

INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA E INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA: ESTRATÉGIAS PARA INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL DO USO DO SOLO

Luiz Adriano Maia Cordeiro¹

Lourival Vilela²

Robélio Leandro Marchão³

João Kluthcouski⁴

Geraldo Bueno Martha Júnior⁵

RESUMO

Atualmente, a humanidade enfrenta desafios cada vez maiores para produzir alimentos, fibras, energia, produtos madeireiros e não madeireiros de forma compatível com a disponibilidade de recursos naturais, em especial solo e água. Nesse contexto, são intensos os apelos para que seja difundida, em todo o mundo, a concepção da agricultura sustentável. Os sistemas de produção em integração com e sem componente florestal propiciam diversos benefícios agrônômicos, econômicos, sociais e ambientais. O presente trabalho tem objetivo de apresentar os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e relatar a contribuição dessas estratégias de produção para a intensificação sustentável do uso do solo, levando em conta o efeito poupa-terra, os impactos técnicos e econômicos, e a melhoria da atividade biológica e da qualidade do solo.

Termos para indexação: agricultura sustentável, diversificação de cultivos, manejo de solos, sistemas integrados de produção.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. luiz.cordeiro@embrapa.br

² Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. lourival.vilela@embrapa.br

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. robelio.marchao@embrapa.br

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. joao.kluthcouski@embrapa.br

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Secretaria de Relações Internacionais da Embrapa, Brasília, DF. geraldo.martha@embrapa.br

INTEGRATED CROP-LIVESTOCK AND INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS: STRATEGIES FOR SUSTAINABLE INTENSIFICATION OF SOIL USE

ABSTRACT

Currently, humanity faces increasing challenges to produce food, fiber, energy, and timber and non-timber forest products in a consistent way with the availability of natural resources, especially soil and water. In this context, there are intense appeals to spread the concept of sustainable agriculture throughout the world. Integrated production systems with and without forest component provide many agronomic, economic, social and environmental benefits. This study aimed to present the integrated crop-livestock and integrated crop-livestock-forest systems and to report the contribution of these production strategies to the sustainable intensification of soil use, taking into account the land-saving effect, technical and economic impacts, and improvement of soil biological activity and soil quality.

Index terms: sustainable agriculture, crop diversification, soil management, integrated production systems.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a humanidade enfrenta desafios cada vez maiores para produzir alimentos, fibras, energia, produtos madeireiros e não madeireiros de forma compatível com a disponibilidade de recursos naturais, em especial solo e água. Por isso, são intensos os apelos para que seja difundida em todo o mundo a concepção da agricultura sustentável.

Segundo Pretty (2008), o interesse pela sustentabilidade da agricultura pode ser atribuído a preocupações ambientais que se iniciaram em meados das décadas de 1950 e 1960, apesar de existirem ideias sobre sustentabilidade em relatos remotos. Segundo o mesmo autor, atualmente, as preocupações sobre sustentabilidade são centradas na necessidade do desenvolvimento de tecnologias e práticas agrícolas que: i) não tenham efeitos adversos no meio ambiente; ii) sejam acessíveis e efetivas para os produtores rurais; e iii) levem a melhorias tanto na produtividade agrícola como na produção de alimentos, bem como tenham efeitos positivos em bens e serviços ambientais. Por sua vez, Lal (2009a) afirma que o manejo sustentável dos ecossistemas agrícolas implica uma tendência de aumento da produtividade primária líquida por unidade de entrada de recursos externos, conjuntamente com melhoria na qualidade do solo e nos serviços ecossistêmicos, tais como aumento nos teores de carbono, melhoria na qualidade e quantidade de recursos hídricos, e aumento da biodiversidade.

Porém, com o aumento da demanda por alimentos e a evolução tecnológica na produção, a atividade agrícola moderna passou a se caracterizar por sistemas de produção padronizados e simplificados em monocultura, com redução da biodiversidade. Além disso, com a expansão da fronteira agrícola e com a adoção de sistemas de cultivo com preparo do solo, o uso de agroquímicos e da irrigação, e as atividades agrícolas, pecuárias e florestais passaram a ser realizadas de maneira intensificada, independente e dissociada. Esse modelo da produção agropecuária predomina nas propriedades rurais em todo o mundo; entretanto, tem mostrado sinais de fragilidade, em virtude da elevada demanda por energia e por recursos naturais que o caracteriza (BALBINO et al., 2011a).

Por exemplo, a degradação de pastagens tornou-se um dos principais sinais da baixa sustentabilidade da pecuária nas diferentes regiões brasileiras. O manejo inadequado do rebanho normalmente é considerado a principal causa de sua degradação. Degradação de pastagens é definida como um processo evolutivo de perda do seu vigor, produtividade e capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais. Estima-se que 80% das pastagens cultivadas no Brasil Central, responsáveis por mais de 55% da produção nacional de carne, encontram-se em algum estágio de degradação. Isso afeta, diretamente, a sustentabilidade da pecuária. Quando se considera apenas a engorda de bovinos, uma pastagem degradada pode ter produção até seis vezes menor que uma pastagem recuperada ou em bom estado de manutenção (MACEDO et al., 2000; MACEDO; ZIMMER, 1993, 2015).

Com relação à agricultura, o monocultivo e as práticas culturais inadequadas têm causado perda de produtividade, ocorrência de pragas e doenças, e degradação do solo e dos recursos naturais. Nas áreas de lavouras temporárias, bem como em áreas de pastagens naturais e plantadas, predomina a monocultura e, na maioria dos casos, a utilização de boas práticas agrônômicas não é seguida, o que resulta em degradação dos solos e se reflete em baixa produtividade e elevada erosão (BALBINO, 2001; HERNANI et al., 2002; MACEDO, 2009, 2015).

Ao longo das últimas três décadas, o agronegócio brasileiro vem crescendo e se transformando de maneira expressiva. A incorporação de terras da região do Cerrado ao processo produtivo, em especial a partir da década de 1970, explica parcela considerável desse sucesso. Em 1970, a

produção de arroz, de feijão, de trigo, de milho e de soja foi de 27,34 milhões de toneladas. Em 2007, a produção dessas culturas somou 128,27 milhões de toneladas, representando um crescimento de 370%. Entretanto, um grande desafio para a agricultura será contornar os problemas decorrentes de décadas de práticas agrícolas com elevada pressão sobre o meio ambiente, buscando, entre outros: a redução da erosão e da perda de fertilidade do solo, bem como do assoreamento de cursos d'água, a redução da poluição do solo e da água e a mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) (VILELA et al., 2012).

A integração lavoura-pecuária (ILP) proporciona benefícios recíprocos entre a lavoura e a pecuária, reduzindo as causas da degradação física, química e biológica do solo, resultantes de cada uma das explorações (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003). A introdução do componente florestal aos subsistemas lavouras e pastagens representa um avanço da ILP, que evoluiu para o conceito mais amplo de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), quando se adota sua modalidade agrossilvipastoril. São inúmeras as possibilidades de combinação espaço-temporal entre os componentes agrícola, pecuário e florestal, que se caracterizam pelo alto potencial produtivo e por proporcionarem melhorias na qualidade ambiental (BALBINO et al., 2011a, 2011b, 2012).

Os sistemas em integração podem ser mais lucrativos por causa da diversificação das atividades econômicas, da redução de custos e dos aumentos de produtividade. Quando se trata de ILP, especialmente no sistema de rotação lavoura-pasto, há aumento de produtividade de grãos cultivados após a pastagem, que também produz mais após o solo ter sido utilizado para cultivo de grãos. E essa pastagem mais produtiva resultará em maior ganho de peso de bovinos ou produção leiteira. Em sistemas em integração que contêm o componente florestal, pode-se adicionar ainda a receita proveniente da comercialização de produtos madeireiros e não madeireiros obtidos no mesmo espaço, além de outros benefícios (SALTON et al., 2015a).

Portanto, numa visão de futuro, a demanda crescente por alimentos, bioenergia e produtos florestais, em contraposição à necessidade de redução de desmatamento e mitigação da emissão de GEE, exige soluções que permitam incentivar o desenvolvimento socioeconômico sem comprometer a sustentabilidade dos recursos naturais. A intensificação do uso da terra em áreas agrícolas e o aumento da eficiência dos sistemas de produção podem

contribuir para harmonizar esses interesses. É nesse cenário que a estratégia de produção em integração, que contempla os sistemas de integração lavoura-pecuária (agropastoril), silviagrícolas, silvipastoris e agrossilvipastoris, tem sido apontada como alternativa para conciliar esses conflitos de interesse da sociedade (VILELA et al., 2012).

A adoção da ILP ou da ILPF possibilita a melhoria da produtividade, da qualidade dos produtos e aumento da renda das atividades agropecuárias, integrando as explorações de lavoura, pecuária e/ou floresta em áreas já desmatadas, como alternativa aos monocultivos tradicionais (CORDEIRO et al., 2015; KLUTHCOUSKI et al., 2015a; SALTON et al., 2015a).

Dessa forma, esses sistemas têm como objetivo a intensificação sustentável do uso do solo, pois fundamentam-se na integração espacial e temporal dos componentes do sistema produtivo, para atingir patamares cada vez mais elevados de qualidade ambiental e de competitividade, reduzindo a pressão sobre ecossistemas naturais. O presente trabalho tem objetivo de apresentar os sistemas de ILP e ILPF e mostrar de que forma essas estratégias de produção contribuem para a intensificação sustentável do uso do solo, levando em conta o efeito poupa-terra, os impactos técnicos e econômicos, e a melhoria da atividade biológica e da qualidade do solo.

INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (ILP) E INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (ILPF)

Entende-se por “integração” o ato ou efeito de integrar ou tornar inteiro, ou seja, é a combinação de partes isoladas para a formação de um conjunto que trabalha como um todo. Um dos usos dessa palavra no Brasil é para identificar sistemas de produção agropecuária que combinam as atividades agrícola, pecuária e/ou florestal na mesma área ou gleba, constituindo um sistema de produção. Isso pode ser feito de diferentes formas, como, por exemplo, pela adoção da consorciação, da sucessão e/ou da rotação de culturas.

O cultivo consorciado é um sistema no qual duas ou mais espécies vegetais são cultivadas na mesma área simultaneamente. A sucessão de cultivos ocorre quando diferentes espécies vegetais são semeadas, uma após a colheita da outra, dentro do mesmo ano agrícola, tendo como exemplo para a região central do Brasil a sucessão soja/milho. Já a rotação ocorre

quando há alternância de espécies vegetais, ocupando o mesmo espaço físico e período do ano, dentro de princípios técnicos, visando principalmente sanar problemas fitossanitários. Dessa forma, esses sistemas tornam-se mais diversificados e complexos, porém, com maior expressão de efeitos sinérgicos que potencializam os fatores bióticos e abióticos capazes de incrementar os rendimentos desses componentes integrados de forma significativa, quando comparados aos rendimentos dos mesmos componentes implantados isoladamente (KLUTHCOUSKI et al., 2015a; SALTON et al., 2015a).

Conforme definem Hirakuri et al. (2012), o sistema de produção é composto de sistemas de cultivo vegetal ou de criação animal no âmbito de uma propriedade rural, definidos com base nos fatores de produção (terra, capital e mão de obra) e interligados por um processo de gestão. De acordo com esses autores, os sistemas em integração são aqueles em que ocorrem sistemas de cultivo/criação de diferentes finalidades (agricultura ou lavoura, pecuária e floresta) que são integrados entre si, em uma mesma gleba da propriedade rural, com intuito de maximizar o uso da área e dos meios de produção, e ainda diversificar a renda.

Segundo Balbino et al. (2011b), os sistemas de produção em integração podem ser classificados em quatro modalidades: i) integração lavoura-pecuária (ILP) ou sistema agropastoril – sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e no mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos; ii) integração pecuária-floresta (IPF) ou sistema silvipastoril – sistema de produção que integra os componentes pecuário (pastagem e animal) e florestal, em consórcio; iii) integração lavoura-floresta (ILF) ou sistema silviagrícola – sistema de produção que integra os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes); e iv) integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) ou sistema agrossilvipastoril – sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área.

Pode ocorrer um consórcio de uma cultura anual com uma espécie forrageira até que, após a colheita da cultura anual, a forrageira predomine, e o uso da terra passe a ser pastoril e não mais agrícola. Nessa fase, o sistema muda de status e passa a ser uma sucessão, no sistema agropastoril (ou ILP). Há ainda o cultivo consorciado com a semeadura defasada, como é o caso das espécies forrageiras semeadas tardiamente (em sobressemeadura),

por exemplo, na cultura da soja. Em outros sistemas mais complexos com a presença de árvores, pode ocorrer consórcio de uma cultura anual com árvores, e nessa fase o sistema será silviagrícola (ou ILF). Após a colheita da cultura anual e início do pastejo, o sistema será silvipastoril (ou IPF). Nessa dinâmica, no mesmo ano agrícola ou na dimensão temporal predeterminada, é que se configura o agrossilvipastoril (ou ILPF). As árvores não estarão em sucessão nem em rotação com as lavouras e/ou pastagens, mas sim em consórcio (KLUTHCOUSKI et al., 2015a).

As modalidades de integração com componente florestal se assemelham com a classificação de sistemas agroflorestais (SAFs), ou agroforestry systems, em suas vertentes silviagrícola, silvipastoril e agrossilvipastoril (BANDY, 1994; DUBOIS, 2004; MONTAGNINI et al., 1992; NAIR, 1991). Existe, atualmente, na literatura uma grande variedade de termos que são empregados para denominar e conceituar a prática de combinar espécies florestais com culturas agrícolas e/ou com a pecuária, como, por exemplo, agrossilvicultura (DANIEL et al., 1999, MACEDO et al., 2010). Contudo, Balbino et al. (2011b) ressaltam que os sistemas de integração apresentam classificação mais abrangente, pois incluem também o sistema agropastoril, ou seja, a ILP.

De acordo com Kluthcouski et al. (2015a), também é possível a separação dos sistemas de integração em duas categorias: os sistemas de integração sem componente florestal (ou seja, a ILP); e os sistemas de integração com componente florestal (ou seja, a IPF, a ILF e a ILPF). Independentemente da forma como são classificados ou denominados, os sistemas de integração são sistemas mistos de produção agropecuária e seguem os mesmos princípios, em especial, a diversificação de atividades.

Historicamente, nas terras baixas do Sul do País, as áreas de cultivos de arroz irrigado eram também utilizadas para pecuária de corte, em rotação com pastagens. Também na região Sul, áreas de planalto ocupadas com “campos nativos”, com a disponibilidade de herbicidas e semeadoras, foram substituídas por lavouras de soja em sistema plantio direto (SPD). No Brasil Central, foi lançado o sistema barreirão, que é composto por um conjunto de tecnologias e práticas de recuperação de áreas de pastagens em degradação, embasadas no consórcio arroz-pastagem. Com a expansão do SPD e a maior oferta de máquinas e herbicidas, foram desenvolvidas práticas de dessecação de pastagens e semeadura de soja, tendo resultado no desenvolvimento de

sistemas de ILP com rotação lavoura-pastagem (BALBINO et al., 2011a; KIUTHCOUSKI et al., 1991, 2015a).

Posteriormente, novas hipóteses de pesquisa foram levantadas sobre os benefícios potenciais da pastagem para a lavoura na rotação e, com base nisso, surgiram também propostas que envolviam o uso de sistemas de ILP com rotação lavoura-pastagem, para produção de grãos, produção de forragem para a entressafra e acúmulo de palhada para o sistema plantio direto (SPD). No início dos anos 2000, consolidou-se o Sistema Santa Fé, que se fundamenta na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente milho, sorgo, milheto e arroz, com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Brachiaria* (syn. *Urochloa*) em áreas de lavoura com solo parcial ou totalmente corrigido. Os principais objetivos desse sistema são: produção de forragem para a entressafra; produção de palhada em quantidade e qualidade para o SPD (BORGHI; CRUSCIOL, 2007; KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003); e, obviamente, produção de grãos.

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

No bioma Cerrado, vários sistemas de ILP são caracterizados de acordo com o perfil e os objetivos da fazenda. As diferenças nos sistemas podem ser atribuídas às peculiaridades regionais e da propriedade, como condições de clima e de solo, infraestrutura, experiência do produtor e tecnologia disponível. Contudo, três modalidades de integração se destacam: fazendas de pecuária, em que culturas de grãos, geralmente arroz, soja, milho e/ou sorgo, são introduzidas ou consorciadas em áreas de pastagens para recuperar a produtividade dos pastos; fazendas especializadas em lavouras de grãos, que utilizam gramíneas forrageiras para melhorar a cobertura de solo em SPD e, na entressafra, para uso da forragem na alimentação de bovinos (“safrinha de boi”); e fazendas que, sistematicamente, adotam a rotação de pasto e lavoura para intensificar o uso da terra e se beneficiar do sinergismo entre as duas atividades. Esses sistemas podem ser praticados por parcerias entre lavoureiros e pecuaristas (VILELA et al., 2011).

Os termos “boi safrinha” ou “pasto safrinha” referem-se ao uso da forragem produzida em consórcio no verão, com a finalidade de cobertura de solo para o SPD, e também para a alimentação de bovinos na estação da seca (inverno) (Figura 1). É uma pastagem de curta duração num período em que, normalmente, ocorre déficit de forragem. A pastagem pode ser utilizada para cria, recria ou terminação de bovinos, bem como para produção de feno. A intensificação do uso dos fatores de produção merece destaque, pois é possível manter a área produzindo o ano todo, por exemplo: soja na primeira safra de verão, milho consorciado com uma gramínea forrageira e, depois da colheita, alimentação animal na estação da seca. Com essa diversificação de atividades, há uma redução de risco de produção e financeiro (diluição dos custos), além da possibilidade de manutenção de mão de obra definitiva nas propriedades. A seguir, são dados exemplos de impactos positivos do sistema de ILP na modalidade boi safrinha: i) ganhos de produtividade de soja de 10% a 15% quando em sucessão a pastagens de maior produtividade e adubadas; ii) no sistema de ILP com pastagem de curta duração (apenas na estação da seca), tem-se observado ganho de peso, em equivalente-carcaça, entre 6 arrobas ha⁻¹ e 12 arrobas ha⁻¹; e iii) ciclagem de nitrogênio, fósforo e potássio, estimada em equivalente-fertilizante, em torno de 60 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de ureia, 95 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de superfosfato simples e 85 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de cloreto de potássio, respectivamente (VILELA et al., 2015).

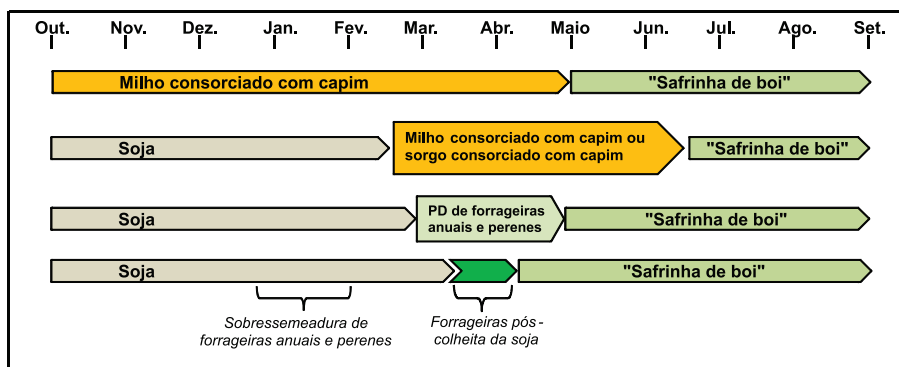


Figura 1. Alternativas potenciais de “safrinha de boi” na ILP praticadas em diferentes regiões do Cerrado. O termo “boi safrinha” refere-se à alimentação de bovinos (cria, recria e engorda) na entressafra, e não se restringe à terminação de bovinos.

Fonte: Vilela et al. (2015).

Outros sistemas de ILP vêm sendo desenvolvidos com foco regional, como, por exemplo, o Sistema Santa Brígida, que é um consórcio triplo entre milho, braquiárias e uma espécie leguminosa – nos casos de ILP, especialmente o guandu-anão –, com os objetivos principais de produzir forragem mais rica em proteína, aumentar a fixação biológica do nitrogênio (FBN) e, com isso, reduzir a necessidade de fertilizante nitrogenado mineral no cultivo em sucessão (OLIVEIRA et al., 2010). Para solos arenosos ou de textura média, foi desenvolvido o Sistema São Mateus, que tem como base a utilização do sistema de ILP com a antecipação da correção química e física do solo, cultivo das pastagens e, em seguida, do cultivo de soja em SPD para amortizar os custos da recuperação de pastagens degradadas depois de recuperar a fertilidade física e química do solo (SALTON et al., 2013).

Com a inclusão de árvores nos sistemas de integração (IPF, ILF e ILPF), o componente agrícola pode restringir-se à fase inicial de implantação do componente florestal ou fazer parte do sistema por vários anos, sendo o componente pecuário o que permanece com o crescimento das árvores no estágio final da integração (BALBINO et al., 2012).

O consumo mundial de madeira em toras aumentará, até 2030, aproximadamente 45% em relação ao consumo em 2005 e atingirá cerca de 2,44 milhões de m³ (FAO, 2009). Diante desse cenário, parte da demanda brasileira poderá ser atendida com a introdução de árvores nas pastagens de baixa produtividade no Cerrado (mais de 30 milhões de hectares). A arborização dessas pastagens, associada à lavoura de grãos, em sistemas de integração com componente florestal, pode ser uma alternativa para reduzir os custos com correção da fertilidade de solo e plantio de árvores (VILELA et al., 2012).

Conforme explicam Balbino et al. (2011a), a ILPF envolve sistemas produtivos diversificados que contemplam a produção de alimentos, fibras, energia, produtos madeireiros e/ou não madeireiros, de origem vegetal e animal, realizados para otimizar os ciclos biológicos das plantas e dos animais, bem como dos insumos e seus respectivos resíduos. Ainda, segundo esses autores, a ILPF pode contribuir para: recuperação de pastagens e áreas degradadas; aumento do bem-estar animal em decorrência do maior conforto térmico; manutenção e reconstituição da cobertura florestal; adoção de boas práticas agropecuárias (BPA); e valorização de serviços ambientais oferecidos pelos agroecossistemas (conservação dos recursos hídricos e edáficos, abrigo

para os agentes polinizadores e de controle natural de insetos-praga e doenças, fixação de carbono, redução da emissão de GEE, etc.).

Atualmente, as ações de conservação do solo e da água levam o ecossistema agrícola a ser não apenas um provedor de alimentos e fibras para gerar, de modo sustentável, renda ao produtor e segurança alimentar, mas também a ser um provedor de serviços ambientais. Há no Brasil práticas agrícolas que, se forem consideradas todas as práticas conservacionistas, podem oferecer diversos serviços ambientais, como, por exemplo: SPD contínuo na palha; sistema de ILP em SPD; e de ILPF em SPD (MACHADO et al., 2010). Ou seja, os sistemas de produção sustentáveis que integram atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais são, na atualidade, as principais soluções tecnológicas para a agropecuária sustentável nos trópicos, uma vez que proporcionam muitos benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais.

Os sistemas em integração são dinâmicos e complexos, em virtude das interações entre culturas, animais e diversas práticas. Por serem dinâmicos, esses sistemas necessitam de pesquisas científicas e tecnológicas contínuas, quase sempre realizadas por meio de experimentos de longa duração e regionalizados, sem os quais haveria comprometimento da sua sustentabilidade, o que dificultaria a sua adoção por produtores rurais. Para a expansão da ILP e da ILPF, são necessários estudos e pesquisas sobre: alternativas de culturas e de espécies forrageiras para consórcio; avaliações ecofisiológicas de diferentes espécies nas várias modalidades de integração; comportamento e bem-estar animal; arranjos espaciais e seus efeitos na produtividade; espécies forrageiras e sistemas de consórcio de culturas anuais, forrageiras e arbóreas; e avaliações socioeconômicas e ambientais de diferentes formas de integração nos biomas brasileiros. Faz-se necessária também a criação de políticas públicas, para que os agricultores consigam superar barreiras econômicas e barreiras operacionais, e também investimentos em capacitação de técnicos e na formação de profissionais de ensino superior e de escolas profissionalizantes da área agropecuária (BALBINO et al., 2011a).

INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL DO USO DO SOLO POR MEIO DA ADOÇÃO DA ILP E DA ILPF

De acordo com Pretty (2008), os princípios-chave para a sustentabilidade na agricultura são: i) integração de processos biológicos e ecológicos no

processo de produção de alimentos; ii) minimização do uso de insumos não renováveis que causam danos ao meio ambiente ou à saúde; iii) uso produtivo do conhecimento e habilidades dos produtores rurais; e iv) uso produtivo das capacidades coletivas para resolução dos problemas da agricultura e dos recursos naturais. Segundo o autor, se alguma tecnologia promove aumento de produtividade e não causa danos ambientais, então é provável que tenha benefícios de sustentabilidade. Evidências indicam que as práticas e processos utilizados na agricultura sustentável se consolidam com mudanças nos fatores de produção, como, por exemplo, do uso de fertilizantes para a utilização da FBN ou do uso de preparo do solo para o uso do SPD. Erroneamente, enfatiza o autor, supõe-se que a agricultura sustentável implica redução no uso de insumos, assim, tornando tais sistemas essencialmente extensivos. Atualmente, um conceito melhor do que sistemas extensivos compreende a intensificação do uso de recursos, com uso de ativos naturais, sociais e capital humano combinados com o uso das melhores tecnologias e insumos disponíveis (melhores genótipos e melhor manejo ecológico) que minimizem ou eliminem danos ambientais. Essa forma de produção pode ser denominada “intensificação sustentável”.

A abordagem da intensificação sustentável atende um dos grandes desafios da produção de alimentos, que é de aumentar a produção nas áreas agrícolas existentes de maneira que proporcione menor pressão ao meio ambiente e não elimine a capacidade de continuar produzindo alimentos no futuro (GARNETT et al., 2013). Os autores citam quatro premissas da intensificação sustentável, situando-as dentro de um quadro mais amplo de ações prioritárias do sistema de produção alimentar: i) a necessidade de aumento de produção; ii) o aumento de produção deve ser obtido pelo incremento de produtividade porque o aumento da área plantada promove elevados custos ambientais; iii) a segurança alimentar exige atenção tanto para o aumento da sustentabilidade ambiental quanto para o incremento de produtividade; e iv) a intensificação sustentável denota um objetivo, mas não especifica a priori como deve ser atingido ou quais técnicas agrícolas deva implantar.

A intensificação da produção agropecuária depende do adequado manejo dos solos. As demandas sobre os recursos do solo para o século XXI, e além, incluem: i) aumento da produção agrícola para satisfazer as necessidades alimentares de mais de 3,5 bilhões de pessoas que residirão em países em

desenvolvimento, juntamente com provável mudança nos hábitos alimentares, partindo de uma dieta em base vegetal para uma dieta em base animal; ii) produção de biomassa lignocelulósica por meio de cultivos de espécies para produção de agroenergia em solos marginais ou outras terras; iii) conversão de solos degradados e áreas desertificadas em áreas recuperadas para aumento da biodiversidade e melhoria do ambiente; iv) sequestro de carbono em solos e biomassa e em ecossistemas aquáticos para compensar emissões industriais e estabilizar as concentrações de CO₂ e outros GEE; v) desenvolvimento de sistemas de cultivo que melhorem a eficiência do uso da água e minimizem os riscos de poluição da água, contaminação e eutrofização; e vi) criação de áreas de reserva para a preservação de espécies, recreação e aumento de valores estéticos da paisagem e dos solos (LAL, 2009b).

Lal (2013) afirma que os solos são recursos finitos, desigualmente distribuídos entre diversas regiões, frágeis e propensos à degradação pelo manejo inadequado. Embora exista potencial para expandir a área de produção agrícola em diferentes regiões do mundo, o foco deve ser o aumento da produtividade da terra cultivável existente, contornando o vácuo de rendimento, ou seja, a diferença entre o potencial técnico e rendimento médio de uma cultura obtido por produtores rurais. A intensificação da agricultura, baseada na diversificação, pode melhorar os rendimentos agrônômicos enquanto também melhora o meio ambiente e alivia a pobreza.

A intensificação da produção observada em sistemas de ILP e ILPF proporciona o desenvolvimento de agroecossistemas com características de ecossistemas naturais, tornando-os mais estáveis e diversificados. A ILP e a ILPF são estratégias promissoras, capazes de conciliar ecoeficiência com desenvolvimento socioeconômico, o que acarreta diversos benefícios ao produtor rural e ao meio ambiente, como: i) redução da pressão para desmatamento de novas áreas; ii) melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo; iii) aumento da ciclagem e da eficiência na utilização dos nutrientes; iv) redução dos custos de produção; v) diversificação e estabilização da renda na propriedade rural; vi) viabilização da recuperação de áreas com pastagens degradadas; vii) diminuição no uso de agroquímicos para controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas; viii) redução dos riscos de erosão e melhoria da recarga e da qualidade da água; ix) mitigação do efeito estufa, resultante da maior capacidade de sequestro de carbono; x) menor emissão de metano animal por quilograma de produto produzido; xi)

promoção da biodiversidade e favorecimento de novos nichos, habitats para os agentes polinizadores das culturas e inimigos naturais de insetos-praga e doenças (ALVARENGA et al., 2010; BALBINO et al., 2011b).

Efeito poupa-terra

Barreto et al. (2013) afirmam que a conversão de ecossistemas naturais em paisagens antropogênicas talvez seja a maior evidência da alteração humana do planeta Terra. Essa conversão tem causado impactos negativos, mas também suporta o crescimento populacional pelo provimento de alimentos e outros produtos. A intensificação da produção agrícola para aumento da saída de produtos por unidade de área tem potencial de reduzir a pressão pela mudança no uso da terra. Estudos desenvolvidos pelos autores mostram que a intensificação do uso da terra nas regiões Sul e Sudeste do Brasil coincide com a contração tanto das áreas de pastagens como de lavouras, ou com a expansão de cultivo agrícola em áreas de pastagens, mas em ambos os casos resultando em estabilização ou contração de terras agricultáveis. Em contraste, nas áreas de fronteira agrícola, em regiões de desmatamento no Centro e Norte do Brasil, a intensificação do uso da terra coincide com a expansão de terras agricultáveis. Essas observações dão suporte à teoria de que: i) melhorias tecnológicas criam incentivos para expansão da fronteira agrícola; e ii) agricultores são susceptíveis a reduzir sua área plantada somente se a terra se tornar um recurso escasso.

A pecuária de corte é frequentemente taxada como um setor pouco produtivo, que somente se torna viável como alternativa econômica pela expansão da área de pastagem. De fato, a pecuária, na sua origem, foi uma atividade pioneira, associada à expansão da fronteira agrícola, em resposta à conjuntura macroeconômica e aos valores da sociedade no passado, que apontavam para a necessidade de ocupar o território. Entretanto, nas últimas décadas, o modelo de produção da pecuária mudou sensivelmente e passou a priorizar tecnologias mais intensivas em capital, as quais vêm gerando significativos ganhos na produtividade e, conseqüentemente, um expressivo “efeito poupa-terra” (VILELA et al., 2012).

Martha Júnior et al. (2012) analisaram os fatores de crescimento da pecuária bovina por meio de uma identidade matemática, relacionando produção com área de pastagem, taxa de lotação e desempenho animal. Estes autores observaram que, em 1950 e em 1985, a produção nacional de

carne bovina foi de 1.084.000 e 2.223.000 toneladas de equivalente-carcaça, respectivamente. Nesse período, a taxa de crescimento anual da produção foi de 2,1%. A expansão de área de pastagem explicou 71% desse incremento de produção, e a produtividade (kg equivalente-carcaça ha⁻¹), 29%. Entre 1985 e 2006, os autores observaram redução na área de pastagem, e a taxa anual de aumento da produção foi de 5,5%. O desempenho animal (kg equivalente-carcaça cabeça⁻¹) respondeu por 74% desse incremento de 4.664 t equivalente-carcaça. Quando esses ganhos devidos à taxa de lotação e ao desempenho animal para o período de 1950–2006 foram computados, encontrou-se efeito “poupa-terra” de 525 milhões de hectares. Isso significa que, sem esses ganhos, para se obter a mesma produção, o adicional de 525 milhões de hectares teria que ser incorporado à produção.

Com base nos dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2006), verifica-se que em torno de 70,6% da área de pastagens do Brasil apresenta uma taxa de lotação de 1,25 cabeça ha⁻¹, com 41,5 milhões de cabeças ocupando uma área de 37,1 milhões de hectares, o que representa uma baixa produtividade. Nesse censo, observa-se que, no Cerrado, em torno de 82,6% da área de pastagens apresenta uma taxa de lotação de 1,25 cabeça ha⁻¹, com um rebanho de 22 milhões de cabeças ocupando uma área de 19,8 milhões de hectares. Portanto, analisando-se esses dados, pode-se inferir que o aumento da taxa de lotação das pastagens de 1,25 cabeça ha⁻¹ para 2,0 cabeças ha⁻¹, adotando-se, por exemplo, um programa de recuperação de pastagens em todo o território do Brasil, seria capaz de gerar um efeito “poupa-terra” de mais de 74 milhões de hectares, ou seja, essa área poderia ser liberada para outros fins, e, especificamente para a região do Cerrado, a mesma elevação da taxa de lotação proporcionaria o mesmo efeito em 31,6 milhões de hectares.

Salton et al. (2015a) destacam que a utilização de sistemas integrados pode contribuir para redução da pressão por abertura de novas áreas, pois aumenta o potencial produtivo das áreas já utilizadas pela agricultura. Além disso, o cultivo de árvores em consórcio com lavoura ou pastagem contribui para redução do desmatamento, já que aumenta o fornecimento de madeira para o comércio e, no caso do uso de espécies nativas, contribui para preservação dessas espécies.

Os sistemas de ILP e de ILPF podem ser classificados como sistemas de produção sustentáveis porque são alternativas para conciliar a produção de alimentos, fibras e energia, aliando preservação ambiental com sustentabilidade econômica. A demanda crescente por alimentos, bioenergia e produtos florestais, em contraposição à necessidade de redução de desmatamento e mitigação da emissão de GEE, requer soluções que permitam incentivar o desenvolvimento socioeconômico sem comprometer a sustentabilidade dos recursos naturais. A intensificação do uso do solo em áreas agrícolas e pastoris e o aumento da eficiência dos sistemas de produção podem contribuir para harmonizar esses interesses. A adoção de sistemas de produção em integração é uma forma de produzir a mesma quantidade de produto, ou até aumentar a produção, sem a necessidade de incorporar novas áreas ao processo produtivo, externalidade que tem sido denominada de efeito “poupa-terra” (KLUTHCOUSKI et al., 2015a).

O efeito “poupa-terra”, advindo de ganhos de produtividade na ILP, 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 JÚNIOR; VILELA, 2009). Neste estudo, considerou-se um cenário de taxa de lotação de 0,4 cabeça ha⁻¹, cuja pastagem vai ser recuperada usando-se 2 anos de pasto e 2 ou 3 anos de lavouras de alta produtividade. A taxa de lotação projetada para a ILP é de 2,0 cabeças ha⁻¹; no verão, 50% da área está com pasto, e a outra metade com lavouras. Nesse cenário, o efeito poupa-terra seria de 2,5 ha de pasto recuperado. Assim, a recuperação de uma área de pasto de 1 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, quer seja a recomposição da vegetação nativa e a criação de áreas de preservação.

Um exemplo do potencial de intensificação do uso do solo por meio da ILP foi apresentado em estudo publicado por Ayarza et al. (1993), realizado numa propriedade rural do Triângulo Mineiro que desenvolvia atividade de cria e tinha uma área, em 1983, de 1.014 hectares de pastagem e rebanho de 1.094 cabeças (taxa de lotação de 1,1 cabeça ha⁻¹). A partir de 1985, a propriedade passou a destinar áreas de pastagens para a produção de grãos

em sistema de ILP até atingir, em 1996, a totalidade da área com um ou mais ciclos de lavoura. Em 1996, a área destinada a pastagens representava 36% da área total da fazenda; o rebanho era de 1.200 cabeças, representando uma taxa de lotação três vezes superior à inicial.

O alto aproveitamento dos fatores de produção e da oferta ambiental caracteriza os sistemas em integração como sistemas mais intensivos, uma vez que se proporciona a ocupação biológica e econômica das áreas de produção por mais tempo quando comparados a sistemas de monocultivo. Por exemplo, o cultivo solteiro de soja ou de milho na estação chuvosa em situação de sequeiro propicia a ocupação da área por, aproximadamente, 4 a 6 meses, ou seja, aproximadamente de 40% a 50% do ano. Dessa forma, deixa-se de gerar renda nessas áreas nos demais 50% do ano e, via de regra, ocorre diminuição da qualidade de solo, pois nessas condições reduz-se o aporte de biomassa e a atividade biológica do solo. Nas mesmas condições, com adoção da ILP, com a implantação do sistema de sucessão com o cultivo de soja precoce na primeira safra sucedido por milho consorciado com braquiária na segunda safra (ou safrinha) e, por fim, o pastejo da área na entressafra seca no sistema “boi safrinha”, é possível ampliar a ocupação da área por mais de 90% do tempo. E, com a adoção de sistemas de integração com componente florestal (IPF, ILF e ILPF), é possível a ocupação da área em, praticamente, 100% do tempo. Isso porque, além da produção agrícola, também é possível realizar o pastejo na época chuvosa e na entressafra seca, e ainda, ocorre o desenvolvimento contínuo das árvores nesses sistemas durante todo o decorrer do ano. O fato de não haver pousio nesses sistemas é garantia de solo vegetado o ano todo. E isso significa: produção de alimentos simultânea à conservação do solo e da água; aumento da oferta de alimentos de qualidade superior e de baixo custo no mercado; redução da sazonalidade de oferta de alimentos; e preços de mercado ao consumidor mais estáveis (SALTON et al., 2015a; VILELA et al., 2015). Com isso, aumenta-se a geração de renda pela diversificação das atividades, aumento do uso dos fatores de produção e, também, melhoria da qualidade ambiental, o que caracteriza a intensificação sustentável.

Impactos técnicos e econômicos

Considerando sistemas bem manejados, Vilela e Martha Júnior (2010) citam como exemplos de impactos positivos da ILP o seguinte: a) aumentos de 15% na matéria orgânica do solo (MOS) em relação aos níveis do Cerrado

nativo; b) aumento de 90% na eficiência de uso do fósforo, no longo prazo, em comparação à rotação soja-milho; c) ganhos de produtividade de soja de 10% quando em sucessão a pastagens de maior produtividade e adubadas; d) incrementos médios de produtividade animal na recria-engorda de cerca de quatro vezes ($600 \text{ kg de peso vivo ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) em relação à recria-engorda na pecuária tradicional ($120\text{--}150 \text{ kg de peso vivo ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); e) incrementos médios de produtividade animal na cria de cerca de três vezes ($300 \text{ kg de bezerros desmamados ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) em relação à cria na pecuária tradicional ($85\text{--}110 \text{ kg de bezerros desmamados ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$).

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. Os diferentes sistemas de ILP, além de contribuírem para melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; uso eficiente de fertilizantes; maior eficiência na utilização de máquinas, equipamentos e mão de obra; diversificação do sistema produtivo; e quebra de ciclos bióticos deletérios (pragas e doenças), contribuem para aumentar a produtividade do sistema. Em geral, há uma redução na ocorrência de pragas por causa da maior presença de inimigos naturais, que são beneficiados pela diversificação do sistema de produção. Nos sistemas de ILP, nos quais há rotação entre lavouras e pastagens, certamente haverá redução da ocorrência de determinadas doenças pela interrupção nos ciclos de desenvolvimento dos patógenos. A redução do uso de agroquímicos em razão da quebra dos ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas é um benefício potencial ao meio ambiente dos sistemas mistos, como a ILP. Além disso, ocorre diminuição de até 50% do tempo de permanência de alguns inseticidas no solo quando aplicados nos sistemas de integração, em especial no sistema de ILP, em comparação ao sistema convencional (KICHEL; MIRANDA, 2001; KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003; SALTON et al., 2015a; VILELA et al., 2008).

Salton et al. (2015b) também observaram aumento da produtividade das pastagens em ILP, maior lotação animal, maior produtividade de carne por área e melhor qualidade da pastagem durante a estação chuvosa e, durante a seca, maior oferta de pastagem aos animais, sendo ambas as situações favorecidas pela adubação da lavoura antecessora.

Em relação a isso, os sistemas de ILP são alternativas para a recuperação de pastagens degradadas e para a produção de culturas anuais, melhorando a produção de palha para o SPD e as propriedades do solo, assim

como aumentando a utilização eficiente de equipamentos e o incremento de emprego e renda no campo (MACEDO, 2009; MELLO et al., 2004).

Vilela et al. (2008) apresentaram dados que evidenciam o benefício da pastagem no rendimento de grãos de soja depois de um ciclo de 3 anos de pasto de *B. 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 17 anos de cultivo, ou seja, com consequente economia no uso de fertilizantes e redução nos custos de produção. Nesse mesmo experimento, avaliou-se o desempenho animal, onde se observou que, no período das chuvas, o ganho de peso de peso vivo na área de pastagem formada após a soja foi superior ao ganho de peso vivo na pastagem degradada.

Macedo et al. (2001) demonstraram ganhos de eficiência agrônômica e econômica, por meio de aumentos de produtividade e diminuição de custos, em um sistema misto de ILP. Outras demonstrações da viabilidade econômica de sistemas de ILP, por meio de indicadores financeiros positivos, podem ser encontradas nos estudos de Cobucci et al. (2007), Costa e Macedo (2001) e Muniz et al. (2007).

Os benefícios econômicos da ILP se concentram na possibilidade de aumentar a oferta com custos de produção unitários menores. Esses custos menores refletem a ampliação do potencial de produção do sistema (por exemplo, em razão de aumentos na MOS 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 insetos-praga, de doenças e de plantas daninhas (VILELA et al., 2012). No Paraná, Lazzarotto et al. (2009) encontraram que as rendas líquidas na integração ILP superaram aquelas com grãos e pecuária e 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 ILP.

Um importante impacto técnico da ILP é o aproveitamento do efeito residual da adubação realizada sobre as culturas de grãos pelas pastagens. A rotação de culturas que inclua espécies com alta eficiência em extrair fósforo, como as braquiárias, resulta em aumento na recuperação de fósforo adicionado ao solo de até 69% a mais do que no sistema composto apenas

de culturas anuais (SOUSA et al., 2007). Essa maior eficiência se deve à morfologia do sistema radicular, densidade dos pelos radiculares e associação com fungos micorrízicos que aumentam a absorção de nutrientes com pouca mobilidade na solução do solo, particularmente o fósforo, em virtude da exploração de um maior volume de solo, da solubilização de fosfatos orgânicos pelas fosfatases produzidas pelas hifas e da mobilização de fósforo inorgânico (YAO et al., 2001).

A redução da população de plantas daninhas é outro benefício relatado na literatura nacional e estrangeira (IKEDA et al. 2007; KLUTHCOUSKI et al. 2000, SEVERINO, 2006). 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 SPD. 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 ILP.

Apesar dos potenciais benefícios da ILP, que justificam o interesse crescente pela tecnologia, ainda é relativamente pequena a adoção desses sistemas mistos de produção. Migrar de sistemas especializados para sistemas mistos, mais complexos, demanda mais recursos em investimentos, infraestrutura, mais equipes especializadas 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 JÚNIOR et al., 2010).

Os benefícios econômicos potenciais desses sistemas integrados podem refletir-se em economia de escopo (diminuição do custo, em razão da produção de múltiplos produtos) ou nos efeitos de redução de risco pela diversificação. Além disso, eles podem envolver menor variabilidade produtiva e maior produtividade. A ILP compete com sistemas especializados de pecuária, mas não apresentou taxas de retorno competitivas em comparação a sistemas especializados com soja, por exemplo. Retornos econômicos mais favoráveis nos sistemas mistos de ILP dependem da elevada produtividade das lavouras e da pecuária. A produtividade elevada aumenta a demanda por insumos modernos e por bens de capital. A elevada demanda por capital da ILP, particularmente para a aquisição de animais em recria para a engorda, explicou as menores taxas de retorno da ILP e é vista como uma das principais restrições para a ampla adoção de sistemas mistos (MARTHA JÚNIOR et al., 2011).

A adoção de arranjos de ILPF mais complexos, como, por exemplo, sistemas agrossilvipastoris, potencialmente, pode proporcionar maior rentabilidade pela ampla diversificação cultural e pelo sinergismo entre as diferentes atividades. O êxito da adoção da ILPF pode ser facilitado pela adequada distribuição espacial das árvores no terreno, visando a práticas de conservação do solo e água, favorecimento do trânsito de máquinas e observância de aspectos comportamentais dos animais (PORFIRIO-DASILVA, 2006, 2007, 2008; SHARROW, 1998).

O estresse térmico, ventos e chuvas fortes são prejudiciais para o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, causando um aumento no gasto de energia para manutenção associado à redução do consumo (JORDAN, 2003; SILANIKOVE, 2000). Assim, para o componente pecuário, a ILPF proporciona microclima favorável ao aumento do índice de conforto térmico com presença dos animais na sombra das árvores, ao contrário da exposição à insolação direta ou às baixas temperaturas do inverno. Isso porque as árvores geram sombras que podem diminuir a radiação solar direta que atinge os animais em até 30%, a depender da espécie florestal. Também por conta da sombra, a temperatura do ar diminui. Nos trópicos, a temperatura sob a copa das árvores é cerca de 2 °C a 4 °C menor que sob céu aberto; há relatos de reduções de até 9 °C. Esse benefício torna-se muito importante por produzir reflexos positivos sobre a produtividade e a reprodução animal (ALVES et al., 2015; PORFIRIO-DASILVA et al., 2001).

Cordeiro (2010) avaliou dois sistemas integrados de produção, silvipastoril (IPF) e agrossilvipastoril (ILPF), comparados ao monocultivo de produção florestal com eucalipto para produção de carvão em Minas Gerais. Os sistemas integrados foram viáveis economicamente, com destaque para a agregação de valor da madeira para serraria nos dois sistemas, quando comparados ao monocultivo para carvão vegetal. Em outra localidade, o mesmo autor avaliou os custos de produção e a receita obtida, variando o espaçamento de eucalipto, em unidades de experimentação de ILPF. A receita do sistema integrado foi negativa, pois, mesmo com a inserção do cultivo de milho e da pecuária, o ganho em área não obteria o mesmo retorno financeiro caso houvesse apenas o plantio de árvores.

Conforme concluiu Rodigheri (1998), comparativamente aos cultivos anuais do feijão, milho, soja e trigo solteiros, os sistemas integrados ou agroflorestais, além da maior rentabilidade econômica, viabilizam a produção

simultânea de madeira e alimentos e aumentam o emprego e a renda nas propriedades rurais. Dossa e Montoya Vilcahuaman (2001) relatam que o componente florestal na propriedade rural é viável economicamente e que é tão competitivo quanto as atividades de grãos e pecuária. Adicionalmente, a integração entre grãos, animais e florestas propicia menores riscos climáticos e de mercado no médio e longo prazo, tornando-se uma alternativa interessante para aumentar a renda das propriedades rurais.

Outros estudos avaliaram a contribuição econômica (RIBEIRO et al., 2007), a viabilidade econômica (SOUZA et al., 2007) e a análise de investimento sob situação de risco (COELHO JÚNIOR et al., 2008) de um sistema agrossilvipastoril sequencial composto por clones de eucalipto, estabelecido em consórcio com arroz no primeiro ano, seguido de soja no segundo ano. Após a colheita da soja, iniciou-se a formação de pastagem de *B. brizantha*, tendo sido os anos consecutivos dedicados à produção de pecuária de corte, em Minas Gerais. Os resultados indicam, de maneira geral, baixo risco de investimento e alta viabilidade econômica, em virtude, principalmente, da atividade florestal e da pecuária, em comparação com os cultivos anuais.

Outros trabalhos mais recentes apresentam a viabilidade econômica de sistemas de ILPF de integração com componente florestal, em muitos casos com elevados valores de taxas de retorno, configurando esses sistemas como estratégias de produção para proteger as receitas dos agricultores da flutuação dos preços de mercado (PACHECO et al., 2013; REIS et al., 2015; VINHOLIS et al. 2015).

Considerando-se o mercado ilimitado e potencial (tanto nacional como internacional) para a comercialização de madeira, o plantio de espécies arbóreas em pastagens aumentaria consideravelmente o retorno econômico em longo prazo e justificaria incentivos e subsídios de curto prazo que ajudariam a estabelecer pastagens melhoradas, segundo citação feita por Macedo et al. (2010).

Souza et al. (2007) ressaltam que, em sistemas integrados ou agroflorestais para diversos ciclos compostos por eucalipto, culturas anuais e pecuária, a idade ótima de corte do componente florestal foi aos 8 anos para o sítio menos produtivo e aos 6 anos para o sítio mais produtivo. Os sítios mais produtivos proporcionaram maior lucro e menos tempo de imobilização

do capital. Nesse trabalho, houve aumento significativo na viabilidade econômica do sistema agroflorestal, à medida que se agregou valor aos produtos. O sistema começou a ser viável economicamente a partir do uso de pelo menos 16% da madeira para serraria.

De acordo com Ofugi et al. (2008), sistemas de ILPF com 250 a 350 árvores ha⁻¹ de eucalipto proporcionam maior ganho em diâmetro das árvores quando comparados a sistemas florestais tradicionais com 1.666 árvores ha⁻¹. Dessa forma, aos 8 anos da implantação, pode-se colher madeira para postes de eletrificação e, aos 12 anos, toras com mais de 30 cm de diâmetro, para serraria. Esses produtos apresentam maior valor agregado e podem atingir um valor de até seis vezes o valor da madeira para energia (carvão).

Em um sistema de ILPF implantado com soja e eucalipto (645 árvores ha⁻¹ de um clone de *E. urophylla*), seguido de milho consorciado com *B. brizantha* cv. Marandu no segundo ano, tendo-se permanecido pasto e eucalipto nos anos seguintes, Pacheco et al. (2015) observaram que os bovinos de corte apresentaram notável desempenho no ganho de peso por área ocupada. A produtividade foi de 270 kg de peso carcaça ha⁻¹ ano⁻¹, com idade de abate de 2 a 2,5 anos. O incremento médio de madeira foi de 40 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, tendo-se utilizado apenas 36% da área. Esse incremento é próximo da média nacional de monoculturas com 1.667 árvores ha⁻¹.

Melhoria da atividade biológica e da qualidade do solo

Sistemas que aumentam o aporte de biomassa vegetal e o teor de MOS têm grande impacto sobre a biologia do solo com reflexos positivos sobre a diversidade biológica. A melhoria das propriedades físicas do solo proporcionada pela ação das raízes das forrageiras nos sistemas de integração, como a ILP, melhora também a estrutura do solo e provoca efeito positivo sobre a qualidade biológica do solo (MACEDO, 2009).

Salton et al. (2015b) relatam observações de experimentos de longa duração, em que, de modo geral, afirmam que a utilização do sistema de ILP com a rotação entre os sistemas de lavoura e pecuária a cada 2 anos resultou em aumento da MOS ou, em outras palavras, que o solo atingiu qualidade e houve aumento da capacidade produtiva. Além disso, esses autores relatam que a ILP favorece a manutenção da diversidade da fauna invertebrada, a formação de agregados estáveis e a fertilidade do solo. A melhor estruturação

do solo encontrada no sistema de ILP, nas camadas mais superficiais do solo, configura um ambiente edáfico biologicamente mais ativo.

Silva et al. (2011) verificaram que, entre diferentes sistemas produtivos estudados, a melhor estrutura do solo foi verificada no sistema ILP nas camadas mais superficiais. Os autores concluíram também que sistemas sob ILP e em pastagem cultivada continuamente favoreceram um ambiente edáfico biologicamente mais ativo em comparação aos outros sistemas cultivados. A visualização conjunta dos atributos do solo mostrou que a ILP é uma estratégia para desenvolver sistemas de produção sustentáveis e que o período de 2 anos de manejo é adequado para a rotação lavoura-pecuária.

Assim, 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 (COSTA; RAVA, 2003; VILELA et al. 1999). Os resultados do trabalho realizado por Gørgen et al. (2010) demonstram que o milho safrinha consorciado com *B. ruziziensis* pode desinfestar mais intensivamente solos com o fungo do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em comparação com o milho safrinha solteiro. Esses autores indicam o Sistema Santa Fé como medida para a redução do número de apotécios formados no plantio da soja. Outro estudo relacionado a doenças de solo, em sistemas de rotação lavoura-pastagem, é apresentado por Costa e Rava (2003), demonstrando o efeito positivo da palhada de *B. ruziziensis* e de *B. brizantha* cv. Marandu no controle de *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia sclerotiorum*.

Os sistemas em integração também aparecem como uma alternativa para a recuperação da qualidade química e física dos solos e para a sustentabilidade da agropecuária no Cerrado (MACEDO, 2009). Para conservar o solo produtivo por um longo período, é necessário desenvolver sistemas de cultivo que permitam manter ou melhorar a estrutura do solo. Para regenerar a estrutura do solo, é necessário promover o aumento da sua agregação, o que pode ser obtido pelo aumento do teor da MOS (CASTRO FILHO et. al., 1991). Além disso, em solos intemperizados, como os do Cerrado, a capacidade de troca catiônica (CTC) depende em essência da MOS. De acordo com Sousa e Lobato (2004), entre 75% e 93% da CTC dos solos de Cerrado se origina da MOS.

Uma das formas de melhorar a estrutura do solo é a inclusão de espécies forrageiras, especialmente gramíneas, nos sistemas de produção, ou seja, a

rotação de culturas anuais e pastagens é uma das melhores alternativas para obter um manejo sustentável do solo e da água nos trópicos (LAL, 1991).

As pastagens bem manejadas, em contraste com os cultivos anuais em plantio convencional e até aqueles em SPD, têm a capacidade de frequentemente aumentar o teor de MOS para acima dos níveis originais observados com vegetação nativa. Durante 13 anos de cultivo de soja, o teor de MOS reduziu-se 24,4% em relação ao valor original (que era de 3,6%). Por sua vez, a inclusão de *Brachiaria humidicola*, manejada sob cortes, aumentou continuamente o teor MOS durante os 9 anos de avaliação passando a valores acima de 4,0%. Durante o período em que a área estava com *B. humidicola*, a taxa de aumento no teor de MOS foi estimada em 1,67 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. Com o retorno da lavoura de grãos (rotação soja-milho) no sistema, o teor de MOS passou a decrescer, tendo-se mantido, contudo, uma diferença de em torno de 30% a mais em relação ao sistema de rotação contínua com cultivos anuais até o último ano (SOUSA et al., 1997).

Segundo Carvalho et al. (2010), a ILP vem exibindo considerável potencial de acúmulo de C no solo. Esses autores apresentam resultados de trabalhos na região do Cerrado com incremento nos estoques de C do solo em sistemas de ILP sob SPD, quando comparados aos de áreas sob SPD sem a presença de forrageira na rotação ou sucessão de cultivos. O potencial de sequestro de C do SPD no Brasil já havia sido comprovado, por exemplo, pelo trabalho de Bayer et al. (2006).

Kluthcouski et al. (2015b) ressaltam que, em geral, os solos arenosos são considerados inaptos sob sistemas de manejo tradicionais ou convencionais. No entanto, com algumas particularidades, têm apresentado altas produtividades com a adoção correta e integral dos sistemas conservacionistas de manejo do solo e da água. Nesse aspecto, recomendam-se o SPD e os sistemas de integração (ILP, ILF, IPF ou ILPF) associados ao SPD. Os sistemas de integração possibilitam ter o solo coberto com plantas vivas na maior parte do ano. A rotação com pastagens em solos agrícolas é outro princípio que deve ser considerado para o manejo sustentável por causa do papel fundamental do sistema radicular agressivo e abundante, característico das espécies forrageiras tropicais, as quais promovem significativo incremento dos teores de C e de MOS, conseqüentemente com melhoria da qualidade química, física e biológica desses solos. Com a adoção de sistemas em integração sob

SPD em solos arenosos, e usufruindo dos impactos benéficos de sistemas de integração sobre a qualidade do solo, é possível reincorporar milhões de hectares ao sistema produtivo de grãos, proteína animal, madeira, biomassa, energia, etc. Isso gera grandes impactos para a agropecuária brasileira, tais como: aumento da oferta de postos de trabalho, aumento da renda do produtor rural, aumento do volume de produção da safra nacional, incremento das exportações de alimentos, melhoria na balança comercial brasileira e redução da pressão por desmatamento de áreas com vegetação nativa para expansão e intensificação sustentável da produção agropecuária em áreas já antropizadas.

Salton (2005), avaliando as taxas de acúmulo de C em diferentes sistemas de uso e manejo do solo no Cerrado, observou que os maiores estoques de C estão relacionados com a presença de forrageiras, resultando na seguinte ordem decrescente de estoques de C no solo: pastagem permanente > ILP sob SPD > lavoura em SPD > lavoura em cultivo convencional. Esse autor observou que as taxas de acúmulo de C no solo, nas áreas de ILP sob SPD e nas lavouras sob SPD, foram de $0,60 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $0,43 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente, para estudos nas regiões de Dourados e Maracaju, no Mato Grosso do Sul. Resultados de Carvalho et al. (2009), na região do Cerrado, indicam que a taxa de acúmulo de C na conversão do sistema de SPD para ILP sob SPD pode ser muito maior, variando de $0,8 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ a $2,8 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Dado o papel reconhecido das árvores em sequestrar C e mitigar a emissão de GEE, os sistemas agroflorestais e de ILPF que contemplam o componente arbóreo apresentam uma importante contribuição para o balanço de emissões de GEE. Nair et al. (2011) relatam um sistema agrossilvipastoril na região do Cerrado brasileiro constituído por eucalipto em combinação com as culturas do arroz e soja nos primeiros 2 anos, seguido de pastagens de braquiária pastejada com gado de corte, a partir do terceiro ano do estabelecimento da plantação. Esses estudos indicam que os sistemas agrossilvipastoris armazenam maior quantidade de C em relação ao monocultivo florestal ou forrageiro, tanto na superfície como em subsuperfície.

Em estudo realizado por Pulrolnik et al. (2015), que compararam os estoques de C do solo no período 2012–2014, houve um aumento significativo de $9,51 \text{ Mg ha}^{-1}$ no tratamento com sistema de ILP. Nesse trabalho, o sistema de ILPF também apresentou um aumento, de $6,72 \text{ Mg ha}^{-1}$, no estoque de C do solo. O estoque de C do solo no tratamento com Cerrado nativo foi de

199 Mg ha⁻¹. Após o quinto ano com a agricultura em ambos os sistemas, apesar de a área experimental ter sido anteriormente ocupada por pastagens de baixa produtividade, o estoque de C foi menor do que o estado originário do Cerrado.

Entretanto, em estudo realizado por Macedo et al. (2015), em um período de 6 anos, o solo sob ILP mostrou maiores valores de teor total de C quando comparado com os sistemas de ILPF. Segundo os autores, o sistema de ILP (integração sem árvores) tinha menos concorrência por luz, água e nutrientes, e proporcionou maior fonte de material orgânico para elevar o carbono do solo do que a pastagem combinada com árvores no sistema de ILPF.

Em estudo conduzido por Almeida et al. (2011) em Campo Grande, MS, considerando-se apenas a biomassa do tronco (38,6% da massa seca total) e as emissões de CH₄ e de N₂O, os sistemas de ILPF com densidades de 227 e 357 árvores ha⁻¹ foram capazes de compensar as emissões de GEE equivalentes a 1,84 e 3,04 animal ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente, e esses sistemas suportaram uma taxa de lotação média de 1,76 UA ha⁻¹, 1 ano após a avaliação das árvores.

Outros estudos também apontam para a probabilidade do efeito interativo entre o potencial de sequestro de C (pelos elevados acúmulos de biomassa forrageira, biomassa florestal, acúmulo de MOS, maior eficiência de fertilizantes) e, conseqüentemente, a capacidade desses sistemas de compensar as emissões de metano oriundas da fermentação entérica de bovinos (CARVALHO et al., 2001, 2008, 2010; CERRI et al., 2006; FISHER et al., 2007; JANTALIA et al., 2006; MACEDO, 2009; OLIVEIRA et al., 2007; PRIMAVESI et al., 2007; SEGNINI et al., 2007; TSUKAMOTO FILHO, 2003).

Em razão desses benefícios potenciais, relatados anteriormente, a ILP e a ILPF foram incluídas entre as tecnologias que compõem os compromissos voluntários de redução de emissões de GEE assumidos pelo Brasil na COP-15, que resultaram na criação do Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas 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) (BRASIL, 2010a, 2012). Além do Plano ABC, também já foram implantadas ações voltadas a oferecer incentivos econômicos e financiamento aos produtores por meio

do Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), que é uma linha de crédito instituída no Plano Agrícola e Pecuário 2010/2011 pelo Mapa (BRASIL, 2010b). Na modalidade “ABC Integração”, o Programa ABC financia investimentos destinados a projetos de implantação e melhoramento de sistemas de integração lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta ou lavoura-pecuária-floresta e de sistemas agroflorestais (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL, 2013).

Adicionalmente, é possível que a renda dos produtores que adotam esses sistemas de integração seja incrementada por meio de mecanismos de pagamento pelos serviços ambientais. Em última análise, esses mecanismos contribuem para a expansão do agronegócio nacional e de suas exportações, para a segurança alimentar e resultam em menor pressão sobre o ambiente (VILELA et al., 2012).

Segundo Cordeiro et al. (2015), a intensificação do uso do solo por meio dos sistemas de ILP e ILPF proporciona resultados produtivos e econômicos expressivos em qualquer tipo de propriedade rural e para qualquer tipo de produtor rural, desde que seja adotado adequadamente. Os sistemas de integração vêm sendo adotados em graus diversos nos biomas brasileiros, em uma área estimada em mais de 2 milhões de hectares. As áreas cultivadas no Brasil totalizam 224,9 milhões de hectares. Destes, podem-se estimar como áreas aptas para os diversos modelos de integração cerca de 67,8 milhões de hectares, ou seja, a superfície já disponível para ser utilizada, sem a necessidade de incorporação de novas áreas. Considerando-se que a cana-de-açúcar tem uma previsão de expansão de área, até 2017, de 6,7 milhões de hectares e que plantios florestais, em sua maioria com eucalipto (*Eucalyptus* spp.), para atender à demanda nesse mesmo período, exigiriam o cultivo de outros 6 milhões de hectares, ainda haveria uma superfície de, no mínimo, 55 milhões de hectares com potencial para ser utilizada com os sistemas em integração nas suas diferentes modalidades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas em integração com e sem componente florestal propiciam diversos benefícios como aumentos de produtividade dos componentes; melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo em virtude

do aumento da matéria orgânica do solo; aumento do estoque de carbono; redução da pressão de desmatamento de novas áreas pelo efeito “poupa-terra”; estabilidade econômica e aumento da renda com a diversificação das atividades; redução de custos no médio e longo prazos; redução da vulnerabilidade aos riscos climáticos; e melhoria na qualidade de vida do produtor e sua família.

Por todos esses aspectos e pelo fato que, com a adoção dos sistemas em integração, é possível ampliar o aproveitamento dos fatores de produção e a oferta ambiental das áreas agrícolas entre 90% e 100% do tempo, pode-se concluir que tais sistemas se caracterizam como estratégias eficientes de intensificação sustentável do uso dos solos nas regiões tropicais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. G.; OLIVEIRA, P. P. A.; MACEDO, M. C. M.; PEZZOPANE, J. R. M. Recuperação de pastagens degradadas e impactos da pecuária na emissão de gases de efeito estufa. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS, 3., 2011, Bonito, MS. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 384-400.
- ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 47).
- ALVARENGA, R. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; VILELA, L. Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v. 31, n. 257, p. 1-9, 2010.
- ALVES, F. V.; NICODEMO, M. L. F.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Bem-estar animal em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 274-287. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).
- 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: SBCS, 122, 1993.
- BALBINO, L. C. **Évolution de la structure et des propriétés hydrauliques dans des Ferralsols mis en prairie Pâturée (Cerrado, Brésil)**. 2001. 128 f. Thèse (Docteur) – L’Institut National Agronomique Paris Grignon, Paris.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco Referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011b. 130 p.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. Agricultura sustentável por meio da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). **Informações Agronômicas IPNI**, n. 138, p. 1-18, jul. 2012.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011a.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Circular SUP/AGRIS n.20/2013**: Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura – Programa ABC. Rio de Janeiro: BNDES - Superintendência da Área Agropecuária e de Inclusão Social – AGRIS, 2013. 13 p.

BANDY, D. E. ICRAF's strategies to promote agroforestry systems. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA CNPF, 1994. v. 1, p. 15-31.

BARRETO, A. G. O. P.; BERNDES, G.; SPAROVEK, G.; WIRSENIUS, S. Agricultural intensification in Brazil and its effects on land-use patterns: an analysis of the 1975-2006 period. **Global Change Biology**. 2013. DOI: 10.1111/gcb.12174.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A.; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. **Soil & Tillage Research**, v. 86, p. 237-245, 2006.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 163-171, fev. 2007.

BRASIL. Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 dez. 2010a. Seção 1, p. 4.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2010-2011**. Brasília, DF: Secretaria de Política Agrícola/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010b. 48 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)**. Brasília, DF: ACS-Mapa, 2012. 172 p.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. Adequação dos Sistemas de Produção Rumo à Sustentabilidade Ambiental. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 671-692.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R.; CERRI, C. E. P. Potencial de Sequestro de carbono em diferentes Biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 277-289, 2010.

CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; PICOLLO, M. C.; GODINHO, V. P.; CERRI, C. C. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. **Soil Tillage Research**, v. 103, p. 342-349, 2009.

CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: FAO, 2001. 414 p.

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

CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. C.; BERNOUX, M.; CERRI, C. C. Sequestro de carbono em áreas de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Ed. da UFV, 2006. p. 73-80.

COBUCCI, T.; WRUCK, F. J.; KLUTHCOUSKI, J.; MUNIZ, L. C.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; CARNEVALI, 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, n. 240, p. 64-79, 2007.

COELHO JÚNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de; COIMBRA, L. A. B.; SOUZA, A. N. de. Análise de investimento de um sistema agroflorestal sob situação de risco. **Cerne**, v. 14, p. 368-378, 2008.

CORDEIRO, L. A. M.; BALBINO, L. C.; GALERANI, P. R.; DOMIT, L. A.; SILVA, P. C.; KLUTHCOUSKI, J.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; SKORUPA, L. A.; WRUCK, F. J. Transferência de Tecnologias para Adoção da Estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 377-393. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

CORDEIRO, S. A. **Avaliação econômica e simulação em sistemas agroflorestais**. 2010. 96 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- 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. 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.
- DANIEL, O.; COUTO, L.; GARCIA, R.; PASSOS, C. A. M. Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no Brasil. **Revista Árvore**, v. 23, n. 3, p. 367-370, 1999.
- DOSSA, D.; MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J. **Metodologia para levantamentos de dados em trabalhos de pesquisa ação**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 67 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 57).
- DUBOIS, J. C. L. **Para utilizar de forma correta a terminologia SAF**. Rebraf. Edição On-Line, 2004. Disponível em: <http://www.rebraf.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?from_info_index=11&infoid=27&sid=2>. Acesso em: 9 set. 2009.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **State of the World's Forests 2009 - Global demand for wood products**. 2009. Disponível em: <<http://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0350e/i0350e02a.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2012.
- FISHER, M. J.; BRAZ, S. P.; SANTOS, R. S. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Another dimension to grazing systems: soil carbon. **Tropical Grasslands**, v. 41, p. 65-83, 2007.
- GARNETT, T.; APPLEBY, M. C.; BALMFORD, A.; BATEMAN, I. J.; BENTON, T. G.; BLOOMER, P.; BURLINGAME, B.; DAWKINS, M.; DOLAN, L.; FRASER, D.; HERRERO, M.; HOFFMANN, L.; SMITH, P.; THORNTON, P. K.; TOULMIN, C.; VERMEULEN, S. J.; GODFRAY, H. C. J. Sustainable Intensification in Agriculture: premises and policies. **Science**, v. 341, July 2013, p.33-34.
- 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.
- HERNANI, L. C.; FREITAS, P. L. de; PRUSKI, F. F.; DE MARIA, I. C.; CASTRO FILHO, C. de; LANDERS, J. N. A erosão e o seu impacto. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. R. (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p. 47-60.
- HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. O.; FRANCHINI, J. C.; CASTRO, C. **Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 24 p. (Embrapa Soja. Documentos, 335).
- IBGE. **Censo Agropecuário 2006: resultados preliminares**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 140 p.

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

JANTALIA, C. P.; TERRÉ, R. M.; MACEDO, R. O.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Acumulação de carbono no solo em pastagens de *Brachiaria*. In: ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; CAMARGO, F. A. O. **Manejo de sistemas agrícolas: impactos no sequestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. Porto Alegre: Genesis, 2006. p. 157-170.

JORDAN, E. R. Effects of heat stress on reproduction. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. E104-E114, 2003. Suplemento.

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. (Ed.). **Integração Lavoura Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-442.

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. 28 p. (Circular Técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L. A. M.; MARCHÃO, R. L. Potencial para adoção da estratégia de integração Lavoura-Pecuária-Floresta para o uso sustentável de solos arenosos. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015b. p. 319-331. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; SALTON, J. C.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; BALBINO, L. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MÜLLER, M. Conceitos e modalidades da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015a. p. 21-33. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. de. **Renovação de pastagem do cerrado com arroz. 1 – Sistema Barreirão**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1991. 20 p. (CNPAP. Documentos, 33).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Manejo Sustentável dos Solos dos Cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 59-104.

- LAL, R. Laws of sustainable soil management. In: LICHTFOUSE, E.; NAVARRETE, M.; DEBAEKE, P.; SOUCHÈRE, V.; ALBEROLA, C. (Ed). **Sustainable Agriculture**. London: Springer; France: EDP Sciences, 2009a. p. 9-12.
- LAL, R. Principles of Soil Management. In: LAL, R.; STEWART, B. A. (Ed.). **Principles of Sustainable Soil Management in Agroecosystems**. Boca Raton: CRC Press, 2013. p. 1-18.
- LAL, R. Soils and sustainable agriculture: A review. In: LICHTFOUSE, E.; NAVARRETE, M.; DEBAEKE, P.; SOUCHÈRE, V.; ALBEROLA, C. (Ed.). **Sustainable Agriculture**. London: Springer; France: EDP Sciences, 2009b. p. 15-23.
- LAL, R. Soil conservation and biodiversity. In: HAWKSWORTH, D. L. (Ed.). **The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture**. Wallingford: CAB International, 1991. p. 89-103.
- 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.
- MACEDO, M. C. M. CLFIS: an overview of the brazilian experience. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEM, 1.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 33.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009.
- MACEDO, M. C. M.; ALMEIDA, R. G.; ARAUJO, A. R.; FERREIRA, A. D. Soil carbon contents in integrated crop-livestock and crop-livestock-forest systems in the Brazilian Cerrado. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEM, 1.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 323
- MACEDO, M. C. M.; BONO, J. A.; ZIMMER, A. H. Preliminary results of agropastoral systems in the Cerrados of Mato Grosso do Sul - Brazil. In: WORKSHOP ON AGROPASTORAL SYSTEM IN SOUTH AMERICA, 2001, Japan. **Proceedings...** Japan: Jircas, 2001. p. 35-42. (Working Report, 19).
- MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA CNPQC, 2000. 4 p. (Comunicado Técnico, 62).
- MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Potencial para adoção da estratégia de integração Lavoura-Pecuária e de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta para recuperação de pastagens degradadas. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 307-318. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).
- MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Sistemas pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DAS PASTAGENS,

2., 1993, Jaboticabal. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep: Ed. da Unesp, 1993. p. 216-245.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: Ed. da UFLA, 2010. 331 p.

MACHADO, P. L. O. A.; MADARI, B. E.; BALBINO, L. C. Manejo e conservação do solo e água no contexto das mudanças ambientais – Panorama Brasil. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. (Org.). **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 41-52.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1117-1126, out. 2011.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 110, p. 173-177, 2012.

MARTHA JÚNIOR, 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, 2010 1 CD-ROM.

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

MELLO, L. M. M.; YANO, E. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C. M.; BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2004.

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

MUNIZ, L. C.; FIGUEIREDO, R. S.; MAGNABOSCO, C. U.; WANDER, A. E.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Análise econômica da integração lavoura e pecuária com a utilização do System Dynamics. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina. **Conhecimentos para a agricultura do futuro**. Brasília, DF: Sober; Londrina: Ed. da Universidade Estadual de Londrina: Iapar, 2007. 1 CD-ROM.

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

NAIR, P. K. R.; TONUCCI, R. G.; GARCIA, R.; NAIR, V. D. Silvopasture and carbon sequestration with special reference to the Brazilian Savanna (Cerrado). In: KUMAR, B. M.; NAIR, P. K. R. (Ed.). **Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges**. London: Springer, 2011. p. 145-162.

OFUGI, C.; MAGALHÃES, L. L.; MELIDO, R. C. N.; SILVEIRA, V. P. Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), sistemas agroflorestais (SAFs). In: TRECENZI, R.; OLIVEIRA,

M. C.; HASS, G. (Eds.). **Integração lavoura-pecuária-silvicultura**: boletim técnico. Brasília, DF: Mapa, 2008. p. 20-25.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. C. **Sistema Santa Brígida – Tecnologia Embrapa**: consorciação de milho com leguminosas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 16 p. (Circular Técnica, 88).

OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. G.; SANTOS, I. P. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 748-757, maio/jun., 2007.

PACHECO, A. R.; CHAVES, R. Q.; NICOLI, C. M. L. Integration of crops, livestock, and forestry: a system of production for the Brazilian Cerrados. In: HERSHEY, C. H.; NEATE, P. **Eco-Efficiency: from vision to reality**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2013. p. 5 1-61. (CIAT Publication, 381).

PACHECO, A. R.; NICOLI, C. M. L.; REIS, C. F.; MONTEIRO, L. A.; WANDER, A. E. Adoption of crop-livestock-forest systems: What comes next? In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEM, 1.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3.; Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 84.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. A integração “lavoura-pecuária-floresta” como proposta de mudança no uso da terra. In: FERNANDES, E. N.; MARTINS, P. do C.; MOREIRA, M. S. de P.; ARCURI, P. B. (Ed.). **Novos desafios para o leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 197-210.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Arborização de pastagens**: I. Procedimentos para introdução de árvores em pastagens. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 155).

PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES A.; MEDRADO, M. J. S. **Planejamento do número de árvores na composição de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 219).

PORFIRIO-DA-SILVA, V.; VIEIRA, A. R. R.; CARAMORI, P. H.; BAGGIO, A. J. O conforto térmico animal em pastagem arborizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 3.; 2001, Maringá In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A BIOMETEOROLOGIA NO NOVO MILÊNIO. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 2001. 1 CD-ROM.

PRETTY, J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philosophical Transaction Royal Society B**, n. 363, p. 447-465, 2008.

PRIMAVESI, O. **A pecuária de corte brasileira e o aquecimento global**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 42 p. (Documentos, 72).

PULROLNIK, K.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; LEMOS, R. L.; SOUZA, K. W. Soil carbon stocks in integrated crop-livestock-forest and integrated crop-livestock systems in the Cerrado region. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEM, 1.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 314.

REIS, J. C.; KAMOI, M. Y. T.; LATORRACA, D.; CHEN, R. F. F.; MICHETTI, M. Production cost and profitability of an integrated system and an exclusive system of soy and maize in Mato Grosso - Brazilian Midwest region. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEM, 1.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2015b. p. 208.

RIBEIRO, S. C.; CHAVES, H. M. L.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L. da. Estimativa do abatimento de erosão aportado por um sistema agrossilvipastoril e sua contribuição econômica. **Revista Árvore**, v. 31, p. 285-293, 2007.

RODIGHERI, H. R. **Viabilidade econômica de plantios florestais solteiros e de sistemas agroflorestais**. Colombo: Embrapa Floresta, 1998. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 22).

SALTON, J. C. (Ed.). PEZARICO, C. R.; TOMAZI, M.; COMAS, C. C.; RICHETTI, A.; MERCANTE, F. M.; CONCENÇO, G. **20 Anos de Experimentação em Integração Lavoura-Pecuária na Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015b. 167 p. (Documentos 130).

SALTON, J. C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005. 158 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N.; ARANTES, M.; KRUKER, J. M.; ZIMMER, A. H.; MERCANTE, F. M.; ALMEIDA, R. G. **Sistema São Mateus – Sistema de Integração Lavoura-Pecuária para a região do Bolsão Sul-Mato Grossense**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 6 p. (Comunicado Técnico, 186).

SALTON, J. C.; OLIVEIRA, P.; TOMAZI, M.; RICHETTI, A.; BALBINO, L. C.; FLUMIGNAM, D.; MERCANTE, F. M.; MARCHÃO, R. L.; CONCENÇO, G.; SCORZA JUNIOR, R. P.; ASMUS, G. L. Benefícios da adoção da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015a. p. 35-51. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

SEGNINI, A.; MILORI, D. M. B. P.; SIMÕES, M. L.; SILVA, W. T. L.; PRIMAVESI, O.; MARTIN-NETO, L. Potencial de sequestro de carbono em área de pastagem de *Brachiaria Decumbens*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. Conquistas e desafios da ciência do solo brasileira. **Anais...** Porto Alegre: SBCS, 2007.

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**, v. 24, p. 53-60, 2006.

SHARROW, S. H. **Silvopasture design with animals in mind**. 1998. Disponível em: <<http://www.aftaweb.org/entserv1.php?page=22>>. Acess em: 2 fev. 2006.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, p. 1-18, 2000.

SILVA, R. F.; GUIMARÃES, M. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1277-1283, out. 2011.

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

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

SOUSA, D. M. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. Adubação fosfatada. In: MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. (Ed.). **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2007. p.145-178.

TSUKAMOTO FILHO, A. A. **Fixação de carbono em um sistema agroflorestal com eucalipto na região do Cerrado de Minas Gerais**. 2003. 111 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; WRUCK, F. J.; OLIVEIRA, P.; PEDREIRA, B. C.; CORDEIRO, L. A. M. Práticas e manejo de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária na Safra e Safrinha para as Regiões Centro-Oeste e Sudeste. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 103-119. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B. **Integração lavoura-pecuária no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010. 3 p.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, out. 2011.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: alternativa para intensificação do uso. **Revista UFG**, ano XIII, n. 13, p. 92-99, 2012.

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. (Ed.). **Savanas**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: 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: Embrapa Cerrados, 1999. 31 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 9).

VINHOLIS, M. M. B.; ESTEVES, S. N.; BERNARDI, A. C. C.; OLIVEIRA, P. P. A.; PEDROSO, A. F.; ALVES, T. C.; PEZZOPANE, J. R. M. Economic analysis of crop-livestock-forest system: the case of Embrapa Cattle Southeast. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEM, 1.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 198.

YAO, Q.; LI, X.; FENG, G.; CHRISTIE, P. Mobilization of sparingly soluble phosphates by the external mycelium of an arbuscular mycorrhizal fungus. **Plant and Soil**, v. 230, p. 279-285, 2001.

Trabalho recebido em 11 de setembro de 2015 e aceito em 10 de novembro de 2015

