

**I Congresso Brasileiro de Sistemas
Integrados de Produção Agropecuária**

IV Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil

ISBN: 978-85-99584-10-1

PALESTRAS

Intensificação com Sustentabilidade

UTFPR Câmpus Pato Branco

Pato Branco

2017

I Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção
Agropecuária
e
IV Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil

ISBN: 978-85-99584-10-1

Palestras

intensificação com sustentabilidade

UTFPR Câmpus Pato Branco
Pato Branco
2017



Reitor: Luiz Alberto Pilatti.

Vice-Reitora: Vanessa Ishikawa Rasoto.

Diretor do Câmpus Pato Branco: Idemir Citadin.

Editor Científico da Editora UTFPR Câmpus Pato Branco: Jorge Jamhour.



© 2017 Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Pato Branco.
Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons -
Atribuição - Não Comercial - Sem Derivações 4.0 Internacional.

Esta licença permite o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.
Disponível também em: <<http://www.utfpr.edu.br/patobranco/estrutura-universitaria/diretorias/dirgrad/cursos/coagr/eventos/cbsipa-eilpsb>>.

Palestras: intensificação com sustentabilidade

1. Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária e
 4. Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil
- 21 a 24 de agosto de 2017 – Centro de Convenções de Cascavel, Cascavel-PR

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

P157

630. I Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária e IV Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil / Jorge Jamhour, Tangriani Simioni Assmann (orgs.). – Pato Branco: UTFPR Câmpus Pato Branco, 2017. 165 p.: Il.

Modo de acesso: Word Wide Web:
<<http://www.utfpr.edu.br/patobranco/estrutura-universitaria/diretorias/dirgrad/cursos/coagr/eventos/cbsipa-eilpsb>>
Inclui bibliografia
ISBN: 978-85-99584-10-1

1. Agronomia. 2. Fitotecnia. 3. Pastagem. 4. Adubação
5. Bovinos - Criação. I. Jamhour, Jorge, org. II. ; Assmann, Tangriani Simioni, org. III. Título.

CDD (22. ed.) 630

Ficha Catalográfica elaborada por
Suélem Belmudes Cardoso CRB9/1630
Biblioteca da UTFPR Câmpus Pato Branco

Organizadores

Jorge Jamhour, Dr.
UTFPR/ Pato Branco – Brasil

Tangriani Simioni Assmann, Dr^a.
UTFPR/ Pato Branco – Brasil

Composição e diagramação final

Jorge Jamhour
LabEditor – UTFPR Câmpus Pato Branco

UTFPR Câmpus Pato Branco
Via do Conhecimento, km 01
Pato Branco – PR 85503-390

Eixo Temático 3:

Produção animal e vegetal

Produção integrada de grãos e pecuária

oportunidade para aumentar a diversificação e a rentabilidade

Alvadi Antonio BALBINOT JUNIOR¹, Anibal de MORAES², Osmar CONTE¹, Julio Cezar FRANCHINI¹, Henrique DEBIASI¹

¹ Eng. Agr., Dr., Pesquisadores da Embrapa Soja. E-mail: alvadi.balbinot@embrapa.br

² Eng. Agr., Dr., Professor da Universidade Federal do Paraná

Abstract – The agribusiness, in Brazil, has been developing on poorly diversified agricultural systems. Integrated production such as Integrated Crop-livestock System (ICLS) are the main strategy in order to reduce environmental impacts and improve productivity, stability and profitability. It is necessary a vast knowledge for adequate management of ICLS, which subsidizes the planning and execution of activity in the farm to generate synergy between animal and vegetal components. In this chapter, we showed some elements and model of ICLS for subtropical and tropical climate. Additionally some research demands to advance scientific knowledge about ICLS are presented.

Keywords: sustainable intensification. synergy between plant and animal components. cropping systems.

Resumo – No Brasil, o agronegócio vem sendo praticado com base em sistemas pouco diversificados. Os sistemas integrados de produção, especialmente a integração lavoura-pecuária, se constituem na principal estratégia para aumentar a diversificação, focando na redução de impactos ambientais e no aumento da produtividade, estabilidade e rentabilidade – intensificação sustentável. Para a condução adequada de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA), é necessário grande aporte de conhecimentos, que subsidiem o planejamento e a execução de atividade na propriedade que gerem sinergia entre os componentes que compõem o sistema. Nesse capítulo são apresentados alguns fundamentos de SIPA e modelos que podem servir de referência para o planejamento do sistema em regiões com clima subtropical ou tropical. Também são apresentados algumas demandas de pesquisa para avanço do conhecimento científico acerca de sistemas integrados.

Palavras-chave: intensificação sustentável. sinergia entre os componentes vegetal e animal. modelos de produção.

Como Citar (NBR 6023)

BALBINOT JUNIOR, Alvadi Antonio; MORAES, Anibal de; CONTE, Osmar; FRANCHINI, Julio Cezar; DEBIASI, Henrique. Produção integrada de grãos e pecuária: oportunidade para aumentar a diversificação e a rentabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 1.; ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 4., 2017, Cascavel. **Palestras:** intensificação com sustentabilidade. Pato Branco: UTFPR. 2017. p. 86–100. ISBN - 978-85-99584-10-1. Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br/patobranco/estrutura-universitaria/diretorias/dirgrad/departamentos/dagro/publicacoes/cbsipa-eilpsb>>

INTRODUÇÃO

No Brasil, as principais culturas para produção de grãos têm sido inseridas em modelos de produção pouco diversificados, como as sucessões soja/milho segunda safra, soja/milheto para cobertura do solo, soja/algodão, soja/pousio e soja/trigo. Por um lado, a simplificação dos modelos de produção facilita a rotina operacional nas propriedades rurais e permite a especialização na produção de determinada cultura. Por outro lado, tem provocado e intensificado alguns problemas agrônômicos e ambientais, sobretudo relacionados à redução da qualidade do solo – degradação de atributos físicos, químicos e biológicos - e ao aumento de problemas fitossanitários, como a infestação de plantas daninhas resistentes a herbicidas e o incremento de algumas doenças, fitonematóides e insetos-praga de difícil controle (BALBINOT JUNIOR et al., 2011; FRANCHINI et al., 2014).

Por sua vez, em regiões tropicais ou subtropicais quentes, em que há predomínio da pecuária, muito frequente em solos com textura arenosa e/ou em áreas com alta declividade, é comum o uso da terra com pastagens perenes, na maioria das vezes formadas por espécies do gênero *Urochloa* – braquiárias - manejadas de forma inapropriada (SALTON et al., 2014). Nessa situação, não são realizadas adubações de correção e manutenção necessárias para que haja produção, qualidade

e persistência adequadas. Em decorrência do baixo crescimento das plantas forrageiras, a produção animal também é limitada e há disponibilização de nicho ecológico para estabelecimento e crescimento de plantas daninhas. Além disso, o reduzido crescimento das plantas forrageiras implica em pouca cobertura do solo e deficiente estruturação promovida pelas raízes, fatores que conduzem ao aumento da compactação e da erosão ao longo do tempo, promovendo degradação do solo e da água.

Nesse contexto, no Brasil, a principal alternativa para diversificação dos sistemas agropecuários de produção em larga escala é a integração de culturas graníferas, sobretudo soja e milho com a pecuária, especialmente cadeias de carne e leite (Figura 1). A participação de cadeias produtivas fortes, com bons fundamentos de mercado, é essencial para o avanço dos SIPA. No Brasil, a cultura anual que apresentou maior evolução nas últimas duas décadas foi a soja, com uma taxa média de incremento anual de área superior a 1 milhão de hectares – algo extraordinário (BALBINOT JUNIOR et al., 2017). Outra cultura que apresenta elevada relevância para compor sistemas integrados é o milho, principalmente por poder ser usado na própria propriedade para alimentação de animais, se adaptar muito bem ao consórcio com forrageiras, especialmente as braquiárias, e por se encaixar ao cultivo de segunda safra.

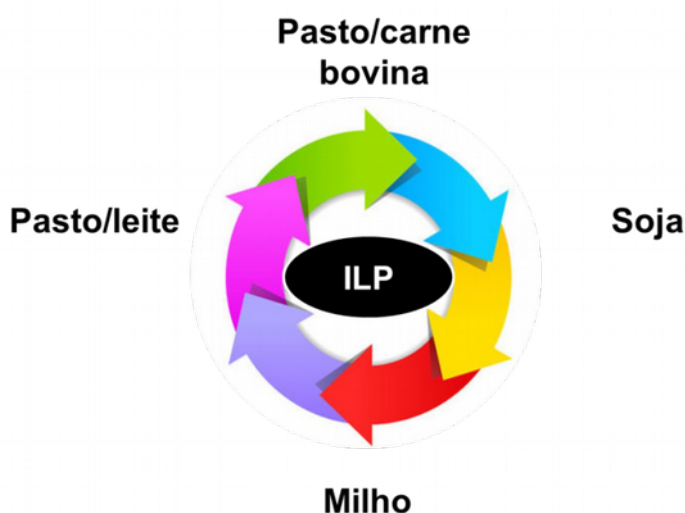


Figura 1 – Principais cadeias produtivas que compõem sistemas integrados de produção agropecuária em larga escala no Brasil.

O objetivo desse capítulo é discutir sobre a importância dos SIPA para incrementar a diversificação, a estabilidade e a rentabilidade do agronegócio, bem como apresentar alguns modelos de integração que podem ser usados em clima subtropical e tropical.

O NEXO AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, SISTEMA PLANTIO DIRETO E SISTEMAS INTEGRADOS

Nas últimas décadas, o Brasil se consolidou como grande potência agrícola mundial, com expansão de área cultivada e incrementos de produtividade e produção. Considerando apenas as principais commodities de grãos (soja, milho, trigo e arroz), a produção brasileira deverá alcançar aproximadamente 230 milhões de toneladas em cerca de 55 milhões de ha na safra 2016/2017 (CONAB, 2017). Adicionalmente, o país é o maior exportador mundial de soja.

A manutenção do protagonismo do agronegócio brasileiro no cenário mundial exige a redução dos impactos ambientais associados à agropecuária e o aumento da eficiência de utilização dos recursos do ambiente necessários à produção agrícola, principalmente do solo e da água. Para atingir esse objetivo, é de fundamental importância a adoção da agricultura conservacionista, entendida como um complexo tecnológico de enfoque holístico que objetiva preservar, melhorar e

otimizar os recursos naturais, mediante o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade, devidamente compatibilizado com o uso de insumos externos (DENARDIN e KOCHHANN, 2006). A adoção da agricultura conservacionista pressupõe a redução ou eliminação de mobilizações de solo; preservação de restos culturais na superfície do solo; manutenção de cobertura permanente; ampliação da biodiversidade mediante a diversificação de espécies; manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas; controle de tráfego de máquinas e de equipamentos; uso preciso e racional de agroquímicos; respeito à legislação em vigor; entre outros.

Para atingir os pressupostos da agricultura conservacionista, dois sistemas são fundamentais e complementares: o Sistema Plantio Direto (SPD) e o SIPA. O SPD é alicerçado na diversificação de espécies, na mobilização de solo apenas na linha de semeadura, na manutenção permanente da cobertura do solo e na minimização do intervalo entre colheita e semeadura (DENARDIN et al., 2008) – fundamentos altamente aderidos à AC. Quando o SPD é adotado em conformidade com seus pressupostos técnicos, proporciona a diminuição das perdas de água e solo por erosão hídrica (MERTEN et al., 2015), das perdas de água por evaporação (ANDRADE, 2008), da amplitude térmica do solo, da necessidade de mão-de-obra e dos custos com combustível e máquinas agrícolas (LAL, 2007); o aumento dos estoques de carbono orgânico do solo (ZOTARELLI et al., 2012), e da diversidade (PEREIRA et al., 2007), atividade e biomassa microbiana (BINI et al., 2014), reestabelecendo assim o equilíbrio do agroecossistema e potencializando o controle biológico de pragas e doenças (RATNADASS et al., 2012); a melhoria da estrutura do solo, favorecendo o armazenamento de água disponível e o crescimento radicular das culturas (MORAES et al., 2016); e, finalmente, o incremento da produtividade das culturas, especialmente sob condições de deficiência hídrica (FRANCHINI et al., 2012). Nesse contexto, certamente o uso de SIPA pode potencializar os efeitos benéficos do SPD, tanto em termos econômicos quanto ambientais, pois aumenta a diversidade de espécies cultivadas, permite a cobertura permanente do solo, potencializa a ciclagem de nutrientes e melhora atributos físicos, químicos e biológicos em relação a sistemas não integrados (BALBINOT JUNIOR et al., 2009) (Figura 2). Ou seja, o SPD pode ser aprimorado com o uso de SIPA.



Sistema não integrado:

- Baixa conservação do solo e da água
- Baixa diversidade biológica
- Alta emissão de gases de efeito estufa por kg de carne produzida

Sistema integrado:

- Adequada conservação do solo e da água
- Maior diversidade biológica em relação ao sistema não integrado
- Baixa emissão de gases de efeito estufa por kg de soja e carne produzida

Figura 2 – Características ambientais de sistema integrado (soja com pastagem de *Urochloa brizantha* BRS Piatã) x sistema não integrado (pastagem perene inadequadamente manejada) no Noroeste do Paraná – solo muito arenoso, com apenas 12% de argila e clima quente. Foto: Alvadi Antonio Balbinot Junior

SISTEMAS INTEGRADOS EM REGIÕES COM TRADIÇÃO AGRÍCOLA OU PECUÁRIA

Em regiões com forte tradição agrícola, a pecuária, seja de corte ou de leite, geralmente é inserida no sistema para aumentar a diversificação de espécies cultivadas e de fontes de renda. Com

isso, reduz-se os riscos de insucesso econômico em momentos de quebra de safra e/ou baixa cotação dos grãos produzidos. Em várias regiões brasileiras, a produção de grãos é muito instável de safra para safra. Como exemplo, cita-se a grande instabilidade de produtividade da soja em estados como o RS e PI (Figura 3). Nessas regiões, a inserção da pecuária integrada à lavoura é uma estratégia relevante para diversificar as fontes de renda na propriedade rural, em busca de maior estabilidade econômica. Nessa condição, os SIPA podem aumentar expressivamente a sustentabilidade do agronegócio.

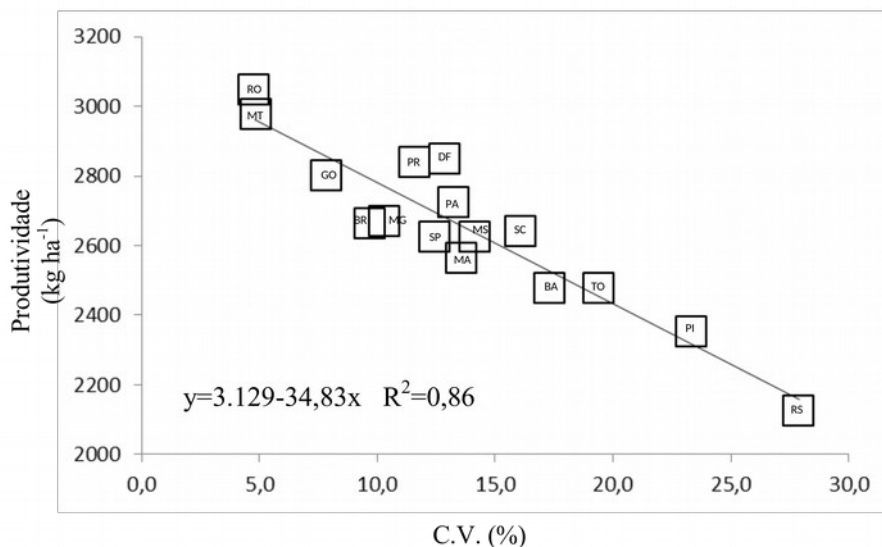


Figura 3 – Relação entre a produtividade e o coeficiente de variação (C.V.) da produtividade nos estados brasileiros em duas décadas (1996/97 a 2015/16). Fonte: Balbinot Junior et al. (2017).

Em regiões com tradição em pecuária, a introdução de culturas graníferas no sistema, muitas vezes objetiva a recuperação de pastagens perenes degradadas, sobretudo usando a cultura da soja. No entanto, nesse caso, o uso de culturas anuais também contribui para aumentar a rentabilidade por área - muito baixa com o uso de pecuária extensiva, assim como aumentar a disponibilidade de forragem de alta qualidade no outono/inverno, quando a produção das forrageiras perenes é baixa em função da carência de água e/ou frio excessivo. No Brasil, há vasta área ocupada com pastagens perenes degradadas, com alto potencial para inserção de culturas agrícolas. Certamente nessas áreas haverá avanço expressivo de SIPA, proporcionando significativa expansão das áreas de produção de grãos e ganhos substanciais na produção animal, sem incremento da área a ser explorada.

IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS

A implantação de SIPA na propriedade rural requer conhecimento, planejamento e execução adequada. Certamente os SIPA requerem maior aporte de conhecimento e tecnologias em relação a sistemas não integrados. O ordenamento das atividades relativas à produção vegetal e animal no espaço e no tempo deve ser cuidadosamente analisado para que as atividades sejam conciliáveis e provenham os benefícios almejados.

O planejamento espaço-temporal dos SIPA deve se basear primariamente nas condições climáticas que determinarão as espécies vegetais e animais a serem utilizadas e outras práticas agrônomicas que possibilitem o seu desenvolvimento. Ao mesmo tempo, devem ser levados em consideração a correspondência do uso da terra com a sua capacidade de uso, a mitigação de risco e o potencial de preservação dos recursos solo e água (HERRERO et al., 2010; MORAINÉ et al., 2016).

As práticas da agricultura conservacionista como o não revolvimento do solo, cobertura do solo permanente e rotações de culturas (PALM et al., 2014) devem ser utilizadas. Além disso, os SIPA devem ser dimensionados para aumentar a sua resiliência às mudanças climáticas, através do manejo orgânico do solo, conservação e colheita de água e aumento de forma geral na agrobiodiversidade (ALTIERI et al., 2015). Por fim, a adubação de sistema, que é uma visão mais abrangente da adubação do sistema como um todo e não culturas individuais, pode favorecer os ciclos biogeoquímicos de forma a otimizar o uso de cada unidade nutriente, em relação a quantidade de produtos produzidos com este nutriente, durante todas as fases do sistema. Um fator que favorece os SIPA neste aspecto é a considerável ciclagem de nutrientes e baixa exportação promovida pelos animais na fase pastagem. Em função disso, indica-se que os produtores interessados em implantar SIPA procurem assistência técnica especializada no tema.

No caso de propriedades rurais que originalmente apresentam a produção vegetal como foco, a inserção de animais, requer o planejamento dos piquetes, a montagem das cercas, aguadas, cochos e estrutura para o manejo dos animais. A montagem das cercas para contenção e manejo dos animais na pastagem é um dos princípios custos relacionados à inserção do componente animal em SIPA. Uma opção frequentemente utilizada é o uso de cercas eletrificadas, que apresentam adequado funcionamento, especialmente quando os animais possuem temperamento manso. Estas podem inclusive ser alimentadas com energia solar, atendendo áreas distantes de redes elétricas.

Quando a produção animal é baseada no pasto e há presença de animais durante todo o ano na propriedade, o planejamento forrageiro é indispensável na propriedade. Para isso, é necessário considerar a produção esperada, a qualidade da forragem e os períodos de maior e menor produção de cada espécie forrageira inserida no sistema, sejam anuais ou perenes. É importante considerar a possibilidade de produção de certa quantidade de forragem conservada, seja por meio de silagem ou feno, para utilização em momentos em que a pastagem apresenta baixa capacidade de suporte. Para determinados ambientes pode ser previsto a irrigação de parte da área a fim de garantir suprimento de pasto no período seco. Em sistemas intensivos de produção animal, a irrigação da pastagem vem sendo uma prática cada vez mais utilizada. Entretanto, o planejamento das atividades deve ser realizado com o máximo de cuidado, para que haja retorno financeiro do alto investimento relacionado à instalação e manutenção dos equipamentos, bem como de energia para operar o sistema. No planejamento de um sistema integrado não se privilegia uma determinada cultura nos anos em que esta apresente preços mais favoráveis. O princípio é trabalhar com a diversificação, mantendo as rotações num planejamento que promova a sustentabilidade do sistema como um todo.

Para produtores de grãos que estão iniciando a criação de animais, é importante considerar que o SIPA pressupõe a melhoria da qualidade do solo ao longo do tempo e, por conseguinte, as espécies forrageiras a serem adotadas precisam responder a essa condição favorável de solo, bem como os animais precisam utilizar e converter a forragem produzida em produto animal - carne e/ou leite. Para tal, é relevante o uso de animais de boa genética, com alto desempenho e com adaptação às condições ambientais; boa sanidade; e que os animais sejam submetidos a adequado bem estar. É imperativo transformar solo de alta qualidade em pastagem boa e, esta, em produto animal que será comercializado, sem que haja gargalos no processo de produção.

Enfatiza-se que a utilização e a conversão da pastagem em produto animal é muito influenciada pelo manejo da pastagem, especialmente no que se refere à altura de manutenção das plantas. Cada espécie forrageira apresenta uma faixa de altura de manutenção para maximizar a produção, a qualidade e a persistência da pastagem. Normalmente a altura de manejo indicada para as forrageiras também confere adequada quantidade de palha para cultivo posterior de grãos em SPD. Esse é um dos pontos que torna o SPD e os SIPA conciliáveis tecnicamente, pois não há conflito entre a produção animal e vegetal. Para Carvalho et al. (2010), o que conecta este ciclo à fase agrícola é a massa de forragem no final do ciclo pastagem, que se constitui na palhada que receberá o plantio direto nas primeiras ações de manejo do ciclo lavoura. Quanto maior a intensidade de pastejo empregada no ciclo pastagem, menor a biomassa no momento da semeadura da lavoura e maior a compactação superficial que se transfere ao ciclo lavoura. Ademais, em situações de elevada intensidade de pastejo, o desacoplamento de nutrientes é maior que o acoplamento, conforme mencionado anteriormente. Todo esse contexto acaba por determinar o ambiente químico, físico e biológico do solo que recebe o ciclo da lavoura (CARVALHO et al., 2010).

Carvalho et al. (2010) também enfatizam que em menor massa de forragem, o aumento do tempo de pastejo faz com que o impacto do animal no sistema seja incrementado, na medida em que implique em aumento do tempo em deslocamento do animal pelo piquete. A restrição de pasto não aumenta simplesmente esse tempo, mas aumenta também a velocidade com que eles transitam na mesma unidade de tempo em pastejo (BAGGIO, 2007), ou seja, os animais passam a dar maior número de passos por unidade de tempo na tentativa de encontrar mais forragem para consumir. A consequência final é que o número total de passos incrementa em quase 100% quando se compara com situações não limitantes de alimentação (CARVALHO et al., 2010)

No caso de propriedades destinadas à produção animal, a inserção da produção vegetal implica na correção química do solo, eliminação de desuniformidades na área para possibilitar a colheita mecanizada de espécies graníferas e aquisição ou contratação de serviços de máquinas para a semeadura, tratos culturais e colheita. Em regiões de fronteira agrícola, é crucial que o produtor faça uma análise sobre a disponibilidade de insumos para produção vegetal, bem como se há infraestrutura para armazenamento do produto colhido e as condições para a sua comercialização. A análise prévia das condições a montante e a jusante da produção são fundamentais no planejamento das atividades.

Uma estratégia muito usada para viabilizar SIPA em larga escala são as parcerias entre agricultores e pecuaristas. Nas diversas regiões brasileiras, há muitos modelos de acordos em que o agricultor continua especializado na produção de grãos, fibras e/ou agroenergia e o pecuarista continua especializado na produção animal. Assim, a sinergia entre a produção animal e vegetal é obtida por meio da parceria. Um exemplo típico é o arrendo de pastagens anuais de inverno na região Sul do Brasil para engorda de bovinos. Nesse caso, o agricultor se preocupa em produzir grãos no verão e implantar adequadamente a pastagem em sucessão – muitas vezes formada pela emergência espontânea de azevém - enquanto o pecuarista se preocupa com os fatores de produção ligados aos animais (cria ou compra de bezerros, genética, manejo, sanidade, bem estar e venda dos animais). Assim, o agricultor tem uma opção de renda no inverno e o pecuarista consegue engordar os animais no momento de maior escassez das pastagens perenes de verão ou campos naturais.

O mesmo raciocínio vale para regiões tropicais do Brasil em que, na entressafra, com baixa disponibilidade de água, pode haver cultivo de espécies forrageiras, muitas vezes implantadas juntamente com o milho safrinha (Sistema Santa Fé). Com a efetivação de parcerias, o SIPA transcende os limites de propriedades rurais. Ou seja, mais de uma propriedade constitui um sistema de produção sistematizado para alcançar ganhos sinérgicos, sejam econômicos, ambientais ou sociais. É evidente que toda a parceria deve proporcionar ganhos as partes e ser regida por um acordo bem formatado desde o início do processo. Atualmente, identifica-se a necessidade de estudar e divulgar modelos de contrato entre agricultores e pecuaristas que sejam adequados sob os pontos de vista jurídico e técnico.

ALGUNS MODELOS DE INTEGRAÇÃO EM CLIMA SUBTROPICAL

Em clima subtropical – maior parte da região Sul do Brasil - o principal modelo de SIPA constitui-se no cultivo de espécies graníferas de primavera/verão, tais como soja, milho e arroz e, no período de outono/inverno, o cultivo de pastagens anuais, como aveia preta e azevém para produção de carne ou leite. Esse modelo de integração tem apresentado elevado crescimento de área, em função da complementariedade das atividades e da carência de alternativas economicamente viáveis de uso do solo no outono/inverno, sobretudo porque o trigo, principal cereal de inverno, tem apresentado fundamentos de mercado pouco atrativos aos produtores. A elevada qualidade de forragem ofertada pelas espécies aveia preta e azevém, comportando elevada lotação animal, confere ao SIPA elevada produtividade do componente animal, além de terem características desejáveis em termos de plantas de cobertura de solo, desempenhando seu papel também na sustentabilidade do SPD.

O que tem facilitado muito esse modelo de integração é a emergência espontânea de azevém após a colheita das culturas de verão. Nesse caso, há formação da pastagem sem que haja custos com sementes e operação de semeadura. A Figura 4 ilustra o azevém emergido antes da

colheita da soja. Nessa circunstância, o pastejo já pode ser iniciado cerca de 25 dias após a colheita da cultura.



Figura 4 – Emergência de azevém no final do ciclo de desenvolvimento da soja – formação de pastagem de ótima qualidade sem custo de implantação. Foto: Alvadi Antonio Balbinot Junior.

Nesse modelo de SIPA, que utiliza culturas de grãos no verão e pastagens de inverno, um questionamento frequente no meio técnico é o possível impacto negativo do pisoteio no inverno sobre as culturas semeadas em sucessão. Em trabalho desenvolvido em SC, observou-se que a produtividade de grãos de soja, milho e feijão cultivados sobre pastagens de inverno formadas pelo consórcio de aveia preta+azevém+ervilhaca foi similar as produtividade obtidas sobre o mesmo consórcio sem pastejo (BALBINOT JR. et al., 2009b; BALBINOT JR. et al., 2011). Resultado semelhante foi obtido no RS, em que a soja semeada após pastagem de avevém manejado em altura de 20 cm obteve, por 12 safras, produtividade similar à obtida sobre cobertura de azevém sem pastejo (KUNRATH et al., 2015).

Em regiões que apresentam clima subtropical e em propriedades que possuem rebanho contínuo, uma opção muito utilizada é o cultivo de, aproximadamente, 75% da área com culturas de grãos na primavera/verão e pastagem anual no outono/inverno e 25% restantes com pastagem perene, como, por exemplo: tifton, capim elefante anão e espécies de braquiária e panicum. Nesse caso, no verão os animais permanecem nos 25% da área com pastagem perene e, no outono/inverno em 100% da área (75% com pastagens anuais de inverno + 25% de área sobressemeada com azevém nas pastagens perenes). Salienta-se que no outono/inverno a produção forrageira é substancialmente menor em razão do frio e/ou menor precipitação. Vários arranjos de espécies podem ser estabelecidos para se tirar vantagem do ambiente (edáfico e climático) em que a propriedade se encontra e as condições de manejo (grau de investimento em insumos). É importante considerar que as áreas destinadas às pastagens de verão podem variar espacialmente dentro da propriedade rural no decorrer do tempo. Assim com mais facilidade se consegue atingir um equilíbrio de oferta de forragem entre inverno e verão, para que não haja necessidade de alteração na carga animal ou de investimento em alternativas mais onerosas, como a produção de forragem conservada (feno e silagem), ou ainda o uso de concentrados.

Outro modelo de SIPA, com maior especificidade em relação à cultura envolvida e o ambiente, é a integração do cultivo de arroz irrigado com a produção animal, especialmente no Rio Grande do Sul. Esse modelo tem muito potencial de expansão devido à disponibilidade de áreas. O arroz, no modelo de cultivo praticado em terras baixas, com inundação, compõe um sistema com

características únicas, a começar pelo solo com topografia plana e horizonte de baixa permeabilidade. No Estado do RS, há cerca de 6,4 milhões de hectares de várzea com essas características, sendo que entre 1 e 1,2 milhões são cultivados anualmente com arroz irrigado (CONAB, 2016). Existe uma grande rotatividade no uso das áreas em função da infestação com arroz vermelho, uma das principais plantas daninhas do arroz, mas também de outras espécies de invasoras, oportunizando o uso de sistemas integrados. No contexto da metade sul do RS, a pecuária sempre foi presente e divide área com o arroz, principalmente com pastejo da soqueira. Nos últimos anos esse modelo de SIPA se tecnificou, com implantação de pastagens sobre as áreas de arroz, adoção de adubação das forrageiras, manejo do pastejo e adequação de lotação animal. Diversos estudos foram conduzidos nos últimos anos e tem demonstrado o potencial deste modelo de SIPA, peculiar àquele ambiente e melhorando os atributos de solo, a produtividade do arroz, da pastagem e conseqüentemente da pecuária (NUNES, 2016; DENARDIN, 2017, MARTINS et al., 2017). Nesse mesmo contexto, a soja também tem ganhado espaço e ajudado a diversificar o sistema de produção. Esse modelo de SIPA poderá contribuir para o desenvolvimento da região Sul do RS, que apresenta índices de desenvolvimento baixos, comparativamente ao restante do estado.

ALGUNS MODELOS DE INTEGRAÇÃO EM CLIMA TROPICAL

Em condições tropicais, há vários modelos de SIPA, os quais devem ser adaptados de acordo com as condições edafoclimáticas da região, características da propriedade rural, disponibilidade de mão-de-obra e outros meios de produção e foco da atividade econômica a ser exercida na propriedade.

Em condição de solo arenoso - teor de argila menor que 20% - um modelo de integração utilizado é o cultivo por dois anos com espécies anuais, intercalados com três ou quatro anos com pastagem perene, formada com *U. brizantha* ou *Megathyrus maximus*. Esse modelo é representado na Figura 5. Com o passar do tempo, a produtividade e a qualidade forrageira da pastagem perene diminuem, mesmo com bom ajuste da carga animal, mantendo adequada altura forrageira (Figura 6). Por outro lado, durante os quatro anos com a pastagem perene há melhorias em vários atributos físicos e biológicos do solo, além de alta cobertura do mesmo. Assim, há ambiente favorável ao crescimento de espécies anuais, como a soja e o milho. No entanto, após dois anos com culturas anuais há perda da qualidade física e biológica do solo, sendo interessante reintroduzir a pastagem perene.



Figura 5 – Modelo simplificado de sistema integrado de produção para clima tropical e solo arenoso (Franchini et al., 2016a).



Figura 6 – Pastagem com um ano de idade à esquerda e pastagem com dois anos à direita. Com o passar de tempo, a produtividade e a qualidade forrageira diminuem. Foto: Julio Cezar Franchini.

No modelo apresentado, há forte utilização do milho segunda safra nos dois anos destinados à produção vegetal. A inserção do milho segunda safra só pode ser realizada em regiões que apresentam disponibilidade hídrica que permita tal cultivo. Nesse caso, é necessário observar o zoneamento agroclimático para a cultura. Nas regiões que apresentam condição para esse cultivo, o milho pode ser consorciado com braquiárias (Figura 7). Nesse caso, essa pastagem pode ser utilizada nos meses de julho e agosto – período de grande escassez forrageira.



Figura 7 – Pastagem de *Braquiária ruziziensis* logo após a colheita de milho segunda safra. Foto: Cesar Velini.

Outro modelo que pode ser usado em regiões tropicais e solos arenosos é o cultivo de duas safras de soja intercaladas com dois anos de pastagem perene (Figura 8). Entre duas safras de soja, a área é cultivada com *Braquiária ruziziensis* ou *Braquiária brizanta*. As duas principais vantagens da *Braquiária ruziziensis* se referem ao menor custo das sementes e maior facilidade para dessecação pré semeadura da soja, comparativamente à *Braquiária brizanta* (FRANCHINI et al., 2015). Por outro lado, a BRS Piatã tem como principais vantagens a maior produção de forragem e a menor velocidade de decomposição da palha, mantendo o solo coberto até o final do ciclo de desenvolvimento da soja.

Nesse modelo de produção, metade da área total cultivada é ocupada com pastagens na primavera/verão e, no outono/inverno - época de menor produção forrageira - toda a área cultivada é ocupada com pastagens. No outono/inverno, a produção das pastagens cultivadas após a soja garante o fornecimento de forragem aos animais, uma vez que a pastagem é nova e apresenta elevada taxa de

acúmulo de fitomassa, em razão do aproveitamento da melhoria nos atributos químicos decorrentes do cultivo da oleaginosa no verão. Com o modelo utilizado, há menores variações de produção forrageira entre as estações do ano. A estabilidade da produção forrageira ao longo do ano é uma das principais vantagens desse modelo.

A inserção da soja após a manutenção da pastagem perene por dois anos se justifica em razão da perda de produtividade de forragem após o segundo ano de uso. Isso é bastante evidente, mesmo com o uso de adequado manejo da pastagem, mantendo a altura de plantas superior a 20 cm. Contudo se poderia considerar que a estratégia de uma adubação do sistema, feita por ocasião da fase pastoril, resultando na manutenção de elevados níveis de produção da pastagem ao longo dos anos, e a lavoura poderia ser implantada em solo com melhor fertilidade, dispensando o uso de adubação na fase agrícola. Este é um modelo já em uso no subtópico brasileiro e em países do cone sul como na Argentina e Uruguai. Por outro lado, a implantação de pastagem perene após duas safras de soja se justifica pela redução da qualidade física do solo após o segundo ano de cultivo de soja, quando observa-se decréscimo na produtividade da oleaginosa. Esse modelo de produção vem demonstrando vantagens operacionais, econômicas e ambientais, contribuindo para a sustentabilidade do sistema. Por isso, vem sendo muito difundido por cooperativas e consultores técnicos.



Figura 8 – Modelo simplificado de sistema integrado de produção para clima tropical e solo arenoso (FRANCHINI et al., 2016b).

Atualmente, as principais espécies usadas como pastagem perene são *U. brizantha*, *U. ruziziensis* e *Megathyrus maximus*. Uma demanda recorrente de pesquisa é a identificação de outras espécies ou cultivares de pastagens perenes para maximizar a resposta da melhoria da qualidade do solo decorrente do uso de SIPA. Esse conhecimento é fundamental para aumentar a diversidade dos sistemas, já que em algumas situações o SIPA se constitui apenas na sucessão soja/braquiária brizanta, o que não é adequado para a sustentabilidade do sistema no longo prazo.

Nos modelos de SIPA mencionados, uma prática-chave para o adequado desempenho das culturas agrícolas é a adequada dessecação da pastagem em SPD (FRANCHINI et al., 2014). A semeadura da soja logo após a dessecação das pastagens pode dificultar a operação de semeadura, dependendo da quantidade de fitomassa (BALBINOT JUNIOR et al., 2011), gerando falhas na semeadura, com posicionamento superficial de sementes ou as mesmas serem alocadas somente em contato com a palha, no interior do sulco (Figura 9). Também pode ocorrer o estiolamento de plantas de soja que emergem entre acúmulos de palha ou touceiras (Figura 10).



Figura 9 – Falhas na emergência da soja em função da elevada quantidade de palha, dificultando o contato solo-semente. Foto: Osmar Conte.



Figura 10 – Plantas de soja com sinais de estiolamento, em função de terem germinado em zona de acúmulo de palha. Foto: Osmar Conte.

A maior quantidade de fitomassa na superfície do solo tende a elevar os índices de patinação do trator ao realizar a semeadura, assim como provocar embuchamento com palha acumulada entre as linhas da semeadora (ARATANI et al., 2006). Um pequeno intervalo entre a dessecação e a semeadura pode se refletir em supressão do crescimento inicial da cultura em razão da liberação de aleloquímicos pela palhada (BALBINOT JUNIOR, 2004). Por outro lado, a antecipação da dessecação em relação à semeadura pode reduzir expressivamente a quantidade de palha sobre o solo no início do ciclo das culturas (NASCENTE e CRUSCIOL, 2012), além de permitir a emergência de plantas daninhas antes das plantas cultivadas, fazendo-se necessário, em algumas situações, dessecação adicional, próxima à semeadura (FLECK et al., 2004). De forma geral, indica-se que a dessecação seja realizada de 25 a 40 dias antes da semeadura das culturas em sucessão, a fim de permitir adequada plantabilidade. Cabe lembrar que a retirada antecipada dos animais implica na diminuição de renda advinda da atividade pecuária, e precisa ser considerada no planejamento forrageiro, para que os animais tenham uma nova área, já em condições de recebê-los. Quando o

manejo dos animais no pasto é bem executado, não ocorrerá excessos nem falta de palhada no sistema, e portanto os possíveis problemas relatados acima deixarão de existir ao se proceder a semeadura imediatamente à dessecação do pasto.

PRINCIPAIS GARGALOS NO CONHECIMENTO CIENTÍFICO ENVOLVENDO SISTEMAS INTEGRADOS

Nas últimas duas décadas, houve avanço significativo no conhecimento científico sobre SIPA. No entanto, há alguns temas que precisam ser elucidados, a fim de aumentar a sinergia entre os componentes vegetais e animais dos sistemas de produção, quais sejam:

- Avançar no conhecimento acerca de efeitos de modelos de SIPA sobre a incidência de plantas daninhas (BALBINOT JUNIOR et al., 2008), doenças necrotróficas ou com estruturas de resistência, fito nematóides e insetos-praga. Muitos desses estresses bióticos são potencializados por sistemas de produção pouco diversificados, que privilegiam a propagação desses agentes e reduzem a capacidade das plantas em tolerá-los. Sabe-se, por exemplo, que a soja cultivada após pastagens de braquiárias apresentam menores incidência e severidade de mofo branco e de nematoides de galha e cisto, em função da redução de inóculo, já que as braquiárias não são hospedeiras dessas enfermidades e pelo ambiente mais favorável à cultura, aumentando a tolerância da soja a esses estresses. No caso do mofo branco, a palha de braquiária também funciona como uma barreira física que impede que os esporos incidam nas flores da cultura. O entendimento mais completo e robusto dessas interações pode subsidiar o planejamento de sistemas integrados que de fato contribuam em reduzir problemas fitossanitários nas culturas anuais, aumentando a sustentabilidade dessas cadeias produtivas.
- Aprimorar o conhecimento sobre os impactos de modelos integrados sobre a tolerância a estresses abióticos, sobretudo déficit hídrico. Como os SIPA pressupõe a melhoria da qualidade do solo, acúmulo de material orgânico e cobertura do solo, provavelmente contribuem expressivamente para aumentar a infiltração e a capacidade de armazenamento de água no solo. Isso, de certa forma, tem permitido o cultivo de soja integrada a pastagens em regiões tropicais e com solos arenosos, que apresentam baixa capacidade de armazenamento de água.
- Avaliar a resposta do uso da adubação de sistema em ambiente tropical, considerando a aplicação dos nutrientes apenas na fase pastoril em SIPA.
- Ampliar a geração de informações técnicas referentes à sobressemeadura de espécies forrageiras, especialmente na cultura da soja, em ambiente tropical, a fim de otimizar o desenvolvimento da pastagem no período com maior oferta de água, potencializando a produção de forragem.
- Elucidar o papel de SIPA no aumento da estabilidade produtiva de culturas anuais, bem como no aumento da produtividade dessas em ambientes com adequada oferta ambiental.
- Aprimorar o conhecimento sobre a contribuição dos SIPA sobre o comportamento e bem estar animal (GARRET et al., 2017).
- Caracterizar modelos de SIPA quanto a variáveis econômicas e confrontar esses indicadores com sistemas não integrados. Talvez a demonstração da maior lucratividade de sistemas integrados frente a outras atividades, como pecuária exclusiva, seja a principal motivador para trabalhos de difusão e transferência de tecnologias relacionados a SIPA.

Para o avanço no conhecimento nesses pontos é relevante a execução de projetos de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologias conduzidos em rede, com visão sistêmica e aprofundamento nas análises agrônoma, ambientais e econômicas. Também é relevante a formação de técnicos que compreendam o sistema como um todo – um desafio para as escolas de agronomia.

Fora da porteira, o agronegócio fundamentado nos SIPA padece dos mesmos males de outras atividades agropecuárias, como, por exemplo: carência de seguro agrícola; logística deficiente, que encarece o frete; estrutura de armazenamento de grãos deficitária em muitas regiões; escassez de mão de obra para trabalhos no campo e regras ambientais pouco claras em algumas situações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto atual do agronegócio brasileiro, os SIPA se constituem na principal estratégia para diversificar os sistemas de produção, focando na redução de impactos ambientais e no aumento da produtividade, estabilidade produtiva e rentabilidade – o que pode ser considerada intensificação sustentável. No entanto, os SIPA necessitam de maior aporte de conhecimentos e planejamento em relação a sistemas não integrados.

Atualmente, há portfólio de conhecimentos e tecnologias que permitem a integração de lavouras com a pecuária em larga escala, tanto em ambientes subtropicais ou tropicais. Nesse capítulo, são apresentados alguns modelos que podem servir de referência para o planejamento de propriedades rurais. Obviamente que esses modelos devem ser ajustados considerando as particularidades de cada propriedade.

O conhecimento sobre SIPA avançou muito no Brasil nas últimas décadas, contudo há necessidade de novas pesquisas, sobretudo para elucidar possíveis benefícios desse sistema na redução de estresses bióticos e abióticos, tanto nas pastagens como nas culturas anuais. No caso do componente animal, é necessário formatar sistemas que contribuam para melhorar o bem estar e o comportamento animal, aumentando a produtividade e/ou reduzindo custos. Por fim, há necessidade de avanço em análises econômicas robustas de SIPA como todo em relação a sistemas não integrados.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I.; HENAO, A.; LANA, M. A. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, p. 869–890, 2015.
- ANDRADE, J.G. **Perdas de água por evaporação de um solo cultivado com milho nos sistemas de plantio direto e convencional**. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- ARATANI, R.G.; DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. de; PECHE FILHO, A.; DUARTE, A. P.; KANTHACK, R.A.D. Desempenho de semeadoras-adubadoras de soja em Latossolo Vermelho muito argiloso com palha intacta de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 517–522, 2006.
- BALBINOT JUNIOR, A.A. Manejo das plantas daninhas pela alelopatia. **Agropecuária Catarinense**, v. 17, p. 61–64, 2004.
- BALBINOT JUNIOR, A.A.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J.; VEIGA, M. Formas de uso do solo no inverno e sua relação com a infestação de plantas daninhas em milho (*Zea mays*) cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v. 26, p. 569–576, 2008.
- BALBINOT JUNIOR, A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1925–1933, 2009a.
- BALBINOT JUNIOR, A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J.; FACCIO CARVALHO, P.C. Desempenho da cultura do feijão após diferentes formas de uso do solo no inverno. **Ciência Rural**, v. 39, p. 2340–2346, 2009b.
- BALBINOT JUNIOR, A.A.; VEIGA, M.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; MAFRA, A.L.; PICOLLA, C.D. Winter pasture and cover crops and their effects on soil and summer grain crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1357–1363, 2011.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; HIRAKURI, M. H.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; RIBEIRO, R.H. **Análise da área, produção e produtividade da soja no Brasil em duas décadas (1997-2016)**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 20 p. (Embrapa Soja. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11).

BAGGIO, C. **Comportamento em pastejo de novilhos numa pastagem de inverno submetida a diferentes alturas de manejo**. 2007. 137 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

BINI, D.; SANTOS, C.A.; BERNAL, L.P.T.; ANDRADE, G.; NOGUEIRA, M.A. Identifying indicators of C and N cycling in a clayey Ultisol under different tillage and uses in winter. **Applied Soil Ecology**, v. 76, p. 95–101, 2014.

CARVALHO, P.C. DE F., ANGHINONI, I., MORAES, A., SOUZA, E.D., SULC, R.M., LANG, C.R., FLORES, J.P.C., TERRA LOPES, M.L., SILVA, J.L.S., CONTE, O., LIMA WESP, C., LEVIEN, R., FONTANELI, R.S., BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 88, p. 259–273, 2010.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252>. Acesso em: 08 out. 2016.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252>. Acesso em: 10 jul. 2017.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. **Desafios à caracterização de solo fértil em manejo e conservação do solo e da água**. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 6., 2006, Passo Fundo. Fertilidade em solo... (re)emergindo sistêmica: resumos e palestras. Passo Fundo: Embrapa Trigo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2006. 8 p. 1 CD ROM.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; BACALTCHUK, B.; SATTLER, A.; DENARDIN, N.D.A.; FAGANELLO, A.; WIETHÖLTER, S. **Sistema plantio direto**: fator de potencialidade da agricultura tropical brasileira. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, A.G. da, ed. *téc. Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2008. p. 1251–1273, cap. 1, parte 15, v. 1.

DENARDIN, L.G.O. **Variabilidade espaço-temporal de atributos do solo e resposta do arroz irrigado à adubação em sistemas integrados de produção agropecuária**. 2017. 86p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Porto Alegre.

FLECK, N.G.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Interferência de picão-preto e guanxuma com soja: efeitos da densidade de plantas e época relativa de emergência. **Ciência Rural**, v. 34, p. 41–48, 2004.

FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; TONON, B.C.; FARIAS, J.R.B.; OLIVEIRA, M.C.N.; TORRES, E. Evolution of crop yields in different tillage and cropping systems over two decades in southern Brazil. **Field Crops Research**, v. 137, p. 178–185, 2012.

FRANCHINI, J.C.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S.O. Intercropping of soybean cultivars with Urochloa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, p. 119–126, 2014.

FRANCHINI, J.C.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Desempenho da soja em consequência de manejo da pastagem, épocas de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 1131–1138, 2015.

FRANCHINI, J.C.; VELINI, C.L.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; WATANABE, R.H. **Integração lavoura-pecuária em solo arenoso e clima quente**: duas décadas de experiência. Londrina: Embrapa Soja, 2016a. 11 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 118).

FRANCHINI, J.C.; FORMIGHIERI, A.C.P.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; TEIXEIRA, L.C. **Integração lavoura-pecuária no Noroeste do Paraná**: um caso de sucesso. Londrina: Embrapa Soja, 2016b. 9 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 123).

GARRET, R.D.; NILES, M.T.; GIL, J.D.B.; GAUDIN, A.; CHPLIN-KRAMER, R.; ASSMANN, A.; ASSMANN, T.S.; BREWER, K.; FACCIO CARVALHO, P.C.; CORTNER, O.; DYNES; GARBACH, K.; KEBREAB, E.; MUELLER, N.; PETERSON, C.; REIS, J.C.; SNOW, V.; VALENTIM, J. Social and ecological analysis of commercial integrated crop livestock system: current knowledge and remaining uncertainty. **Agricultural Systems**, v. 155, p. 136–146, 2017.

HERRERO, M.; THORNTON, P. K.; NOTENBAERT, A. M.; WOOD, S.; MSANGI, S.; FREEMAN, H. A.; BOSSIO, D.; DIXON, J.; PETERS, M.; VAN DE STEEG, J.; LYNAM, J.; RAO, P.; MACMILLAN, S.; GERARD, B.; MCDERMOTT, J.; SERÉ, C.; ROSEGRANT, M. Smart investments in sustainable food production: Revisiting mixed crop–livestock systems. **Science**, v. 327, p. 822–825, 2010.

KUNRATH, T.R.; MARTINS, A.P.; COSTA, S.E.V.G.A.; BONETTI, J.A.; SCHUSTER, M.Z.; SILVA, F.D.; BREDEMEIER, C.; AMADO, T.J.C.; BARTH NETO, A.; ANGHINONI, I.; FACCIO CARVALHO, P.C. Fase soja. In: MARTINS, A.P.; KUNRATH, T.R.; ANGHINONI, I.; FACCIO CARVALHO, P.C. (Org). **Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil**. Porto Alegre: UFRGS, 2015. p. 41–50.

LAL, R. Constraints to adopting no-till farming in developing countries. **Soil & Tillage Research**, v. 94, p. 1–3, 2007.

MARTINS, A.P.; DENARDIN, L.G.O.; BORIN, J.B.M.; CARLOS, F.S.; BARROS, T.; OZÓRIO, D.V.B.; CARMONA, F.C.; ANGHINONI, I.; CAMARGO, F.A.O.; FACCIO CARVALHO, P.C. Short-term Impacts on Soil-quality Assessment in Alternative Land Uses of Traditional Paddy Fields in Southern Brazil. **Land Degradation & Development**, v. 28, p. 534–542, 2017.

MERTEN, G.H.; ARAÚJO, A.G.; BISCAIA, R.C.M.; BARBOSA, G.M.C.; CONTE, O. No-till surface runoff and soil losses in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 152, p. 85–93, 2015.

MORAES, M.T.; DEBIASI, H.; CARLESSO, R.; FRANCHINI, J.C.; SILVA, V.R.; LUZ, F. B. Soil physical quality on tillage and cropping systems after two decades in the subtropical region of Brazil. **Soil & Tillage Research**, v.155, p.351-362, 2016.

MORAINE, M.; DURU, M.; THEROND, O. A social-ecological framework for analyzing and designing integrated crop-livestock systems from farm to territory levels. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 32, p. 43–56, 2016.

NASCENTE, A.S.; CRUSCIOL, C.A.C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 187–192, 2012.

NUNES, P. A.A. **Como a intensidade de pastejo determina a heterogeneidade espacial da vegetação e suas implicações em um sistema integrado de produção agropecuária**. 2016. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PALM, C.; BLANCO-CANQUI, H.; DECLERCK, F.; GATERE, L.; GRACE, P. Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v. 187, p. 87–105, 2014.

PEREIRA, A.A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; KASCHUK, G.; CHUEIRE, L.M.O.; CAMPO, R.J.; TORRES, E. Variações qualitativas e quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1397–1412, 2007.

RATNADASS, A.; FERNANDES, P.; AVELINO, J.; HABIB, R. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 32, p. 273–303, 2012.

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 & Environment**, v. 190, p. 70–79, 2014.

ZOTARELLI, L.; ZATORRE, N.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; FRANCHINI, J. C.; ALVES, B. J. R. Influence of no-tillage and frequency of a green manure legume in crop rotations for balancing N outputs and preserving soil organic C stocks. **Field Crops Research**, v. 132, p. 185–195, 2012.