

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (ILPF)- EXPERIÊNCIAS NO BRASIL¹

ARMINDO NEIVO KICHEL^{2*}, JOSÉ ALEXANDRE AGIOVA DA COSTA³, ROBERTO GIOLO DE ALMEIDA², VALDINEI TADEU PAULINO⁴

¹Palestra proferida no IV Encontro Científico de Produção Animal Sustentável em 04/10/13.

²EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande, MS, Brasil.

³EMBRAPA Caprinos e Ovinos, Sobral, CE, Brasil.

⁴Instituto de Zootecnia (IZ), Nova Odessa, SP, Brasil.

*Autor correspondente: armindo.kichel@embrapa.br

RESUMO: Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta são sustentáveis e a escolha do sistema adequado à determinada localidade depende das condições edafo-climáticas e da existência de infraestrutura para suprimento de insumos, armazenagem e escoamento da produção. A produtividade e a rentabilidade são três vezes maiores para a pecuária de corte e de 10 a 30% para as lavouras de grãos em relação aos sistemas tradicionais de produção. Por outro lado, observa-se nos sistemas mais complexos (com uso de componente arbóreo) o aumento do bem-estar animal e a mitigação de gases de efeito estufa.

Palavras-chave: bem-estar animal, carne, milho, soja, sequestro de carbono.

SYSTEMS INTEGRATION CROP-LIVESTOCK-FOREST (ICLF) - EXPERIENCES IN BRAZIL

ABSTRACT: The integrated crop-livestock-forest systems are sustainable and the choice of the appropriate system to a given locality depends on the soil and climatic conditions and the availability of infrastructure for input supply, storage and transportation of production. Productivity and profitability are three times higher for beef cattle and 10-30% for grain crops relative to traditional production systems. On the other hand it is observed in more complex systems (using the tree component) animal welfare increase and mitigation of greenhouse gases.

Keywords: animal welfare, meat, corn, soybean, carbon sequestration.

INTRODUÇÃO

O setor agropecuário vem sofrendo grandes transformações motivadas pelo aumento nos custos de produção, redução da rentabilidade, como também pelo acirramento da competitividade entre as commodities, exigindo diversificação de atividades, aumento da produtividade e qualidade do produto. Essa perspectiva torna-se ainda mais complexa pela pressão que as atividades agropecuárias sofrem em diminuir o impacto sobre o ambiente. Dentre os maiores impactos

destacam-se a degradação das pastagens, a queda na produtividade das lavouras, decorrente do empobrecimento do solo e da cobertura vegetal, e o aumento da incidência de pragas, doenças e invasoras, como consequência de manejos inadequados das culturas, com reflexos negativos diretos, tanto na produtividade quanto no ambiente (KICHEL *et al.*, 2011). Os sistemas integrados de produção oferecem alternativas reais para superação das imposições citadas, bem como a redução dos riscos climáticos e mercadológicos, aumentando a sustentabilidade da produção agropecuária.

SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA E CONDIÇÕES NECESSÁRIAS PARA IMPLANTAÇÃO

Entre os vários sistemas integrados de produção, o que vem apresentando maior destaque é a integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), definida por KICHEL (2012) como sendo a produção sustentável de carne, leite, grãos, fibra, energia e produtos florestais, dentre outros, na mesma área, em plantio consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos e potencializadores entre os componentes envolvidos naquele agroecossistema.

Tem por objetivo maximizar a utilização dos ciclos biológicos das plantas, animais, e seus respectivos resíduos, assim como efeitos residuais de corretivos e nutrientes. Visa ainda minimizar e aperfeiçoar a utilização de agroquímicos, com aumento da eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão-de-obra, gerar emprego, renda, melhorar as condições sociais no meio rural, redução dos riscos climáticos, mercadológicos e impactos ao meio ambiente.

Segundo BALBINO *et al.* (2011) os sistemas de integração podem ser classificados e definidos, basicamente, em quatro grandes grupos:

- a) **Integração Lavoura-Pecuária (iLP) ou Agropastoril:** sistema de produção que integra o componente agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e em um mesmo ano agrícola ou por vários anos, em sequência ou intercalados.
- b) **Integração Pecuária-Floresta (iPF) ou Silvopastoril:** sistema de produção que integra o componente pecuário (pastagem e animal) e florestal, em consórcio. Este sistema de produção é mais direcionado para áreas com dificuldade de implantação de lavouras, por isso, inclui apenas os componentes florestal e pecuário na mesma área.
- c) **Integração Lavoura-Floresta (iLF) ou Silviagrícola:** sistema de produção que integra o componente florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas anuais ou perenes.
- d) **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) ou Agrossilvipastoril:** sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, incluindo também o componente florestal, na mesma

área. O componente “lavoura” restringe-se ou não à fase inicial de implantação do componente florestal.

Quanto à implantação são identificadas quatro situações distintas: aquela em que a agricultura é introduzida nas áreas de pastagens; aquela em que a pastagem é introduzida nas áreas de lavouras de grãos; e aquela em que o componente florestal é introduzido nas áreas de pastagens ou nas de lavouras.

O tempo de utilização da lavoura, da pecuária ou da floresta tem grande impacto no agro-ecossistema e nas taxas de retorno dos investimentos realizados. Estes sistemas podem utilizar a pecuária por períodos curtos de três a cinco meses até cinco anos, que passados, retornam com lavouras, que ocupam a área por cinco meses ou até mesmo cinco anos. O componente florestal pode ser utilizado por períodos de seis, doze ou mais anos, para um ou mais cortes, dependendo da espécie utilizada.

Em regiões com clima e solo favoráveis a culturas de grãos, a pecuária pode ser utilizada por exemplo, por períodos de 6 a 18 meses e a lavoura por dois a cinco anos. Os principais objetivos do uso da pastagem em sistemas predominantemente agrícolas são: rotação de culturas; aumento da produção de palhada para plantio direto; reestruturação física do solo; aumento do teor de matéria orgânica do solo, redução de pragas doenças, plantas daninhas e diversificação da atividade.

Em regiões com restrições de infraestrutura e localizadas em climas e solos marginais para lavoura de grãos, deve-se observar o zoneamento agrícola e restringir os cultivos de espécies mais rústicas, como o sorgo e florestas. Nesses casos, a pecuária permanece por períodos mais prolongados, geralmente três a quatro anos, as lavouras de grãos têm como objetivo principal a recuperação das pastagens degradadas ou em degradação; a produção de silagem, feno, grãos e diversificação da atividade.

A pastagem implantada após a lavoura é mais produtiva e de maior valor nutricional, pois aproveita o incremento de fertilidade do solo. Nesses casos também, a pastagem conserva-se verde no período crítico do ano, ofertando aos rebanhos forragem em maior quantidade e qualidade, que na grande maioria das regiões brasileira ocorrem entre os meses de maio a outubro de cada ano.

Algumas alternativas práticas para a utilização dos sistemas de iLPF

- Renovação da área com plantio de lavoura por um ou mais anos, seguida pela implantação da forrageira na safra ou safrinha, em monocultivo ou em consórcio, utilizando-se as pastagens por um ou mais anos e depois retornando com lavoura.
- Recuperação da pastagem com implantação do componente florestal, em região com clima e solo favoráveis para grãos. Nesse sistema, é feito o cultivo de grãos usualmente por dois anos enquanto a floresta se estabelece e depois é implantada a pastagem com o componente florestal, que permanece por vários anos, até o corte das árvores.
- Recuperação da pastagem com implantação do componente florestal. Em regiões tecnicamente impróprias para culturas de grãos, fibra e energia, a opção de adoção mais viável é o sistema silvipastoril. Nesse sistema as árvores são plantadas na área das pastagens que foram recuperadas ou renovadas. Nos primeiros anos, a forrageira poderá ser utilizada para a produção de feno ou silagem até o estabelecimento do componente arbóreo, evitando que o mesmo seja danificado pelos animais. Dependendo do tamanho da área pode-se utilizar cerca elétrica, assim os animais podem utilizar a área já no primeiro ano. A partir do segundo ano da implantação da floresta, a forrageira poderá ser utilizada em pastejo, especialmente por categorias de animais jovens.

Esses modelos de sistemas de integração são definidos em função dos aspectos socioeconômicos e ambientais dos diferentes agroecossistemas, que contemplam as diferentes alternativas e soluções para os principais problemas dos sistemas de produção, especialmente em cada propriedade e unidade de produção.

PRINCIPAIS BENEFÍCIOS ESPERADOS COM A UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Benefícios agronômicos da utilização de sistemas de iLPF

- Melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo devido ao aumento da matéria orgânica;

- Desenvolvimento de sistemas radiculares de plantas em maior profundidade, permitindo melhor utilização de água e nutrientes, reduzindo, assim, perdas de produtividade na ocorrência de veranicos;
- Controle mais eficiente de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas;
- Maior eficiência na utilização de insumos e energia; e
- Possibilidade de aplicação dos sistemas para grandes, médias e pequenas propriedades rurais.

Benefícios ecológicos/ambientais

- Redução da pressão para a abertura de novas áreas;
- Melhoria na utilização dos recursos naturais pela complementaridade e sinergia entre árvores e lavouras na iLPF. Isso se justifica pelo fato de que plantas indesejadas, que normalmente ocorrem nas plantações florestais jovens, são substituídas por culturas de grãos e/ou forrageiras, tornando a manutenção menos dispendiosa;
- Diminuição no uso de agrotóxicos para controle de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas;
- Redução dos riscos de erosão;
- Melhoria da recarga e da qualidade da água;
- Melhoria de condições microclimáticas, pela contribuição do componente arbóreo: amenização dos extremos de temperatura, aumento da umidade relativa do ar, diminuição da intensidade dos ventos;
- Promoção da biodiversidade, especialmente pela abundância de “efeitos de borda” ou interfaces, o que permite melhoria sinérgica, por favorecer novos nichos e habitats para os agentes polinizadores das culturas e inimigos naturais de insetos-pragas e doenças. A proteção integrada das culturas por sua associação com árvores, escolhidas para estimular o controle biológico nas populações das lavouras e pastagens, é uma promissora via para o futuro;
- Intensificação da ciclagem de nutrientes;
- Aumento da capacidade de biorremediação do solo;
- Menor emissão de metano por quilo de carne e leite produzido;
- Mitigação de gases efeito estufa.
- Criação de paisagens originais, que sejam atrativas e que possam favorecer atividades de agroturismo. Áreas com sistemas agrossilvipastoris têm potencial inovador de paisagismo e podem melhorar a imagem pública dos

produtores perante a sociedade. Isso é particularmente importante para regiões onde as propriedades rurais são pouco ou nada arborizadas ou em regiões que são totalmente cobertas por plantações de florestas comerciais.

Benefícios econômicos e sociais

- Incremento da produção anual de grãos, carne e leite a menor custo;
- Aumento da produção anual de fibras e biomassa;
- Aumento da competitividade das cadeias de carne e leite nos mercados nacional e internacional, com produção, em pasto, de leite e carcaças de melhor qualidade;
- Aumento da produtividade e da qualidade do leite, inclusive na entressafra (período seco), também, em pasto, especialmente pelos pequenos e médios produtores;
- Dinamização de vários setores da economia, principalmente, em nível regional;
- Redução de riscos operacionais e de mercado em função de melhorias nas condições de produção e da diversificação de atividades comerciais;
- Redução do processo migratório e maior inserção social pela geração de emprego e renda;
- Aumento da oferta de alimentos seguros;
- Estímulo à qualificação profissional;
- Melhoria da qualidade de vida do produtor e da sua família;
- Estímulo à participação da sociedade civil organizada;
- Melhoria da imagem da produção agropecuária e dos produtores brasileiros, pois concilia atividade produtiva e preservação do meio ambiente;
- Maiores vantagens comparativas na inserção das questões ambientais nas discussões e negociações da Organização Mundial do Comércio (OMC).

Benefícios para as lavouras de grãos

- Rotação de culturas proporcionando redução de pragas, doenças e invasoras;
- Produção de palhada em quantidade e qualidade para o plantio direto, viabilizando o plantio direto em condições tropicais e solos ácidos;
- Menor custo de produção principalmente pela diminuição do uso de insumos, máquinas e mão-de-obra;
- Diversificação das atividades rurais, com melhor aproveitamento da mão-de-obra durante todo o ano;

- Recuperação de nutrientes lixiviados ou drenados para camadas mais profundas do solo, especialmente pelas raízes das árvores e das forrageiras, e incremento da matéria orgânica do solo pela serapilheira e raízes mortas das árvores, das lavouras e das forrageiras;
- Redução da pressão para abertura de novas áreas para plantios;
- As árvores podem ser usadas na propriedade rural como mourões, postes para construção de cercas, galpões, pontes, bueiros entre outros, com menor custo;
- Redução de riscos climáticos e mercadológicos, com maior sustentabilidade.

Benefícios para a pecuária (carne e leite)

- Aumento da competitividade das cadeias de carne nos mercados nacional e internacional, com produção de carcaças de melhor qualidade, por uma pecuária de ciclo curto, pautadas em alimentação de qualidade, controle sanitário e melhoramento genético;
- Aumento da produtividade e da qualidade do leite, inclusive na entressafra (período seco), também, em pasto, especialmente por pequenos e médios produtores;
- Amortização dos custos de formação e recuperação ou renovação de pastagens;
- Manutenção da capacidade produtiva das pastagens em patamares sustentáveis;
- Aumento da capacidade de suporte;
- Aumento da oferta de alimentos e de melhor qualidade (especialmente na seca): pastagem, grão, silagem e feno com menor custo de produção;
- Substituição da forrageira por espécie mais produtiva;
- Redução da idade de abate;
- Redução na idade da primeira cria e produção de leite;
- Redução do intervalo de partos;
- Melhoria da fertilidade do solo com reduções da erosão e da infestação de plantas daninhas;
- Aumento do valor nutritivo das forrageiras;
- Ambiência e conforto animal.

Benefícios para o componente Áorestal

- Aceleração do crescimento, em diâmetro, das árvores devido ao maior espaçamento;
- Redução do custo de implantação das árvores, devido ao menor número de árvores plantadas

(em alguns arranjos) e pela renda oriunda dos componentes agrícola e pecuária intercalares;

- Melhoria na qualidade da madeira produzida (maior regularidade da espessura de anéis de crescimento, adequando-se melhor às necessidades da indústria), uma vez que ciclos de concorrência e desbaste são menos frequentes;
- Garantia do acompanhamento e dos cuidados com as árvores decorrentes das atividades dos plantios intercalares. Em particular, com o pastoreio ou com cultivos intercalares de inverno;
- Maior proteção contra fogo em áreas de maior risco de incêndios;
- A iLPF permite o desenvolvimento de madeira de qualidade que é um recurso que complementa, ao invés de concorrer com os produtos da floresta tradicionalmente produzidos/explorados. É importante para produzir madeiras que possam substituir as madeiras extraídas de florestas naturais, que se tornarão cada vez mais escassas e de acesso limitado. As áreas concernentes ao cultivo agrícola no país são vastas e poderiam proporcionar incremento substancial na oferta de madeira de maior valor agregado. Espécies de árvores que são pouco utilizadas nos plantios comerciais tradicionais, mas que possuem elevado valor, poderiam ser plantadas em iLPF.

PRINCIPAIS DESAFIOS E ENTRAVES NA ADOÇÃO DE SISTEMAS DE ILPF

- Tradicionalismo e resistência à adoção de novas tecnologias por parte dos produtores;
- Exigência de maior qualificação e dedicação por parte dos produtores, gestores, técnicos e colaboradores;
- Necessidade de maior investimento financeiro na atividade;
- Retorno apenas em médio e longo prazo, especialmente do componente florestal;
- Disponibilidade do volume de capital financeiro suficiente para investimento ou acesso ao crédito;
- Altos investimentos em infraestrutura para implantação de cada um dos componentes dos sistemas de integração;
- Falta de infraestrutura básica regional e mercado local para os produtos. A produção depende da disponibilidade e manutenção de máquinas e equipamentos, e também de fatores externos à unidade produtiva, como energia, armazenamento e transporte;

- Longas distâncias até as regiões consumidoras e as agroindústrias. Em algumas regiões, há dificuldade de aquisição de insumos como fertilizantes, sementes, mudas, agroquímicos e animais, bem como comercialização dos produtos;
- Pouca disponibilidade de mão-de-obra qualificado em todos os níveis, principalmente de técnicos de nível superior;
- A adoção de novas tecnologias exige maior agilidade na validação e na transferência das que são mais adequadas a cada sistema de integração, bem como na qualificação da mão-de-obra;
- Pouca ênfase aos sistemas de integração nas grades curriculares de cursos de ciências agrárias;
- Os sistemas de iLPF são mais complexos e envolvem uma série de atividades e alto investimento o que os tornam mais propícios a riscos. Entre as atividades contempladas pelos sistemas, a produção de grãos apresenta maiores riscos, tais como: clima, pragas e doenças, armazenamento e mercado.

Apesar de alguns entraves iniciais à sua adoção, os sistemas de iLPF vem sendo adotado por muitos produtores e empresas rurais com sucesso e de forma irreversível.

RESULTADOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DA PECUÁRIA BOVINA EM ILPF

Desempenho bioeconômico de um sistema de iLP

Este trabalho de iLP foi desenvolvido na Embrapa Gado de Corte-MS, no período de outubro de 2006 a setembro de 2010. O sistema consiste em dividir a área da fazenda em quatro módulos, sendo que cada módulo é utilizado por 10 meses com lavouras de grãos e 14 meses com pastagens. Nos módulos com lavoura, 100% da área é cultivada com soja na safra (verão), sendo que, na safrinha (outono-inverno), metade dessa área é cultivada com milho consorciado com forrageiras e a outra metade, formada com pastagem das mesmas forrageiras. Nos módulos com pastagem, esta é utilizada durante todo ano. Assim, a área da fazenda ocupada com pastagens no inverno (julho a outubro) é de 100%, e no verão (outubro a março) é de 50%. As forrageiras

utilizadas foram: capim-piatã, no 1º e 2º anos, e capim-mombaça, no 3º e 4º anos. A área onde foi realizado o experimento era utilizada com pastagem de *Urochloa* (syn. *Brachiaria decumbens*), com produtividade média de 4 @/ha/ano na recria de bovinos.

Os resultados médios obtidos de produtividade da cultura da soja, milho safrinha e carne, no período de outubro de 2006 a setembro de 2010 foram de: 58 sc/ha/ano, 37,7 sc/ha/ano e 31,4 @/ha/ano, respectivamente. A pastagem foi utilizada para recria e engorda de bovinos, que entraram no experimento com peso vivo de 170 a 200 kg e, após um ano de pastejo, saíram da área com 370 a 400 kg de peso vivo médio, com ganho médio diário de 548 g/animal. A lotação média obtida nos quatro anos foi de 4,71 animais de recria e engorda/ha/ano ou 3,3 UA/ha/ano, a lotação máxima foi obtida no último ano com 5,7 animais/ha ou 4 UA/ha/ano.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de rentabilidade do sistema de iLP, sendo utilizadas as produtividades médias de carne, soja e milho, obtidas em quatro anos de pesquisa. Em relação aos custos de produção e receita bruta do sistema, foram utilizados os valores obtidos no ano de 2009/2010. Para efeito de cálculo, foram utilizados os valores de mercado da arroba de carne, saca de soja e saca de milho, praticados no mês de setembro de 2010, por ocasião do encerramento do experimento. Para o sistema com pastagem degradada, foram obtidos dados médios da região. A receita líquida média anual foi de R\$ 1.225,30/ha, com a rentabilidade da lavoura de grãos de R\$ 986,60/ha/ano e da pecuária de corte, de R\$ 1.464,00/ha/ano. Para cada R\$ 1,00 de receita líquida obtida com a cultura da soja, a pecuária de corte proporcionou R\$ 1,50 com a recria e engorda de animais. Os animais foram abatidos aos dois anos de idade, com 60 dias de confinamento, sendo que em sistemas extensivos os

mesmos são abatidos, em média, com quatro anos de idade.

Nos sistemas de iLP, pode-se aumentar a produtividade em 7,85 vezes ou 685% e a lucratividade em 18,3 vezes ou 1.730%, com redução no uso de pesticidas, tanto para as lavouras quanto para a pecuária de corte. Além da alta produtividade e qualidade da carne, o sistema permite reduzir a emissão de gases de efeito estufa por kg de carne, aumentando os níveis de matéria orgânica no solo, mostrando ser um sistema altamente sustentável.

A exploração intensiva da atividade de pecuária de corte, principalmente no sistema de recria e engorda de animais, em pastagens cultivadas após as lavouras de grãos, com manejo sanitário e nutricional adequados, poderá apresentar maior rentabilidade, com menor risco, quando comparada com a produção de soja, milho, feijão, arroz, sorgo e outras.

Desempenho bioeconômico de sistemas de iLPF

Em experimento em andamento na Embrapa Gado de Corte-MS, com dois sistemas de iLPF implantados em 2008, com soja e *Eucalyptus urograndis* em densidades de 227 árvores/ha e 357 árvores/ha, seguidos do plantio de capim-piatã, observou-se custo de implantação com insumos e serviços de R\$ 2.074,00 e R\$ 2.218,00, respectivamente. Com a comercialização da soja (média de 2.100 kg/ha) e de uma colheita de forragem para feno (média de 4.000 kg/ha), obteve-se amortização dos custos de 85% e 79%, respectivamente. Se fosse cultivada uma nova safra ou mesmo uma safrinha, provavelmente, os custos dos sistemas de iLPF teriam sido amortizados aos 15 meses após o plantio do eucalipto, podendo-se introduzir os animais em pastagem de alta

Tabela 1. Resultados obtidos em sistema de iLP conduzido na Embrapa Gado de Corte em comparação à pastagem degradada

Atividade	Produtividade por ha/ano	Custo (R\$/ha/ano)	Receita bruta (R\$/ha/ano)	Receita líquida (R\$/ha/ano)
Soja	58,0 sc	1.200,00	2.030,00	970,00
Milho safrinha	37,7 sc	570,00	592,00	33,20
Pastagem com iLP	31,4 @	1.361,82	2.826,00	1.464,00
Pastagem degradada	4,0 @	280,00	360,00	80,00

Fonte: KICHEL et al. (2012).

qualidade. Estes dados demonstram que os custos de implantação de sistemas de iLPF não chegam a ser limitantes, num contexto de pecuária, em que os custos com cercas, bebedouros e aquisição de animais não são considerados (ALMEIDA, 2010).

Neste mesmo experimento, a pastagem de capim-piatã foi avaliada na época seca (agosto de 2010), sendo observado que os teores de proteína bruta na folha e no colmo foram maiores na sombra do que no sol, com 11,4% x 8,5% e 2,8% x 1,9%, respectivamente. Na folha, também foi observada maior digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica na sombra do que no sol, 63,2% x 54,1%, respectivamente (SANTOS *et al.*, 2010), indicando melhor valor nutritivo de pastos em iLPF. No período de novembro de 2010 a março de 2011, estes sistemas comportaram, em média, taxa de lotação de 1,91 UA/ha.

Produtividade de forragem e de soja em diferentes consórcios de capins com milho cultivado na segunda safra - safrinha

Após a colheita da soja em março de 2009, foi cultivada milho consorciado com varias espécies e cultivares de pastagens tropicais, no período da safrinha ou segunda safra. No mesmo ano, em julho de 2009, por ocasião da colheita do milho, foi realizado amostragem dos capins, para a determinação da produtividade e qualidade dos mesmos; as forrageiras que apresentaram maior teor de PB na folha foram *U. ruziziensis*, *U. decumbens*, *U. brizantha* cv. Piatã, *U. brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Massai, com média de 15,87%

(Tabela 2). Entretanto, nos colmos, o capim massai foi o de maior teor de PB, com 8,69%, sendo que os demais não diferiram entre si. Para DIVMO na folha, os capins que apresentaram maior valores foram, *Ruziensesis*, Massai e Decumbens, com média de 74,39%, o capim xaraés apresentou o menor valor (61,12%), sendo que os demais apresentaram valores intermediários e não diferiram entre si. Os valores de DIVMO nas folhas dos capins Marandu, Mombaça e Tanzânia, foram semelhantes aos relatados por CARVALHO *et al.* (2002), em área sombreada. Esses autores observaram que os capins apresentaram maior valor nutritivo em área sombreada do que em pleno sol. Os resultados acima indicam que o pasto produzido em iLP proporciona forragem de alto valor nutritivo no período da entressafra. ALMEIDA *et al.* (2011) obtiveram maior valor nutricional para capim-piatã sombreado em sistema agrossilvipastoril no período seco, em que componente arbóreo é eucalipto (*Eucalyptus grandis*). Os teores de PB nas folhas e colmos, nas áreas de sombra e sol, foram de 11,4% e 8,5%, e de 2,8% e 1,9%, respectivamente.

Quanto à produtividade, os capins Mombaça e Piatã foram os que apresentaram maior massa seca de forragem e de folhas, com média de 4.603 kg/ha e 2.637 kg/ha, respectivamente, sendo que as folhas compreenderam 57,3% da forragem. Menores valores foram observados para o capim piatã, porém, com maior proporção de folhas na forragem total (76%). Os demais capins apresentaram valores intermediários e não diferiram entre si (Tabela 3).

Tendo como objetivo determinar o efeito das palhadas dos capins, em sistemas de iLP,

Tabela 2. Teor de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), da folha e do colmo do capim em consórcio com milho, em julho de 2009

Capim em consórcio	PB (%)		DIVMO (%)	
	Folha	Colmo	Folha	Colmo
<i>U. ruziziensis</i>	16,08 a	6,14 b	76,17 a	52,94 b
<i>U. decumbens</i>	16,00 a	6,06 b	72,27 a	39,11 c
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	16,33 a	4,39 b	67,28 b	37,64 c
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	15,92 a	5,78 b	68,94 b	44,02 c
<i>Panicum maximum</i> cv. Massai	15,01 a	8,69 a	74,74 a	61,17 a
<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	13,30 b	5,97 b	66,84 b	49,67 b
<i>U. brizantha</i> cv. Xaraés	14,54 b	5,21 b	61,12 c	39,91 c
<i>P. maximum</i> cv. Mombaça	13,70 b	5,49 b	67,96 b	46,36 c
CV (%)	4,55	6,62	4,43	6,22

a>b>c, na coluna, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). Fonte: KICHEL *et al.* (2012).

Tabela 3. Produtividade de forragem, de folha, de proteína bruta (PB) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) do capim, biomassa do milho e biomassa do consórcio (capim + milho), de acordo com apim em consórcio com milho, julho de 2009

Capim em consórcio	Forragem (capim)	Folha (capim)	PB (capim)	NDT (capim)	Biomassa (milho)	Biomassa (consórcio)
----- (kg/ha) -----						
Mombaça	4.606 a	2.818 a	481 a	2.582 a	3.278 b	7.884 a
Piatã	4.599 a	2.457 a	515 a	2.754 a	2.740 b	7.339 a
Ruzizensis	3.893 b	1.842 b	421 b	2.430 a	2.991 b	6.884 a
Tanzânia	3.704 b	2.276 b	389 b	2.090 b	2.807 b	6.512 a
Decumbens	3.482 c	1.600 c	371 c	2.082 b	3.230 b	6.713 a
Marandu	3.364 c	1.750 b	354 c	1.896 b	3.563 b	6.926 a
Xaraés	3.027 c	1.952 b	341 c	1.743 b	3.458 b	6.485 a
Massai	1.248 d	953 d	169 d	758 c	4.497 a	5.745 b
Milho	-	-	-	-	4.671 a	4.671 b
CV (%)	14,62	16,00	14,32	9,50	32,72	19,72

a>b>c>d, na coluna, pelo teste de Scott-Knott ($P<0,05$). Fonte: KICHEL et al. (2012).

Tabela 4. Produtividade de MS de capim, percentagem de folha e produtividade de grãos de soja, cultivada sobre palhada de milho em consórcio com capins e em monocultivo do milho

Espécies e cultivares de capim	MS de capim (kg/ha)	Folha (%)	Prod. (Sacas/ha)
Milho + <i>Urochloa brizantha</i> cv. Piatã	9.006 a	49 b	64 a
Milho + <i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés	8.263 b	57 b	62 a
Milho + <i>Urochloa ruziziensis</i>	7.948 b	44 c	60 a
Milho + <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	8.477 a	52 b	60 a
Milho + <i>Panicum maximum</i> cv. Massai	4.780 c	69 a	58 a
Milho + <i>Urochloa decumbens</i> cv. Basilisk	7.696 b	43 c	57 a
Milho + <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu	8.988 a	53 b	56 a
Milho + <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzania	8.584 a	55 b	55 a
Milho em monocultivo	-	-	48 b
CV (%)	12,34	5,29	

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott ($P>0,05$). Adaptado de KICHEL et al. (2012).

sobre a produtividade da soja (Tabela 4), em outubro de 2010, por ocasião da dessecação das forrageiras, foi realizada as avaliações referentes a produtividade de massa seca de capim (MS) em kg/ha, porcentagem de folhas de cada forrageira e realizada a semeadura direta da soja, em que a mesma foi colhida em março de 2010, com a produtividade da soja avaliadas em sacas/ha. Em relação a produtividade de grãos de soja, não ocorreu diferença entre palhadas dos consórcios dos capins com milho, com produtividade média de 60 sacas/ha de grãos. Porém, a produtividade da soja cultivada em semeadura direta sobre palhada do milho em monocultivo, na ausência de capins, foi 48 sacas/ha de grãos, apresentando uma redução de 12 sacas/ha em relação à palhada das forrageiras tropicais utilizadas.

Têm sido observados incrementos na produtividade da soja em áreas anteriormente

cultivadas com milho e braquiárias em consórcio. BORTOLINI (2006) relata aumentos de 3 a 10 sacas/ha, no Mato Grosso, e BROCH et al. (2007) obtiveram aumento de 8,8 sacas/ha, no Mato Grosso do Sul. Esses resultados concordam com o presente trabalho e indicam a importância do uso de capins em consórcio com milho na safrinha, para produção de forragem no outono-inverno, e na melhoria na produção de palhada e de grãos de soja em sucessão.

Ambiência e Conforto Animal

Segundo PORFÍRIO-DA-SILVA (2009), sistemas silvipastoris são de grande aplicabilidade devido às dimensões ocupadas por pastagens e às possibilidades em termos de serviços de proteção dos rebanhos e das pastagens contra extremos climáticos. Nas condições do noroeste paranaense PORFÍRIO-DA-SILVA et al. (1998) registraram na

posição sob as copas de renques arbóreos em noite de inverno, temperaturas do ar mais elevadas em até 2°C, e as temperaturas do ar atingiram até 8°C de diferença entre as posições sombreadas e ensolaradas. As árvores aumentam o conforto térmico para o rebanho.

A zona de conforto térmico é a faixa de temperatura ambiente dentro da qual os animais não necessitam usar mecanismos de termorregulação. Os zebuínos são mais resistentes ao calor e a outros estresses ambientais (p.e., temperatura e umidade) que os taurinos. A zona de conforto térmico para o gado europeu é de 4°C a 26°C e para o gado zebuino é de 10°C e 27°C. Para a vaca leiteira em lactação está entre 4°C a 24°C. A partir dos 32°-35°C, a termorregulação começa a falhar, aumentando a temperatura retal e diminuição no consumo e afetando a produtividade animal. Como na maior parte do Brasil as temperaturas estão acima da zona de conforto, os bovinos estão sujeitos ao estresse calórico. Por isso os animais preferem pastear sob a copa das árvores nas pastagens arborizadas (ALVES, 2011).

Os bovinos alteram o comportamento sob estresse de calor, mudam a postura para aproveitar a dissipação de calor pelo vento, ficam mais quietos e com movimentação reduzida, com objetivo de diminuir o calor gerado pelos movimentos. Também modificam o padrão de ingestão de alimentos incluindo redução no tempo de ingestão e tempo dedicado à ruminação que afetam a produtividade do animal. Passam as horas quentes do dia descansando e ruminando e, por volta do meio-dia, a maioria das atividades é interrompida, alterando o pastejo para o período noturno. Para animais criados nos trópicos o pastejo noturno pode representar até 60% do tempo total dedicado à alimentação (FERREIRA, 2005). Segundo o mesmo autor, os sistemas silvipastoris são uma forma de fornecer conforto térmico aos animais devido à sombra natural proporcionada pelas árvores, o que promove redução na frequência respiratória e aumento na produção de leite.

Desempenho de sistemas Agrossilvipastoris (iLPF) e sequestro de carbono

A sustentabilidade da produção animal é ameaçada pelos sistemas de produção baseados

em monocultivos, geralmente de braquiárias o que favorece a degradação das pastagens. Nos sistemas formados com pastagens a fertilidade do solo afeta a produção de biomassa aérea e radicular, o que aumenta a quantidade de resíduos depositados no solo sequestrando carbono. Estudos realizados em diversos países estimaram que as práticas de manejo que aumentam a fertilidade do solo sob pastagens podem aumentar de 50 a 150 kg/hectare a quantidade de carbono sequestrada, bem como a ausência de adubação nitrogenada e a utilização menos frequente da pastagem resultaram em perda para a atmosfera de 57 g C/m²/ano (PAULINO e TEIXEIRA, 2009).

TEIXEIRA e PAULINO (2012), trabalhando em um Argissolo de boa fertilidade, em Sertãozinho-SP com diversos sistemas agrícolas (mata - reserva biológica, pastagem melhorada - capim tanzânia, pastagens degradadas, área de fenação de brizantha e o cultivo convencional do milho), verificaram que o desmatamento, o cultivo convencional do milho, o manejo inadequado das pastagens e a exploração de áreas de fenação diminuíram os estoques de C no solo (Figura 1). Considerando que 1.0 tonelada de C é equivalente a 3,6 toneladas de CO₂ (IPCC, 2007), estima-se que 54,36 Mg/ha de CO₂ são sequestrados ou não emitidos quando a pastagem é melhorada mediante a adubação e manejo em relação a pastagem degradada. Os autores estimaram valores de 167.0, 136.0, 124.9 e 112.7 Mg/ha de CO₂ emitidos ou não sequestrados pela pastagem degradada de capim tanzânia, área de feno de capim brizantha milho - plantio convencional, e área com pastagem melhorada, respectivamente, quando comparado aos valores da mata - transição bioma mata atlântica e cerrado (tomada como valor de referência e/ou com maior valor de estoque).

A emissão de CO₂ é resultante de uma série de processos físicos e bioquímicos no solo, que refletem a atividade biológica e bioquímica do solo, incluindo a atividade microbiana e respiração radicular, que provocam as trocas gasosas entre o solo e a atmosfera por difusão ou fluxo de massa, que variam com a temperatura e umidade do solo.

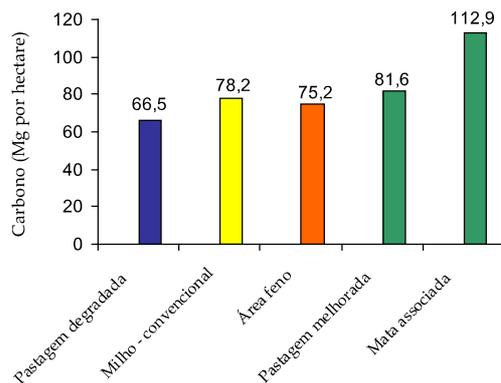


Figura 1. Impactos da diversidade de manejos agrícolas sobre o estoque de carbono, em Sertãozinho, SP. Fonte: Teixeira et al. (2012).

Estudos realizados por PAULINO e TEIXEIRA (2011) relacionaram o manejo da pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu correspondente à 100% de interceptação luminosa (altura de entrada de 35 cm) e 95% de interceptação luminosa (altura de entrada de 25 cm) e as adubações com 50 e 200 kg/ha de N com o estoque de carbono no solo. Os estoques de carbono encontrados para altura de 35 cm (110 Mg/ha) foram superiores aos obtidos com entrada de animais a 25 cm (84,4 Mg/ha). Os maiores valores de estoque de carbono foram observados mediante a aplicação de 200 kg/ha de N associado à altura de 35 cm de pastejo (119,3 Mg/ha), Figura 2. A entrada dos animais numa altura de pré-pastejo mais elevada (35 cm) resulta em maiores acúmulos de material vegetal morto. Outrossim, este fato está diretamente relacionado as perdas de massa de forragem que foram mais elevadas (24,1%) na altura de pré-pastejo de 35 cm que na altura de 25 cm de 20,3%. Ressalta-se que os valores elevados de estoque de carbono nesta pastagem são atribuídos também ao fato que a pastagem já existente na área com aproximadamente 15 anos, ultimamente ela cresceu livremente por 10 meses sem animais e no início desse sistema de manejo (2008) foi roçada e toda a biomassa vegetal produzida foi deixada sobre o solo.

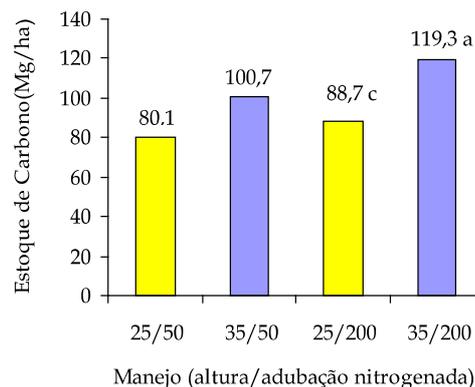


Figura 2. Estoques de carbono em pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott ($P>0,05$). Fonte: Paulino e Teixeira (2011).

Informações para sistemas integrados de produção são escassos e mais ainda nas condições tropicais. MÜLLER et al (2009), estimaram o acúmulo de carbono em sistema silvipastoril na Zona da Mata Mineira, em sistema composto por 105 árvores/ha, sendo 60 arvores de *Eucalyptus grandis*/ha e 45 arvores de *Acacia mangium*/ha, com o estrato herbáceo formado por *Brachiaria decumbens*. Aos 10 anos de cultivo da floresta e 4 da pastagem, obtiveram 14,29 Mg/ha de C.

Estes trabalhos mostram que a presença de árvores e arbustos incrementam o sequestro de carbono, mitigando os gases de efeitos estufa.

Em experimentos com sistemas integrados realizados na Embrapa Gado de Corte (KICHEL et al., 2012), em que pastagem em degradação foi comparada com sistemas de iLP e iLPF em que o capim-massai foi plantado após 4 anos de lavoura de soja com e sem eucalipto, a produtividade nos sistemas integrados foi mais que três vezes superior (Tabela 5). Esses sistemas, além de alta produtividade, tem grande potencial para sequestrar carbono, compensando ou até mesmo superando a fixação de carbono, quando comparada a produção de metano de animais de recría (Tabela 6). À medida que aumenta o número de árvores nos sistemas integrados, a capacidade de sequestro de carbono aumenta.

Tabela 5. Produtividade na recria de animais (kg peso vivo/ha) em pastagem recuperada com lavoura de soja, capim-massai consorciado ou não com eucalipto

Sistemas	Produtividade ¹	
	@	kg/ha
Testemunha- pasto em degradação	4,9	141
Massai após 4 anos de soja com eucalipto	16,7	482
Massai após 4 anos de soja sem eucalipto	17,0	490

¹junho de 2010 a abril de 2011 (10 meses). Adaptado de KICHEL *et al.* (2012).

Tabela 6. Sequestro de Carbono e mitigação de gases de efeito estufa do eucalipto (tronco) em sistemas de iLPF com 16 meses de idade

Sistemas	Sequestro de carbono			Mitigação ¹
	C (kg/ árvore)	C (t/ha)	CO ₂ eq (t/ha)	UA/ha
357 árvores/ha	4,3	1,5	5,5	3,70
227 árvores/ha	4,2	0,9	3,4	1,8

¹Emissão de gases de efeito estufa de 1 UA≈1,88 t eq CO₂/ha/ano. Adaptado de ALMEIDA *et al.* (2011).

CONCLUSÕES

Os sistemas de iLPF são sustentáveis, proporcionam a oferta de alimento no período seco/ inverno e diminuem a pressão por abertura de novas áreas para atividades agropecuárias.

Alta produtividade de grãos pode ser obtida nos cultivos em consórcio com milho.

A produtividade de soja aumenta com uso de forrageiras para a formação de palhada.

O cultivo de forrageiras em sistemas de iLPF proporcionam a engorda do gado no período seco, fornecendo forragem de alto valor nutricional em plena época de escassez de alimentos.

Os sistemas iLPF diminuem os riscos de frustração de safras, de forma que as atividades se complementam, fornecendo possibilidade de geração de renda na empresa rural.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.G. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. p. 1-10. 1 CD-ROM.

ALMEIDA, R.G.; BARBOSA, R.A.; ZIMMER, A.H.; KICHEL, A.N. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: Bungenstab, D.J. (ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-Áoresta: a produção sustentável.** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 25-35.

ALVES, F.V. O componente animal em sistemas de produção em integração. In: Bungenstab, D.J. (ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-Áoresta: a produção sustentável.** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 53-60.

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

BORTOLINI, C.G. Integração lavoura-pecuária: a geração da terceira safra no ano. In: SUZUKI, S. et al. (ed.). **Boletim de Pesquisa de Soja 2006.** Rondonópolis: Fundação MT, 2006. p. 242-248.

BROCH, D.L.; CECCON, G. Produção de milho safrinha com integração lavoura-pecuária. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA: RUMO À ESTABILIDADE, 9. 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p. 121-128. (Embrapa Agropecuária Oeste).

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

FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

KICHEL, A.N.; ALMEIDA, R.G.; COSTA, J.A. A. . Pecuária sustentável com base na produção e manejo de forragem. In: CONGRESSO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 10., 2011, Campo Grande, MS. *Anais...* Campo Grande, MS : CBNA, 2011. p. 40-51

KICHEL, A.N.; ALMEIDA, R.G.; COSTA, J.A.A. Integração lavoura-pecuária-floresta e sustentabilidade na produção de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6, 2012, Cuiabá, MT. *Anais...* Cuiabá, MT: Embrapa; Aprosoja, 2012. p. 1-3. 1 CD-ROM.

MÜLLER, M.D.; FERNANDES, E.N.; CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C; ALVES, F.F. **Estimativa de acúmulo de biomassa de carbono em sistema agrossilvipastoril na Zona da Mata Mineira**. Pesq. Agroflorestal Bras. 7 p. Disponível em: www.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/download/41/46. Acesso em: 15 set. 2013.

PAULINO, V.T.; TEIXEIRA, E.M.L. **Sustentabilidade de pastagens - manejo adequado como medida redutora de emissões de gases de efeito estufa**. Nova Odessa: SP., 2009, 16 p. IZ, APTA/SAA. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1261419672.pdf>. Acesso em: 15 set. 2013.

PAULINO, V.T.; TEIXEIRA, E.M.C. Estoque de carbono em pastagem de capim-Marandu submetida a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém, PA, 2011. *Anais...* Belém, PA, SBZ, 2011, 1-3p.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. O sistema silvipastoril e seus benefícios para a sustentabilidade da pecuária. In: SIMPÓSIO ABCZ-CNPC: Pecuária sustentável. **Palestras...** Uberaba, MG: Expozebu 2009. 11 p.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; VIEIRA, A.R.R.; CARAMORI, P.H.; BAGGIO, A.J. Sombras e ventos em sistema silvipastoril no noroeste do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2, 1998, Belém. *Anais...* Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1998. p. 215-218.

SANTOS, V.A.C.; ABREU, J.G.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M.C.M.; ECHEVERRIA, D.M. S.; GAMARRA, E.L.; CARVALHO, P.H.V.; QUINTINO, A. C. Produtividade e valor nutritivo do capim-piatã em sistemas de ILPF no período da seca. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 6., 2010, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2010. 1 p.

TEIXEIRA, E.M.C; PAULINO, V.T. Impactos da diversidade de manejo agrícola no estoque de carbono do solo. In: WORKSHOP DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS, 2012, Jaguariúna, SP. *Anais...* Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2012, p. 1-5, CD-ROM.