



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



Curso de Capacitação do Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)

Módulo

INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (iLPPF) REGIÃO SUL

Luiz Carlos Balbino¹
Lourival Vilela²
Luiz Adriano Maia Cordeiro³
Priscila de Oliveira⁴
Karina Pulrolnik⁵
João Kluthcouski⁶
Jamir Luís Silva da Silva⁷

¹ Analista, Ph.D., Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, Planaltina, DF, CEP 73310-970,
C. Postal: 08223. E-mail: luizcarlos.balbino@cpac.embrapa.br

² Pesquisador, M.Sc., Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, Planaltina, DF, CEP 73310-970,
C. Postal: 08223. E-mail: lvilela@cpac.embrapa.br

³ Pesquisador, D.S., Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, Planaltina, DF, CEP 73310-970,
C. Postal: 08223. E-mail: luiz.cordeiro@embrapa.br

⁴ Pesquisadora, D.S., Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, Planaltina, DF, CEP 73310-970,
C. Postal: 08223. E-mail: priscila.oliveira@cpac.embrapa.br

⁵ Pesquisadora, D.S., Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, Planaltina, DF, CEP 73310-970,
C. Postal: 08223. E-mail: karina.pulrolnik@cpac.embrapa.br

⁶ Pesquisador, D.S., Embrapa Arroz e Feijão, GO 462, km 12, Santo Antônio de Goiás, GO, CEP 75375-000,
C. Postal: 179. E-mail: joaok@cnpaf.embrapa.br

⁷ Pesquisador, D.S., Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, Pelotas, RS, CEP 96010-971,
C. Postal 403. E-mail: jamir.silva@cpact.embrapa.br



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



1. Introdução

No Brasil, as áreas de lavouras temporárias ocupam cerca de 44 milhões de hectares e as áreas de pastagens naturais e plantadas cerca de 159 milhões de hectares (IBGE, 2009). Diante dessas grandes extensões de áreas e da ampla diversidade de ecossistemas e situações socioeconômicas que caracterizam a agricultura brasileira, os desafios a serem enfrentados tornam-se multifacetados e complexos, com particularidades que dependem da região focada e do tipo de sistema agrícola e ou pecuário. Os sistemas de produção atuais, embora mostrem avanços positivos no agronegócio e na economia do País, restam ainda muitos desafios para atingir o desejável desenvolvimento sustentável.

Os agroecossistemas do século XXI devem ser capazes de, ao mesmo tempo, maximizar a quantidade de produtos agrícolas de elevada qualidade e conservar os recursos do sistema. O desenvolvimento agrícola sustentável depende da formulação de uma agenda que contemple os seguintes aspectos: a) mitigação dos efeitos e redução dos gases de efeito estufa (GEE), b) conservação da biodiversidade c) provisionamento de serviços ambientais; d) redução da poluição/contaminação do ambiente e do homem; e) conservação e melhoria da qualidade do solo e da água; f) manejo integrado de pragas; g) valorização dos sistemas tradicionais de manejo dos recursos; h) redução da pressão antrópica na ocupação e uso de ecossistemas; e i) adequação às novas exigências do mercado.

As várias definições para agricultura sustentável expressam, na sua maioria, insatisfação com o padrão de agricultura considerado moderno, 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 conotação valorativa, e reflete mais uma expressão dos desejos e dos valores do que algo concreto, de aceitação geral (Cunha et al., 1994). 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 esse autor, a ecoeficiência aumentaria quando, para um dado nível de produção, menos recursos (terra, água, insumos) fossem utilizados, com menor impacto negativo sobre o ambiente e sem sacrifícios sobre o potencial produtivo da atividade agropecuária.

A sustentabilidade só será verificada se o sistema preconizado for: (i) tecnicamente eficiente; (ii) ambientalmente adequado; (iii) economicamente viável; e (iv) socialmente aceito.

Assim, a integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) tem como grande objetivo a mudança do sistema de uso da terra, fundamentando-se na integração dos componentes do sistema produtivo, visando atingir patamares cada vez mais elevados de qualidade do produto, qualidade ambiental e competitividade. Portanto, apresenta-se como uma estratégia para maximizar efeitos desejáveis no ambiente, aliando o aumento da



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



produtividade com a conservação de recursos naturais no processo de intensificação de uso das áreas já desmatadas no Brasil.

A iLPF é uma das tecnologias que compõem os compromissos voluntários assumidos pelo Brasil na COP-15, realizada em Copenhague, e que preveem a redução das emissões de GEE projetadas para 2020, entre 36,1% e 38,9%, estimando assim uma redução da ordem de 1 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente. Esses compromissos foram ratificados na Política Nacional sobre Mudanças do Clima (Lei nº 12.187/09) e regulamentados pelo Decreto no 7390/10. Para efeito desta regulamentação, no caso específico da agricultura, foi estabelecido o “Plano Setorial para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura”, o que se convencionou chamar de “Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)”.

Nesse plano estão previstas diversas ações de capacitação e informação de técnicos e produtores rurais, estratégias de transferência de tecnologia, pesquisa, fortalecimento da assistência técnica e extensão rural, incentivos econômicos, linhas de crédito rural, entre outras. Destaca-se o “Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)”, instituído pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que já disponibilizou R\$ 3,15 bilhões no Plano Agrícola e Pecuário 2011/2012.

Desta forma, a contribuição da iLPF na mitigação de GEE se dará pela expansão de sua área de adoção em 4 milhões de hectares até 2020. As outras tecnologias previstas neste plano são: Recuperação de Pastagens Degradadas (adoção em 15,0 milhões ha), Sistema Plantio Direto (aumentar adoção em 8,0 milhões ha), Fixação Biológica de Nitrogênio (aumentar a adoção 5,5 milhões ha), Florestas Plantadas (ampliar área plantada em 3,0 milhões ha) e Tratamento de Dejetos Animais (com aumento do volume tratado em 4,4 milhões m³) (Brasil, 2009; Brasil, 2010).

O objetivo deste material didático é de apresentar os conceitos e fundamentos dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF).

2. Histórico, Conceitos e Fundamentos de Sistemas Integrados

Embora os sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) sejam considerados sistemas inovadores, na Europa desde a idade média são conhecidos várias formas de plantios associados entre culturas anuais e culturas perenes ou entre culturas frutíferas e árvores madeireiras. Sistemas integrando árvores frutíferas com a produção pecuária datam do século XVI, aparentemente uma das causas do seu quase desaparecimento foi a mecanização e a intensificação dos sistemas agrícolas, além da dificuldade da colheita manual das frutas e questões administrativas. Vários escritores romanos do século I d.C. dentre eles; Caio Plínio, que escreveu a enciclopédica História Natural (composta de 37 livros), e Lucius Junius Moderatus, conhecido como Columella, autor com o maior repertório documentado sob a agricultura romana, fazem referências a sistemas de integração entre árvores (Nogueiras e oliveiras) e pastagens (Dupraz e Liagre, 2008).



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



No Brasil, os imigrantes europeus trouxeram a cultura da associação que desde o início foram adaptadas às condições tropicais e subtropicais. Como por exemplo no Rio Grande do Sul a integração de animais com culturas agrícolas no estado consta dos primeiros anos do século 20, onde bovinos pastavam a resteva da cultura de arroz irrigado na área das terras baixas. Esse modelo de sistema integrado ainda é utilizado no presente momento. A partir da década de 70, outros modelos de integração lavoura-pecuária foram trabalhados na região norte do estado, em torno das culturas de soja e de milho com pastagens de inverno para pecuária de corte e posteriormente com pecuária de leite. Já na década de noventa iniciou algumas pesquisas em integração silvipastoril e agrossilvipastoril e houve uma intensificação no conhecimento e tecnologias para manejo integrado dos sistemas considerando a interface solo-planta-animal-floresta e suas interações (Silva *et al.*, 2011).

A integração lavoura-pecuária (iLP) pode ser definida como a diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural, de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que haja benefícios para ambas. Possibilita que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano, favorecendo o aumento na oferta de grãos, de carne e de leite a um custo mais baixo, devido ao sinergismo que se cria entre lavoura e pastagem (Alvarenga e Noce, 2005).

Segundo Kichel e Miranda (2001), as principais vantagens do uso da iLP são: recuperação mais eficiente da fertilidade do solo; facilidade da aplicação de práticas de conservação do solo; recuperação de pastagens com custos mais baixos; facilidade na renovação das pastagens; melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; controle de pragas, doenças e plantas daninhas; aproveitamento do adubo residual; maior eficiência na utilização de máquinas, equipamentos e mão-de-obra; diversificação do sistema produtivo; e, aumento da produtividade do negócio agropecuário, tornando-o sustentável em termos econômicos e agroecológicos.

O aumento de produtividade dos componentes lavoura e animal em sistemas de iLP 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. 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 (Vilela *et al.*, 2008).

O sistema de associar as culturas foi copiado da natureza pelos indígenas e, posteriormente, transferido aos colonizadores. Nos trópicos o exemplo mais marcante vem dos pequenos agricultores, ao praticarem variados sistemas de consórcios de culturas. Recentemente, passou-se a adotar o sistema de consórcio entre culturas de grãos com forrageiras, chamado de “Sistema Santa Fé – Tecnologia EMBRAPA”; em homenagem a Fazenda Santa Fé, Santa Helena de Goiás-GO, onde se iniciou a tecnologia (Kluthcouski e Aidar, 2003).

Assim, o Sistema Santa Fé fundamenta-se na produção consorciada de culturas de grãos especialmente o milho, sorgo, milheto, arroz e soja, com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Brachiaria* sp. e/ou outras, em áreas de lavoura com solo



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



parcial, ou devidamente, corrigido. Os principais objetivos deste sistema são a produção de forrageiras para a entressafra e palhada em quantidade e qualidade para o SPD (Kluthcouski e Aidar, 2003).

A inclusão do componente “florestal” aos subsistemas lavoura e pastagens representa um avanço inovador da iLP, surgindo o conceito de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), que é uma “estratégia de produção sustentável que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizados na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica” (Balbino et al, 2011). Ainda conforme estes autores podem-se classificar quatro modalidades de sistemas distintos de “integração”:

1. **Integração Lavoura-Pecuária ou Agropastoril:** sistema de produção que integra o componente agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão; na mesma área e em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos.
2. **Integração Pecuária-Floresta ou Silvipastoril:** sistema de produção que integra o componente pecuário e florestal, em consórcio.
3. **Integração Lavoura-Floresta ou Silviagrícola:** Sistema de produção que integram o componente florestal e agrícola, pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes).
4. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta ou Agrossilvipastoril:** sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. O componente “lavoura” restringe-se ou não a fase inicial de implantação do componente florestal.

Os sistemas apresentados abrangem os sistemas agroflorestais (SAFs), que são classificados em: silviagrícola, silvipastoril e agrossilvipastoril (Nair, 1991; Montagnini et al., 1992; Bandy, 1994; Dubois, 2004), sendo portanto a iLPF uma estratégia que apresenta classificação mais abrangente.

Os sistemas de iLPF devem ser adequadamente planejados, levando-se em conta os diferentes aspectos socioeconômicos e ambientais das unidades de produção. Eles podem ser adotados por qualquer produtor rural (pecuarista e/ou agricultor), independente do tamanho do estabelecimento agropecuário. Evidentemente, a forma e a intensidade da adoção do conjunto de tecnologias que compõem a iLPF dependerão, entre outros fatores, dos objetivos e da infraestrutura disponível de cada produtor. O pecuarista, por exemplo, pode utilizar o consórcio ou a rotação de culturas graníferas com forrageiras, para a implantação de pastagens ou para sua recuperação, no caso de estarem degradadas. Pode também implantar o sistema silvipastoril, visando a exploração de produtos madeireiros e não-madeireiros, além dos produtos da pecuária. Por outro lado, o agricultor pode utilizar o consórcio ou a rotação de culturas graníferas com forrageiras, para produzir cobertura morta de boa qualidade e em grande quantidade para o sistema de plantio direto (SPD) da safra seguinte. Por fim, aquele produtor que deseja exercer as atividades integradas pode utilizar a iLPF para implantar um sistema agrícola sustentável, utilizando os princípios da rotação de culturas e do consórcio entre graníferas, forrageiras e espécies



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



arbóreas, de forma a produzir, na mesma propriedade, grãos, carne ou leite e produtos madeireiros e não-madeireiros ao longo de todo ano.

Esses sistemas não encerram as diferentes alternativas e soluções para os problemas dentro da unidade de produção. Os resultados esperados traduzem a expectativa imediata do empreendedor rural e estão orientados ao desenvolvimento de uma agricultura sustentável⁸.

3. Integração Lavoura-Pecuária (iLP)

3.1. Modalidades de integração lavoura-pecuária (iLP)

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

A parceria entre produtores de grãos e pecuaristas, nas suas diferentes modalidades, adequar-se-ia a uma dessas modalidades de integração lavoura-pecuária. Exemplificando, produtores de grãos que têm praticado o consórcio de milho ou sorgo com *Urochloa spp.*, com a finalidade de melhorar a cobertura de solo para o plantio direto, podem utilizar essa forrageira produzida na entressafra para alimentação animal. A fim de reduzir a mobilização de capital na compra de animais, esses produtores podem estabelecer parcerias com pecuaristas.

Nessa parceria “lavoureiro-pecuarista” além de se 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 no sistema soja verão-pastagem outono-inverno.

Ressalte-se que no plantio consorciado de capim com cultura de grãos ocorre competição entre a forrageira e as culturas e que nem sempre esse consórcio é uma

⁸ Agricultura sustentável é o manejo e a conservação dos recursos naturais e a orientação de mudanças tecnológicas e institucionais que assegurem a satisfação das necessidades humanas para as gerações presente e futura. Conserva o solo, a água e os recursos genéticos animais, vegetais e microrganismos, e não degrada o meio ambiente; é tecnicamente apropriada, economicamente viável e socialmente aceitável. Conceito adotado pela FAO, ratificado a partir da Declaração de Den Bosch, em 1992.



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



alternativa que maximiza o rendimento dos componentes. Sem a adoção da tecnologia correta, mais adequada para as condições da área, podem ocorrer perdas expressivas de produtividade da lavoura de grãos ou falha no estabelecimento do pasto.

3.2. Consórcio de culturas anuais com forrageiras

O consórcio de culturas de grãos com forrageiras tem por objetivo antecipar o estabelecimento das pastagens em sistemas de ILP e, desse modo, o uso da forrageira para produção de palha para o plantio direto ou para a alimentação animal. As culturas de milho e de sorgo, em razão da maior capacidade de competição com as gramíneas forrageiras (*Urochloa* 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 & Aidar, 2003; Jakelaitis et al. 2004; Freitas et al. 2005).

Na integração lavoura-pecuária a soja tem sido incluída na rotação com outras culturas de grãos (milho, sorgo) e com forrageiras. As principais rotações que têm por objetivo implantar a pastagem ou forrageiras como planta de cobertura são: soja- safrinha de milho consorciado com capim (quando as condições climáticas são favoráveis) ou apenas uma safra anual; soja-safrinha de capim; soja consorciada com forrageiras em semeadura simultânea ou defasada em relação ao da cultura de grãos.

O consórcio do capim com a soja, embora possa ser feito, é operacionalmente mais complicado e, em determinadas situações, pode prejudicar de modo sensível a produtividade de grãos ou de forragem (Vilela et al., 2006). Quando em consórcio, o uso de subdoses de herbicidas tem sido uma das alternativas para minimizar a redução de rendimento de grãos e garantir o estabelecimento das forrageiras.

O consórcio soja-pasto vem sendo avaliado e os resultados obtidos são ainda inconsistentes. De acordo com os resultados de Kluthcouski & Aidar (2003) as reduções na produtividade de grãos de soja em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu variaram entre 6% e 74% em relação ao cultivo solteiro. Os maiores rendimentos foram obtidos quando o capim-marandu foi controlado com subdoses de herbicida haloxyfop-methyl.

No entanto, resultados obtidos por Machado et al. (2007), com a aplicação de subdoses de herbicida, sinalizaram para a redução de apenas 8% no rendimento de grãos de soja semeada simultaneamente com *Urochloa brizantha* cv. Marandu. A competição da gramínea foi mínima quando a soja foi consorciada com forrageiras de pequeno porte e crescimento inicial lento, como o capim-massai (Machado & Weismann, 2007). Em outro estudo de consórcio de soja com diferentes forrageiras, embora não apresentando significância estatística, a redução no rendimento de soja em consórcio com o capim-massai foi de 16% (Machado et al., 2009). Em razão dos altos custos de produção de soja, até mesmo pequenas reduções (8%) podem comprometer a sustentabilidade econômica do produtor.



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



A adoção de soja transgênica, resistente ao herbicida glyphosate, é outra alternativa que tem potencial para aumentar o sucesso de plantio consorciado desta cultura com gramíneas forrageiras tropicais.

Desse modo, apesar de estudos sobre o consórcio de capim com soja terem demonstrado o potencial dessa prática (Kuthcouski et al., 2000; Cobucci, 2001; Silva et al., 2004, 2006; Machado et al., 2009), a inconsistência dos resultados obtidos em diferentes regiões é indicativo de que são necessários mais estudos para recomendar o plantio de soja consorciada com gramíneas forrageiras. Também há necessidade de mais estudos para ajustar o manejo de herbicida para reduzir a competição entre os componentes soja e capim e facilitar a colheita da soja.

A semeadura defasada da forrageira em relação ao plantio da cultura de grãos é uma das alternativas que visa reduzir a competição entre os componentes do consórcio. O plantio da forrageira entre 10 a 20 dias depois da emergência da soja eliminou o risco de competição da gramínea e o rendimento da cultura não foi comprometido (Silva et al., 2005; Machado et al., 2007). Deve-se atentar que o plantio defasado superior a três semanas geralmente afeta negativamente o desenvolvimento do capim, com prejuízos à fase de pastagem da iLP.

Em regiões com condições favoráveis de clima, a fim de minimizar o risco de redução de produção da soja na integração lavoura-pecuária, o plantio direto das forrageiras pode ser realizado depois da colheita da lavoura de soja. Buscam-se plantios de soja no início das chuvas, com variedades geralmente de ciclo precoce e médio, para permitir a semeadura da forrageira em sucessão à soja. O capim pode ser semeado “solteiro” ou em consórcio com cultura de grãos (“safrinha” de sorgo e de milho) ou com forrageiras anuais (milheto e sorgo pastejo).

A sobressemeadura de braquiárias em soja, no estágio R5, tem sido recomendada pela assistência técnica privada e realizada com sucesso por produtores que estão aperfeiçoando a cobertura de solo para sistema de plantio direto. O plantio direto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, depois da colheita de soja, tem sido prática de sucesso na Fazenda Ouro Verde, Pedro Afonso, TO. A taxa de lotação dessas pastagens, no primeiro ano de pastejo, tem sido da ordem de 5 novilhas (de 18 a 30 meses de idade) por hectare.

3.3. Produção animal

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 insetos-praga, 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 pelas lavouras, 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.



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



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 a 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 51 kg e 310,5 kg equivalente carcaça/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. et al., 2007).

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. Contudo, em propriedades caracterizadas pelo 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 envolvimento de equipe multidisciplinar (“multicompetências”).

3.4. Escolha de Espécies Agrícolas e Forrageiras e Arranjos para ILP

As principais espécies agrícolas que se adequam ao sistema de consórcio na ILP são milho, sorgo, arroz de terras altas e girassol. No caso de recuperação de solos e pastagem degradados deve-se ter o cuidado de escolher a espécie granífera de acordo com as características químicas do solo. Assim, o milho, sorgo e girassol não são adequados para solos com baixa saturação por bases ou nos casos em que a calagem tenha sido feita imediatamente antes da implantação da cultura. Dessa forma, para essas espécies deve-se optar por solos com saturação por bases acima de 40% ou nos quais a calagem tenha sido feita no ano anterior. O arroz de terras altas é o mais adaptado à condição de solos ácidos e, até mesmo, com alumínio relativamente alto.

O espaçamento e a densidade de semeadura para milho, sorgo, girassol e milheto seguem as recomendações convencionais, que estão contidas na Tabela 1.

As áreas ocupadas com pastagens degradadas podem oferecer algumas vantagens na redução dos focos de pragas e doenças das espécies graníferas. Estas áreas dispõem, contudo, de condições naturais apropriadas para a reprodução e sobrevivência da cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta*), inseto que pode comprometer o desenvolvimento de plantas da família das gramíneas. O tratamento preventivo das

sementes das culturas anuais, tais como arroz de terras altas, milho, sorgo e milheto, é fundamental. Os inseticidas mais indicados, de ação sistêmica, são aqueles que têm como base carbofuran, carbosulfan e thiodicarb.

O cupim subterrâneo é outra praga do solo capaz de comprometer, em particular, o rendimento do arroz de terras altas, principalmente em anos com distribuição errática das chuvas. O melhor controle deste inseto tem sido obtido com inseticidas que têm como ingrediente ativo o carbofuran e o carbosulfan. Outro inseto, também de ocorrência errática, mas que pode causar severos danos a quaisquer das culturas anuais em consórcio é a lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*), que é controlada pelo tratamento de sementes com os inseticidas mencionados.

Tabela 1. Principais recomendações para o estabelecimento do consórcio entre culturas anuais e forrageiras em solos degradados sob pastagem degradada.

| Cultura | Ciclo | Densidade de semeadura (sementes m ⁻¹) | Profundidade de semeadura (cm) | Espaçamento (m) | Sementes (kg ha ⁻¹) ¹ |
|-----------------------|-------|--|--------------------------------------|--------------------|--|
| Arroz de terras altas | curto | 70-90 | 3-5 | 0,30-0,40 | 60-70 |
| Arroz de terras altas | médio | 60-70 | 3-5 | 0,35-0,45 | 45-55 |
| Milho | - | 4-6 ¹ | 3-5 | 0,8-1,0 | 20-22 |
| Sorgo (granífero) | - | 14-19 | 3-5 | 0,6-0,7 | 8-10 |
| Sorgo (forrageiro) | - | 11-15 | 3-5 | 0,6-0,7 | 7-8 |
| Milheto | - | 12-15 | 3-5 | 0,6-0,7 | 4-6 |
| <i>A.gyanus</i> | - | 8-10 ² | 0-1 | Lanço | 10-20 |
| <i>B.decumbens</i> | - | 4-6 ³ | 8-10 | FC ³ | 5-6 ⁴ |
| <i>B.brizantha</i> | - | 4-6 ³ | 8-10 | FC ³ | 5-6 ⁴ |
| <i>B.humidicola</i> | - | 4-6 ³ | 4-6 | FC ³ | 3-4 ⁴ |
| Girassol | - | 4-6 | 3-5 | 0,8-0,9 | - |

¹Plantas por metro.

²Plantas por metro quadrado.

³Na fileira da cultura (FC), com entrelinha no consórcio com milho.

⁴Valor cultural (VC) de 30%.

Fonte: Oliveira et al. (1996).

Tanto no sistema de monocultivo (“solteiro”) como no consorciado, o mau estabelecimento da cultura pode comprometer o rendimento de grãos. A colocação do adubo em posição mais profunda que a da semente da cultura anual melhora a eficiência dos fertilizantes.

A distribuição homogênea das sementes e a densidade correta ao longo dos sulcos melhora o rendimento potencial médio das plantas, particularmente as do tipo C4, como o sorgo, milho, milheto e braquiárias. A disposição das sementes das forrageiras misturadas ao adubo, principalmente *B. decumbens* e *B. brizantha*, a uma maior profundidade pode reduzir o efeito competitivo destas sobre as culturas anuais, em particular o arroz de terras altas. A densidade, a época de semeadura e o arranjo espacial das sementes ou plantas, também são aspectos importantes no estabelecimento do consórcio.

Deve-se dar preferência às cultivares recomendadas para a região. Para as culturas de sorgo ou milheto, recomenda-se cultivares mais tolerantes à acidez do solo. Para o milho, as cultivares devem ser, preferencialmente, tolerantes à acidez e ao alumínio do solo e devem ter inserção alta das espigas, para evitar perdas na colheita. Para o arroz de terras altas, também se deve dar preferência às cultivares recomendadas para a região. Além disso, as seguintes ponderações são importantes: as cultivares de ciclo curto, 100-



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



110 dias, devem ser as preferidas, já que são colhidas mais cedo, dando maior espaço de tempo, ainda no período chuvoso, para um melhor desenvolvimento das forrageiras consorciadas. Isso não invalida a utilização de cultivares de ciclo médio, 130-140 dias, mais produtivas. Cultivares de ciclo médio, de porte alto e com folhas decumbentes, têm a capacidade de sombrear o solo mais rapidamente e, em consequência, em alguns casos, podem até produzir mais em consórcio do que em cultivo solteiro. O mais importante ao se associar arroz de terras altas com forrageiras é o fenótipo das plantas. De maneira geral, as variedades de porte baixo sofrem maior competição que as variedades de porte alto.

Culturas anuais como o milho, o sorgo e o milheto, no sistema consorciado com forrageiras obedecem às recomendações convencionais para espaçamento e densidade de sementeira. Para o arroz de terras altas, no entanto, é necessário reduzir o espaçamento e aumentar a densidade de sementes na linha, por ser este menos competitivo do que as demais culturas. Esta providência possibilita o rápido sombreamento da área, reduzindo o desenvolvimento vegetativo das forrageiras. Recomenda-se o espaçamento de 30 a 45 cm, devendo ser ele tanto menor quanto mais baixa e menos perfilhadora for a cultivar. A densidade recomendada, de 80 a 100 sementes por metro, deve, via de regra, ser tanto menor quanto mais longo for o ciclo da cultura.

A adequação do espaçamento de sementeira das forrageiras determina a melhor cobertura do solo, podendo, ainda, resultar em melhor produção de forragem. A densidade, por outro lado, não só contribui para melhorar a qualidade da pastagem, como também, se sub ou superdimensionada, interfere no rendimento da cultura anual, principalmente do arroz de terras altas.

Para as forrageiras do gênero *Brachiaria*, tomando-se como base o Valor Cultural (VC) de 30%, 5 a 7 kg de sementes são suficientes para um hectare. Dividindo-se a constante 150 pelo VC, obtêm-se as quantidades de sementes de *B. brizantha* e *B. decumbens* a serem utilizadas, por hectare. Para o *Andropogon gayanus* são necessários entre 10 e 20 kg ha⁻¹ de sementes de boa qualidade, que são semeadas superficialmente, de maneira convencional. As braquiárias, no entanto, são misturadas ao adubo e semeadas na mesma fileira das culturas. Para espaçamentos superiores a 70 cm entre linhas, recomenda-se semear uma entrelinha de forrageira misturada com adubo. Neste caso, o cálculo da adubação deve levar em conta a linha adicional.

Não se tem constatado diferença ao se semear forrageira do gênero *Brachiaria* a lanço, no sulco de sementeira da cultura anual ou nas entrelinhas, quando as condições de solo, clima e época de sementeira permitem ao arroz desenvolver-se bem. Da mesma forma, a sementeira simultânea da cultura e da forrageira não interferiu no rendimento do arroz de terras altas. Assim, o mais econômico, por reduzir as operações, é a sementeira simultânea das forrageiras dos gêneros *Brachiaria* (na fileira da cultura anual) e *Andropogon* (a lanço).

A densidade de sementeira, no entanto, como era de se esperar, interfere no rendimento do arroz de terras altas e, pode interferir nas outras culturas anuais. Densidades superiores a 4-6 plantas m⁻², das forrageiras *A. gayanus*, *B. brizantha* e *B. decumbens*, reduziram sensivelmente o rendimento do arroz. Observações visuais indicam que o *A. gayanus*, por ter desenvolvimento inicial mais lento, competiu menos com a cultura. Em síntese, maiores densidades da forrageira podem reduzir a produtividade das



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



culturas, nem sempre gerando melhores pastagens, enquanto menores densidades da forrageira favorecem a cultura anual. Da mesma forma, quanto mais cedo for a semeadura, a partir do início do período chuvoso, melhor será o desenvolvimento da forrageira após a colheita dos grãos, devido ao maior aproveitamento do período das chuvas.

Em razão da praticidade e da não existência de implementos adequados para a implantação da prática de semeadura preconizadas no Sistema Barreirão, as sementes das forrageiras do gênero *Brachiaria* são misturadas ao adubo para posterior incorporação ao solo. Outras forrageiras, como as do gênero *Panicum* e *Andropogon*, obedecem às recomendações convencionais. A mistura, no entanto, devido ao efeito dos sais do adubo, pode resultar em danos às sementes. No Sistema Barreirão, recomenda-se que a mistura seja feita imediatamente antes de sua incorporação ao solo, não devendo permanecer estocada por mais de 24 horas. O armazenamento da mistura, no caso de *B. brizantha*, por mais tempo, reduz seu poder germinativo, podendo esta redução chegar a mais de 80% se o período for superior a 20 dias.

As forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Andropogon* devem ser semeadas superficialmente, segundo as recomendações convencionais. As do gênero *Brachiaria*, principalmente *B. brizantha* e *B. decumbens*, devem ser incorporadas ao solo a uma maior profundidade, cerca de 8 a 10 cm da superfície em solos de textura franca. Esta prática retarda a emergência das plântulas das forrageiras, tornando-as menos competitivas com as culturas, como o arroz de terras altas. Os melhores resultados com profundidade de adubação e de semeadura são obtidos quando a cultura tem o crescimento limitado pela baixa fertilidade do solo, condições climáticas e pela época de semeadura. Comparando-se as semeaduras a 3, 6, 9 e 12 cm de profundidade, em solo de textura média, observaram-se pequena variação na população da forrageira e um substancial aumento no rendimento de grãos do arroz de terras altas, à medida que o adubo misturado às sementes destas forrageiras foi incorporado a uma maior profundidade. Solos muito argilosos ou arenosos podem dificultar a emergência das plântulas, principalmente se ocorrer estiagem após a semeadura. Recomenda-se a execução de testes locais, para determinar a melhor profundidade de adubação e de semeadura da forrageira.

Em solos corrigidos, onde se consorcia espécies graníferas com forrageiras visando à produção de forragem para a entressafra ou palhada para o Sistema Plantio Direto, o arranjo espacial das plantas obedece às recomendações convencionais. O principal detalhe é que a adubação nitrogenada em cobertura deve ser antecipada, bem próxima da data de emergência das plantas.

Tanto nos solos degradados sob pastagens degradadas como nos solos corrigidos, a soja também pode ser utilizada no sistema de consórcio. Mas, para isso, deve-se lançar mão de subdoses de graminicida para conter o crescimento das forrageiras ou semeá-las em sobressemeadura quando a soja estiverem com os grãos completamente desenvolvidos.

Quanto à braquiárias, as mais utilizadas são as das espécies *B. brizantha* e *B. ruziziensis*. As cultivares da espécie *B. brizantha* são produtivas, mais resistentes à seca e ao pisoteio e, por isso, mais apropriadas para pecuaristas. Por outro lado, a braquiária *ruziziensis* é ótima para a formação de cobertura morta para o SPD e é facilmente



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



dessecada sendo, portanto, mais apropriada para lavoureiros, ainda que seja de ótima palatabilidade para os animais.

O mais recente sistema de produção de grãos e forragens é o Sistema Santa Brígida, cujo objetivo é inserir os adubos verdes no sistema de produção, de modo a permitir um aumento do aporte de nitrogênio no solo, via fixação biológica do nitrogênio atmosférico. O consórcio não deve afetar a produção de grãos de milho. A cultura subsequente pode se beneficiar do nitrogênio proveniente das leguminosas, permitindo a redução no fornecimento de nitrogênio mineral. Ainda, pode-se citar como vantagens desse sistema a melhoria na qualidade das pastagens, quando no consórcio também se cultiva braquiárias e a diversificação das palhadas para o Sistema Plantio Direto. Essas técnicas já foram estudadas e descritas por Oliveira (2010).

O Sistema Santa Brígida representa, ainda, uma alternativa para o produtor implementar a fixação biológica de nitrogênio no sistema de produção, que consiste em uma das metas do Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Programa ABC), lançado pelo governo federal, em 2010, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2010). Esse programa visa financiar a recuperação de pastagens degradadas (15 milhões de hectares); a implantação do sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (4 milhões de hectares); Sistema de Plantio Direto na palha (8 milhões de hectares); de florestas plantadas (3 milhões de hectares) e a fixação biológica de nitrogênio (5,5 milhões de hectares), no período de 2010 a 2020.

A implantação do Sistema Santa Brígida segue, basicamente, as premissas dos sistemas de produção convencional de milho, acrescentando-se a espécie leguminosa.

A dessecação da área ou o preparo do solo obedecem às recomendações convencionais, respeitando-se, porém, no Sistema Plantio Direto que a dessecação seja feita, pelo menos, duas a três semanas antes da semeadura do milho e/ou da leguminosa. Esse procedimento evita que exsudatos contendo moléculas do dessecante passem da planta alvo para as raízes da(s) cultura(s) principal(ais).

A quantidade de sementes obedece às recomendações convencionais em termos de quilos por hectare. É desejável que se obtenha uma população final entre 4 e 5 plantas por metro ou 8 a 10 plantas por metro quadrado. No caso da produção de milho com espaçamento reduzido, a semente da leguminosa pode ser misturada ao fertilizante, desde que a sua incorporação não seja muito profunda, estabelecendo-se o consórcio na mesma fileira do milho. Esse mesmo procedimento pode ser usado para espaçamentos maiores de milho (0,8 a 1,0m), sendo, porém, recomendável a adição de uma fileira da leguminosa centralizada nas entrelinhas do milho (Figura 1).

A adubação do milho deve ser feita de acordo com as recomendações convencionais, inclusive a aplicação do nitrogênio em cobertura. O consórcio pode ser estabelecido via semeadura simultânea ou defasada, ou seja, as leguminosas podem ser semeadas em operação distinta, cerca de 10 a 15 dias após a emergência das plantas de milho. A escolha entre o consórcio simultâneo ou defasado deve considerar:

(i) espaçamento entre linhas de milho, pois à medida que se diminui o espaçamento o fechamento da cultura ocorre mais rapidamente e, nesse caso, a semeadura dos adubos

verdes pode ser realizada no mesmo dia que o milho, uma vez que a capacidade de competição pelas leguminosas, que já é baixa, é ainda mais suprimida pelo sombreamento proporcionado pelo milho em espaçamento reduzido e;

(ii) infestação da área por plantas daninhas de folhas largas. Nesse caso, recomenda-se que seja adotada alguma prática de controle precoce das plantas daninhas antes da implantação do consórcio, para garantir que a emergência das plantas leguminosas ocorra após a aplicação dos herbicidas.

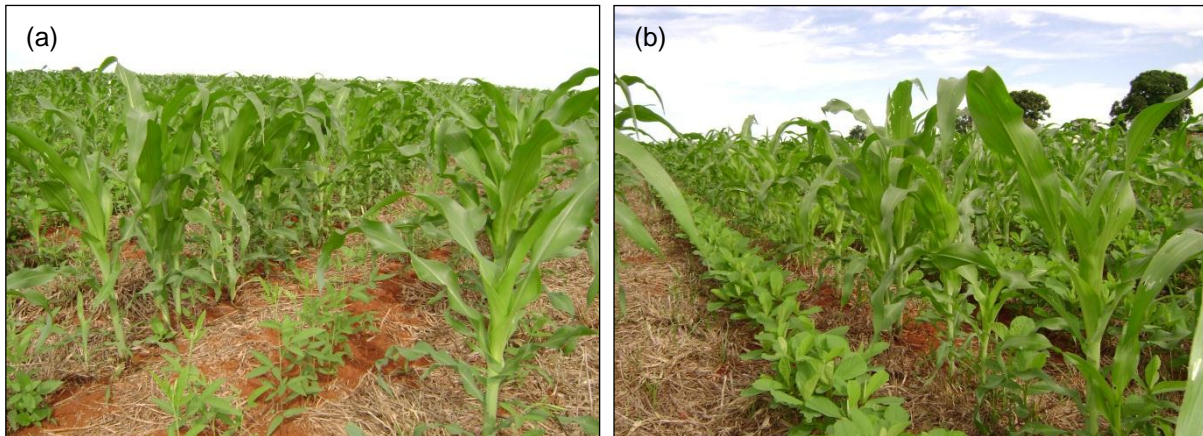


Figura 1 – Consórcios de milho com guandú-anão (a) e crotalária (b): leguminosas nas linhas e entrelinhas do milho. Verão de 2008/2009, Santo Antônio de Goiás-GO

Em áreas muito infestadas por plantas daninhas, folhas estreitas e largas, não é recomendável fazer o consórcio simultâneo do milho com a leguminosa. Nesse caso, recomenda-se fazer um manejo precoce das plantas daninhas, com herbicida pós-emergente e imediata semeadura das leguminosas em pós-emergência do milho.

A colheita do milho não deve ser atrasada, sob risco de dificuldades operacionais devido ao volume de massa verde acumulada pelas leguminosas a partir da senescência do milho (Figura 2).



Figura 2 – Vista parcial dos consórcios de milho com guandú-anão (a) e crotalária (b) no momento da colheita. Verão de 2008/2009, Ipameri-GO



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



Além da leguminosa, pode-se também introduzir no sistema sementes de forrageiras gramíneas, a exemplo das braquiárias. As forrageiras, por sua vez, podem ser semeadas imediatamente antes da cultura do milho em áreas que não apresentem infestação de plantas daninhas de folha estreita ou em pós-emergência da cultura do milho.

A maneira mais prática de fazer esse consórcio triplo é a mistura de superfosfato simples com as sementes da leguminosa e da braquiária, e semeá-las incorporando a 2 ou 3 cm de profundidade nas entrelinhas do milho. No caso de áreas muito infestadas por plantas daninhas, deve-se proceder a aplicação precoce de herbicida(s) pós-emergente(s).

Nesse caso, a colheita do milho também não deve ser tardia, uma vez que as espécies de braquiária tendem a crescer vigorosamente após a senescência do milho, devido à entrada de radiação solar nas entrelinhas da cultura. Essa medida deve evitar embuchamentos na colhedora pela forrageira.

Contudo, essa modalidade de consórcio proporciona produção de grãos e de forragem de qualidade justamente no período seco do ano, crítico para a produção bovina a pasto. Recomenda-se, ainda, que após a colheita do milho a área seja vedada por cerca de 30 a 60 dias para que a forrageira se estabeleça plenamente e garanta boa pastagem. Ressalta-se que a presença do guandu-anão no novo pasto é enriquecedor tanto do solo quanto da forragem para os animais, aumentando o teor de proteína em sua dieta. Em sistemas estritamente agrícolas, a vedação é desnecessária, e a braquiária atua então como planta de cobertura do solo, juntamente com o guandu-anão.

Em estudos conduzidos pela Embrapa Arroz e Feijão, no verão de 2008/2009, foi concluído que o consórcio, simultâneo ou defasado, de milho com crotalária (*Crotalaria spectabilis*) ou guandu-anão (*Cajanus cajan*) não supre a necessidade de nitrogênio (N) do milho, determinado pela produtividade de grãos. Por outro lado, desde que o milho seja adubado adequadamente, o consórcio de milho com guandu-anão ou com *Brachiaria brizantha* não interfere na produtividade de grãos de milho. Além disso, observou-se que a produtividade de feijão é maior no cultivo sobre palhadas de milho com guandu-anão ou crotalária e de *B. brizantha*, do que àquela obtida sobre palhada exclusiva de milho.

4. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)

Em sua grande maioria, as tecnologias e os conhecimentos necessários para a implantação dos diversos sistemas de iLPF foram desenvolvidos pela Embrapa e por empresas, universidades e institutos de pesquisa estaduais que compõem o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA).

Mesmo sendo praticada há algum tempo, em determinadas regiões do País, sem esta denominação, a iLPF tem o grande mérito de integrar tecnologias desenvolvidas pela pesquisa, em sistemas de produção onde há a preocupação de contemplar os aspectos econômico, social e ambiental.

A adoção de sistemas de iLPF pode trazer melhorias significativas na sustentabilidade socioeconômica e ambiental das propriedades. Na ótica privada, os benefícios econômicos trariam aumento da oferta, para um dado preço de mercado, com



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



custos de produção menores. Isto seria viável pela maior eficiência no uso de fertilizantes e menor demanda por agroquímicos, pela quebra no ciclo de pragas e doenças e de plantas daninhas. É uma possibilidade plausível de recuperar áreas degradadas. Além de efeitos positivos sobre a renda do produtor rural somam-se benefícios mais amplos à sociedade, pelo aumento da oferta de alimentos, fibras e energia e favorecimento para a consolidação de um ambiente macroeconômico mais estável, ou pela menor pressão exercida sobre os recursos físicos da propriedade. Permitindo o aumento dessa oferta sem promover novos desmatamentos, enquanto áreas agrícolas em degradação ou degradadas, de baixa produtividade seriam recuperadas por atividades “mais eficientes”, como lavouras, produtos madeireiros e não madeireiros ou pecuárias produtivas.

Na dimensão ambiental, as áreas de pastagens cultivadas são a melhor alternativa para a expansão da produção de grãos e biocombustíveis. Ou seja, além do benefício das pastagens na sua transformação em alimentos de elevado valor biológico (carne e leite), a planta forrageira e seu agroecossistema provêm outros serviços ambientais importantes. Entre eles destacam-se: conservação dos recursos hídricos e edáficos; controle de pragas e doenças; fixação de carbono; aumento da matéria orgânica do solo e; redução da emissão de gases de efeito estufa.

A iLPF tem como objetivo integrar sistemas de produção de alimentos, fibras, energia e produtos madeireiros e não madeireiros, realizados na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, para otimizar os ciclos biológicos de plantas e animais, insumos e seus respectivos resíduos. Visa, ainda, manutenção e reconstituição da cobertura florestal, a recuperação de áreas degradadas, a adoção de boas práticas agropecuárias (BPA) e aumentar a eficiência com o uso de máquinas, equipamentos e mão de obra, possibilitando, assim, gerar emprego e renda, melhorar as condições sociais no meio rural e reduzir impactos ao meio ambiente.

Além desses pontos, outros atributos oriundos da sua implantação dizem respeito à contribuição para a adequação ambiental das propriedades, à manutenção e/ou recuperação das Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal e a introdução de tecnologias para diminuir impactos ambientais.

O conjunto de práticas de iLPF, face à crescente demanda mundial por alimentos, fibras e energia, é um poderoso mecanismo de desenvolvimento para regiões que possuem áreas e solos em degradação. Possibilita a recuperação sustentável do potencial produtivo desses locais e incrementos de eficiência em regiões com tecnologia mais avançada, ao potencializar o efeito de manejos, como plantio direto e rotação de culturas. Trazendo grandes vantagens para ambas as realidades, desestimulando o desmatamento de áreas e valorizando a produção por meio das boas práticas agropecuárias e certificação.

A combinação entre atividades de agricultura, pecuária e silvicultura confere grande versatilidade ao sistema, ao permitir que componentes sociais, econômicos e ambientais sejam considerados para a adequação do modelo ideal de integração à realidade da região. Essa interação também é extremamente benéfica, do ponto de vista social, por atender a um dos maiores desafios da humanidade: produzir de forma sustentável alimentos, fibras e energia, com uso mais eficiente de recursos escassos e conservação do ambiente.



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



Os sistemas de iLPF devem ser adequadamente planejados, levando-se em conta os diferentes aspectos socioeconômicos e ambientais das unidades de produção. Eles podem ser adotados por qualquer produtor rural, independente do tamanho do estabelecimento agropecuário.

Um sistema sustentável de iLPF deve ser:

- Tecnicamente eficiente, considerando o ambiente no qual se encontra a propriedade e utilizando manejos e insumos adequados e de acordo com as recomendações oficiais;
- Economicamente viável, pela melhor utilização dos recursos e uso da terra, diversificação e maior estabilidade das receitas e diminuição dos riscos;
- socialmente aceitável, por ser aplicável a qualquer tamanho de propriedade, aumentar e distribuir melhor a renda no campo e aumentar a competitividade do agronegócio brasileiro; e
- ambientalmente adequado, por preconizar a utilização de práticas conservacionistas e de melhor uso da terra.

A adoção da iLPF pode ser facilitada pela adequada distribuição espacial das árvores no terreno, visando práticas de conservação do solo e água, favorecimento do trânsito de máquinas e, a observância de aspectos comportamentais dos animais. Para tanto, o arranjo espacial mais simples e eficaz é o de “aléias”, onde as árvores são plantadas em faixas (linhas simples ou múltiplas) com espaçamentos amplos. Os produtores que desejem privilegiar a produção de madeira podem utilizar aléias mais estreitas ou maior número de linhas em cada faixa (mais árvores/ha); enquanto que os que preferem a atividade agrícola e/ou pecuária utilizam espaçamentos maiores, ou seja, aléias mais largas (menos linhas em cada faixa) (Sharrow, 1998; Porfírio-da-Silva, 2006; Porfírio-da-Silva, 2007; Porfírio-da-Silva, 2008).

No Brasil existem vários sistemas de iLPF que são modulados de acordo com o perfil e os objetivos da propriedade rural. Além disso, essas diferenças nos sistemas se devem às peculiaridades regionais do bioma e da fazenda, como: condições de clima e de solo, infra-estrutura, experiência do produtor e tecnologia disponível.

4.1. Sistemas de iLPF na Amazônia

No Bioma Amazônia, em termos de iLPF, predominam os sistemas silviagrícolas e silvipastoris. Em diversas propriedades, os sistemas silvipastoris vêm sendo adotados com êxito, com uso das espécies florestais: paricá, eucalipto, teca e mogno africano. Entre as forrageiras destacam-se: braquiarião, quicuio, *Panicum* sp., capim-gengibre, jaraguá, *Pueraria*, *Centrosema macrocarpum* e *Capsicum pubescens*. O componente animal é composto por bovinos e bubalinos para produção de carne e leite, além da produção de ovinos deslançados.

O sistema silviagrícola é normalmente implantado em áreas degradadas, com o plantio de grãos por duas a três safras, com predominância de arroz, milho, soja e feijão caupi. Esta implantação ocorre nas entrelinhas de espécies florestais adaptadas às condições edafoclimáticas locais. O plantio dessas espécies é feito concomitantemente à



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



primeira lavoura. Para isso é necessária a recuperação da área cultivada e a correção e adubação do solo. Com o solo em melhores condições de fertilidade, a partir da terceira safra inicia-se o processo de consorciação das lavouras de grãos com pastagens (com espécies diferentes das anteriormente cultivadas) para a formação das pastagens e para a introdução dos animais, estabelecendo a dinâmica da implantação de sistemas agrossilvopastoris sequenciais.

Experiências silvipastoris foram realizadas em sua maior parte por empresas do setor florestal e por fazendas pecuárias, que efetuaram plantios florestais em áreas preferencialmente de pastagem degradada. A obrigatoriedade legal em reflorestar, a necessidade da diversificação da produção e a manutenção da posse da terra são motivos para investir no plantio de árvores.

A redução de custos de limpeza da área é a principal razão para adoção do enfoque silvipastoril. Tem-se como estratégia de atuação na região a geração de tecnologias voltadas para o desenvolvimento de sistemas pecuários sustentáveis em áreas alteradas da Amazônia, e a disponibilização de resultados de pesquisa e transferência de tecnologia adaptados às condições de cada estado e aplicáveis aos demais sistemas produtivos.

A iLPF permite incorporar tecnologias, a exemplo do “Sistema Bragantino” que visa o cultivo contínuo de diversas culturas, em rotação e consórcio, usando a prática do Sistema Plantio Direto (SPD), busca aumentar a produtividade das culturas, a oferta de mão-de-obra na região durante todo o ano, a renda e a qualidade de vida do produtor rural.

4.2. Sistemas de iLPF na Caatinga

O sistema de iLPF mais utilizado e de maior aplicabilidade na região do Bioma Caatinga é o agrossilvipastoril. É indicado como resposta às pressões por produção de alimentos para a população humana e para os rebanhos. Esse sistema integra a exploração de espécies lenhosas perenes, associadas às culturas e as pastagens.

Esta tecnologia objetiva garantir a estabilidade e a diversidade da produção, elevar a produtividade, melhorar a fertilidade do solo e aumentar a oferta de forragem de boa qualidade. O uso de espécies arbóreas garante a circulação de nutrientes e o aporte significativo de matéria orgânica do solo, condições essenciais para cultivar, de maneira continuada, os solos tropicais.

Também vem sendo adotado o sistema silvipastoril, em duas modalidades:

1. Introdução de animais em lavouras de espécies arbóreas comerciais permanentes;
2. Introdução ou manutenção do componente arbóreo (nativo ou exótico) em pastagens cultivadas, adaptadas ao Semiárido.

A adoção de pastagens cultivadas adaptadas ao Semiárido (capim-buffel e braquiárias) tem aumentado ao longo dos anos. Entretanto, a maioria dos pecuaristas adota o regime extrativista; as áreas de pastagens, na sua grande maioria, não tiveram o devido manejo, nem correção e manutenção da fertilidade do solo. Atualmente, grande percentual dessas áreas apresenta-se degradada.



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



4.3. Sistemas de iLPF no Cerrado

Para o Bioma Cerrado, a iLPF se caracterizam com as espécies agrícolas algodão, soja, milho, sorgo, feijão, arroz e girassol. Os principais consórcios são de milho + capim/forageiras (80%), sorgo (granífero ou silagem) + capim/forageiras (15%), e outros consórcios (milheto, sorgo pastejo, guandu) (5%). Como espécies forrageiras as do gênero *Brachiaria* (80%), espécies de *Panicum* (10%) outras (10%). Como principais espécies florestais têm-se o eucalipto (80%), a teca, o cedro australiano e o mogno (15%) e outras (5%). E por fim, as espécies/raças de animais são de bovinos de corte (50%), bovinos de leite (30%), e, ovinos e caprinos (20%).

Atualmente, os sistemas de iLPF completos, ou seja, que contemplam as espécies agrícolas, pastagem e floresta conjuntamente ainda são pouco adotados. Algumas opções de sequência de implantação em pasto degradado envolvem no 1º ano a soja ou arroz, no 2º ano milho ou sorgo, no 3º ao 5º ano pastagem ou volta com soja; ou então, no 1º ano milho ou sorgo ou milheto, e no 3º ao 5º ano: pastagem.

Para a situação de solo já agricultável: rotação – milho ou sorgo para silagem no verão + capim/forageiras para pastejo na entressafra e algodão; soja, milho ou sorgo para silagem no verão + capim/forageiras para pastejo na entressafra. O pasto, além da primeira entressafra, pode ficar por mais um ou dois anos e voltar a lavoura.

Entre as opções de sucessão em safrinha de verão compreendem: soja, safrinha de milho ou sorgo + capim/forageiras para pastejo de safrinha, e voltar à soja ou ao milho no verão. Pode ser rotação soja/safrinha de milho+ capim/forageiras (verão) / safrinha de pasto, ou sucessão milho ou sorgo silagem no verão + capim/forageiras para pastejo na entressafra.

4.4. Sistemas de iLPF na Mata Atlântica

Nas áreas de Mata Atlântica da região Sul predominam sistemas de iLPF baseados na sucessão de culturas no verão (soja, milho e feijão) e pastagens cultivadas no inverno, sobretudo com espécies de clima temperado (aveia-preta e azevém anual).

Na região Sudeste, predominam as rotações de forrageiras com culturas anuais (soja, milho, algodão) para produção de palhada, para plantio direto ou produção de forragens para alimentação animal na entressafra. Nos sistemas silvipastoris da região predominam as combinações de pastagem e de eucalipto para madeira ou de pastagens com espécies lenhosas fixadoras de nitrogênio, para manutenção e/ou recuperação da fertilidade do solo.

Na região Nordeste, os sistemas de iLPF predominantes são os silvipastoris, que usa principalmente a *Gliricidia sepium* como leguminosa, representando o componente florestal nas diversas formas de associação, e as braquiárias, como componente herbáceo. O processo inicia-se com o consórcio da leguminosa com culturas de milho e/ou feijão, repetido por 2 a 5 anos, dependendo do sistema, seguido do consórcio pasto/árvores. Em algumas áreas é utilizado o consórcio de soja e eucalipto seguido do sistema silvipastoril após o 3o ano. Nas áreas de cana, a cada 5 anos, cultivam-se leguminosas anuais (feijão de corda), na época da reforma do canavial.



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



4.5. Sistemas de iLPF no Pampa

Existem várias alternativas de sistemas de iLPF no bioma Pampa. Na metade sul do Rio Grande do Sul, o sistema mais comum é o agropastoril com plantio de arroz irrigado e bovinocultura de corte ou de leite. As principais pastagens perenes incluem o azevém anual, o trevo branco, a aveia branca, festuca, cornichão e pensacola, ou revegetação com espécies nativas. Na metade norte, outra versão do sistema agropastoril é utilizado com o plantio de soja-milho (verão) / trigo-pastagem (inverno) e bovinocultura de corte e leite.

Na zona de Planalto, o sistema de integração predominante é o silviagrícola com plantio de erva mate, soja-milho, pastagem anual de inverno (aveia-preta, azevém, ervilhaca, milheto etc). O plantio de citrus/pêssego, grãos ou forrageiras é uma forma de integração silviagrícola ou silvipastoril encontrada na metade Sul do Rio Grande do Sul.

Já a integração agrossilvipastoril prevê lavouras cultivadas nas entrelinhas de espécies florestais, em consórcio/sucessão de lavouras com pastagens (pecuária) e floresta. Este sistema ocorre nas diversas regiões do bioma Pampa. Sendo bastante utilizado em áreas de agricultura e de vegetação campestre, em processo de degradação ou invadidas pelo capim-annoni.

No componente florestal predomina a utilização de espécies arbóreas exóticas de pinus, eucalipto e acácia negra. Por isso, é oportuna a introdução de espécies de alto valor forrageiro.

Na Figura 3 estão apresentados os modelos de sistemas de ILPF mais utilizados no Sul do Brasil, distribuídos em dois grandes grupos: para condições de terras baixas e de terras altas.

No planejamento de áreas para os modelos existentes, considera-se que haverá combinações de sucessão de culturas/culturas, culturas/pastagens, culturas/plantas de cobertura, pastagens/plantas de cobertura e rotação de culturas/culturas, culturas/pastagens e culturas ou pastagens/plantas de cobertura. Nesses modelos é imprescindível que 20% a 30% dos componentes (culturas, pastagens ou plantas de cobertura) tenham como finalidade principal a melhoria do solo, pela incorporação de palhada com boa relação C/N, incorporação e ciclagem de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio.

Nos modelos de sistemas para terras baixas é importante destacar que o cultivo de arroz irrigado é atividade preponderante dentro das rotações e/ou sucessões. Mas deve-se destacar que, para adequação da integração com pastagens e culturas de verão nessas áreas, a drenagem do terreno, a fertilização de acordo com as demandas dos cultivos e o manejo do pastejo são imprescindíveis à sustentação desses modelos de produção. Para isso já existem tecnologias disponíveis que os produtores poderão utilizar como as de plantio direto de qualidade na palhada, a adequação do solo com camalhões e drenos, a adubação e calagem em épocas apropriadas aos modelos de sistemas e não às culturas isoladamente, e o pastejo controlado com cargas ajustadas à capacidade de suporte dos pastos. Aos modelos utilizados nas terras altas com rotações e/ou sucessões de atividades de ambientes melhores drenados naturalmente, as tecnologias para drenagem tornam-se de menor importância.



Figura 3 - Diagrama de modelos de sistemas integrados de produção utilizados no Sul do Brasil. Fonte: (SILVA et al., 2011).

4.5.1. Integração lavoura – pecuária nas condições de terras baixas

A utilização das terras baixas com pastagens cultivadas de estação fria apresenta um enorme potencial para aumentar a produtividade desse sistema de produção agropastoril no estado do Rio Grande do Sul. Existem cerca de cinco milhões de ha de várzeas potencialmente utilizáveis sob este sistema. Anualmente, entre 900 mil e 1,2 milhões de ha são usados pela lavoura orizícola. A área restante permanece em “pousio” ou descanso por três ou quatro anos geralmente, dependendo do modo de uso da terra, do sistema de parceria ou arrendamento, da fertilidade do solo, etc.. Na atualidade, existe uma tendência de reduzir os anos de pousio, assim intensificando a exploração do solo, principalmente nas terras arrendadas, manejo que provoca importantes alterações negativas tanto na estrutura física quanto nas propriedades químicas nos solos de várzeas.

Sendo cultivado, principalmente, em áreas da metade sul do Estado, as regiões ecoclimáticas da Depressão Central e do Litoral ou Planície Costeira, em toda a sua extensão norte-sul, também participam de forma expressiva na produção de arroz irrigado no Estado. A Depressão Central contribui com uma lavoura orizícola em torno de 330.000 ha, representando cerca de 30 % da área cultivada estadual.

A atual situação da integração da lavoura arrozeira com a pecuária de corte ainda é bastante precária, apresentando baixos índices de produtividade e de rentabilidade. A pecuária leiteira inserida neste sistema também é de fraco desempenho REIS (1998). Na condição atual, o arroz (*Oryza sativa*) é o componente do sistema que é priorizado pelo agricultor via utilização de tecnologias mais avançadas (novas cultivares, sistematização do solo, técnicas de estabelecimento - plantio direto - irrigação, controle mais eficaz das plantas daninhas, dentre outras), as quais proporcionaram crescentes aumentos de produtividade e de produção arrozeiras. Desta forma contribui para o aumento da sustentabilidade do sistema, embora estas técnicas quase sempre impliquem no aumento dos custos de produção, tornando bastante estreita a margem de lucro, mesmo quando elevados rendimentos (acima de 5-6 t/ha) de arroz são obtidos (SAIBRO e SILVA, 1999).

Por outro lado, a pecuária tem sido relegada a um plano secundário onde se destaca a ausência de investimentos em tecnologias disponíveis capazes de gerar consideráveis aumentos no desempenho animal nesse sistema e de contribuir também, de forma mais significativa, para o aumento da sustentabilidade do sistema como um todo, provocado pelo melhor uso da terra e outros meios de produção, com aumento dos ingressos financeiros para o produtor rural.

Experiências mostram que com pastagens de inverno e tecnologias adequadas na sucessão do arroz irrigado durante três anos ou mais, os índices de produtividade animal ultrapassam 500 kg/ha podendo chegar a valores acima de 1 t/ha de peso vivo e a cultura do arroz pode incrementar sua produtividade em mais de 20%. Entretanto, os produtores ainda carecem das tecnologias sobre manejo sustentável desses sistemas de produção, nas quais deve ser considerado que os processos da interface solo-planta-animal são dinâmicos na fase pecuária e que afetam o desempenho das culturas na sequência, uma vez que essa dinâmica dos nutrientes no solo depende da cobertura orgânica ou palhada remanescente do pastejo. Os animais são agentes intensificadores da atividade de

ciclagem de nutrientes no sistema, no entanto, os pastores devem conduzir o pastoreio de forma equilibrada visando sustentabilidade, considerando que a intensidade de pastejo deve respeitar a capacidade de suporte dos pastos (Silva; Silva, 2009).

a. Integração arroz-bovinos de corte

Nesse modelo de integração lavoura-pecuária é importante destacar que o solo deverá ser drenado após a lavoura de arroz, que é cultivado irrigado, e que no planejamento de uso das áreas o arroz deve permanecer por 1 a 2 anos e, a área ficará em pousio do arroz sendo utilizada por pastagens de inverno e culturas como soja, milho ou sorgo.

O efeito de tecnologias sustentáveis de manejo de pastagens e produção animal em sistemas de integração lavoura de arroz e pastagens pode ser visto na Tabela 2. Estão apresentados dados de produtividade animal e período de pastejo em diferentes alternativas de pastagens e tecnologias em sistema de integração da lavoura de arroz irrigado com pastagens de inverno e campo melhorado. Em cada sistema a detalhes de manejo de solo e da fertilidade que influenciam no resultado final, no entanto, na ILP, os resultados devem ser analisados no tempo e não somente na fase pastagem.

Trabalho conduzido no Litoral Norte do RS, no município de Capivari do Sul, entre os anos de 1996 e 1999, onde na sucessão da lavoura de arroz houve correção da acidez e da fertilidade do solo acompanhada de boa drenagem superficial e interna, durante um período de 3 anos de pousio da lavoura, permitiu superioridade acima de 24 % na produtividade do arroz na área com bom estabelecimento de pastagem com leguminosa em relação a áreas sem boa presença da mesma (Tabela 3) (Silva et al., 1997; Saibro ; Silva, 1999). A presença do Trevo Ball (*Trifolium nigrescens*), trevo anual de boa ressemeadura natural e com alta produção de forragem.

Os resultados médios do desempenho animal em quatro estações ou épocas de pastejo, no período inverno-primavera de 1996 até inverno de 1998, para cada uma das pastagens estudadas, revelou ganhos médios diários da ordem de 0,78; 0,66; 0,72 e 0,8 kg/cabeça/dia, respectivamente para os tratamentos azevém + 90 kg de N/ha; azevém + trevo vesiculoso; azevém + trevo branco + cornichão e azevém + trevo ball. Os ganhos de peso vivo por hectare acumulados durante o período foram de 1091; 870; 907 e 505 kg, respectivamente para os mesmos tratamentos. O menor rendimento observado no trevo ball (*Trifolium nigrescens*) deveu-se ao fato de que sua avaliação não tenha ocorrido no primeiro ano (Saibro & Silva, 1999). O azevém anual confirmou suas características de excelente adaptação, altos rendimentos e qualidade da forragem, quando bem nutrido e adubado com razoável dose anual (80-100 kg/ha) de nitrogênio, sendo uma espécie confiável para uso no sistema. As leguminosas mostraram que são plantas mais exigentes e necessitam melhores condições de fertilidade e manejo.

Tabela 2 - Produtividade animal, em kg/ha de peso vivo, e período de pastejo, em diferentes pastagens em sistemas de integração da lavoura de arroz irrigado e pecuária de corte nas terras baixas do Bioma Pampa.

| Sistemas de Forrageamento | Produtividade animal* (Kg/ha de PV) | Período de pastejo (dias) |
|---|--|------------------------------|
| Pastejo em resteva de arroz | 45- 65 | 45 – 60 |
| Resteva + pastagem de inverno com baixo nível adubação | 180 - 250 | 90 - 110 |
| Azevém anual + 90 kg/ha de N + adubação de base + calagem | 500 - 600 | 130 – 150 |
| Azevém anual + leguminosas com fertilidade corrigida | 480 - 650 | 120 - 140 |
| Azevém anual + leguminosas + água com fertilidade corrigida | 780 - 1100 | 140 - 300 |

* Resultados adaptados de SILVA et al.,1997; SAIBRO e SILVA, 1999; REIS e SAIBRO, 2004; REIS e RAUPP, 2006; SILVA, 2009).

A base teórica dessa pesquisa consistiu em avaliar o incremento tecnológico provocado pela remoção de fatores limitantes relevantes sobre o aumento da produtividade e da sustentabilidade do sistema físico de produção. A reduzida drenagem do solo, tanto interna quanto superficial, e a baixa fertilidade do solo foram identificados como fatores limitantes primários. O emprego de uma técnica de manejo adequada ao potencial produtivo das pastagens e o uso de animais jovens, com potencial de resposta aos melhoramentos proporcionados pelo novo sistema, foram também importantes instrumentos para uma correta avaliação dos efeitos provocados no sistema convencional.

Tabela 3 - Rendimento da cultura do arroz irrigado, em kg/ha de grão corrigido para 13 % de umidade, em áreas que ficaram em pousio durante 3 anos com diferentes pastagens de inverno. Unidade de Referência Tecnológica, EMATER-RS (Viamão) e UFRGS. Fazenda dos Touros, Capivari do Sul, RS. Safra de 1998/1999.

| PASTAGEM | Rendimento do arroz kg/ha |
|---------------------------------|------------------------------|
| Azevém + 90 kg/ha de N | 6172 |
| Azevém + tr. Vesiculoso | 5820 |
| Azevém + tr. Branco + cornichão | 6027 |
| Azevém + tr. Ball | 7286 |

Média: 6326; s: 656.

Em outra região arrozeira, Santa Vitória do Palmar, Litoral Sul, na Fazenda Pimenteira, Silva em 2009, trabalhando em uma Unidade de Referência Tecnológica com a mistura de Azevém, trevo branco, trevo vermelho e cornichão São Gabriel em solo corrigido e adubado conforme análise de solo e drenado superficialmente obteve índices

de produtividade animal acima de 2000 kg/ha de peso vivo em 30 meses de pastejo, no período de pousio da lavoura de arroz de 4 anos. Importante salientar que no manejo das pastagens a carga animal sempre foi ajustada conforme a capacidade de suporte do pasto e, o pastoreio obedeceu aos critérios do método contínuo com carga ajustada e variável.

Em outro trabalho conduzido numa Unidade de Referência Tecnológica no município de Camaquã, Granja Cariola, foram utilizadas tecnologias de drenagem do solo, incorporação da palhada da cultura do arroz via rolo-faca, correção e fertilização do solo, semeadura de mistura de azevém anual, trevo branco e cornichão São Gabriel - forrageiras de inverno - e manejo da pastagem via ajuste de carga animal e pastejo com carga contínua variável. Essas tecnologias foram comparadas a que tradicionalmente é utilizada na região e na propriedade, isto é, incorporação da palhada via gradagem, sem adubação, semeadura de azevém anual e pastejo sem ajuste de carga (Figura 4).

Na tabela 4 estão apresentados os resultados de produtividade animal, de custo e receitas e do custo operacional de peso vivo obtido em cada modelo (Silva, 2012), no primeiro ano de avaliação. Verifica-se que quando há introdução de tecnologias mais sustentáveis de manejo do sistema de integração, em comparação ao modelo convencional, existe significativa diferença na produção animal colhida dos sistemas, e isso redundou em grande diferença de custos operacionais da carne produzida, sem considerar o grande benefício que tecnologias sustentáveis e modernas trazem de benefício ao solo e pastagem. Nesse caso as pastagens ressemeiam naturalmente, ou seja, mesmo sendo com algumas espécies forrageiras anuais, há perenização por 3 a 4 anos vias sementes incorporadas ao solo. A produção animal na área com ILP sustentável no segundo e terceiro ano de avaliação das tecnologias foi de 308 e 340 kg/ha de peso vivo, o que resultou em um custo operacional de R\$ 1,16 e R\$ 1,12 por kg de peso vivo, respectivamente. A testemunha produziu menos de 50 kg/ha/ano de peso vivo. O preço médio de venda do peso vivo na propriedade oscilou, nos três anos, entre R\$ 2,90 e R\$ 3,50 comercializados atualmente.

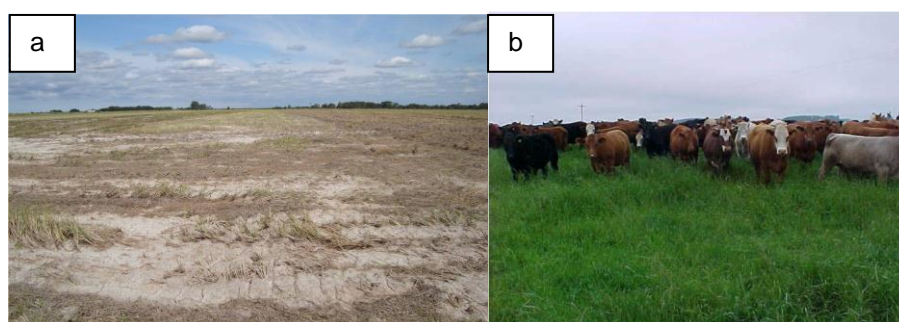


Figura 4. Área que foi usado rolo faca para incorporação da palhada de arroz visando incorporação de palhada da resteva (a) e pastagem de segundo ano de azevém anual (*Lolium multiflorum*) e cornichão El Rincón (*Lotus subbiflorus*). Camaquã e Mostardas.

Tabela 4 - Produtividade animal e custo do peso vivo produzido com uso de tecnologias sustentáveis de ILP, com pastagens na sucessão de arroz irrigado. Granja Cariola, Camaquã. Fonte: Silva, 2012 (Dados não publicados)

| Tratamento | Área | Período avaliado | Desembolso R\$/ha | Produção PV kg/ha | Custo R\$/kg PV |
|-----------------|------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Tecnologias ILP | 42ha | 04/07/2009 - 30/04/2010 | 1.135,07 | 421 | 2,70 |
| Testemunha | 58ha | 26/08/2009 - 23/03/2010 | 411,90 | 93 | 4,43 |

b. Integração arroz - bovinos de corte - soja e milho

Este experimento foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, em duas áreas de 5,7 ha cada, sobre, um Planossolo Háplico Eutrófico Solódico.

A área foi conduzida com arroz irrigado até a safra 2005/06, a qual, após a colheita do arroz, foi drenada com a construção de camalhões de base larga (7 a 8 metros de largura) visando o estabelecimento de pastagens e culturas de sequeiro. No inverno de 2006 ficou em pousio, seguindo com soja semeada em dezembro de 2006. No inverno 2007, semeou-se aveia+azevém+ervilhaca, seguido de milho no final da primavera. Em 2008, a sequência foi aveia+azevém+ervilhaca (provindos da ressemeadura natural), com predominância de azevém seguidos de soja. No período de inverno-primavera de 2009 houve pastejo contínuo com novilhos da raça Charolesa durante 35 dias, o qual gerou rendimento animal de 225 kg/ha de peso vivo e permitiu ressemeadura natural do azevém. O último cultivo de soja (safra 09/10) ocorreu entre o início de dezembro de 2009 e abril de 2010, proporcionou o rendimento de 45,8 sc/ha e, azevém anual se restabeleceu via ressemeadura natural antes da colheita da soja e ou do milho em sucessão (Figura 5).

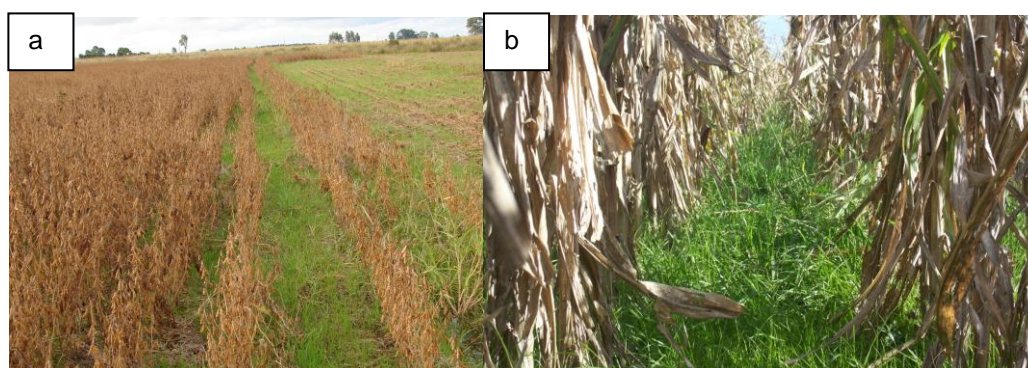


Figura 5 - Integração de pastagem de inverno, em ressemeadura natural, e lavouras de soja (a) e milho (b) em terras baixas. Estação Experimental Terras Baixas, Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão.

A produção animal no período de inverno-primavera de 2010, durante 107 dias de pastejo, foi de 344 kg/ha de peso vivo, com uma carga média que variou de 494 a 821 kg/ha de peso vivo entre os meses de julho a outubro e os animais apresentaram ganho médio diário de 1,529 kg/dia por animal (Silva et al., 2011). Durante esse período foi realizado um estudo da resposta de doses de nitrogênio (0; 22,5; 67,5 e 135 kg/ha) na produção de forragem de azevém anual com ou sem adubação de base com fósforo e potássio, na dose de 170 kg/ha, assim como o impacto dessa adubação sobre a produção de milho no período de verão (Tavares, 2012). Os resultados sobre a produção de forragem do azevém anual estão apresentados no quadro 4

Tabela 5 - Produção de forragem de azevém anual em função da adubação de base e da adubação nitrogenada com altura de resíduo de 10 – 12cm. (Tavares, 2012)

| Adubação de base (kg/ha de 05-25-25) | Doses de nitrogênio (kg/ha de N) | | | |
|---|----------------------------------|-------|-------|-------|
| | 0 | 22,5 | 67,5 | 135 |
| Sem adubo | 2.046 | 4.226 | 5.104 | 6.317 |
| Com 170 kg/ha | 3.249 | 4.826 | 5.775 | 7.586 |

A fase da lavoura de milho teve duração de 168 dias sendo a avaliação realizada no final do ciclo da cultura. Em 24 de novembro de 2010 foi realizada a semeadura do milho Pioneer 30F53H no sistema plantio direto com adubação de base na ordem de 250 kg/ha de NPK na fórmula 05-25-25 e adubação de cobertura de 67,5 kg/ha de N dividida em duas etapas (V4 e V9). Nesta fase, foi avaliado o efeito residual dos tratamentos de adubação da fase pastagem sobre a produção de grãos de milho. O rendimento do milho foi de 7152 kg/ha nas parcelas que foram adubadas na fase pastagem e 6593 nas parcelas que não foram adubadas.

4.5.2. Integração lavoura – pecuária nas terras altas

Nas condições de terras do RS, além das pastagens nativas, há cultivos com soja, milho, feijão ou sorgo em rotação e/ou sucessão com trigo, aveias e pastagens cultivadas de inverno. A ILP nessas áreas tem apresentado índices de produtividade e de sustentabilidade superiores aos sistemas de produção isolados (Carvalho *et al.*, 2011). Na metade sul do Estado, devido a pressões por aumento de produtividade e lucratividade, na última década está ocorrendo crescimento de florestas exóticas, as quais podem fazer parte de sistemas integrados agrossilvipastoris. Existem informações na região sobre populações arbórea adequadas aos sistemas integrados e sobre adaptação de espécies forrageiras a esses ambientes sombreados (Varella *et al.*, 2008; Ribaski *et al.*, 2009).

Nos próximos dois modelos de integração lavoura-pecuária, recomendamos consultar a revisão de Carvalho *et al.*, em 2011, para maiores detalhes dos aspectos técnicos mencionados.

a. Integração soja-milho-engorda de cordeiros

Um experimento de longo prazo se iniciou no ano de 2003 na Estação Experimental Agronômica da UFRGS localizada na cidade de Eldorado do Sul – RS. Os tratamentos consistem em 50% dos piquetes cultivados em rotação de culturas no verão, soja – azevém anual – milho, e a outra metade em sucessão de culturas, soja – azevém anual – soja. No inverno a produção de ovinos é realizada em azevém anual provindo de ressemeadura natural. Na fase de inverno os piquetes de azevém são submetidos a dois métodos de pastoreio, rotativo e contínuo e a duas intensidades de pastejo, moderada e baixa, sendo 2,5% e 5,0% do potencial do consumo de cordeiros, respectivamente, de acordo com o recomendado em NRC, em 1985 (Carvalho *et al.*, em 2011).

A espécie forrageira azevém anual apresenta-se como excelente forrageira para ser utilizada em ILP, já que seu ciclo de produção de forragem hibernal possibilita a terminação de animais durante as estações do inverno/primavera, promove excelente cobertura do solo e a sua dessecação produz palha com boa relação C/N para o plantio direto.

Os resultados encontrados em sete anos do protocolo experimental têm verificado forte influência dos cultivos de verão e das intensidades de pastejo no estabelecimento e na produção vegetal do azevém anual. Pastejos mais intensos reduzem o banco de sementes no solo, considerando que diminui quantidade de perfilhos e da relação perfilhos reprodutivos/vegetativos. Essas diferenças ocorrem devido a oportunidade de seleção do pasto disponibilizado aos animais nas menores intensidades de pastejo; assim, os perfilhos são visitados com menor frequência pelos animais. Em função da possibilidade de seleção e da exclusão do pastejo em determinadas áreas, ocorre a formação de mosaicos no pasto, favorecendo a emissão de inflorescências e facilitando a perenização da pasto no sistema (Carvalho *et al.*, em 2011).

Nesse sistema de ILP o manejo do pasto sob baixa intensidade de pastejo proporciona maior ganho médio diário (GMD) para cordeiros em pastagem de azevém anual, assim como o método de pastoreio rotativo resulta em maior taxa de lotação animal. Já as variáveis ganho de peso vivo (GPV) e eficiência de utilização (EU) não são influenciadas pelas estratégias de manejo adotadas nesse protocolo (Quadro 5).

Tabela 6 -. Ganho médio diário (GMD), taxa de lotação (TL), ganho de peso vivo por área (GPV) de ovinos e eficiência de utilização (EU) de pastos de azevém anual com diferentes métodos de pastoreio e intensidades de pastejo (Amaral, 2011).

| Variáveis | Método | | Intensidade | |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Contínuo | Rotativo | Baixa | Moderada |
| TL – kg/ha PV | 760 +/- 34,8 b | 889 +/- 81,2 a | 766 +/- 37,8 b | 883 +/- 81,4 a |
| GPV – kg/ha | 315 +/- 16,1 | 290 +/- 16,8 | 299 +/- 16,8 | 305 +/- 14,6 |
| GMD – g/dia | 120 +/- 14 | 113 +/- 8 | 127 +/- 11 a | 106 +/- b |
| EU (%) | 12,5 +/- 1,4 | 14,0 +/- 0,9 | 14,3 +/- 1,2 | 12,2 +/- 1,1 |
| | +/- | +/- | +/- | +/- |
| | +/- | +/- | +/- | +/- |

a, b: Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

O fato do GMD ser maior na intensidade de pastejo baixa é justificada pela maior capacidade de seleção da dieta pelos ovinos. Resultados esses são semelhantes aos encontrados por Barbosa et al. (2007). Entretanto, nesse ciclo maiores valores de GMD foram observados para as duas intensidades de pastejo (153 g/dia para moderada e 183 g/dia para baixa intensidade). O baixo valor de GPV é explicado pelo pequeno período de ocupação da pastagem (85 dias). No mesmo protocolo Barbosa et al. (2007), observou GPV de 754 vs. 563 kg de PV/ha em intensidades moderada e baixa, respectivamente.

b. Integração soja – bovinos de corte

Este trabalho teve início no ano 2001, a partir de parceria entre a UFRGS e a Agropecuária Cerro Corado, no Planalto Médio do RS. O foco central do experimento é a produção de gado de corte no inverno e soja no verão. No início do experimento, a área já vinha sendo cultivada há 10 anos no sistema plantio direto (PD), com rotação de soja e aveia sem pastejo. A partir de maio de 2001, na área experimental, de aproximadamente 21 hectares, começou a ser implantada uma mistura de aveia preta + azevém sob pastejo. Os tratamentos consistem em quatro alturas de condução da pastagem: 10, 20, 30 e 40 cm, sendo a produção da lavoura avaliada posteriormente. Existe conflito sobre o quanto de cobertura vegetal é necessário para as culturas subsequentes em plantio direto. Na fase de pastagem, o gado consome a biomassa acima do solo, que é a mesma biomassa imprescindível para o desempenho do sistema plantio direto. Esse dilema técnico, juntamente com a preocupação de que os animais em pastejo compactariam o solo, gera resistência à adoção do sistema ILP em áreas de plantio direto no Brasil (Carvalho et al., 2007).

Onde o pasto é manejado com intensidade de pastejo moderada (20 e 30 cm de altura) a produção total de massa da forragem da parte aérea foi igual ou superior às áreas não pastejadas. Na média de 10 anos (dados não publicados), as áreas sem pastejo produziram no período de inverno, 5546 kg de MS ha/ano, enquanto onde ocorre pastejo acima de 20 cm, esses valores variam de 5612 a 7487 kg de MS/ha. Entretanto, nas áreas de pastejo intenso (10 cm), essa produção foi menor (4733 kg de MS/ha). Essas diferenças na produção total, associadas à intensidade de pastejo, são responsáveis pela quantidade de resíduo vegetal que permanece sob o solo após o pastejo. Em áreas com pastejo intenso o resíduo foi de apenas 1290 kg de MS/ha, enquanto que nas áreas onde o pasto foi manejado com 30 e 40 cm, o resíduo foi, respectivamente, 4313 e 5547 kg/ha, e nas áreas não pastejadas de 5422 kg de MS/ha (Carvalho et al., 2011).

Ao longo de dez anos de pesquisa a carga animal média necessária para manter o pasto a 10 cm de altura foi de 1333 kg de PV/ha, enquanto que cargas de 944, 618 e 338 kg de PV/ha foram empregadas para manter o pasto a 20, 30 e 40 cm de altura, respectivamente. Observa-se na Figura 2a que o GMD por animal aumentou com o aumento da altura de manejo do pasto. Houve um acréscimo de 34% no GMD, ao se passar a manejar o pasto de 10 para 20 cm. Após essa altura, os ganhos de peso por animal foram similares. Sendo o ganho de peso vivo por hectare (kg/ha) função do ganho médio diário (GMD) e do número de animais por área que o pasto pode suportar, as diferenças observadas (Figura 2b) devem-se essencialmente à maior carga animal

utilizada no manejo de menor altura, em relação à usada no manejo de maior altura. Apesar desse aumento no ganho por área nas áreas manejadas com menor altura do pasto, em particular nos pastos manejados com 10 cm, a qualidade da terminação das carcaças não é suficiente para atender as exigências de mercado, exigindo maior tempo de permanência desses animais na propriedade e aumentando o custo de produção desses animais.

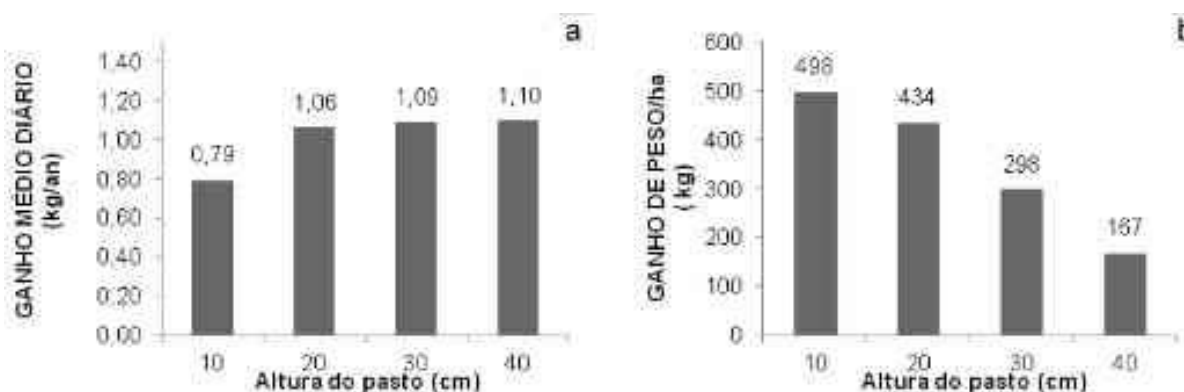


Figura 6 - Ganho médio diário (a) e ganho de peso por hectare (b), após 10 anos de pesquisa, em pastagem de aveia + azevém submetida a diferentes alturas de manejo (Carvalho et al., 2011).

Quanto ao impacto da manejo do pasto sobre o rendimento da soja na sucessão, os resultados evidenciam que as áreas com intensidade de pastejo moderada e leve tem efeito positivo e que o pastejo intenso causou redução no rendimento da soja. A área não pastejada, onde a palhada foi toda incorporada ao solo, apresentou maior rendimento de soja, somente em relação a área com alta intensidade de pastejo, onde a palhada residual é a menor.

c. Integração pecuária-floresta

No RS, nas últimas três décadas, a pesquisa em sistemas silvipastoris (SSP) tem avançado de forma contínua, porém lentamente. Atualmente, a literatura regional conta com alguns poucos trabalhos visando avaliar os SSP de forma integrada, com uma visão holística (solo-árvore-pastagem-animal-clima) em suas dimensões espacial e temporal, na busca de produção sustentável dos diferentes componentes desse sistema de produção agrícola, conforme pode ser visto nos trabalhos de Saibro (2001); Silva; Barro (2008). e Silva *et al.* (2011).

No estado, os trabalhos em SSP iniciaram no início da década de 1990 com estudos de caso onde herbívoros foram colocados em pastejo em sub-bosque de florestas comerciais de eucalipto e acácia-negra (TANAGRO, 1992; SILVA et al., 1993). A partir desses resultados preliminares, foram desenvolvidos alguns experimentos silvipastoris com eucalipto (*Eucalyptus* spp.) ou acácia-negra (*Acacia mearnsii*), usando pastagens formadas tanto com gramíneas tropicais quanto com misturas de gramíneas e leguminosas anuais de ciclo hibernal (Saibro, 2001).

Um destes experimentos foi realizado na Estação Experimental Agronômica - UFRGS com duas densidades arbóreas de *E. saligna* (1666 e 833 árvores/ha) e pastagem cultivada de azevém-anual (*Lolium multiflorum*) + trevo-vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) cv. Yuchi; foram também avaliados três níveis de oferta de forragem: 6%, 9% e 13,3% do peso vivo (kg de matéria seca/100 kg de PV/dia) sobre o desempenho animal. No povoamento florestal menos denso a produção animal superou em mais de 30% a do povoamento mais denso até o primeiro ano de idade da floresta e, duplicou até o segundo ano. No povoamento mais denso não ocorreu pastejo a partir de 1,5 anos de idade das árvores, devido principalmente, ao forte sombreamento, o qual reduziu drasticamente a produção de forragem do sub-bosque. O melhor rendimento animal, obtido até os dois anos de idade da floresta, foi de 455 kg/ha de peso vivo no povoamento de 833 árvores/ha com carga animal ajustada para manter em torno de 10% de oferta de forragem, em relação ao peso vivo (Silva & Barro, 2008).

Nesse trabalho, também verificou-se grande acúmulo de manta orgânica na superfície do solo até os dois anos de idade da floresta, chegando a valores acima de 8,1 t/ha de matéria seca total (folhas e galhos de eucalipto e herbáceas) no povoamento florestal de 1666 árvores/ha e em torno de 4,7 t/ha no povoamento de 833 árvores/ha. Essa serrapilheira, que também pode ser considerada uma barreira mecânica ao crescimento do pasto, por outro lado, confere proteção adicional contra a erosão hídrica do solo, ao reduzir ou impedir o escoamento superficial da água, além de conferir maior deposição de matéria orgânica (M.O.) e carbono ao sistema; nesse sentido, foi verificado incrementos de até 1,2% na M.O. do solo na camada de 0-10 cm de profundidade do 5º ao 25º mês de idade da floresta. Além disso, foi observado incremento dos nutrientes fósforo e potássio, nessa camada de solo durante o mesmo período, mostrando o desejável início da ciclagem de nutrientes no SSP (Silva & Barro, 2008).

Outro trabalho com este enfoque sistêmico foi conduzido com acácia-negra em Tupanciretã (RS), na região do Planalto Médio, onde a floresta foi estabelecida com duas densidades arbóreas (1666 e 1000 árvores/ha), sendo após os quatro anos de idade, desbastada para 833 e 500 árvores/ha. No povoamento florestal com 500 árvores/ha (10 m entre linhas e 2 m entre árvores na linha) e pastagem de *Panicum maximum* cv. Gatton, após oito anos, somando 415 dias de pastejo, produziu-se um total de 747 kg/ha de ganho de peso vivo (média de 1,8 kg/ha/dia), além da casca + madeira de acácia-negra (Saibro et al., 2004). Em resumo, em relação ao desempenho animal nestes dois trabalhos, foram obtidos excelentes índices - de 215 até 380 kg/ha de ganho de peso vivo (GPV), em períodos de pastejo variáveis entre 64 a 108 dias por ano. Em geral, o máximo GMD por novilho situou-se entre 1,20 e 0,90 kg/animal, sendo que estes valores foram afetados principalmente pela espécie florestal, densidade arbórea, espécies forrageiras utilizadas e o nível de oferta de forragem.

Uma preocupação frequente dos produtores rurais em relação à introdução de gado em áreas florestais se refere aos possíveis danos causados pelos animais às árvores. Em relação a esta questão, em outro trabalho realizado na EEAUFRGS, avaliando os componentes principais de um SSP, Varela & Saibro (1999), avaliaram o efeito da introdução de bovinos e ovinos na fase de estabelecimento de diferentes densidades arbóreas de *Eucalyptus saligna* (204, 400 e 816 árvores/ha), sobre pastagem

nativa. Neste trabalho, os danos causados às árvores foram mais severos quando estas possuíam alturas inferiores a 182 e 154 cm, no momento de início do pastejo, para bovinos e ovinos respectivamente, sendo que isso ocorreu com aproximadamente 6 a 7 meses. de idade nas condições edafoclimáticas da região.

Por outro lado, diversos aspectos importantes, além da produtividade individual dos componentes do SSP, devem ser levados em consideração em relação à integração floresta-pecuária. Os efeitos positivos da interação entre os componentes do SSP, como o incremento da ciclagem de nutrientes (p. ex. pela deposição de fezes e urina dos animais), devem ser considerados quando se adota estes sistemas integrados de produção. Na continuação do experimento citado anteriormente, Fucks (1999) reportou que o pastejo propiciou significativo aumento da altura e do diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores, resultando em melhor qualidade do produto florestal. Esse resultado demonstrou evidente benefício da presença do animal e dos seus efeitos sobre o desenvolvimento das árvores, independentemente da densidade arbórea considerada.

É importante destacar que estes índices de produtividade, relatados a partir de quatro experimentos com visão sistêmica, foram obtidos com o emprego de tecnologias inteiramente disponíveis aos produtores rurais, relacionadas tanto ao estabelecimento e utilização das pastagens quanto ao manejo florestal. Assim, é possível afirmar que no RS existem excelentes condições edafoclimáticas para obtenção de altos níveis de produtividade primária vegetal dos componentes arbóreo e forrageiro, quando considerados de forma isolada. Para integrar de maneira sustentável estes dois componentes na presença do animal em pastejo, o principal desafio é elucidar a dinâmica do sistema, ou seja, a intensidade com que ocorrem as diferentes interações entre os seus principais componentes e os respectivos resultados sobre a produção arbórea e animal decorrentes. Assim, uma clara definição das tecnologias a serem utilizadas no desenvolvimento de modelos SSP para o uso dos produtores do RS em nosso meio, deve ser precedida obrigatoriamente por um forte investimento em pesquisa multidisciplinar na área agroflorestal, considerando que é ainda bastante modesto o acervo de informações relevantes neste segmento (Saibro et al., 2009).

Algumas áreas com espécies frutíferas que estão sendo usadas em sistemas silvipastoris no estado, ainda de forma incipiente, são as de citricultura, os pomares de maçã, pêssegos e ameixas. O sub-bosque nessas áreas geralmente é mantido limpo com roçadas ou corte da vegetação. O uso de espécies forrageiras adaptadas a esses ambientes e o uso de animais de pequeno porte, como ovinos ou bovinos jovens, podem ser praticados. Existem algumas informações de produtores sobre o uso de animais, mas de forma empírica, onde o animal é usado como ferramenta de manejo para limpeza. Não existem dados sobre o uso e a produção animal nesses ambientes.

Com a cultura da erva-mate a situação não é diferente, pois se encontram algumas propostas de uso integrado dessa espécie com algumas culturas de lavouras anuais, mas com animais sendo avaliados conjuntamente no sistema não há informações disponíveis até o momento. Cabe destacar o trabalho conduzido em Áurea, RS, integrado entre o Centro Nacional de Pesquisas de Florestas (CNPQ) – EMBRAPA – a Secretaria Municipal de Agricultura de Áurea, a Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai (URI), a

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/RS) e a Cooperativa Tritícola de Erechim Ltda. (COTREL) (EMBRAPA, 1996).

Na busca de espécies forrageiras nativas adaptadas a ambientes de ILPF, ainda existem escassos estudos envolvendo sistemas silvipastoris. Em pesquisa conduzida pela Embrapa e UFRGS, Barro et al. (2010) observaram boa tolerância das nativas *Paspalum regnelli* e *Paspalum dilatatum* crescendo sob 50% e 80% de sombreamento artificial, atingindo, respectivamente, produções totais de 15 e 14 t MS/ha/ano. Os mesmos autores ainda concluíram que a leguminosa nativa *Arachis pintoi* apresentou teores mais elevados de proteína bruta sob sombra do que as demais nativas testadas. Também Soares et al. (2009) destacam o desempenho e a adaptação do *Axonopus catharinensis* com produção média de 8 t MS/ha/ano sob árvores adultas de *Pinus taeda*, espaçamento 15 m x 3 m, e sombreamento médio de 67% em relação ao pleno sol.

4.6. Sistemas de iLPF no Pantanal

O sistema tradicional de criação de gado de corte envolve a criação extensiva de gado em grandes áreas, em sistema de pastejo contínuo numa taxa de lotação média de 3,6 ha/animal, cuja produção de bezerros (cria) é uma das principais vocações da região. Esses sistemas podem ser considerados como sistemas silvipastoris extensivos, adaptados às características peculiares do ambiente em que se desenvolveram, respeitando sua dinâmica temporal e espacial.

Com relação ao sistema silvipastoril natural (SSPN), os produtores da região fazem uso das diferentes espécies que compõem a paisagem, tais como bocaiúva, canjiqueira, acuri, paratudo e aroeira. Alguns produtores adotam práticas de manejo de exclusão do gado em algumas fitofisionomias para regeneração de espécies de interesse, tais como a aroeira.

Sistemas silvipastoris alterados ou intensificados também são comuns no Pantanal, especialmente os que utilizam áreas de campo cerrado, substituindo as espécies herbáceas nativas por forrageiras exóticas, mas mantendo as espécies arbóreas, em respeito ao padrão natural das paisagens. Ainda há poucas experiências registradas de plantio de espécies arbóreas associadas a pastagens nativas e exóticas. Um exemplo refere-se ao plantio de bálsamo em pastagem de *Brachiaria brizantha* implantada em área anteriormente ocupada por cerrado.

Embora ainda haja desmatamento no Pantanal para a introdução de gramíneas exóticas, a grande maioria dos fazendeiros opta pela substituição das pastagens nativas pouco usadas pelo gado (áreas de “macegas”) por pastagens cultivadas. Uma prática muito utilizada em áreas de campo cerrado é manter as espécies arbustivas e arbóreas nativas, mantendo o padrão natural das paisagens.

Portanto, a promoção e manutenção de sistemas silvipastoris (SSP) que integra o manejo das espécies arbustivas e herbáceas, distribuídas em mosaico, nas diferentes fitofisionomias, respeitando o padrão natural das paisagens é uma das

principais estratégias para manter e conservar a biodiversidade e aumentar a produtividade na região.

5. Escolha de espécies agrícolas, forrageiras e florestais e arranjos para iPF, iLF, iLPF

Para o sistema completo, ou seja, que contemple os quatro componentes (iLPF), as espécies graníferas podem ser as mesmas. O detalhe é apenas a escolha da espécie florestal bem como do seu arranjo na área.

O eucalipto, pelos seus múltiplos usos, precocidade e adaptabilidade tem sido a preferida pelos produtores rurais. Porém, recomenda-se que pelo menos 10% da área a ser implantada com ILPF seja feita com outra espécie florestal, a exemplo de: acácia negra, teca, nim indiano, mogno, ipê, entre outras.

O espaçamento deve ser a adequado para cada espécie, lembrado que no estabelecimento inicial pode-se utilizar o dobro da população, a qual será reduzida pelo menos pela metade no momento em for feito o desbaste.

O espaçamento entre renque de espécies florestais vai ser dependente, por exemplo, do equipamento mais largo que será utilizado durante o período de cultivo.

Para a escolha da espécie forrageira a ser utilizada nesses sistemas é importante o conhecimento do nível de tolerância ao sombreamento das mesmas. Para condições do Sul do Brasil existem alguns materiais já estudados (Tabela 7), mas ainda são necessários o aprofundamento na busca de genótipos tolerantes a esses ambientes integrados.

Tabela 7 - Tolerância comparativa de algumas forrageiras tropicais ao sombreamento. Fontes: Eriksen e Whitney (1981, 1982); Smith e Whiteman (1983); Schreiner (1987); Shelton et al. (1987); Wong (1991); Stür (1991); Varella et al. (2008); Silva et al. (2011).

| TOLERÂNCIA À SOMBRA | GRAMÍNEAS | LEGUMINOSAS |
|---------------------|--|---|
| Alta | <i>Axonopus catharinensis</i> <i>Axonopus compressus</i> <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilik <i>Bromus auleticus</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Digitaria diversinervis</i> <i>Ischaemum aristatum</i> <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça | <i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku <i>Trifolium subterraneum</i> |

| | | |
|-------|--|-----------------------------------|
| | <i>Panicum maximum</i> cv. <i>Tanzânia</i> | |
| | <i>Paspalum dilatatum</i> | |
| | <i>Paspalum conjugatum</i> | |
| | <i>Paspalum regnellii</i> | |
| | <i>Stenotaphrum secundatum</i> | |
| Média | <i>Avena strigosa</i> | <i>Calopogonium mucunoides</i> |
| | <i>Brachiaria decumbens</i> | <i>Centrosema pubescens</i> |
| | <i>Brachiaria humidicola</i> | <i>Lotus corniculatus</i> |
| | <i>Bromus catharticus</i> | <i>Pueraria phaseoloides</i> |
| | <i>Digitaria decumbens</i> | <i>Medicago sativa</i> |
| | <i>Hemarthria altissima</i> cv. <i>Florida</i> | <i>Desmodium intortum</i> |
| | <i>Lolium multiflorum</i> | <i>Neonotonia wightii</i> |
| | <i>Paspalum dilatatum</i> | <i>Trifolium repens</i> |
| | <i>Paspalum plicatulum</i> | <i>Trifolium subterraneum</i> |
| | <i>Paspalum notatum</i> | <i>Trifolium vesiculosum</i> |
| | <i>Setaria sphacelata</i> | |
| Baixa | <i>Brachiaria mutica</i> | <i>Stylosanthes humata</i> |
| | <i>Cynodon plectostachyus</i> | <i>Stylosanthes guianensis</i> |
| | | <i>Macroptilium atropurpureum</i> |

5.1. Componente Florestal

Estima-se que em 2030, o consumo de madeira em toras para as indústrias deverá ser de 2,44 bilhões de m³, ou seja, um aumento de 45 % em relação ao 1,68 bilhão m³ de 2005 (FAO, 2009). Assim, a introdução de árvores em sistemas agropecuários como o SiLPP poderá atender ao crescente mercado para a madeira proveniente de florestas plantadas, a melhoria da ambiência e do bem-estar animal, o aumento da biodiversidade e principalmente, a possibilidade de se produzir, numa mesma área, diversos produtos, como grãos, carne, leite e madeira, agregando renda para o produtor. Vale salientar também que a maior oferta de madeira plantada reduz a pressão por extração de madeiras nativas.

No entanto, a escolha adequada das árvores é de grande importância para o sucesso do sistema. As árvores devem ser escolhidas de acordo com algumas características: adaptação ao sítio; arquitetura da copa favorável (que não cause sombreamento excessivo para a cultura intercalar); facilidade de estabelecimento, exigências do mercado para os produtos das árvores, como madeira, frutos e sementes; agregação de valor aos produtos advindos das árvores; 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, mobilização de fósforo, ciclagem de nutrientes, controle de erosão e escorrimento superficial de águas da chuva, sombra para os animais e compatibilidade com pastagens e gado, ou seja, não apresentando efeitos negativos aos animais, como toxicidade, ou nas

pastagens, como antibiose que impeça o crescimento das mesmas (PORFÍRIO-DASILVA, 2007; PACIULLO et al., 2007).

Atualmente, a espécie de maior potencial de utilização no sistema iLPF é o eucalipto devido seu rápido crescimento, arquitetura de copa rala, elevado rendimento econômico e que proporciona usos múltiplos com a produção de multiprodutos madeireiros e não madeireiros (extração de óleos essenciais e tanino), devido suas características tecnológicas e sua grande plasticidade ambiental, se apresentando como uma espécie substituta da madeira de florestas nativas (MACEDO et al., 2010; OLIVEIRA NETO et al., 2010). Outras espécies estão sendo utilizadas como: paricá, pinho cuiabano (*Schyzolobium amazonicum*); mogno africano (*Kaya ivorensis*); cedro australiano (*Toona ciliata*), canafístula (*Pelthophorum dubium*), grevílea (*Grevillea robusta*), pínus *Pinus* s pp. (SCRHREINER, 1987; CASTRO, 1996; PACIULLO et al., 2008; BARRO et al., 2008). Também há pesquisas com mogno brasileiro (*Swietenia macrophila*), teca (*Tectona grandis*), nim-indiano (*Azadirachta indica*), mulateiro (*Calicophyllum spruceanum*), amarelão (*Aspidosperma vargassi*), sumaúma (*Ceiba pentandra*), taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*), pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*), gliricídea (*Gliricidia sepium*), entre outros.

Alguns fatores podem limitar o desenvolvimento do sistema como a competição das árvores por luz, nutrientes e água; riscos de influência alelopática entre as árvores e os demais componentes; a maior umidade relativa do ar pode favorecer o surgimento de enfermidades; a exploração das árvores pode causar danos aos demais componentes; mecanização das atividades é prejudicada, pode ocorrer excessiva exportação de nutrientes com as colheitas, há necessidade de mais mão-de-obra em seu manejo, a implantação florestal é onerosa e a recuperação econômica pode demorar mais tempo (MACEDO et al., 2010).

Assim, antes de decidir sobre o melhor arranjo de distribuição das árvores no sistema, é importante responder primeiro às seguintes perguntas (PORFÍRIO-DASILVA et al., 2009):

1) Para qual uso se destina a madeira produzida no sistema (serraria, laminação, lenha, palanques de cerca, carvão)?

Se o interesse for produzir madeira grossa para serraria ou laminação, será necessário conduzir as árvores em espaçamentos maiores e, por ocorrer mortes de árvores ao longo do tempo, o plantio deverá ser planejado para alcançar a maturidade com árvores adultas, ocupando pelo menos 50 m cada uma. Isso dará, no corte final, algo entre 100 a 200 árvores/ha. Para a finalidade de produzir madeira para lenha, carvão ou palanques de cerca, pode-se utilizar de espaçamentos menores entre árvores, de forma a conseguir um maior número de árvores e, portanto, maior volume de madeira em pouco tempo. É possível também produzir madeira fina e madeira grossa por meio de plantios menos espaçados, mas 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. A Tabela 8 exemplifica como podem ser conduzidas as árvores

plantadas em diferentes espaçamentos e densidades para obtenção de madeira com diferentes finalidades e, portanto, para alcançar diferentes mercados. Os diferentes arranjos podem ser plantados menos espaçados e conduzidos por desbastes, produzindo madeiras para diferentes finalidades (madeira fina nos primeiros anos do sistema silvipastoril e madeira grossa nos anos finais da rotação).

Tabela 8 – Exemplos de plantios em diferentes espaçamentos e quantidades de árvores por hectare (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009)

| Finalidade da Madeira | | | | | | |
|-----------------------------------|--|---------------|--|---------------------------------------|---------------|--|
| Arranjo Espacial (espaçamento) | Madeira fina (carvão, lenha, moirões de cerca) | | | Madeira Grossa (serraria e laminação) | | |
| | Espaçamento (m) | Nº árvores/ha | Área ocupada pela faixa de árvores (%) | Espaçamento | Nº árvores/ha | Área ocupada pela faixa de árvores (%) |
| Faixa de árvores em linha simples | 14 x 2 | 357 | 14,3 | 14 x 4 | 179 | 14,3 |
| | | | | ou | ou | ou |
| | | | | 28 x 4 | 89 | 7,1 |
| Faixa de árvores em linha dupla | 14 x 2 x 3 | 417 | 25 | 18 x 3 | 185 | 11,1 |
| Faixa e árvores em linha tripla | 14 x 3 x 1,5 | 1.000 | 40 | 20 x 3 | 167 | 10 |

Fonte: Porfírio-da-Silva et al. (2009).

A Tabela 8 mostra três formas de implantação do sistema silvipastoril que nos primeiros anos terão maior número de árvores por hectare, mas que ao final, em função da operação de desbaste, terão um número menor de árvores que produzirão madeira grossa. Por exemplo, no plantio em faixa com três linhas de árvores, o sistema começa com 1.000 árvores/ha, mas os desbastes o transformarão em linha simples com 167 árvores/ha, que serão colhidas para madeira de serraria ou laminação. Outros arranjos espaciais podem ser utilizados, mas será sempre importante lembrar que, no plantio em espaçamentos menores, os desbastes deverão ser feitos mais cedo para não comprometer o desenvolvimento da pastagem.

2) Como a distribuição das árvores interfere na conservação do solo e da água?

O sistema deve, assim como qualquer outro sistema de produção agropecuário, levar em consideração a conservação do solo e da água. Portanto, a distribuição das faixas de plantio das árvores deverá ser em curvas de nível, que é uma forma eficiente de impedir a erosão do solo e a perda de água por escoamento superficial. Para evitar o inconveniente das curvas de nível que se aproximam ou se

afastam dependendo da declividade do terreno, utiliza-se o conceito de “linha-mestre” que favorece o plantio em faixas paralelas, mantendo a mesma distância de uma linha de árvore para outra.

3) Existe uma orientação obrigatória das linhas de plantio das árvores?

Nas condições climáticas brasileiras, a preocupação com a orientação das árvores deve ser com a conservação do solo e da água e não com a luz para o crescimento da pastagem.

Então, com as árvores plantadas em curvas de nível como ilustrado na Figura 1, verifica-se o seguinte: a conservação do solo e da água; controle da erosão; a melhoria do conforto térmico e o bem-estar do gado pela sombra; a diminuição do aparecimento de trilhas no sentido da pendente do terreno (trilhas do gado morro a baixo) pelo fato do gado passar a caminhar acompanhando as linhas de árvores.

Com as árvores plantadas na posição correta, não haverá dificuldades para a manutenção de terraços e a sua conservação será favorecida pela “ordenação” do caminhar do gado sobre a crista (parte alta) e nas “costas” do terraço, como ilustra o Quadro 1 da Figura 8. Quando as árvores são plantadas, como mostram os Quadros 2 e 3, o gado vai caminhar dentro do canal de infiltração das águas de chuva (na “frente” do terraço) e nas “costas” do terraço. Ao caminharem no canal de infiltração das águas, o gado irá causar compactação, diminuindo a infiltração, causando empoçamento da água e danificando o terraço (Figura 9). Com a árvore plantada no canal de infiltração, será dificultada a realização de práticas de manutenção de terraços.

Por meio de desramas e desbastes é feito o manejo das copas das árvores para regular o sombreamento, de modo que permita a manutenção da produtividade da pastagem sem tirar a sombra para o gado, ou seja, manter uma sombra que favoreça o bem estar do gado sem prejudicar o crescimento do capim.

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 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).



Figura 7 - Árvores plantadas em curvas de nível sem construção de terraços (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009).



Figura 8 - Posição de plantio das árvores no terraço. **Quadro 1.** Plantio no terço inferior do terraço; **Quadro 2.** Plantio na crista do terraço; **Quadro 3.** Plantio no terço superior do terraço (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009).



Figura 9 - A linha amarela ilustra o perfil original do terraço. A linha azul ilustra como está sendo danificado pelo caminhamento dos animais ao longo da fileira de árvores devido o posicionamento errado do plantio das árvores. O canal de infiltração já está

assoreado por terra que desceu da crista do terraço **1**, com isso as raízes das árvores começam a aparecer **2**. As árvores deveriam ser plantadas na posição **3**. (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009).

5.2. Forrageiras

Considera-se que a produção da pastagem pode ser mantida com sombreamento de até 30 % da luz solar incidente na área. A forma de distribuição das árvores na pastagem, a quantidade e o manejo das árvores por meio da desrama (retirada de galhos laterais para levantar a copa) e o desbaste, quando necessário, favorecem a manutenção da produtividade mesmo em sistemas silvipastoris com árvores maduras (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009). Desta forma, 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). A escolha acertada das espécies forrageiras é fundamental para o sucesso de sistemas silvipastoris sustentáveis (ANDRADE et al., 2003).

A produção forrageira de gramíneas cultivadas sob sombra artificial sofreu reduções de 26 %; 41 %; 41 % e 24 % na produção de massa de forragem de *B. brizantha*, *B. decumbens*, *A. gayanus*, *P. maximum*, respectivamente, quando estas foram cultivadas com 60 % de sombreamento artificial (CASTRO et al., 1999). A produção e o valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural por árvores de angico vermelho sofreu 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 (Tabela 9) (CARVALHO et al., 2002). Os autores também observaram que houve melhoria do valor nutritivo das gramíneas devido ao sombreamento das árvores. No entanto, constataram que apesar do decréscimo na produção, o valor nutritivo das gramíneas foi favorecido devido ao sombreamento das árvores. Os mesmos autores mencionam que no caso das espécies forrageiras, não basta que estas sejam tolerantes ao sombreamento, é necessário selecionar espécies com boa capacidade produtiva, adaptadas ao manejo e ambientadas às condições edafoclimáticas da região onde serão implantadas.

Tabela 9 - 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% |

Adaptado de CARVALHO et al. (2002).

O crescimento e desenvolvimento de espécies em sistema silvipastoril são influenciados pela qualidade e intensidade da radiação que chega ao estrato inferior do sub-bosque (SOARES et al., 2009). O ajuste do espaçamento entre árvores é uma das alternativas para promover o crescimento harmônico entre árvores e plantas forrageiras. Na Tabela 10 observa-se o efeito de espaçamento na produção de matéria seca, no centro da entrelinha, de diferentes gramíneas forrageiras. A produção de massa de forragem no espaçamento 9 x 3 m em relação à produção em pleno sol variou entre 56 %, para Marandu e 95 %, para Tanzânia. E para o espaçamento de 15 x 3 m a amplitude de variação foi menor, de 3 % a 27 %. A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi a espécie que apresentou a melhor adaptação ao sombreamento. CASTRO et al. (1999) explicam que esse decréscimo na produtividade pode ser decorrente do fato de a radiação luminosa do ambiente sombreado ser inferior ao ponto de compensação lumínico característico de cada espécie.

Tabela 10 - Radiação fotossintética e produção de matéria seca de espécies forrageiras submetidas a diferentes densidades de *Pinus taeda* em Abelardo Luz, SC.

| Radiação/Espécie | Pleno sol | Espaçamento | |
|---------------------------------|-----------|-------------------------------------|---------|
| | | 15 x 3 | 9 x 3 |
| | | (MJ/m ² /dia)..... | |
| Radiação fotossintética | 6,34 | 2,10 | 1,08 |
| | | (t/ha)..... | |
| <i>B. brizantha</i> cv. Marandu | 26,6 Aa | 25,4 Aa | 11,8 Ba |
| <i>P. maximum</i> cv. Aruana | 27,2 Aa | 20,5 Bb | 2,7 Bc |
| <i>P. maximum</i> cv. Tanzânia | 21,1 Ab | 15,5 Ac | 1,1 Bd |
| <i>P. maximum</i> cv. Mombaça | 13,7 Ac | 10,0 ABd | 4,7 Bbc |

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, diferem (P<0,5) pelo teste Tukey. Adaptado de Soares et al., 2009.

As principais forrageiras tolerantes ao sombreamento são indicadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Principais forrageiras utilizadas em pastagens no Brasil e que apresentam tolerância ao sombreamento (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009).

| Nome comum | Nome científico | Região |
|---|---|----------------|
| Braquiarião, marandú | <i>Brachiaria brizantha</i> | Todas ? |
| Braquiária decumbens | <i>Brachiaria decumbens</i> | Todas ? |
| Colonião, tanzânia, mombaça, vencedor, aruana | <i>Panicum maximum</i> | Todas ? |
| Tifton 85 | <i>Cynodon sp.</i> | Todas ? |
| Amendoim forrageiro | <i>Arachis pintoi</i> | Norte (Acre) ? |
| Azevém anual | <i>Lolium multiflorum</i> | Sul |
| Estrela | <i>Cynodon nlemfuensis</i> | Sul |
| Hermathria | <i>Hermathria altíssima</i> | Sul? |
| Missioneira, missioneira gigante | <i>Axonopus compressus</i> , <i>A. catharinensis</i> | Sul |
| Bufell | <i>Cenchrus ciliares</i> | Sul? |

Fonte: Scrheiner (1987); Castro (1996); Paciullo et al.(2008); Barro et al. (2008).

6. Impactos e Benefícios da adoção de Sistemas Integrados

6.1. Impactos da adoção de Integração Lavoura-Pecuária (iLP)

A substituição de sistemas especializados de produção de grãos, fibras, carne e leite por sistemas de integração lavoura-pecuária, mais complexos, além das alterações no manejo global da propriedade, gera impactos no solo, no ambiente e no potencial desempenho econômico. Esses impactos, conforme a situação, podem variar entre aspectos 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 comprovação científica, é o proporcionado pelo pisoteio animal. A 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), da espécie forrageira utilizada no sistema (Marchão et al., 2007) e do vigor de crescimento a planta forrageira (Corsi et al., 2001). A compactação do solo pelo pisoteio animal, agravada pela remoção da vegetação, via desfolha, pode diminuir a taxa de infiltração, aumentar a erosão e reduzir o crescimento das plantas (Greenwood & McKenzie, 2001).

Os impactos negativos do pisoteio animal no solo limitam-se às suas camadas superficiais e pode ser temporário e reversível (Moraes & Lustosa, 1997; Corsi et al., 2001; 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 subseqüentes ao pastejo é variável, de negativo a nulo (LanzaNova al., 2007; Flores et al., 2007; Cassol, 2003; Nicoloso et al., 2006). Nicoloso et al. (2006), por exemplo, observaram redução significativa no rendimento de grãos de soja (decréscimo de 780 kg/ha) e de milho (decréscimo de 1290 kg/ha) em função do aumento da intensidade de pastejo na pastagem de inverno (aveia preta+azevém), que antecedeu estes cultivos de verão. 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 & Euclides, 1997), o que é justificado pelo baixo vigor de crescimento da planta forrageira nessas situações (Corsi et al., 2001). À parte esse efeito, não se tem observado efeito negativo no rendimento das lavouras. No entanto, ainda são necessários estudos para estabelecer as relações mais indicadas entre o nível de utilização das forrageiras e a qualidade do solo em sistema iLP.

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. Esse fato reflete o hábito de crescimento cespitoso dessas plantas, que distribui de maneira menos efetiva a pressão imposta pelo pisoteio animal em comparação com plantas que formam relvado.

Estudos em andamento na Embrapa Cerrados, com diferentes tratamentos de adubação de manutenção aplicados em pastagem de *U. 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 sob pasto em degradação e a predominância de touceiras, são as que têm mais afetado o rendimento das culturas. É importante ressaltar que os sistemas de integração lavoura-pecuária não prescindem das práticas de manejo mais adequadas para cada componente do sistema (solo-planta-animal).

A melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos é uma questão-chave no desenvolvimento de sistemas de produção agrícolas mais sustentáveis. De acordo com Franzluebbbers (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 de espécies de fungos micorrízicos arbusculares (Miranda et al., 2005) e 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 micro-organismos responsáveis pelos processos de mineralização e humificação da matéria orgânica do solo, alterando a disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas (Decaëns et al., 2003). E os fungos micorrízicos arbusculares, por meio da micorriza arbuscular, podem aumentar a absorção de nutrientes do solo, como o fósforo, deficiente na maioria dos solos do Cerrado.

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 & 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 & 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 Lynch & 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 & 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 MOS acima dos níveis originais observados com vegetação nativa (Sousa et al., 1997; Studdert et al., 1997). Os resultados da Figura 10 ilustram o efeito do monocultivo de soja e da rotação soja/pasto nos teores de MOS. Durante treze 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 *Urochloa humidicola*, manejada sob cortes, aumentou continuamente o teor MOS durante os nove anos de avaliação (ensaio sob corte manual). Durante período em que a área estava com *U. humidicola* a taxa de aumento no teor de matéria orgânica do solo foi estimada em 1,67 Mg/ha/ano. 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).

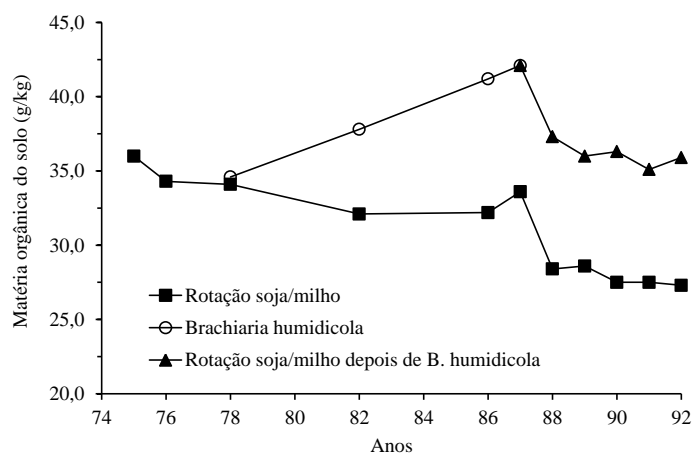


Figura 10 - Dinâmica da matéria orgânica na camada de 0 a 20 cm de profundidade em dois sistemas de rotação de culturas em um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa. Fonte: Sousa et al. (1997).

A integração lavoura-pecuária (iLP) 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.

Outro exemplo do efeito de pastagem no aumento da MOS foi o estudo desenvolvido por Salton (2005) em três experimentos de longa duração (Tabela 12). Em todos os experimentos o estoque de carbono foi maior para pastagem permanente de *U. decumbens*, intermediário para rotação soja-pasto e inferior para lavoura em plantio direto. Entre os locais, a variação no estoque de carbono do solo também foi significativa ($P < 0,01$), refletindo as variações edafoclimáticas. De modo geral, observou-se que o uso de pastagens possibilitou manter ou superar o estoque de carbono da vegetação nativa de referência.

Tabela 12 - Efeito de sistemas de manejo nos estoques de carbono orgânico total (Mg/ha) na camada de 0 a 20 cm de profundidade em experimentos de longa duração, Mato Grosso do Sul.

| Sistemas | Locais | | | Média ⁽¹⁾ |
|---|--------------|----------|----------|----------------------|
| | Campo Grande | Maracaju | Dourados | |
| Lavoura em plantio direto | 47,39 | 56,60 | 42,59 | 48,86 |
| Rotação soja-pasto | 50,50 | 61,40 | 48,04 | 53,31 |
| Pastagem permanente (<i>U. decumbens</i>) | 53,50 | 65,80 | 50,10 | 56,47 |
| Vegetação nativa | 53,98 | 68,70 | 44,49 | 55,72 |
| Média | 51,34 | 63,13 | 46,30 | 53,59 |

⁽¹⁾ As médias de sistemas e locais diferem estatisticamente entre si, DMS 5% igual a 3,54.

Fonte: adaptado de Salton, 2005.

No estudo de Sousa et al. (1997), também foi avaliada a eficiência de uso de fósforo depois da *U. humidicola* (Figura 11). A produtividade do primeiro cultivo com soja, depois de um ciclo de nove anos de pastagem, foi superior ao sistema exclusivo de culturas anuais (13º cultivo de soja) para um mesmo teor de P no solo (Figura 6), 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/dm^3 . 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.

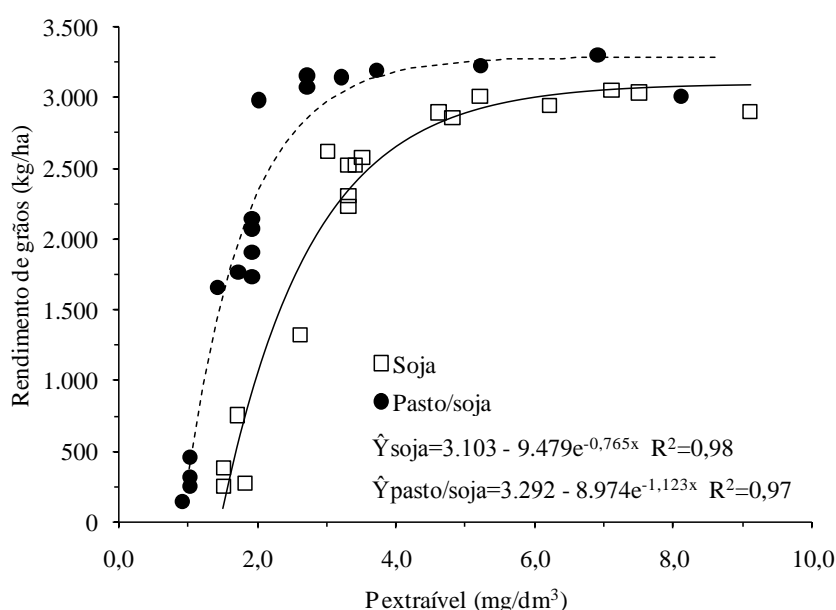


Figura 11 - Efeito de dois sistemas de rotação de culturas sobre a relação entre fósforo extraível (Mehlich 1) na camada de 0 a 20 cm de profundidade e rendimento de grãos de soja cv. Cristalina em Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa. Sistema anual = 13 cultivos sucessivos de soja e pasto/soja = soja depois de três cultivos de soja seguidos de nove anos de pastagem de braquiária.

Fonte: Sousa et al. (1997).

Outro estudo realizado na Embrapa Cerrados, discutido por Martha Jr. et al. (2010a), agregou mais informações sobre essa questão da eficiência de uso de fertilizantes na integração lavoura-pecuária. A primeira fase do trabalho, com duração de quatro anos, contou com diferentes estratégias de adubação para o restabelecimento da produção de forragem de pastagens em degradação de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk. Além de um tratamento testemunha, sem adubação, foram testadas doses anuais de fósforo, de 20 ou de 40 kg/ha de P_2O_5 , acompanhadas de adubações anuais de 60 kg/ha de nitrogênio (primeiros dois anos) ou 90 kg/ha de nitrogênio (terceiro e quarto ano) e de 60 kg/ha de K_2O . Após essa fase de pecuária, cultivou-se soja, em plantio direto, por dois anos consecutivos, totalizando seis anos de avaliação. No plantio de soja, três doses da fórmula 0-20-20+micronutrientes foram avaliadas: 0; 250; e 500 kg/ha.

No primeiro ano de cultivo, a produtividade de soja na dose de 500 kg/ha de fórmula foi de 3,4 t/ha na área da pastagem que não recebeu adubações anuais de NPK. Nas situações em que foram feitas adubações na pastagem foi possível atingir esse nível de produtividade de soja com menos fertilizante ou obter ganhos de até 18%, atingindo produtividades superiores a 4,0 t/ha na adubação com 500 kg/ha de fórmula. No segundo ano de cultivo de soja em sucessão à pastagem, esse efeito de “economia no uso de fertilizantes” foi substancialmente reduzido. Considerando os níveis de adubação da soja de 0, 250 e 500 kg/ha, as produtividades médias do segundo cultivo de soja, em relação ao primeiro, foram de 58%, 84% e 92%, respectivamente.

O benefício da pastagem no rendimento de grãos de soja pode ser visualizado na Tabela 13. 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 *U. 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 dezessete anos de cultivo (Tabela 13). 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 13), implica economia no uso de fertilizantes e, conseqüentemente, redução nos custos de produção. Todavia, tais benefícios nem sempre são facilmente visualizados no curto prazo.

Tabela 13 - Rendimento de soja em dois sistemas de cultivos (lavoura contínua-LC e rotação lavoura/pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu/lavoura-LPL) submetidos a dois sistemas de plantio em Latossolo Vermelho, textura argilosa. Planaltina, DF.

| Rotações 2004 a 2006 | N-P ₂ O ₅ -K ₂ O 1991 a 2007 ⁽¹⁾ | Lavoura 2007/08 ⁽²⁾ | Sistema de plantio | | Média ⁽³⁾ |
|---------------------------|---|-----------------------------------|--------------------|---------|----------------------|
| | | | Convencional | Direto | |
| |(kg/ha)..... | |(kg/ha)..... | | |
| Soja-sorgo-soja (LC) | 308-1487-1390 | Soja | 3.078 | 3.044 | 3.061 a |
| <i>U. brizantha</i> (LPL) | 85-853-813 | Soja | 3.540 | 3.603 | 3.571 a |
| Média ³ | | | 3.309 a | 3.323 a | |

⁽¹⁾Total de corretivos e nutrientes aplicados por nível de fertilidade em 17 anos de cultivo. ⁽²⁾ Na safra de 2007/2008 a adubação de plantio da soja foi 485 kg/ha da fórmula 0-20-20+S+micronutrientes. ⁽³⁾ Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Fonte: Adaptado de Vilela et al., 2008.

Além disso, o potencial produtivo do pasto de capim-marandu antes do plantio de soja, no trabalho relatado na Tabela 13, ainda era alto. Em 134 dias de pastejo, no período das chuvas, o ganho de peso foi de 683 kg/ha de peso vivo. A amplitude de ganho de peso vivo em pasto de primeiro ano, em sistemas de integração lavoura-pecuária, tem variado de 600 a 1200 kg/ha/ano e de 270 a 450 kg/ha/ano, em função da amplitude nas condições edafoclimáticas e de manejo nos diferentes locais, respectivamente. (Martha Jr. et al., 2006).

Na Tabela 14, são apresentados resultados de ganho de peso animal, em experimento de longa duração da Embrapa Gado de Corte, onde estão sendo testados diferentes sistemas tradicionais e de integração lavoura-pecuária (Macedo, 2007). Sistemas tradicionais de pastagem (PC), embora apresentem resposta à adubação de manutenção, quando comparados aos não adubados e à pastagem degradada, não apresentam a mesma eficiência econômica, segundo Costa & Macedo (2001), se comparados aos sistemas de rotação lavoura-pasto (L4-P4 e L1-P3). Às produções animais, nestes últimos, é adicionada a venda de grãos das lavouras. Os efeitos indiretos, tais como melhoria das propriedades do solo, embora não computados, também são vantajosos para os sistemas de integração lavoura-pecuária.

Tabela 14 - Produção animal em pastagens degradada e recuperada e em pastagem de sistemas de integração lavoura-pecuária num Latossolo de Cerrado, Campo Grande, MS.

| Sistema | Ganho de peso ⁽¹⁾ |
|--|------------------------------|
| |kg/ha..... |
| Pastagem degradada ⁽³⁾ | 141±54 ⁽²⁾ |
| Pastagem recuperada sem adubação de manutenção (PCSA) | 328±96 |
| Pastagem recuperada com adubação de manutenção (PCCA) ⁽⁴⁾ | 381±84 |
| Rotação de 4 anos de lavoura seguidos de 4 anos de pastagem (L4-P4) ⁽⁵⁾ | 495±104 |
| Rotação de 1 ano de lavoura seguido de 3 anos de pastagem (L1-P3) ⁽⁶⁾ | 518±174 |

⁽¹⁾ Média de 12 ciclos de pastejo para pastagens contínuas e 6 ciclos para as pastagens da rotação lavoura-pasto. ⁽²⁾ Desvio padrão da média. ⁽³⁾ Nas pastagens contínuas a espécie forrageira é *Urochloa decumbens*. ⁽⁴⁾ Adubações anuais com 50 kg/ha de N, 40 kg/ha de P₂O₅ e 40 kg/ha de K₂O. ⁽⁵⁾ Pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. ⁽⁶⁾ Pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Fonte: adaptado de Macedo (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 & Rava, 2003).

Os resultados do trabalho realizado por Görgen et al. (2010), demonstram que o milho safrinha consorciado com *Urochloa ruziziensis* pode desinfestar mais intensivamente solos com o fungo do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em comparação com o milho safrinha solteiro. Outro estudo relacionado a doenças de solo, em sistemas de rotação lavoura-pastagem, é apresentado por Costa & Rava (2003), demonstrando o efeito positivo da palhada de *U. ruziziensis* e de *U. brizantha* cv. Marandu no controle de *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia sclerotiorum*.

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 desses nematóides, tem sido adotada a rotação de culturas anuais com pastos.

Contudo, os resultados obtidos por Inomoto et al. (2007) indicaram que os principais capins (*Urochloa brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça, *Urochloa 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 et al., 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 (Tabela 15). 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.

Tabela 15 - Número de sementes por metro quadrado no solo, em áreas de um experimento de cultivo lavoura-pastagem, na profundidade de 0–20 cm ⁽¹⁾.

| Sistema | Número de sementes | |
|---------|------------------------|----------------------------|
| | Adubação de manutenção | Adubação corretiva gradual |
| LC | 23.654bA | 21.839 aA |
| LD | 10.468cA | 9.744 bA |
| LPLC | 45.747aA | 24.400aB |
| LPLD | 2.815deA | 2.882dA |
| PLPC | 2.389eB | 5.115cA |
| PLPD | 5.167dA | 4.472cA |
| PC | | 1.322e |

(1) L: lavoura contínua; LPL: lavoura-pastagem-lavoura; PL: pastagem-lavoura-pastagem; P: Pastagem contínua; C: preparo convencional do solo; D: semeadura direta; área não avaliada; em cada área, foram coletadas oito amostras compostas por quatro subamostras de 7,3 cm de diâmetro; médias seguidas por letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Wilcoxon, a 5% de probabilidade; para cada comparação, utilizou-se uma DMS diferente.

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 (Tabela 16). Essa propriedade desenvolvia atividade de cria e tinha uma área, em 1983, de 1014 hectares de pastagem e rebanho de 1094 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 1200 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 produção.

Tabela 16 - 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).

| Ano | Proporção de área dos componentes (%) | | | Rebanho (cabeça) | Taxa de lotação ² (cabeça/ha) |
|------|---------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--|
| | Pasto degradado | Lavoura de grãos | Pasto recuperado | | |
| 1983 | 100 ¹ | 0 | 0 | 1.094 | 1,1 |
| 1988 | 29 | 42 | 29 | 821 | 1,4 |
| 1992 | 0 | 59 | 41 | 1.150 | 2,8 |
| 1996 | 0 | 64 | 36 | 1.200 | 3,2 |
| 2003 | 0 | 30 | 70 | 1.800 | 2,6 |

1 A área inicial de pastagem igual 1.000 ha. 2 Taxa de lotação estimada para o período de chuvas, durante a estação da seca os animais ocupam também as áreas de lavoura para aproveitamento das restevas de milho e soja.

Fonte: Adaptado de Vilela et al., 2008.

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 esse valor foi, respectivamente, de 66% e 46%. Os teores de matéria orgânica do solo nas áreas de pastagens depois de um ciclo 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 a 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 13. 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.

Os benefícios econômicos da integração lavoura-pecuária, pela ótica da iniciativa privada, centram na possibilidade de aumentar a oferta com custos de produção unitários menores. Esses custos menores potencialmente refletem a ampliação do potencial de produção do sistema (por exemplo, em razão de aumentos na matéria orgânica do solo e da maior capacidade de armazenamento de água e de nutrientes) para um dado nível de uso de insumos, a 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.

Os ganhos adicionais na renda líquida de propriedades no Cerrado que fazem integração lavoura-pecuária com soja e pecuária (recria-engorda) vis-à-vis propriedades que praticam a pecuária extensiva foram projetados em R\$ 100,00/ha a R\$ 380,00/ha (Martha Jr., 2009). Lazzarotto et al. (2009), no Paraná, encontraram que as rendas líquidas na integração lavoura-pecuária superaram aquelas com grãos e pecuária de corte em R\$ 36,7 e R\$ 51,1, respectivamente. Lazzarotto et al. (2009) ainda observaram que a chance de o empreendimento apresentar resultado negativo foi de 52%, para lavouras de grãos, 39% para pecuária de corte, e 26% para a integração lavoura-pecuária.

6.2. Impactos ambientais da iLP

Retornos econômicos positivos nesses sistemas mistos dependem, porém, da elevada produtividade das lavouras e da pecuária (Martha Jr. et al., 2009). Elevadas produtividades aumentam a demanda por insumos modernos. Entretanto, conforme discutido anteriormente, na integração lavoura-pecuária há a oportunidade para aumentar a eficiência de uso desses insumos, o que implica menor uso de insumos para uma dada meta de produção.

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%, porém com uma redução de 18% na produção de metano em relação à produção de carne. 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 aumente 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 & 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. 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.

Os ganhos de produtividade na integração lavoura-pecuária, em particular na fase de pecuária, é tido como fator-chave para permitir a expansão de alimentos e de biocombustíveis no país com mínima pressão sobre a vegetação nativa (Martha Jr & Vilela, 2009).

Por essa proposta, a produção de alimentos ou de biomassa para a produção de energia se daria por meio de realocação no uso da terra, marcadamente pelo deslocamento de pastagens de baixa produtividade no Cerrado. Reforçando essa tendência, tem-se o baixo retorno econômico projetado para a pecuária extensiva e a considerável área de pastagens em degradação, que encorajam a ocupação dessas áreas com alternativas de uso da terra mais eficientes (Martha Jr. et al., 2007). Nesse cenário, ter-se-ia, portanto, uma situação em que a oferta de produtos agrícolas e de bioenergia seria 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).

O efeito da integração lavoura-pecuária na liberação de áreas para outros cultivos foi ilustrado por Martha Jr. & Vilela (2009). Considerou-se um cenário de taxa de lotação de 0,4 cabeças/hectare cuja pastagem vai ser recuperada usando-se dois anos de pasto e dois ou três anos de lavouras de alta produtividade. A taxa de lotação projetada para a ILP é de duas cabeças/ha, sendo que, no verão, 50% da área estão com pasto e a outra metade com lavouras. Nesse cenário, o efeito seria de 2,50 ha/ha de pasto recuperado. Assim, a recuperação de uma área de pasto de um milhão de hectares, de acordo com os parâmetros listados, potencialmente permitiria que o rebanho na área aumentasse de 400 mil para 1,25 milhão de

cabeças e, adicionalmente, ter-se-iam 500 mil hectares liberados para outros usos. Alternativamente, se o rebanho permanecesse constante, 840 mil hectares poderiam ser direcionados para outros usos, quer sejam outras atividades agrícolas ou florestais, ou a recuperação de vegetação nativa.

6.3. Outros Impactos e Desafios da iLP

Apesar dos potenciais benefícios da integração lavoura-pecuária, que justificam o interesse crescente pela tecnologia, a adoção desses sistemas mistos de produção ainda é relativamente pequena no Brasil, 1,5 milhão de hectares de acordo com as estimativas de Balbino et al. (2011). Migrar de sistemas especializados para sistemas mistos, mais complexos, demanda mais recursos em investimentos, infraestrutura, equipes especializada por atividade e maior capacidade gerencial. Ressalte-se que na falta de recursos adequados para investimento/custeio (volume e prazos), os incentivos para promover a intensificação podem ser de baixa eficácia (Martha Jr. et al., 2010b).

Contudo, a expectativa é de que adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária pelos produtores resulte em melhorias significativas na sustentabilidade socioeconômica e ambiental de suas propriedades e da região de influência de suas fazendas. Desse modo, concentrar esforços nos fatores que estão limitando a adoção da integração lavoura-pecuária no Cerrado parece ser o ponto estratégico para novos estudos. Evidências empíricas sinalizam que a busca por melhoria na qualidade de cobertura de solo para o sistema de plantio direto, por meio de gramíneas forrageiras, pode auxiliar no aumento da adoção da integração lavoura-pecuária no Cerrado.

O sistema plantio direto (SPD) é uma tecnologia crescente, sendo que em 2003, na região dos Cerrados, já representava 40,78% dos sistemas de plantio (Duarte et al., 2006). Acredita-se que esse percentual já tenha ultrapassado os 65% em 2008/2009. O grande avanço se deu pelas vantagens comparativas entre o SPD e os sistemas tradicionais, em termos agronômicos, econômicos e ambientais. Uma explicação para o sucesso do SPD é que esses sistemas têm atendido as demandas dos produtores por alternativas que proporcionem maior rendimento operacional, maior eficiência no uso de fertilizantes e a redução de custos.

Entretanto, a adoção do SPD, em sua plenitude, nas diversas condições climáticas e edáficas é altamente dependente de culturas adequadas para a produção e manutenção de palha sobre o solo. Várias culturas têm sido utilizadas e testadas para cobertura de solo, rotação, e pastejo no outono-inverno, e entre as mais promissoras estão: o milho, o milheto, o sorgo granífero e o forrageiro, o nabo forrageiro e as gramíneas forrageiras tropicais, consorciadas ou não, sobretudo as braquiárias (Macedo, 2009).

No Cerrado, entre as braquiárias, a *U. ruziziensis* tem assumido importância crescente quando o foco é o plantio direto. Esta espécie, até o início da década de 2000, não tinha expressão no comércio de sementes de forrageiras no Brasil. Contudo, segundo a Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de

FORAGEIRAS TROPICAIS – UNIPASTO, entre 2007 e 2010, a área de produção de sementes dessa espécie aumentou de 2.412 ha para 11.582 ha, representando uma taxa geométrica de crescimento de 68,7% ao ano (Marcos Roveri José - Unipasto, 2010, comunicação pessoal). Esse aumento expressivo de área para produção é explicado pela grande demanda de sementes pelos produtores para o plantio em consórcio com cultivos, principalmente, com milho.

O objetivo central desse consórcio, tanto na primeira safra de verão como na segunda safra (safrinha), é a cobertura de solo para o SPD. Entretanto, ao perceberem os benefícios desse consórcio na produtividade das culturas em sucessão à braquiária, os produtores têm ampliado suas áreas com esse consórcio. A expressiva massa de forragem obtida nesse sistema (± 20 t/ha de massa verde) tem despertado o interesse dos produtores em aproveitar essa forragem na alimentação animal.

Os resultados de desempenho animal apresentados na Figura 12 é um bom exemplo. Esses resultados foram obtidos num experimento de 200 ha em andamento no oeste baiano, na fazenda Triunfo em Formosa do Rio Preto. Esse estudo tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes modos de consórcio de milho (1ª safra) com braquiárias no ganho de peso de bovinos em terminação e na produtividade de soja.

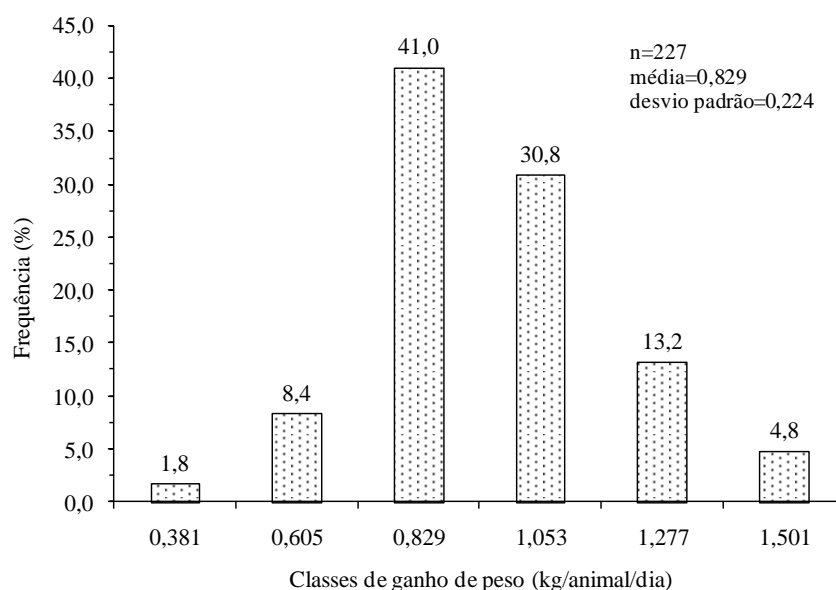


Figura 12 - Frequência de ganho de peso de bovinos, no período da seca, em pastagens de *Urochloa ruziziensis* e *U. brizantha* cv. Piatã estabelecidas em consórcio com milho. Durante este período (134 dias) os animais foram suplementados com uma mistura, contendo 70% de resíduo de soja, 67% de resíduo de milho e 3% de sal mineral, o consumo médio foi de 2,54 kg/cabeça/dia.

A produtividade média de milho consorciado com duas espécies de braquiárias (*U. ruziziensis* e *U. brizantha* cv. Piatã) foi de 9.002 ± 600 kg/ha e o ganho de peso – equivalente carcaça – de bovinos, machos inteiros e predominância da

raça Nelore, em 134 dias de pastejo foi de 50,6 kg/ha e 107 kg/ha para *U. ruzizensis* e *U. brizantha* cv. Piatã, respectivamente. Ressalte-se que “onde há variações existem possibilidade de ganhos”. A grande variação de ganho de peso diário por animal (48,8% dos animais tiveram ganhos superior à média) da Figura 7 é indicativo de que animais padronizados e com maior potencial genético para ganho de peso podem conferir maior robustez aos sistemas de ILP baseados na estratégia de “boi safrinha”.

Resultados obtidos por Cobucci et al. (2007) nos estudos realizados em Mato Grosso e Maranhão também confirmam o potencial desse sistema para produção de carne na entressafra (maio a setembro). Os ganhos obtidos variaram em 67,5 kg/ha e 127,5 kg/ha de equivalente carcaça, ratificando o potencial da “safrinha de boi” na integração lavoura-pecuária em fazendas com foco na produção de grãos.

Vilela et al. (2008) apresentam dados que evidenciam o benefício da pastagem no rendimento de grãos de soja depois de um ciclo de três anos de pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu que foi 17 % 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 dezessete anos de cultivo (Tabela 17), com conseqüente economia no uso de fertilizantes e redução nos custos de produção.

Tabela 17 - 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.

| 2004/05-2006/07 | 2007/08 ² | N-P ₂ O ₅ -K ₂ O ¹ (kg/ha) | Sistema de plantio | | Média ³ |
|---------------------------------------|----------------------|---|--------------------|----------------|--------------------|
| | | | Convencional | Direto | |
| Soja-Sorgo-Soja (LC) | Soja | 308-1487-1391 | 3.079 | 3.044 | 3.061 a |
| <i>B.brizantha</i> ² (LPL) | Soja | 85-853-813 | 3.540 | 3.603 | 3.571 b |
| Média | | | 3.310 a | 3.324 a | |

1/ Total de corretivos e nutrientes aplicados por nível de fertilidade em 17 anos de cultivo. 2/ Na safra de 2007/2008 a adubação de plantio da soja foi 485 kg/ha da fórmula 0-20-20+S+m micronutrientes.

3/Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey. Fonte: Vilela et al. (2008)

Neste mesmo experimento, avaliou-se o desempenho animal em pastagem degradada e após o cultivo da soja (Figura 13), onde se observou que, no período das chuvas, o ganho de peso foi de 683 kg/ha de peso vivo.

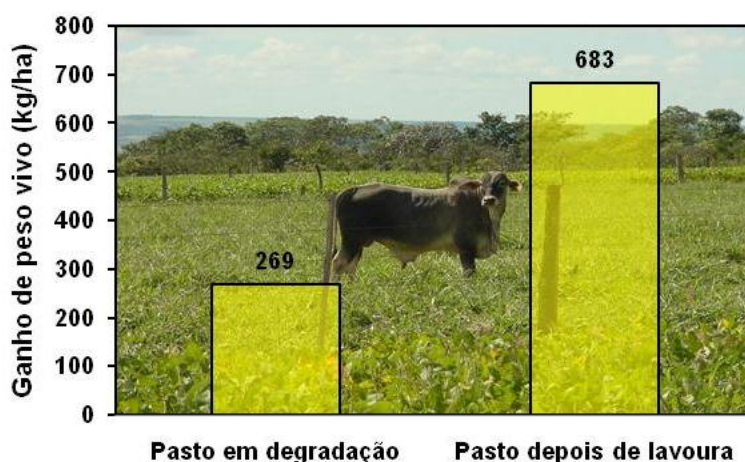


Figura 13 - Ganho de peso vivo de bovinos em recria em duas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, antes do plantio da soja em 2007. Antes do plantio do pasto a área foi cultivada com soja e milho nas safras de 1999 a 2003. Período de pastejo de 134 dias na estação das chuvas de 2006/07. Planaltina, DF.

Fonte: Vilela et al. (2008).

Ainda em relação aos benefícios dos sistemas de integração lavoura-pecuária, o exemplo da Fazenda Santa Terezinha em Uberlândia, MG, é uma evidência do potencial desses sistemas em fazendas comerciais. Essa propriedade desenvolvia atividade de cria e tinha uma área, em 1983, de 1014 hectares de pastagem e rebanho de 1094 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 1200 cabeças, representando uma taxa 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 e qualidade de forragens. 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 produção⁹.

Soares et al. (2007), avaliou um sistema de integração lavoura-pecuária sob o ponto de vista dos fluxos globais de energia. O autor menciona que o balanço energético de um sistema de produção, quando contabiliza em detalhes todos os componentes desse sistema sob a ótica de entradas e saídas energéticas, é um dos indicadores mais precisos da sustentabilidade da atividade agropecuária. Para elaborar a análise energética levou-se em conta uma safra de milho, uma safra de soja, uma etapa de recria e um ciclo de terminação dos animais em teste. Todos os resultados foram padronizados para o período de um ano e para uma área referente a um hectare.

Ainda nesse trabalho, ambas as culturas exportam, por hectare, aproximadamente 165,06 GJ de energia renovável em seus grãos, sem considerar a

⁹ Fernando Rauscher, comunicação pessoal em 4 de julho de 2003.

palha residual. Em um ciclo de produção do sistema foram produzidas em torno de 771 kg de peso vivo. Obtém-se um saldo energético em cada ciclo completo de integração lavoura-pecuária de 130,48 GJ, e uma eficiência energética, ou balanço energético global, calculada em 4,77:1. Ao considerar o produto animal oriundo da atividade integrada temos um acréscimo energético de mais 3,9 GJ total, por hectare. Destaca-se positivamente que o sistema avaliado é sustentável do ponto de vista essencialmente energético. Isto demonstra, em primeiro lugar, a eficiência do componente vegetal na captação de energia solar e na utilização dos recursos naturais disponíveis. Também se pode considerar que a tecnologia associada ao sistema integração lavoura-pecuária, para este caso, foi otimizada para máxima produção eficiente. Assim, sem muito dispêndio de recursos e energia na criação animal, se pode aproveitar o poder residual dos insumos e, se o sistema é bem compreendido e manejado, promover melhorias gerais na qualidade do solo garantindo a sustentabilidade e mantendo as produtividades.

Por fim, a análise dos balanços energéticos é uma ferramenta importante na definição possível da sustentabilidade de sistemas agrícolas, mesmo sistemas dinâmicos e complexos como a integração lavoura-pecuária. Esse trabalho avaliou um caso real de integração lavoura-pecuária e constatou que existe sustentabilidade do ponto de vista energético, ou seja, o fluxo de energia para a produção de grãos e carne é favorável, havendo grande eficiência na captação da energia solar neste complexo sistema biológico e correspondente acumulação desta energia em produtos agropecuários.

6.4. Benefícios Gerais dos Sistemas Integrados

Nos sistemas de iLPF ocorre a complementaridade e sinergia entre os componentes bióticos e abióticos, de forma que os recursos disponíveis possam ser utilizados de forma mais eficiente. É uma forma de uso da terra ambientalmente adequada, que também apresenta vantagens quanto à paisagem.

As proposições da estratégia iLPF preconizam a diversificação da atividade agrícola e pastoril e melhora a utilização dos recursos ambientais, com vantagens a partir de perspectivas distintas quanto aos componentes tecnológicos, ecológicos e econômicos sociais dos diferentes atores.

6.5. Benefícios Tecnológicos e Ecológicos/Ambientais da iLPF

- Melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo devido ao aumento da matéria orgânica;
- Redução de perdas de produtividade na ocorrência de veranicos, quando associado a práticas de correção da fertilidade do solo e ao sistema de plantio direto;
- Minimização da ocorrência de doenças e plantas daninhas;
- Aumento do bem-estar animal, em decorrência do maior conforto térmico;
- Maior eficiência na utilização de insumos e ampliação do balanço positivo de energia; e

- Possibilidade de aplicação dos sistemas para grandes, médias e pequenas propriedades rurais.
- Redução da pressão para a abertura de novas áreas;
- Melhoria na utilização dos recursos naturais pela complementaridade e sinergia entre os componentes vegetais e animais;
- Diminuição no uso de agroquímicos para controle de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas;
- Redução dos riscos de erosão;
- Melhoria da recarga e da qualidade da água;
- Mitigação do efeito estufa, resultante da maior capacidade de seqüestro de carbono;
- Menor emissão de metano por quilo de carne produzido;
- Promoção da biodiversidade, e favorecimento de novos nichos e habitats para os agentes polinizadores das culturas e inimigos naturais de insetos-pragas e doenças;
- Intensificação da ciclagem de nutrientes;
- Aumento da capacidade de biorremediação do solo;
- Reconstituição do paisagismo, possibilitando atividades de agroturismo;
- Melhoria da imagem pública dos agricultores perante a sociedade, atrelada à conscientização ambiental.

6.6. Benefícios econômicos e sociais da adoção da iLPF

- Incremento da produção anual de alimentos a menor custo;
- Aumento da produção anual de fibras, biocombustíveis e biomassa;
- Aumento da competitividade das cadeias de produtos de origem animal nos mercados nacional e internacional;
- Aumento da produtividade e da qualidade do leite e redução da sazonalidade de produção;
- Dinamização de vários setores da economia, principalmente em nível regional;
- Possibilidade de novos arranjos de uso da terra, com possibilidade de exploração das especialidades e habilidades dos diferentes atores (arrendatários e proprietários);
- Redução de riscos em razão de melhorias nas condições de produção e da diversificação de atividades comerciais;
- Fixação e maior inserção social pela geração de emprego e renda no campo;
- Aumento da oferta de alimentos seguros;
- Estímulo à qualificação profissional;
- Melhoria da qualidade de vida do produtor e da sua família;
- Estímulo à participação da sociedade civil organizada;
- Melhoria da imagem da produção agropecuária e dos produtores brasileiros, pois concilia atividade produtiva e meio ambiente; e
- Maiores vantagens comparativas na inserção das questões ambientais nas discussões e negociações da Organização Mundial do Comércio (OMC).
- Aumento da renda dos empreendimentos rurais.

7. Viabilidade Econômica e Rentabilidade de Sistemas Integrados

A atenção dada aos sistemas integrados, nos últimos anos, justifica-se pela constatação dos potenciais benefícios agronômicos, econômicos, ambientais e sociais desses sistemas. Pelo prisma econômico, inclua-se, ainda, o aumento na produtividade das culturas e da pastagem, o uso mais racional de insumos, máquinas e mão-de-obra, a melhora no fluxo de caixa e o aumento da liquidez. Além disso, a diversificação de atividades é uma alternativa interessante para reduzir os riscos de produção e para tornar menos volátil a renda na propriedade, no tocante a variações de preços e de produtividades entre anos.

7.1. Sistema Integração lavoura-pecuária (iLP)

Contudo, embora a pesquisa em integração lavoura-pecuária no Cerrado esteja avançando rapidamente na questão do desenho dos sistemas de produção, desempenho biológico, redução da incidência de pragas, doenças e plantas invasoras e impactos sobre a qualidade do solo, há carência com relação ao desempenho econômico desses sistemas de produção. Nesse contexto, Martha Jr. et al., 2010, analisaram (análise ex-ante) o desempenho econômico de alternativas de integração lavoura-pecuária tomando como base coeficientes técnico-econômicos das regiões do Triângulo Mineiro e do Sudoeste Goiano.

Foram analisados dois grupos de cenários de produtividade na integração lavoura-pecuária. No cenário 1, após o primeiro ciclo de rotação de 5 anos, a cultura da soja teria um ganho de 3 ou de 6 sacas/ha acima dos rendimentos médios das microrregiões, simulando o efeito positivo do pasto sobre a lavoura subsequente. No segundo cenário, explorou-se a situação análoga, i.e., a pecuária se beneficiando da lavoura de soja anterior. Nesse caso, a opção escolhida foi avaliar o impacto da taxa de lotação. A justificativa centra no fato de a elevada demanda de capital para a compra de animais poder eventualmente suscitar a dúvida ao produtor rural se não é mais vantajoso minimizar essa despesa, reduzindo a demanda de animais para níveis inferiores ao potencial do sistema determinado pela produção e manejo do pasto.

Para manter a comparação mais direta com as culturas anuais considerou-se a fase de engorda; o animal entra no sistema com 12@ e sai, após um ano, com 17,2@. Os dados de taxa de lotação e, conseqüentemente, de produtividade animal, na integração lavoura-pecuária, apoiaram-se em dados da literatura e fortemente em trabalhos em andamento e na experiência da equipe da Embrapa. As taxas de lotação consideradas, respectivamente para o primeiro e para o segundo ano da fase de pecuária, foram as seguintes: baixa – 2,50 e 1,63 cabeças/ha; média – 4,00 e 2,60 cabeças/ha; alta – 5,50 e 3,58 cabeças/ha.

Os fluxos de caixa compreenderam um período de 30 anos. Os preços dos produtos e insumos foram aqueles de mercado (último trimestre de 2008) e as taxas

de juros foram aquelas de longo prazo (6,75%). Os preços dos insumos foram obtidos por consulta a revendas e, os preços dos produtos, foram computados a partir de Informativo Boi & Cia, da Scot Consultoria. O preço da soja, no Triângulo Mineiro, foi obtido através do site Centro de Inteligência da Soja.¹⁰ Para a análise que segue, o preço da saca de soja foi de R\$ 44 no Triângulo mineiro e de R\$ 41,50 no Sudoeste Goiano. Na pecuária, o preço do boi magro foi de R\$ 975,00/cabeça e o da arroba do boi gordo de R\$ 84,00 no Triângulo Mineiro. No Sudoeste Goiano, o preço do boi magro foi igual aquele praticado na primeira região, porém, o preço da arroba do boi gordo foi menor, de R\$ 81,00.

Considerando o cenário em que o ganho advindo do pasto foi de 3 sacas/ha, verificou-se que aos preços considerados o resultado econômico da integração lavoura-pecuária, com baixa taxa de lotação, permitiria sobrevivência no curto prazo, mas não seria suficiente para arcar com os custos totais, tanto no Triângulo Mineiro como no Sudoeste Goiano (Tabelas 18 e 19). Os melhores termos de troca contribuíram para melhores resultados na primeira região.

Tabela 18 - Indicadores econômico para a integração lavoura-pecuária no Triângulo Mineiro, considerando 3 sacas/ha de soja a mais, em resposta ao histórico da pastagem.

| Parâmetros/Indicadores | TL-baixa | TL-média | TL-alta |
|--------------------------------|------------------|----------|----------|
| |R\$/ha..... | | |
| Custos variáveis | 2.079,43 | 2.665,48 | 3.251,52 |
| Custos variáveis + depreciação | 2.249,32 | 2.835,37 | 3.421,42 |
| Custo total | 2.457,11 | 3.043,16 | 3.629,20 |
| Renda bruta | 2.412,96 | 3.128,14 | 3.843,31 |
| Renda Líquida | -44,15 | 84,98 | 214,11 |

Fonte: Martha Jr. et. al, 2009.

¹⁰ www.cisoja.com.br.

Tabela 19 - Indicadores econômico para a integração lavoura-pecuária no Sudoeste Goiano, considerando 3 sacas/ha de soja a mais, em resposta ao histórico da pastagem.

| Parâmetros/Indicadores | TL-baixa | TL-média | TL-alta |
|--------------------------------|------------------|----------|----------|
| |R\$/ha..... | | |
| Custos variáveis | 2.075,56 | 2.660,10 | 3.244,64 |
| Custos variáveis + depreciação | 2.245,45 | 2.829,99 | 3.414,54 |
| Custo total | 2.453,24 | 3.037,78 | 3.622,32 |
| Renda Bruta | 2.352,76 | 3.042,40 | 3.732,03 |
| Renda Líquida | -100,48 | 4,62 | 109,71 |

Fonte: Martha Jr. et. al, 2009.

Quando os ganhos de soja advindos do pasto foram de 6 sacas/ha o resultado econômico do sistema foi substancialmente melhorado, em particular no Sudoeste Goiano, o que reforça a importância de investimentos de produtividade agrícola, em particular nas regiões de termos de troca menos satisfatórios (Tabelas 20 e 21). Nesse cenário, lucros econômicos foram observados, mesmo com os menores níveis de taxas de lotação avaliados.

Nota-se, porém, que o resultado econômico da integração lavoura-pecuária foi melhorado pelo aumento nas taxas de lotação, promovendo, nos menores níveis, rendas líquidas de R\$ 109,71/ha, no Sudoeste Goiano, e de R\$ 214,11/ha, no Triângulo Mineiro (Tabelas 18 e 19). Nas taxas de lotação mais elevadas, de melhor desempenho econômico, as rendas líquidas foram de R\$ 271,57 e de R\$ 225,61 no Triângulo Mineiro e no Sudoeste Goiano, respectivamente. Desse modo, a proposta de se trabalhar com menores taxas de lotação para reduzir a demanda de capital para a compra de animais não encontra suporte por uma ótica econômica.

Tabela 20 - Indicadores econômico para a integração lavoura-pecuária no Triângulo Mineiro, considerando 6 sacas/ha de soja a mais, em resposta ao histórico da pastagem.

| Parâmetros/Indicadores | TL-baixa | TL-média | TL-alta |
|--------------------------------|----------|----------|----------|
| | R\$/ha | | |
| Custos variáveis | 2.025,78 | 2.611,83 | 3.197,87 |
| Custos variáveis + depreciação | 2.195,67 | 2.781,72 | 3.367,77 |
| Custo total | 2.403,46 | 2.989,51 | 3.575,55 |
| Renda Bruta | 2.416,77 | 3.131,95 | 3.847,12 |
| Renda Líquida | 13,31 | 142,44 | 271,57 |

Fonte: Martha Jr. et. al, 2009.

Tabela 21 - Indicadores econômico para a integração lavoura-pecuária no Sudoeste Goiano, considerando 6 sacas/ha de soja a mais, em resposta ao histórico da pastagem.

| Parâmetros/Indicadores | TL-baixa | TL-média | TL-alta |
|--------------------------------|----------|----------|----------|
| | R\$/ha | | |
| Custos variáveis | 2.021,91 | 2.606,45 | 3.190,99 |
| Custos variáveis + depreciação | 2.191,80 | 2.776,34 | 3.360,88 |
| Custo total | 2.399,59 | 2.984,13 | 3.568,67 |
| Renda Bruta | 2.415,01 | 3.104,65 | 3.794,28 |
| Renda Líquida | 15,43 | 120,52 | 225,61 |

Fonte: Martha Jr. et. al, 2009.

Um ponto importante a ser considerado nessa questão de utilização da pastagem, que, no entanto, não foi contemplado nesse trabalho, diz respeito a uma possível redução nos rendimentos da soja em sequência ao pasto quando da subutilização do mesmo. Com taxas de lotação sub-dimensionadas em relação à produção de forragem surge um pastejo em mosaico, representado por áreas de super e de subpastejo. Nas áreas de subpastejo observam-se touceiras que além de dificultar as operações de plantio podem atuar negativamente sobre o desenvolvimento da soja. Essa, encoberta pela touceira e na busca por uma condição melhor de luminosidade, acaba eventualmente estiolando e, por ocasião do enchimento de grãos, geralmente tomba. O resultado é um potencial de perda de até 4 ou 5 sacas de soja por hectare.

Ademais, o sistema de integração lavoura-pecuária apresentou um elevado custo total, da ordem de R\$ 2.400,00 a R\$ 3.600,00, conforme a taxa de lotação.

Importante notar que a reposição representou aproximadamente 35% a 50% dos custos totais de produção. Obviamente tal condição sinaliza que as demandas de capital fixo (excluindo-se a terra), da ordem de R\$ 900 mil para o módulo de 400 ha, e de capital de custeio (R\$ 950 mil a R\$ 1.450 mil, conforme a taxa de lotação empregada) podem ser restritivas à adoção do sistema se o montante e os prazos do financiamento não forem adequados a essa realidade.

Interessante notar que a taxa de retorno do empreendedor foi, via de regra, inferior ao custo de oportunidade medido pela taxa de juros de 6,75%, exceção feita ao cenário de taxa de lotação elevada, com 6 sacas/ha de soja “extras”, no Triângulo Mineiro. Para esse mesmo cenário, no Sudoeste Goiano, a taxa de retorno do empreendedor foi de 6,32% (Tabela 22). Pela ótica do empreendedor, na situação de 3 sacas/ha extras, as taxas de retorno seriam negativas ou marginalmente positivas para taxas de lotação baixas e moderadas. Com 6 sacas/ha extras, o desempenho econômico continuaria insatisfatório para taxas de lotação baixas. Taxas de retorno da ordem de 4% a 4,8% seriam observadas para taxas de lotação intermediárias no cenário de 6 sacas/ha extras.

Tabela 22 - Taxa de retorno do empreendedor para a integração lavoura-pecuária, considerando 3 ou 6 sacas/ha de soja a mais, em resposta ao histórico da pastagem.

| Taxa de lotação | Triângulo Mineiro | | Sudoeste Goiano | |
|-----------------|-------------------|------------|-----------------|------------|
| | 3 sacas/ha | 6 sacas/ha | 3 sacas/ha | 6 sacas/ha |
| Baixa | -1,80% | 0,55% | -4,10% | 0,64% |
| Média | 2,79% | 4,76% | 0,15% | 4,04% |
| Alta | 5,90% | 7,60% | 3,03% | 6,32% |

Fonte: Martha Jr. et. al, 2009.

Tabela 23 - Taxa interna de retorno (%) e tempo de recuperação do capital (anos) para a integração lavoura-pecuária, considerando 3 ou 6 sacas/ha de soja a mais, em resposta ao histórico da pastagem.

| Taxa de lotação | Triângulo Mineiro | | Sudoeste Goiano | |
|-----------------|-------------------|------------|-----------------|------------|
| | 3 sacas/ha | 6 sacas/ha | 3 sacas/ha | 6 sacas/ha |
| TIR (%) | | | | |
| Baixa | 6,13% | 7,36% | 4,89% | 7,29% |
| Média | 9,01% | 10,14% | 7,45% | 9,59% |
| Alta | 11,58% | 12,65% | 9,74% | 11,71% |
| Payback (anos) | | | | |
| Baixa | >30 | 29 | >30 | 29 |
| Média | 20 | 17 | 28 | 18 |
| Alta | 14 | 13 | 18 | 14 |

Fonte: Martha Jr. et. al, 2009.

Pela ótica financeira, observou-se que TIR superiores àquelas de longo prazo (6,75%) só foram observadas com taxas de lotação média e alta quando o ganho extra de sacas de soja foi de 3 sacas/ha. Com seis sacas extras por hectare, TIR positivas foram observadas mesmo com os níveis de taxas de lotação mais baixas (Tabela 23). O tempo de retorno do capital (payback descontado) investido só aconteceu após 14 a 18 anos e após 13 a 14 anos no caso de ganhos advindos do pasto de 3 e 6 sacas de soja/ha, respectivamente. Com taxas de lotação baixas, o tempo de retorno do capital foi da ordem de 30 anos.

Embora interessante a perspectiva lançada pelo conhecimento do custeio e das depreciações, a incorporação do aluguel do capital fixo e do custo de oportunidade do capital de custeio é passo prioritário para o cálculo do custo de oportunidade.

A integração lavoura-pecuária, considerando os preços do último trimestre de 2008 e os coeficientes técnicos especificados, mostrou-se uma opção econômica viável quando taxas de lotação moderadas a elevadas foram consideradas. Verificou-se forte demanda por recursos de capital fixo e de custeio para os sistemas de integração lavoura-pecuária, da ordem de R\$ 3 milhões/400 ha considerando o inventário e os custos explícitos e implícitos.

Portanto, a adoção dessa tecnologia intensiva em capital em larga escala depende de preços relativos mais elevados e, obviamente, de linhas de crédito adequadas em termos de volume de recursos e prazos para pagamentos. Essa assertiva torna-se particularmente importante em razão de os melhores desempenhos econômicos serem verificados em maiores taxas de lotação.

7.2. Sistema Agrossilvipastoril

Os resultados técnicos e econômicos do sistema agrossilvipastoril implantado, no noroeste de Minas Gerais pela Companhia Mineira de Metais (Votorantim), têm contribuído muito para difusão de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Vários estudos sobre a viabilidade econômica desses sistemas foram baseados no projeto da Votorantim (Dubè et al., 2000; Oliveira et al., 2000; Barros, 2005; Cordeiro e Silva, 2010).

Dubè et al. (2000) compararam, economicamente, o sistema agroflorestal implantado pela Votorantim com a monocultura de eucalipto (Tabela 24). Os principais indicadores econômicos utilizados para a avaliação econômica foram: valor presente líquido (VPL); valor esperado da terra (VET); benefício (custo) periódico equivalente (B(C)PE); e taxa interna de retorno (TIR). E para comparar os dois sistemas os indicadores VET e B(C)PE são os mais indicados. O VET permite comparar alternativas de investimento com fluxo de caixa e período de retorno distintos.

Tabela 24 – Avaliação econômica de uma sistema agroflorestal implantado pela Votorantim com a monocultura de eucalipto.

| Sistema | Destino da madeira | | VPL (R\$/ha) | VET (R\$/ha) | VAE (R\$/ha/ano) | TIR (%) |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|------------|
| | Serraria (m ³) | Energia (mdc) | | | | |
| Agrossilvipastoril ¹ | 110 | 165 | 15.910,17 | 28.904,35 | 2.310,00 | 31 |
| Silvipastoril ² | 110 | 165 | 16.176,17 | 29.345,97 | 2.349,00 | 32 |

Fonte Cordeiro e Silva (2010)

O consórcio de árvores com lavoura de grãos e, ou, pastagens em sistemas bem planejados reduzem custos de implantação e manutenção do componente arbóreo (Dubè et al., 2000;).

Tabela 25 - Sistemas agrossilvipastoril implantados na Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada, GO.

| Sistema | Arranjo | Árvores/ha | Ocupação da área |
|---------|--------------------|------------|----------------------------------|
| 1 | 3 (3 x 3 m) + 14 m | 500 | 62,5% lav./pec. + 37,5 eucalipto |
| 2 | 4 (3 x 2 m) + 22 m | 645 | 66% lav./pec. + 34 eucalipto |

Tabela 25 - Evolução dos custos e rendimento de grãos e carne do sistema agrossilvipastoril (Sistema 1 da Tabela 8) implantado na Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada, GO.

| Especificação | Valor (R\$/ha) | Rendimento de grãos (kg/ha) |
|--|-----------------|----------------------------------|
| Ano 1 | | |
| Custo de produção de soja | 911,10 | |
| Custo de implantação do eucalipto | 601,23 | |
| Custo de oportunidade (10 sacos de soja) | 430,00 | |
| Custo operacional total | 1.942,33 | 1.988 (3.181)² |
| Ano 2 | | |
| Custo de produção de milho+braquiária | 929,90 | |
| Custo de manutenção de eucalipto | 185,25 | |
| Custo de oportunidade (10 sacos de soja) | 430,00 | |
| Custo operacional total | 1.545,15 | 4.020 (6.432)² |
| Ano 3 | | |
| Custo da pecuária ¹ | 4.140,00 | |
| Custo de manutenção de eucalipto | 163,00 | |
| Custo de oportunidade (10 sacos de soja) | 430,00 | |
| Custo operacional total | 4.733,00 | 920³ |

^{1/} 68% desse valor foi de aquisição de animais. ^{2/} Produtividade sem considerar a área ocupada pelas árvores. ^{3/} Peso vivo

Fonte: Adaptado de Pacheco, A. R. & Nicoli, C. M. L. (2011).

8. Transferência de Tecnologia e de Conhecimentos sobre iLPF

O processo de transferência de conhecimentos e tecnologias em sistemas produtivos complexos e interativos, que abrangem múltiplas variáveis em médio e longo prazo, como os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, também requer abordagem abrangente e que considere as especificidades locais. Em razão do envolvimento de atores do setor produtivo, técnicos e pesquisadores, as metodologias de transferência de conhecimentos e tecnologias devem ser norteadas pelo envolvimento e a participação desses atores. Como muitos conhecimentos são gerados pelas experiências dos próprios agricultores, a integração entre os atores permite produzir inovações apropriadas, encurtando, assim, o tempo para a sua adoção.

Essa integração deverá contemplar a capacitação contínua de multiplicadores e a avaliação dos processos e das atividades empregados na transferência de conhecimento e tecnologia, baseada, também, nas demandas e considerações a partir da prospecção junto aos atores envolvidos. São aspectos que transcendem os referenciais agrônomo, florestal e zootécnico que também deverão ser considerados na adaptação e na aplicação desse tipo de sistema às diferentes unidades de produção e regiões brasileiras.

Na diversidade de variáveis que atuam nesses sistemas, há que se pensar basicamente no processo de transferência de conhecimentos e tecnologias. A primeira dimensão requer o fortalecimento da ATER, por meio de parcerias com o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) e a iniciativa privada. Isso envolve contato direto com técnicos da ATER pública e privada, por meio da implantação e do acompanhamento de unidades de referência tecnológicas (URT)¹¹ junto aos produtores rurais.

A Embrapa coordena um projeto intitulado “Transferência de Tecnologias para Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (TT iLPF)”, com abrangência nacional (Anexo 1), dividido em oito regiões com respectivos coordenadores (Anexo 2). Este projeto conta com uma Parceria Público Privada (PPP) com a empresa Bunge, a qual viabilizou recursos que possibilitaram significativa ampliação do processo de transferência desta tecnologia bem como maior visibilidade frente a sociedade.

Para visualização de mapas e demais informações gerados a partir do banco de dados iLPF, deve-se entrar no *site* da Embrapa Gado de Leite (www.cnp.gl.embrapa.br) e em seguida no *link* "iLPF Banco de Dados", à esquerda da página. Dentro do sistema, os itens "Procurar e Mapas" dão informações

¹¹ URT é um modelo físico de sistemas de produção, implantado em área pública ou privada, visando a validação, demonstração e transferência de tecnologias de iLPF geradas, adaptadas e/ou recomendadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) para a região (EMBRAPA, 2009).



Ministério da
Agricultura Pecuária e
Abastecimento



detalhadas sobre o local de implantação, propriedade, responsável técnico, atividades desenvolvidas, eventos realizados, publicações, etc. de cada URT.

O envolvimento em ações diretas na unidade de produção agrícola, como, por exemplo, a instalação de URTs, em que os extensionistas e grupos de produtores participam da elaboração do plano de trabalho e das ações a serem executadas, irá fazer com que os conhecimentos produzidos nessa integração possam retroalimentar a pesquisa científica. Os extensionistas envolvidos serão os responsáveis pela multiplicação junto aos seus pares e aos produtores rurais.

A segunda dimensão envolve a proteção e a comercialização de conhecimentos e tecnologias gerados. Ambas deverão interagir e valer-se de ferramentas e procedimentos de negociação, comercialização, licenciamento, gestão da informação, material didático, prospecção de demandas, formalização de parcerias, captação de recursos, avaliação de impactos, entre outros.

9. Considerações Finais

O presente documento foi elaborado com informações e a contribuição de toda a equipe da Embrapa e parceiros que atuam projeto TT iLPF, para a qual estendemos nossos agradecimentos.

A introdução da componente florestal na atividade agropastoril, certamente ocasionará uma complementação de benefícios. Enquanto a agricultura e a pecuária cobrem o fluxo de caixa negativo proporcionado pelo período de maturação do investimento florestal, este por sua vez incorpora ao sistema benefícios ambientais importantes do ponto de vista da sustentabilidade ambiental (ambiência animal e fixação de carbono, etc.), da sustentabilidade econômica (poupança verde) e da sustentabilidade social por promover entradas de recursos distribuídas ao longo do tempo (desbastes e colheita final) permitem ao produtor e aos seus sucessores incentivariam permanência do jovem no meio rural.

Se, parte da enorme superfície territorial do país hoje utilizada somente com pastagens, for convertida em integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), poderá ser fundamental para melhorar a imagem do agronegócio brasileiro, ao tempo em que favorecerá a produção animal e a produção de produtos florestais e agrícolas.

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 Brasil. Os sistemas mistos, como a iLPF e a integração lavoura-pecuária (iLP), são, normalmente, mais sustentáveis do que os sistemas especializados (monocultivos).

As equipes que atuam com iLPF já implantaram 192 Unidades de Referência Tecnológica (URT), em todo o território nacional, que contam com a participação de produtores e num só tempo servem de observatórios e vitrines do sistema. Com isso, a expectativa é que num futuro próximo a iLPF esteja presente em um número cada vez maior de propriedades rurais, viabilizando assim o aumento da produção aliado à conservação dos recursos naturais, chave para o desenvolvimento de uma economia sustentável no século XXI.

Para que isto ocorra, se faz necessário a implementação de políticas públicas de incentivos à produção, tais como: aumento de crédito; diminuição de taxas de juros; ampliação do período de carência, garantia de preços mínimos; redução da carga fiscal sobre produtos e insumos; seguro agrícola amplo e eficiente, assim como remuneração por serviços ambientais.

10. Referências Bibliográficas Consultadas e Recomendadas

- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2010**: ano base 2009. Brasília, 2010. 80p.
- 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).
- ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. **Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16 p. (Série Documentos, n. 47).
- AMARAL, G. A. Consumo de forragem e emissão de metano em ambientes pastoris complexos. Porto Alegre-RS, 2011. 121p **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Plantas Forrageiras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G.; SOUZA, A.L. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e Eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1845-1850, 2003.
- AYARZA, M.; VILELA, L.; RAUSCHER, F. Rotação de culturas e pastagens em solo de cerrado: Estudo de caso. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 24, 1993, Goiânia, **Anais**. Goiânia, GO: SBCS, p.121-122, 1993.
- BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A. O. de; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF)**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130p.
- BANDY, D. E. ICRAF's strategies to promote agroforestry systems. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1.; ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAISES DO MERCOSUL, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994. v. 1, p. 15-31. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27).
- BARBOSA, C. M. P.; CARVALHO, P. C. F.; CAUDURO, G. F.; LUNARDI, R.; KUNRATH, T. R.; GIANLUPPI, G. D. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1953-1960, 2007 (supl.).
- 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).
- 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.

BARRO, R. S. et al. Screening native C₄ pasture genotype tolerance in Southern Brazil. In: FOOD SECURITY FROM SUSTAINABLE AGRICULTURE – AGRONOMY CONFERENCE, 15., 2010, Lincoln. **Food security from sustainable agriculture: proceedings...** Lincoln, New Zealand: Australian Society of Agronomy, 2010. Disponível: <http://www.regional.org.au/au/asa/2010/crop-production/intercrops/6969/varellaac.htm#TopOfPage> Acesso em: 05 dez. 2011.

BARRO, R. S.; SAIBRO, J. C.; MEDEIROS, R.; SILVA, J. L. S.; VARELLA, A. C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno (Forage yield and nutritive value of cool-season annual forage grasses shaded by *Pinus elliottii* trees and at full-sun). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v. 37, p. 1721-1727, 2008.

BARRO, R.S.; SAIBRO, J.C. de; MEDEIROS, R.B. de; SILVA, J.L.S. da; VARELLA, A.C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliotti* e ao sol pleno. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1721-1727, 2008.

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**, v.37, n.5, p.717-722, 2002.

CARVALHO, P. C. F.; BARRO, R. S.; KUNRATH, T. R.; SILVA, F. D.; NETO, A. B. Experiências de integração lavoura-pecuária no rio grande do sul. **Synergismus Scientifica UTFPR**, v. 06, n. 2, Pato Branco, 10 p., 2011.

CARVALHO, P.C.F.; SILVA, J.L.S.; MORAES, A.; FONTANELLI, R.S.; MACARI, S.; BREMM, C.; TRINDADE, J.K. Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: Paulo César de Faccio Carvalho; Anibal de Moraes; Reuben Mark Sulc. (Org.). **International Symposium on Integrated Livestock Systems**. Curitiba: UFPR, 2007.

CASSOL, L.C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 2003. 143f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

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

CASTRO, C.R.T. de. **Tolerância de gramíneas forrageiras tropicais ao sombreamento.** 1996. 247 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistemas de plantio direto. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.), **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto.** Viçosa:UFV, 2001. p. 583-624.

COBUCCI, T.; WRUCK, F. J.; KLUTHCOUSKI, J.; MUNIZ, L. C.; MARTHA JUNIOR, G. B.; CARNEVALLI, R. A.; TEIXEIRA, S. R.; MACHADO, A. A.; TEIXEIRA NETO, M. L. Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, v.28, p.64-79, 2007.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. **Safra 2010/2011, décimo levantamento, julho de 2011.** Brasília, 2011. 45p.

CORSI, M.; MARTHA Jr., G.B.; PAGOTTO, D.S. Sistema radicular: dinâmica e resposta a regimes de desfolha. In: DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros – pastagens.** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.838-852.

COSTA, F.P.; MACEDO, M.C.M. Economic evaluation of agropastoral systems: some alternatives for Central Brazil. In: WORKSHOP ON AGROPASTORAL SYSTEM IN SOUTH AMERICA, 2001, Japan. **Proceedings...** Japan: JIRCAS, 2001. p.57-62. (Working Report, 19).

COSTA, J. L. da S.; RAVA, C. A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.523-533.

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

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

DEDECEK, R. A.; RESCK, D. V. S.; FREITAS JUNIOR, E. de. 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**, 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**, v. 32, p. 269-277, 2003.

DUARTE, J. de O.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. **Análise da evolução do sistema de plantio direto e sua relação com a evolução da área plantada com sorgo no Cerrado**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 15p. (Documentos 53, Embrapa Milho e Sorgo).

DUBOIS, J. C. L. **Para utilizar de forma correta a terminologia SAF**. Rio de Janeiro: Rebraf, 2004. Disponível em: <http://www.rebraf.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?from_info_index=11&inford=27&sid=2>. Acesso em: 09 set. 2009.

DUPRAZ, C.; LIAGRE, F. **Agroforesterie: des arbres et des cultures**. Paris: France Agricole 2008. 413 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Caracterização de sistemas de uso da terra e propostas de ação para o desenvolvimento de sistemas agroflorestais no município de Áurea, RS**. Colombo, PR, 1996. 39p. (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 29).

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **State of the World's Forests 2009 - Global demand for wood products**. Disponível em: <http://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0350e/i0350e02a.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2010.

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

FLORES, J.P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L.C.; PAULO CÉSAR DE FACCIO 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**, v.31, n.4, 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: American Society of Agronomy, 1978. p. 97-119. (Special Publication, 34).

FRANZLUEBBERS, A. J. **Soil physical aspects of integrated crop-livestock systems**. In: Simpósio Internacional em Integração Lavoura-Pecuária, Curitiba-PR, 13 a 15 de agosto de 2007. (CD-ROM).

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A.; SANTOS, M.V.; AGNES, E.L.; CARDOSO, A.A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha, Viçosa, v.23**, n.1, p.49-58, 2005.

FUCKS, L. F. M. **Dinâmica da pastagem nativa, desempenho de ovinos e desenvolvimento arbóreo em sistema silvipastoril com três populações de *Eucalyptus saligna***. 1999. 174 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Plantas Forrageiras) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Porto Alegre, RS.

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

GÖRGEN, C.A.; CIVARDI, E. A; RAGAGNIM, V. A.; SILVEIRA NETO, A. N. da.; CARNEIRO, L. C.; LOBO JUNIOR, M. Redução do inóculo inicial de *Sclerotinia sclerotiorum* em soja cultivada após uso do sistema Santa Fé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45**, p.1102-1108, 2010.

GREENWOOD, K.L.; MCKENZIE, B.M. Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture, 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, 8**:345-360, 2002.

IKEDA, F. S.; MITJIA, D.; VILELA, L.; CARMONA, R. Banco de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 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., v.32**, p.341-344, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 1996**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/1995_1996/brasil/>. Acesso em: 23 fev. 2009.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.F.; FREITAS, F.C.L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha, Viçosa, v.22**, n.4, p.553-560, 2004.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B. **Sistema de integração agricultura & pecuária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. (Embrapa Gado de Corte. Circular Técnica, 53).

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, Condução e Resultados Obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Eds) **Integração**



Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-442.

KLUTHCOUSKI, 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).

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P. de.; COSTA, J. L. da. S.; SILVA, J. G. da.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **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. (Circular Técnica, 38).

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

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

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. 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, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1131-1140, 2007.**

LAZZAROTTO, J.J.; SANTOS, M.L.; LIMA, J.E.; MORAES, A. Volatilidade dos retornos econômicos associados à integração lavoura-pecuária no Estado do Paraná. **Revista de Economia e Agronegócio, v.7, p.259-283, 2009.**

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

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

LYNCH, J.M. & BRAGG, E. Microorganisms and soil aggregate stability. *Adv. Soil Sci.* 2: 133-171. Metzger, L., Levanon, O., Mingelgrin, V. 1987. The effect of sewage sludge on soil structural stability: microbiological aspects. **Soil Science Society American Journal, 51: 346-351, 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. Winnipeg & Saskatoon. 1997. p.115-116.



MACEDO, M. C. M. Integração lavoura-pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.133-146, 2009.

MACEDO, R.L.G.; VALE, A.B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em Sistemas Agroflorestais**- UFLA, 2010. 331p.

MACEDO, R.L.G.; VALE, A.B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em Sistemas Agroflorestais**. Lavras, MG: UFLA, 2010. 331p.

MACHADO, L. A. & WEISMANN, M. Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com a cultura da soja. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFP: UFRGS: OHIO State University, 2007. 1 CD-ROM.

MACHADO, L. A. Z.; COELHO NETO, O. M.; COSTA, N. R. Estabelecimento de espécies forrageiras em consórcio com a cultura da soja. In: **Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa**. 2009, Brasília: Embrapa, 2009. 1 CD-ROM.

MACHADO, L. A.; MELHORANÇA, A. L.; ASSIS, P. G. G de. Estabelecimento de pastagem (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) semeada em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. O arranjo científico e tecnológico na produção animal: **Anais**. Jaboticabal: SBZ: UNESP, 2007. 1 CD-ROM.

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**, 42:873-882, 2007.

MARTHA Jr, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. (Eds.) **Cerrado**: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2007, 224p.

MARTHA JR. G. B.; MUELLER, C. C.; ALVES, E.; VILELA, L. **Análise ex-ante do desempenho econômico-financeiro de alternativas de integração lavoura-pecuária no Triângulo Mineiro e no Sudoeste Goiano**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. 26p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa, 262).

MARTHA JR. G.B. **Análise econômica e de risco de alternativas de integração lavoura-pecuária na Região do Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. 54 p. (Relatório Final do Projeto de Pesquisa CNPq 400867/2007-9).

MARTHA JR., G.B. & VILELA, L. **Efeito poupa-terra de sistemas de integração lavoura-pecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. 4p. (Comunicado Técnico. Embrapa Cerrados, 164).

MARTHA JR., G.B. Sustentabilidade da pecuária de corte. **Revista JC Maschietto**, n.8, p.7-8, 2010.

MARTHA JR., G.B., ALVES, E.; MUELLER, C.C., VILELA, L. Análise econômica e de risco da pecuária extensiva no Cerrado. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, SOCIOLOGIA E ADMINISTRAÇÃO RURAL, 48., 2010. **Anais...** Campo Grande: SOBER, 2010b (compact disk).

MARTHA JR., G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. Integração lavoura-pecuária. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Ed.) **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**, volume 3. Piracicaba: IPNI, 2010a. p.1111-1131.

MARTHA JR.; G.B. Dinâmica de uso da terra em resposta à expansão da cana-de-açúcar no Cerrado. **Revista de Política Agrícola**, ano XVII, n.3, 2008. p.31-43.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O. A planta forrageira e o agroecossistema. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C.; SILVA, S.C.; FARIA, V.P. (Eds) **As pastagens e o meio ambiente**. (SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 23). Piracicaba: FEALQ, 2006. p.87-137.

MIRANDA, J. C. C.; VILELA, L.; MIRANDA, L. N. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.10, p.1005-1014, 2005.

MONTAGNINI, F. (Coord.). **Sistemas agroflorestais: principios y aplicaciones en los trópicos**. 2. ed. ver. aum. San José: Organización para Estudios Tropicales, 1992. 622 p.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J.; LANG, C. R. **Sistemas de integração lavoura-pecuária no Subtrópico da América do Sul: exemplos do Sul do Brasil**. In: Simpósio Internacional em Integração Lavoura-Pecuária, Curitiba-PR, 13 a 15 de agosto de 2007. (CD-ROM).

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. UEM, p.129-149, 1997.

NAIR, P. K. State-of-the-art of agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 45, p. 5-29, 1991.

NATIONAL RESEARCH CONCIL - NRC. Nutrient requirement of sheep. 6.ed. Washington, D.C.: **National Academy of Science**, 99p., 1985.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M. E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006.

OLIVEIRA NETO, S.N.; VALE, A.B.; NACIF, A.P.; VILAR, M.B.; ASSIS, J.B. **Sistema agrossilvipastoril: Integração lavoura-pecuária-floresta.** Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 2010. 190p.

OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L.G.; AQUINO PORTES, T.; SILVA, A.E.; PINHEIRO, B.S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E.M.; GUIMARÃES, C.M.; GOMIDE, J.C.; BALBINO, L.C. **Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais.** Goiânia: EMBRAPA – CNPAF - APA, 1996. 90p. (EMBRAPA - CNPAF. Documentos, 64).

OLIVEIRA, P. **Consórcio de milho com adubos verdes e manejo da adubação nitrogenada no cultivo de feijão em sucessão no sistema Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado.** 2010. 125 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T. de; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 7, p. 917-923, 2008.

PACIULLO, D.S.C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; CARVALHO, M.M.C.; CASTRO, C.R.T. Arranjos e modelos de sistemas silvipastoris. 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.13-50.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. A integração “lavoura-pecuária-floresta” como proposta de mudança no uso da terra . In: FERNANDES, E.N.; MARTINS, P. C.; MOREIRA, M. S. P.; ARCURI, P. B. (Eds). **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. 8 p. (Série Comunicado Técnico, 155).

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.** Acesso dia 15 de outubro de 2009. http://www.jcmaschietto.com.br/index.php?link=artigos&sublink=artigo_55#_ftn2.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES A.; MEDRADO, M. J. S. **Planejamento do número de árvores na composição de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.** Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 4 p. (Série Comunicado Técnico, 219).

PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C.; OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.7, p.1349-1358, 2000.**

REIS, J. C. L.; RAUPP, A.A.A. Integração racional arroz-pecuária (TR). In: Gomes, A. da S.; Petrini, J.A.; Fagundes, P. R. R. (Ed.). **Manejo racional da cultura do arroz irrigado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006, Cap. 16, p.187-201.

REIS, J. C. L.; SAIBRO, J. C. Integração do arroz com pastagens cultivadas e pecuária. In: Gomes, A. S.; Magalhães Junior, A.M. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, cap. 24, p. 831-859.

RIBASKI, J.; VARELLA, A. C.; FLORES, C. A.; MATTEI, V. L. Experiências com sistemas silvipastoris em solos arenosos na fronteira oeste do rio grande do sul. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO BIOMA PAMPA, 01., 2009, Pelotas, DF. **Palestras...** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2009. Cd Rom.

SAIBRO, J. C.. Animal production from tree-pasture association systems in Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro, SP. **Palestras...** São Pedro: FEALQ, 2001. p. 637-643.

SAIBRO, J. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; SILVA, J. L. S.; VARELLA, A.C.; LUCAS, N. M.; SAVIAN, J. F. A integração da silvicultura com pastagens e pecuária no Rio Grande do Sul. In: Valerio de Patta Pillar; Sandra Cristina Müller; Zélia Maria de Souza Castilhos. (Org.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. 2 ed. Brasília: MMA, 2009, v.1, p. 260-265.

SAIBRO, J. C.; SILVA, J. L. S. Integração sustentável do sistema arroz e pastagens utilizando misturas forrageiras de estação fria no litoral norte do Rio Grande do Sul. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 4., 1999, Canoas. **Anais...** Canoas: Ed. da Ulbra, 1999. p. 27-56.

SALTON, J. C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005. 158p. (Tese de Doutorado – Faculdade de Agronomia da UFRGS).

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, G.H. Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 15, p. 61-72, 1987.

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.**

SHARROW, S.H. **Silvopasture design with animals in mind**. Disponível em: <<http://www.aftaweb.org/entserv1.php?page=22>>. Acesso em 02/02/2006.

SILVA, A. C.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A. da; FREITAS, R. S.; MAURO, A. Épocas de emergência de *Brachiaria brizantha* no desenvolvimento da cultura da soja. **Ciência Rural, Santa Maria, v. 35**, n. 4, p. 769-775, 2005.

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, 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, v.41**, p.37-42. 2006.

SILVA, J. L. S. **Produtividade de componentes de um sistema silvipastoril constituído por *Eucalyptus saligna* e pastagens cultivada e nativa no Rio Grande do Sul**. 1998. 174 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa.

SILVA, J. L. S.; BARRO, R. S. Desenvolvimento de sistemas silvipastoris no Rio Grande do Sul. In: Ayala, V.; Lezama, F.; Barrios, E.; Bemhaja, M.; Saravia, H.; Formoso, D.; Boggiano, P.(Org.). **Bioma Campos: innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad**. 1 ed. Minas, Lavalleya, Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), 2008, v. 01, p. 105-116.

SILVA, J. L. S.; SAIBRO, J. C. Utilização e manejo de sistemas silvipastoris. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 1998, Canoas. **Anais...** Canoas: Ed. da ULBRA, 1998. p. 3-28.

SILVA, J. L. S.; SAIBRO, J. C.; FREITAS, F. R.; COSTA, A. G. M. Produtividade animal em diferentes pastagens de inverno em planossolo no litoral norte no RS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 279-281.

SILVA, J. L. S.; SAIBRO, J. C.; SOARES, L. H. B. Desempenho produtivo de bovinos via pastejo do sub-bosque forrageiro em mata de eucalipto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, SBZ, 1993. p. 61.

SILVA, J. L. S.; SILVA, J. J. C. A importância da pecuária nas tecnologias de manejo sustentável da iLPF no Bioma Pampa. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO BIOMA PAMPA, 01., 2009, Pelotas, DF. **Palestras...** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2009. Cd Rom.

SILVA, J. L. S.; THEISEN, G., BORTOLINI, F. Planejamento de uso das áreas em integração lavoura-pecuária. III Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. **Synergismus Scientifica UTFPR, v. 06, n. 2**, Pato Branco, 10 p., 2011.

SILVA, J. L. S.; THEISEN, G.; DAMÉ, M. C. F.; JUNIOR, J. S. Manejo de azevém anual e rendimento de bovinos de corte em integração lavoura-pecuária nas terras baixas do Bioma Pampa. Pelotas, RS, 2011. 12p. (EMBRAPA-CPACT. **Circular Técnica, 344**).

SILVA, J. L. S.; VARELLA, A. C.; SAIBRO, J. C.; CASRILHOS, Z. M. S. Manejo de animais em sistemas de integração silvipastoril. Pelotas, RS, 2011. 63p. (EMBRAPA-CPACT. **Documentos, 447**).

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

SOARES, L.H.B. ; MUNIZ, L. C. ; FIGUEIREDO, R. S. ; ALVES, B. J. R. ; BODDEY, R. M. ; URQUIAGA, S. ; MADARI, B. E. ; MACHADO, P. L. O. A. . **Balço Energético de um Sistema Integrado Lavoura Pecuária no Cerrado**. Seropédica (RJ): Embrapa, 2007 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 26).

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.; ECHEVERRIFA, H.E.; CASANOVAS, E.M. Crop-Pasture Rotation for Sustaining the Quality and Productivity of a Typic Argiudoll. **Soil Science Society American Journal** 61:1466-1472 (1997).

TANAGRO. Aspectos técnicos e econômicos do sistema agrossilvipastoril com acácia negra no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba, PR. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. p. 211-219. (EMBRAPA-CNPQ. Sistemas agroflorestais no Brasil: aspectos técnicos e econômicos, 1).

TAVARES, O. M. **Produção de forragem de azevém anual de ressemeadura natural submetido à adubação nitrogenada em integração lavoura-pecuária**. 2012. 28 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, faculdade de Zootecnia, Pelotas.

THUROW, T.L. Hydrology and erosion. In: R.K. Heitschmidt and J.W. Stuth (editors). **Grazing Management: An Ecological Perspective**. Timber Press, Portland, Oregon. p. 141-159, 1991.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Anthropogenic methane emissions in the United States: estimates for 1990: report to congress.** Washington, 1993.

VARELLA, A. C. **Uso de herbicidas e de pastejo para o controle da vegetação nativa no ano do estabelecimento de três densidades de *Eucalyptus saligna* Smith.** 1997. 101 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre.

VARELLA, A. C.; RIBASKI, J.; SILVA, V. P. ; SOARES, A. B. ; MORAES, A.; MORAIS, H.; SAIBRO, J. C.; BARRO, R. S.; POLI, C. H. E. **Recomendações para a escolha e manejo de plantas forrageiras em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. não paginado. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 76).

VARELLA, A. C.; SAIBRO, J. C. Uso de bovinos e ovinos como agentes de controle da vegetação nativa sob três populações de eucalipto. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 30-34, 1999.

VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Plantio direto de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23, 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p.165-185.

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

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

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

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

Anexo 1

Rede Nacional de Transferência de Tecnologias para sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (TT iLPF) – Localização das Unidades de Referência Tecnológica (URT)

