de F.; SILVA, H.A.; JANSSEN, H.P. (Org.). **Produção de leite em sistemas integrados de agricultura-pecuária**. Curitiba: Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, 2008. v.1, 88p.
- MORAES, A.; LESAMA M.F.; ALVES, S.J. Lavoura-pecuária em sistemas integrados na pequena propriedade. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 3., 1998, Pato Branco. **Programação e resumos**. Londrina: IAPAR, 1998.
- MORAES, A.; LUSTOSA, S.B.C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: SIMPÓSIO

- SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.129-149.
- MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S.J. Integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 1., 2002, Pato Branco. **Anais**. Pato Branco: CEFET-PR, 2002. p.3-42.
- MÜLLER, M.D.; FERNANDES, E.N.; CASTRO, C.R.T. de; PACIULLO, D.S.C.; ALVES, F. de F. Estimativa de acúmulo de biomassa e carbono em sistema agrossilvipastoril na Zona da Mata Mineira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p.11-17, 2009.
- NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. 499p.
- NAIR, P.K.R.; TONUCCI, R.G.; GARCIA, R.; NAIR, V.D. Silvopasture and carbon sequestration with special reference to the Brazilian savanna (Cerrado). In: KUMAR, B.M.; NAIR, P.K.R. (Ed.). **Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges**. London: New York: Springer, 2011. p.145-162. (Advances in agroforestry, 8).
- OLIVEIRA, E.B. de; RIBASKI, J.; ZANETTI, É.A.; PENTEADO JÚNIOR, J.F. Produção, carbono e rentabilidade econômica de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.57, p.45-56, 2008.
- OLIVEIRA, P.P.A. Recuperação e reforma de pastagens. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C. de; SILVA, S.C. da; FARIA, V.P. de. (Ed.). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 24., 2007, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2007. p.39-73.
- PEREIRA, L.G.R.; VOLTOLINI, T.V.; MORAES, S.A. de; ARAGÃO, A. dos S.L.; BRANDÃO, L.G.N.; CHIZZOTTI, M.L. Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): sistema de integração fruticultura pecuária. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO, 2., 2009, Petrolina. **Anais**. Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco: Embrapa Semi-Árido, 2009. 11p.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. A integração “lavoura-pecuária-floresta” como proposta de mudança no uso da terra. In: FERNANDES, E.N.; MARTINS, P. do C.; MOREIRA, M.S. de P.; ARCURI, P.B. (Ed.). **Novos desafios para o leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p.197-210.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Arborização de pastagens: I**. Procedimentos para introdução de árvores em pastagens. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 8p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 155).
- PRIMAVESI, O.; ARZABE, C.; PEDREIRA, M. dos S. **Mudanças climáticas: visão tropical integrada das causas, dos impactos e de possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 200p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 70).
- RADOMSKI, M.I.; RIBASKI, J. **Sistemas silvipastoris: aspectos da pesquisa com eucalipto e grevilea nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 40p. (Embrapa Florestas. Documentos, 191).
- RIBASKI, J.; DEDECEK, R.A.; MATTEI, V.L.; FLORES, C.A.; VARGAS, A.F.C.; RIBASKI, S.A.G. **Sistemas silvipastoris: estratégias para o desenvolvimento rural sustentável para a metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 8p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 150).
- RIBEIRO, S.C.; CHAVES, H.M.L.; JACOVINE, L.A.G.; SILVA, M.L. da. Estimativa do abatimento de erosão aportado por um sistema agrossilvipastoril e sua contribuição econômica. **Revista Árvore**, v.31, p.285-293, 2007.
- RODIGHERI, H.R. **Viabilidade econômica de plantios florestais solteiros e de sistemas agroflorestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 1998. 4p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 22).
- SÁ, J.L. de; SÁ, C.O. de. **Sistema glória de produção de leite para o semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2006. Não paginado. (Embrapa Semiárido. Instruções técnicas, 77).
- SALTON, J.C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005. 158p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1349-1356, 2011.
- SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I. Análise econômica de culturas de inverno e de verão em sistemas mistos, sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.9, p.121-128, 2003.
- SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; SPERA, S.T. Rendimento de grãos de soja em sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e perenes, sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.10, p.35-45, 2004.
- SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v.25, p.645-653, 2001.
- SILVA, J.A.R. da; ARAÚJO, A.A. de; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; SANTOS, N. de F.A. dos S.; GARCIA, A.R.; NAHÚM, B. de S. Conforto térmico de búfalas em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1364-1371, 2011a.
- SILVA, R.F. da; GUIMARÃES, M. de F.; AQUINO, A.M. de; MERCANTE, F.M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1277-1283, 2011b.
- SOUZA, A.N.; OLIVEIRA, A.D. de; SCOLFORO, J.R.S.; REZENDE, J.L.P. de; MELLO, J.M. de. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. **Cerne**, v.13, p.96-106, 2007.
- SPERA, S.T.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.129-136, 2009.
- SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo

pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.533-542, 2004.

TSUKAMOTO FILHO, A.A.; COUTO, L.; NEVES, J.C.L.; PASSOS, C.A.M.; SILVA, M.L. Fixação de carbono em um sistema agrissilvipastoril com eucalipto na região do Cerrado de Minas Gerais. **Revista Agrossilvicultura**, v.1, p.29-41, 2004.

VEIGA, J.B. da. Associação de culturas de subsistência com forrageiras na renovação de pastagens degradadas em áreas de floresta. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. **Anais**. Belém: Embrapa-CPATU, 1986. v.5, p.175-181. (Embrapa-CPATU. Documentos, 36).

VEIGA, J.B. da; ALVES, C.P.; MARQUES, L.C.T.; VEIGA, D.F. da. **Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental**. Belém:

Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 62p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 56).

VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; SOUSA, D.M.G. de. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 21p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 42).

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; MARCHÃO, R.L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; BARIONI, L.G.; BARCELLOS, A. de O. Integração lavoura-pecuária. In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L. de (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.931-962.

WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA DA EMBRAPA RONDÔNIA, 1., 2010, Porto Velho. **Resumos expandidos**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010. 118p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 141).