

Integração lavoura-pecuária-floresta como estratégia para aumentar a produtividade e prover serviços ambientais no noroeste do Paraná

Julio Cezar Franchini, Alvadi Antonio Balbinot, Henrique Debiasi, Fernando Sichieri

Resumo: Os solos da região Noroeste do Paraná apresentam cerca de 85 a 90% de areia e níveis críticos de nutrientes, conferindo alta suscetibilidade à erosão e baixa capacidade de armazenamento de água. Além disso, a região apresenta clima quente, tornando-a bastante vulnerável a estresses abióticos. Uma das estratégias para aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, incrementar serviços ambientais é aumentar a diversidade de atividades, por meio do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). O sistema iLPF pode conferir maior taxa de sequestro de carbono, conservação da biodiversidade e melhoria da qualidade do solo, água e ar, em comparação a sistemas não integrados. No município de Santo Inácio, PR, foram conduzidas por cinco anos duas áreas com sistema iLPF. Nos três primeiros anos de condução, foi possível conciliar a produção de grãos (soja), forragem (*Brachiaria ruziziensis* e *B. brizantha*) e madeira (eucalipto), sem que um componente prejudicasse o outro. A partir do terceiro ano, as árvores interferiram expressivamente na produtividade de grãos e forragem, indicando a necessidade de redução do número de árvores por área. O iLPF é um sistema de produção relevante para aumentar a provisão de bens e serviços ecossistêmicos na região Noroeste do Paraná, mas que ainda precisa de ajustes tecnológicos para incrementar os ganhos econômicos e ambientais.

Palavras-chave: qualidade do solo, água e ar; sequestro de carbono; diversidade de espécies cultivadas; produtividade de grãos, forragem e madeira.

Integrated cropping-livestock and forestry as a strategy to increase productivity and deliver ecosystem services in northeastern Paraná

Abstract: most soils in Northwest of Paraná state, Brazil, are sandy (85 to 90% sand), with critical nutrient levels, high susceptibility to erosion and low water storage capacity. Moreover, the region's warm weather confers to these soils high vulnerability to abiotic stresses. The diversification of production via adoption of integrated cropping-livestock-forestry (ICLF) systems is an important strategy to increase productivity and, simultaneously enhance ecosystem services. ICLF systems can increase carbon sequestration, conserve biodiversity and improve soil, water and air quality, compared with specialized production systems. Two trials were carried out for five years using ICLF in Santo Inácio county in Paraná state, Brazil. In the first three years, it was possible to harmonize production of grains (soybean), fodder (*Brachiaria ruziziensis* and *brizantha*) and wood (*Eucalyptus*) without negative effects of three components on each other. After the third year, the trees significantly reduced grain yield and fodder production, indicating the need for thinning to reduce tree interference. The ICLF system is relevant to increase the delivery of ecosystem goods and services in Northwestern Paraná, though technological adjustments are needed to increase its economic and environmental gains.

Keywords: soil, water and air quality; carbon sequestration; diversity of cultivated species; productivity of grain, fodder and wood.

1. Introdução

Tradicionalmente, a métrica mais utilizada para avaliar sistemas agrícolas de produção tem sido a rentabilidade em curto prazo (SCHIPANSKI et al., 2014). Em geral, as externalidades positivas ou negativas sobre o ambiente, considerando as escalas temporais e espaciais, bem como a rentabilidade em longo prazo são negligenciadas ou, pelo menos, consideradas de forma parcial. Isso se reflete na carência de delimitação de sistemas de produção sustentáveis, principalmente em ambientes que apresentam alta fragilidade para a produção vegetal e animal, em razão de características edafoclimáticas e/ou socioeconômicas. Por outro lado, na última década têm sido recorrentes as discussões e o interesse sobre mecanismos de desenvolvimento limpo, considerando os impactos da atividade antrópica sobre o ambiente.

A região Noroeste do Paraná abrange 107 municípios, perfazendo 16% da área total do Estado (3,2 milhões de hectares) (SÁ; CAVIGLIONE, 1999). A maior parte das áreas agricultáveis desse território apresenta solos com altos teores de areia, cerca de 85 a 90%, e níveis críticos de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica, conferindo alta suscetibilidade à erosão e baixa capacidade de armazenamento de água (FRANCHINI et al., 2011). Além disso, a região apresenta clima quente, tornando-a bastante vulnerável a estresses abióticos, principalmente déficit hídrico, e com baixa capacidade de provisão de alimentos, fibras e bioenergia, o que limita sobremaneira o desenvolvimento regional.

Uma das estratégias para aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, incrementar o provimento de serviços ambientais na região Noroeste do Paraná é aumentar a diversidade de atividades na propriedade rural, por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), buscando a sinergia dos componentes do sistema e maior produtividade e rentabilidade por área. Apesar de existirem muitas publicações mencionando as potenciais vantagens de sistemas integrados de produção, há carência de trabalhos que apresentem a forma de implantação e o manejo desse sistema, bem como os resultados obtidos em médio e longo prazos.

2. Serviços ambientais proporcionados pelo sistema iLPF

A associação sequencial ou consorciada de culturas para produção de grãos, pastagens perenes ou anuais e florestas, almejando a sinergia entre as espécies cultivadas, pode prover vários serviços ambientais, notadamente: (1) sequestro de carbono; (2) conservação da biodiversidade; (3) melhoria da

qualidade do solo; (4) melhoria da qualidade da água e do ar (SHIBU, 2009).

O maior sequestro de carbono em sistema iLPF, comparativamente a sistemas não integrados, ocorre porque o iLPF pressupõe o cultivo permanente de espécies vegetais, incorporando, constantemente, biomassa no sistema. Paralelamente, nessa situação, pode haver menores perdas de carbono via mineralização e/ou erosão, já que um dos fundamentos do iLPF é o uso adequado do sistema de plantio direto (BALBINOT JUNIOR et al., 2009). Em trabalho desenvolvido por Salton et al. (2014), em condição ambiental semelhante ao Noroeste do Paraná, verificou-se que a integração da pecuária com a lavoura é um sistema importante para aumentar o estoque de carbono orgânico do solo em relação ao cultivo constante de espécies graníferas. Assim, o iLPF confere alto potencial em retirar carbono da atmosfera e alocar no solo, na forma de matéria orgânica, tão necessária à produção agropecuária.

A maior conservação da biodiversidade em sistema iLPF advém da maior introdução de espécies vegetais produtivas durante um determinado período, oportunizando a sobrevivência de vários outros organismos que necessitam de ambiente diversificado para sobrevivência e reprodução, inclusive os que habitam o solo. A maior diversidade de espécies presente no sistema produtivo pode conferir maior estabilidade de produção e redução de riscos decorrentes de estresses bióticos e abióticos.

Em função da incorporação constante de carbono orgânico no solo, da alta taxa de cobertura vegetal sobre o solo durante todo o ano e da elevada diversificação de espécies cultivadas, há condições para que haja elevada taxa de infiltração de água e baixos níveis de erosão, contribuindo expressivamente para a conservação do solo e da água e, conseqüentemente, para a produção vegetal e animal (RUSSELLE et al., 2007). Em regiões que apresentam deficiência hídrica para a produção vegetal e animal, a integração entre a lavoura e a pecuária tem proporcionado condições para a produção de alimentos (DESCHEEMAER et al., 2010). Sob o ponto de vista urbano, a conservação da água é relevante para a manutenção da disponibilidade desse recurso em grandes centros urbanos. Ou seja, o aperfeiçoamento da conservação da água no meio rural reflete no fornecimento desse recurso nas cidades. Enfatiza-se que os benefícios ambientais conferidos pelo iLPF se tornam ainda mais importantes em ambientes que apresentam limitações ambientais à produção agropecuária, como é o caso do Noroeste do Paraná.

3. Provisão de alimentos e madeira em sistema iLPF: uma experiência no Noroeste do Paraná

O trabalho foi desenvolvido em 10 ha no município de Santo Inácio, PR, na propriedade Estância JAE, cujas coordenadas geoprocessadas são: 22°45'56" sul, 51°50'30" oeste e 386 m de altitude. A área foi dividida em duas partes. Na primeira foi avaliada a implantação do sistema iLPF com a cultura da soja e com a espécie arbórea *Corymbia maculata* Hill & Johnson (*Eucalyptus maculata* Hook), plantada em renques distanciados em 14 m e fileiras simples, com espaçamento entre plantas de 4 m. Nessa área, no período entre as safras de soja foi cultivada *Brachiaria ruziziensis* para cobertura do solo. Na segunda área foi avaliada a implantação do sistema com a cultura do milho consorciado com *Brachiaria brizantha* vc. Marandu e *Eucalyptus urograndis* em renques distanciados em 14 m e fileiras simples, duplas e triplas, com espaçamento entre plantas na linha em 2,5 m. Nas duas áreas, adotou-se um renque mestre, alocado em nível e, a partir desse, posicionou-se os demais, sempre

mantendo distância entre renques de 14 m, a fim de haver adequada conservação do solo e da água e facilitar a mecanização das culturas anuais presentes no sistema.

Na área 1 (Figura 1), o principal problema operacional na condução do sistema foi realizar o controle de plantas daninhas na cultura da soja com o herbicida glifosato, sem que houvesse deriva do herbicida nas plantas de eucalipto, o que poderia matar as plantas. Isso foi resolvido com uso de pulverizador com proteção lateral contra deriva. Nesta área, nas duas primeiras safras (2009/10 e 2010/11), as produtividades médias de grãos de soja foram de 3.120 e 3.300 kg ha⁻¹, respectivamente, sendo produtividades consideradas altas para a região. Não houve diferença de produtividade da soja cultivada em associação com o componente arbóreo e sem a presença de árvores. Nessas safras, a única desvantagem para a soja foi a ausência de cultivo na faixa de 1,5 m próxima aos renques de eucaliptos. A ausência de efeitos das árvores sobre a soja nas duas primeiras safras foi devido ao pequeno porte das plantas de eucalipto.



Figura 1. Soja cultivada entre os renques de eucalipto – área 1, segunda safra após a implantação (esquerda) e na quarta safra após a implantação (direita). Santo Inácio, PR.

Na terceira safra (2011/2012), a perda média de produtividade ocasionada pela presença do eucalipto foi de 2,9%. Por outro lado, na quarta safra (2012/2013), a produtividade média da cultura reduziu em 27,0%, comparativamente à área sem árvores, perda considerada muito alta. No quarto ano após a implantação do eucalipto, verificou-se que a soja localizada próxima dos renques foi afetada negativamente, provavelmente em decorrência da competição por água, luz e nutrientes. Nesse contexto, o efeito negativo da competição do eucalipto pelos recursos do meio sobre a soja apresentou maior relevância do que os possíveis benefícios microclimáticos observados em

sub-bosque, como redução de temperaturas máximas, aumento da umidade relativa do ar e diminuição da evapotranspiração (SOUZA et al., 2010). Todavia, é necessário considerar que o balanço econômico do sistema integrado em relação ao não integrado depende dos custos de produção e do valor da soja e da madeira produzida.

Em relação ao componente arbóreo, verificou-se que a densidade de eucalipto avaliada aos 19 meses após a implantação foi de 165 plantas ha⁻¹; ou seja, até essa data houve perda de apenas 5 plantas ha⁻¹, o que correspondeu a aproximadamente 3% de mortalidade. A taxa de mortalidade aos 35 meses da implantação subiu para cerca

de 14%. Isso ocorreu principalmente em razão da perda de árvores pela ação do vento, que ocorre com bastante frequência em situações em que há plantios de árvores em baixa densidade de plantas, muito comum em sistema iLPF. Além disso, as espécies florestais quando inseridas no contexto agrícola encontram boas condições de solo, principalmente fertilidade e, conseqüentemente, crescem rápido, tornando-se mais suscetíveis a quebra por ventos. Aos 50 meses após a implantação do eucalipto, o volume de madeira produzido foi de aproximadamente, 16 m³ ha⁻¹. Neste volume de madeira, considerando uma densidade média de 0,45 Mg m⁻³ e um teor médio de 40% de carbono, houve o sequestro de aproximadamente 2,8 Mg de C ha⁻¹.

Na área 2, a produtividade de milho para silagem de planta inteira foi de 12 t ha⁻¹ de massa seca, com 8% de proteína bruta e 67% de nutrientes digestíveis totais –

produtividade considerada alta para a região. No momento da colheita de milho, a pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu já estava formada, pronta para ser pastejada (Figura 2) e, após essa fase, a área foi mantida com a integração de floresta com pastagem (Figura 3). Nessa área, a densidade final de plantas de eucalipto *Urograndis* foi de 272, 443 e 575 plantas ha⁻¹ nos renques com fileiras simples, duplas e triplas, respectivamente. Por sua vez, o volume de madeira acumulado nos 50 meses de crescimento do eucalipto foi de 46; 73; e 68 m³ ha⁻¹ nos renques com fileiras simples, duplas e triplas, respectivamente. Nestes volumes de madeira, considerando uma densidade média de 0,45 Mg m⁻³ e um teor médio de 40% de carbono, houve o sequestro de aproximadamente 8,3, 13,1 e 12,7 Mg de C ha⁻¹, nos renques com fileiras simples, duplas e triplas, respectivamente.



Figura 2. Pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivada entre os renques de eucalipto, logo após a colheita do milho (esquerda) e três meses após a colheita, com proteção do eucalipto com cerca eletrificada, (direita). Santo Inácio, PR.



Figura 3. Pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivada entre os renques de eucalipto, janeiro de 2012 (esquerda) e em outubro de 2012 (direita). Santo Inácio, PR.

4. Considerações finais

Nos quatro primeiros anos de avaliação, o sistema iLPF na região Noroeste do Paraná conferiu adequada provisão de alimentos e madeira, além de outros serviços ambientais. No entanto, é necessário salientar a expressiva redução de produtividade de soja e pasto ocasionada pela interferência do eucalipto após três anos de implantação. Provavelmente, menores densidades de plantas de eucalipto possam promover menor interferência e maiores ganhos no sistema de produção de grãos. Por outro lado, o componente arbóreo aportou significativas quantidades de madeira e, conseqüentemente, de carbono sequestrado, o que pode contribuir para o balanço econômico e ambiental positivo dos sistemas. Desta forma, é relevante conduzir as avaliações por maior período, a fim de atingir resultados consistentes em longo prazo, considerando-se a análise de viabilidade econômica dos sistemas integrados.

Referências

- BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M. da; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, 2009.
- DESCHEEMAER, K.; AMEDE, T.; HAILESLASSIE, A. Improving water productivity in mixed crop-livestock farming systems of sub-Saharan Africa. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 97, p. 579-586, 2010.
- FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. P. da; BALBINOT JUNIOR, A. A.; SICHIERI, F.; PADULLA, R.; DEBIASI, H.; MARTINS, S. S. **Integração lavoura-pecuária-floresta na região noroeste do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 14 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 86). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/505>>.
- RUSSELLE, M. P.; ENTZ, M. H.; FRANZLUEBBERS, A. J. Reconsidering integrated crop-livestock system in North America. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, n. 2, p. 325-334, 2007.
- SÁ, J. P. G.; CAVIGLIONE, J. H. **Arenito Caiuá: capacidade de lotação das pastagens**. Londrina: IAPAR, 1999. 15 p. (IAPAR. Informe da pesquisa, 132).
- SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 190, p. 70-79, Jun. 2014.
- SCHIPANSKI, M. E.; BARBERCHECK, M.; DOUGLAS, M. R.; FINNEY, D. M.; HAIDER, K.; KAYE, J. P.; KEMANIAN, A.; MORTENSEN, D. A.; RYAN, M. R.; TOOKER, J.; WHITE, C. A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems. **Agricultural Systems**, Essex, v. 125, p. 12-22, 2014.
- SHIBU, J. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: na overview. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 76, p. 1-10, 2009.
- SOUZA, W.; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. A.; COSTA, M. A. T.; GASPARINO, E.; LIMBERGER, E. Microclimate in silvipastoral systems with eucalyptus in rank with different heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 3, p. 685-694, 2010.