

Sistemas Integrados de Produção Agropecuária em Plantio Direto

Dr. Renato Serena Fontaneli,
Dr. Roberto Serena Fontaneli e Me. Francine Talia Panisson

Introdução

O Brasil é um dos maiores países em área territorial, população, produção de alimentos, fibras e biocombustíveis, e com potencial de expansão de área para atender demandas crescentes da humanidade. Entretanto, há cada vez maior acompanhamento da sociedade quanto aos processos produtivos e a sua sustentabilidade, sendo questionada a abertura de novas áreas para uso agropecuário. Sendo assim, a intensificação de áreas antropizadas, ou seja, alteradas pelo homem, é uma alternativa aceita. Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) estão reconquistando sua importância como alternativa à insustentabilidade dos sistemas intensivos (CARVALHO et al., 2010), a exemplo da monocultura de soja e arroz no Rio Grande do Sul (RS). O desenvolvimento tecnológico visa à otimização de recursos buscando um novo paradigma de sustentabilidade na agricultura, cuja consolidação está embasada no SIPA, popularizados como sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), conduzidos sob sistema plantio direto (SPD). A sua viabilidade passa, obrigatoriamente, pelos pilares de processo produtivo, tais como: tecnicamente eficientes; ambientalmente adequados; economicamente viáveis; e socialmente aceitos. A retomada pela Embrapa da abordagem de sistemas ILPF, na década de 1990, motivou também novos grupos de pesquisa multidisciplinares e interinstitucionais na prospecção e adaptação de informações e conhecimento para adoção desse sistema diversificados em áreas com condições edafoclimáticas favoráveis, incluindo solos corrigidos, precipitação pluvial adequada, temperatura e luz não limitantes; e água disponível em quantidade e de boa qualidade (BUNGENSTAB, 2012). Embora seja processo mais complexo, o conhecimento disponível em sistemas integrados de produção permite,

com a sua crescente adoção, redução de pressão para abertura de novas áreas para agropecuária; diminuição da emissão de dióxido de carbono (CO₂); sequestro de carbono; cumprimento da legislação ambiental, incluindo a regularização de reservas legais (regeneração ou compensação) e das áreas de preservação permanente; melhoria dos serviços ambientais; adoção de boas práticas agropecuárias (BPA); certificação da produção; e ampliação positiva do balanço energético.

Como fortalezas dos ILPF, além da viabilidade econômica, com destaques para a otimização dos recursos mobilizados na propriedade rural, como terra, máquinas e equipamentos; sinergia entre a produção animal e vegetal; a utilização de coprodutos/resíduos agrícolas; ciclagem e reciclagem de nutrientes; fixação biológica de nitrogênio; diversificação de receitas, mediante a produção de grãos, carne, leite, biocombustível, fibras e madeira; e redução do custo total do sistema agropecuário, em decorrência do melhor uso de infraestrutura de produção e da menor demanda por insumos agrícolas, com redução dos custos decorrentes da utilização dos resíduos agrícolas na alimentação animal e da oferta de pastagens de melhor qualidade. Sem dúvida, a principal motivação para a sua adoção está no aumento da receita líquida (lucro) do sistema devido ao aumento das receitas e à redução do custo total; na maior estabilidade temporal da receita líquida diante das externalidades; e na dinamização de vários setores da economia, principalmente a regional. Segundo a Embrapa (ILPF, 2015), existiam no Brasil cerca de 15 milhões de hectares de sistemas ILPF integrados de produção, nas diferentes modalidades, ou seja, agropastoril ou integração lavoura-pecuária (ILP), agroflorestal ou integração lavoura floresta (ILF), silvipastoril ou integração pecuária-floresta (IPF) e a mais complexa a agrossilvipastoril ou ILPF. A maior proporção, em relação às áreas antropizadas, ocorre nos estados do RS e Santa Catarina (SC). No RS, cerca de 20% da área, abrangia 1,5 milhão de hectares, correspondendo a 83% do tipo ILP. Atualmente, é estimado que no Brasil os sistemas ILPF já tenham atingido 18 milhões de hectares (EMBRAPA, 2020), projetando-se 30 milhões de hectares para 2030.

O objetivo deste capítulo é contribuir com conceitos, informações e conhecimentos sobre os sistemas ILPF, com ênfase na modalidade ILP, a mais praticada na região sul-brasileira e no Brasil.

Conceituação de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agropastoril

A integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é uma estratégia que visa à produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, na busca por efeitos sinérgicos entre os componentes dos agroecossistemas, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica (BALBINO et al., 2011).

Tipos de sistemas ILPF integrados de produção e sua compatibilidade com o Sistema Plantio Direto (SPD)

1. Integração lavoura-pecuária (ILP)

A integração lavoura-pecuária (ILP) ou agropastoril consiste na utilização de uma mesma área com pastagens em rotação com culturas agrícolas. Na região Sul do Brasil, o uso de pastagens de inverno em sucessão às culturas comerciais de verão,

como soja, milho, arroz e feijão, constitui uma estratégia de elevada importância para os agricultores, em virtude da carência de alternativas de cultivos agrícolas economicamente viáveis durante o inverno (BALBINOT JUNIOR et al., 2009), embora sejam cultivados cerca de 15% a 20% da área com cultivos de verão com trigo, cevada, aveia-branca, canola, triticale e centeio. A ILP caracteriza-se como estratégia promissora para desenvolver sistemas de produção menos intensivos no uso de insumos, e mais sustentáveis ao longo do tempo.

Quando é considerado o componente florestal nas condições sul-brasileiras, principalmente florestas homogêneas, cuja espécies mais frequentes são eucalipto, pinus e acácia-negra, em cultivos singulares podem ser considerados como uma lavoura de árvores. Assim, pode-se discutir a combinação de atividades, de uma maneira mais simplificada, como ILP, IPF ou ILF. No RS e em SC, os sistemas ILPF, nas quatro modalidades, ocupavam, em 2015, 20,51% da área antropizada, aproximadamente 1,5 milhão de hectares (EMBRAPA, 2016), sendo que a modalidade ILP representou 75% em SC e 83% no RS, seguida pela IPF e, bem menos frequente a ILF. Exemplo de modelos ILF no sul é o cultivo da erva-mate com culturas anuais de verão como soja, milho, feijão e pastagem de aveia e azevém no inverno. Também há exemplos com citrus, rosáceas (pessegueiro, nectarina) e nogueira-pecã.

O sistema plantio direto (SPD) está consolidado como forma predominante de manejo do solo no cultivo de grãos, e a pecuária de corte e leite em pastagens de inverno são alternativas disponíveis (MELLO, 1998; FONTANELI et al., 2000; FONTANELI et al., 2012). Como principais resultados de pesquisa, podem ser apontados os sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno sob SPD e forrageiras para ILP. Embora seja tradicional o uso de pastagens anuais de inverno principalmente com aveia-preta e azevém anual, destaca-se o avanço do trigo de duplo-propósito, com cultivares brasileiras disponibilizadas desde início da década de 2000, inicialmente pela Embrapa e mais recentemente pela Biotrigo Genética, com cultivares específicas para silagem e para pastejo. Destaca-se, também, a consolidação da linha de pesquisa de aveia forrageira e de cobertura de instituições componentes da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia (Embrapa, Fundacep/CCGL Tec, Iapar, UPF e UFRGS).

Potencial de uso do inverno para bovinocultura de leite e corte

A lavoura de verão (soja, milho e arroz) ocupa no RS, aproximadamente, 8,0 milhões de hectares. Entretanto, menos de 20% desta área é cultivada no inverno para produção de grãos dos cereais (trigo, aveia-branca, cevada, triticale e centeio), mesmo incluindo canola, sendo uma oportunidade para intensificação da agropecuária pela utilização, no inverno, de culturas de cobertura de solo, imprescindíveis no SPD, formadas geralmente por forrageiras de elevado valor nutritivo, com oportunidade para produção de produtos animais comercializáveis, como leite e carne bovina/ovina.

a) Potencial do inverno para vacas leiteiras

Para exemplificar o potencial de utilização do inverno apenas para a bovinocultura de leite, será usada a demanda de vacas leiteiras. O rebanho sul-brasileiro é próximo a 3,5 milhões de vacas leiteiras, somando os rebanhos do PR, do RS e de SC. Considerando o consumo diário de forragem por vaca é de 20 kg de matéria seca (MS) por vaca, a soma de todos os tipos de forragem resulta num consumo anual de mais de 7,0 t por animal. Assumindo-se que a produtividade média de grãos de cereais de inverno como trigo, aveia-branca, cevada e triticale é de 3,0 t/ha e de pasto de 7 t/ha a 8 t/ha MS

(aveia-preta, azevém, centeio, cevada, trigo e triticale, solteiros ou consorciados entre si ou com leguminosas anuais, como as ervilhacas e trevo-vesiculoso), com uma eficiência de pastejo de 70%, serão necessários cultivar anualmente 2,0 ha por vaca para suprir a necessidade total de forragem produzida no inverno (1,0 ha de pastagem e 1,0 ha de grãos de cereais). Assim, cerca de 7 milhões de hectares serão necessários para suprir a necessidade de alimento do rebanho atual das vacas leiteiras da região Sul. Assumindo que já é usado metade dessa área, para alimentação do rebanho leiteiro, cuja produtividade de leite média é cerca de 10 kg/dia, menos da metade do potencial genético. Portanto, neste cenário há possibilidade de ocupação de outros 3,5 milhões de hectares no inverno para produção de alimentos somente para vacas leiteiras da região Sul, região que produz quase 40% do leite brasileiro (Embrapa, 2020) e quase a totalidade do trigo, da cevada e da aveia-branca.

b) Potencial do inverno para bovinos de corte

Considerando que o estado do RS possui um rebanho de cerca de 11,5 milhões de animais e que, com desfrute médio de 20%, resulta em 2,3 milhões de bovinos abatidos anualmente. Assumindo que todos sejam terminados em ILP e considerando uma conversão de 10:1, ou seja, consumo de 10 kg de MS por cada 1 kg de ganho de peso vivo (GPV) de novilhos. O GPV médio diário é estimado em 1,0 kg/bovino e o período de terminação de 100 a 120 dias (outono/inverno). A carga animal média é de 900 kg a 1.000 kg de peso vivo (PV)/ha, cerca de 3,0 novilhos/ha, que resulta em 300 a 360 kg/ha de GPV. Para isso, seriam consumidos pelos bovinos 3,6 t/ha de MS, implicando na ocupação de mais de 700 mil hectares de pastagens anuais de inverno. Esse consumo representa cerca da metade da MS acumulada em uma pastagem tradicional de aveia-azevém e pelas modernas cultivares de trigo forrageiro ou de duplo-propósito.

Resultante dessa oportunidade de ILP, já praticada há muito tempo, mas infelizmente sem estatísticas oficiais, pode ser destacado que, quando bem manejada, há possibilidade de deixar um resíduo (palhada) de 3 t/ha a 4 t/ha de MS, sendo um pilar para o SPD. Pastejo bem conduzido permite cobertura de palha uniforme, resultando em benefícios como: menor incidência de plantas daninhas em relação às áreas em pousio; menor custo para as culturas de verão em sucessão; maior crescimento de raízes; maior proteção do solo; maior armazenamento de água; maior ciclagem de nutrientes; enfim, melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas do solo.

Sucessão soja-milho-arroz/ pastagem anual de inverno

Segundo estatísticas do governo do RS, no RS, são abatidos 2/3 dos bovinos entre feve reiro e junho, período de safra decorrente do comportamento produtivo das pastagens naturais sul-brasileiras, contribuindo com a oscilação de preços. Como visto, engorda de novilhos em pastagens cultivadas de inverno é uma oportunidade praticada de longa data, onde pastagens de aveia-preta e ou azevém são tradicionais em sucessão às culturas de verão, especialmente soja, milho e arroz.

Alguns resultados de desempenho animal são sumariados a seguir. Ries (1994) reportou o sistema de engorda de seis propriedades na região de Cruz Alta, RS, cujo período de pastejo variou de 81 a 98 dias, com ganhos médios diários por novilho de 0,8 kg a 1,65 kg e de 97 kg/ha a 210 kg/ha, respectivamente. Em Passo Fundo, RS, na Fazenda Pessegueiro, tradicional na ILP é praticada (sucessão de soja com pastagem de aveia-preta/azevém há muitas décadas). Já Formigheri et al. (1994) avaliaram o desempenho de bovinos em quatro pastagens de inverno: a) aveia-preta (AP); b) cevada

(CEV); c) consorciação de aveia-preta/centeio (AP-CE); e d) aveia-preta/azevém/trevo-vesiculoso (AP-AZ-TV). A estimativa de ganho de peso vivo diário por bovino variou de 0,74 kg (AP-CE) a 1,38 kg (CEV). Nas pastagens de AP e AP-AZ-TV, o ganho foi de 1,0 kg e 1,14 kg, respectivamente. Embora a cevada tenha resultado em melhor GPV por novilho, teve suscetibilidade a doenças foliares; menor capacidade de suporte; e menor produtividade. A lotação média em aveia-preta foi de 1,7 novilho/ha e GPV de 1,0 kg/novilho. Os autores concluíram que a pastagem de AP-AZ-TV foi a mais produtiva, com maior acúmulo de MS e maior capacidade de suporte, resultando em maior período de pastejo e produção animal. Resultado esperado, pois a mistura de aveia-preta e azevém, que são as principais espécies utilizadas para pastejo na região Sul do Brasil, basicamente em função da facilidade na aquisição de sementes e das particularidades em relação ao ciclo de produção das espécies (ROSO et al., 2000), associa as máximas produções de biomassa, evitando a flutuação no fornecimento de forragem aos animais. A máxima produção de aveia concentra-se nos períodos iniciais da pastagem de inverno, devido a sua precocidade, arquitetura e disposição das folhas, diferentemente do azevém, cuja participação aumenta ao longo do período de primavera (AGUINAGA et al., 2008), por apresentar desenvolvimento lento em temperaturas baixas, e aumento na produção de MS quando as temperaturas são mais elevadas (FLOSS, 1989). O GVP diário em bovinos varia entre 0,8 kg/animal e 1,1 kg/animal por dia, podendo superar o GVP de 500 kg/ha, com carga animal para manter a pastagem de aveia/azevém entre 20 cm a 30 cm de altura (MARTINS et al., 2015). O acréscimo do trevo-vesiculoso no consórcio estende o período de pastejo até dezembro, permitindo 5 a 6 meses de pastejo nas regiões fisiográficas do Planalto Médio e Missões do RS, aumentando o acúmulo de biomassa, melhoria de valor nutritivo, aumento da capacidade de suporte e do ganho por área, além da fixação biológica de Nitrogênio.

De maneira geral, no início do desenvolvimento da pastagem consorciada de aveia-preta e azevém, ocorre dominância da aveia-preta com um percentual de 73%, em média, devido a maior produção de colmos e folhas, ocupando os extratos mais altos do dossel, que tendem a suprimir o azevém (ASSMANN et al., 2004). Com o aumento das temperaturas na primavera, as taxas de acumulação de MS em forma de folhas por parte da aveia-preta tendem a diminuir, enquanto as do azevém aumentam e, no final do ciclo da pastagem, pode-se dizer que o azevém participa com aproximadamente 82% da massa seca total produzida (AGUINAGA et al., 2008). Estes diferentes picos de produção e oscilação das espécies dentro da pastagem contribuem para a estabilidade de produção na área. O consórcio de forrageiras anuais de inverno é uma excelente alternativa para a entressafra no sul do Brasil, pois, além das vantagens ambientais proporcionadas, consegue minimizar os efeitos ocasionados pelo vazio forrageiro outonal com espécies precoces, diminuindo, assim, o gasto com fertilizantes nitrogenados, fornecendo alimento com qualidade de forragem aos animais, e estendendo a produção de pasto até o plantio da cultura de verão (DALL'AGNOL et al., 2021). Todas estas vantagens acarretam na maximização do uso das áreas agrícolas, gerando maior retorno econômico ao produtor e menor impacto ambiental à propriedade, pois o sistema torna-se mais sustentável, tendo sempre alguma cultura no campo, maximizando o aproveitamento de insumos agrícolas.

Em experimento de longa duração iniciado em 2001 na Fazenda Espinilho, em Tupanciretã, RS, pela Faculdade de Agronomia da UFRGS, após 15 anos de avaliação em sistema ILP (sucessão soja/pastagem anual de inverno), com diferentes intensidades de pastejo, concluiu-se que, em pastejo moderado na aveia-preta/azevém, resíduo de 20 cm a 30 cm de altura, com lotação contínua e ajuste de carga, houve incremento médio de 48% na renda bruta por hectare da fazenda, ou seja, a cada dois anos de soja,

o engorde de novilhos incrementou o equivalente em soja de 41% a 55%, no pastejo com altura de plantas entre 30 cm e 20 cm, respectivamente (MARTINS et al., 2015). Os mesmos autores concluíram que, além do aumento da produtividade total, embora com maior custo operacional, destacam a redução do risco econômico frente às adversidades climáticas, especialmente de verão.

Além disso, os bovinos podem e devem ser suplementados na pastagem com energia (grãos), que podem ser de cereais de inverno, aumentando a capacidade de suporte e melhorando o acabamento animal. Além disso, se está melhorando os índices reprodutivos das matrizes, pois a vocação principal das pastagens nativas é para cria e não para terminação.

Outras alternativas de forrageamento animal em ILP que vêm crescendo em adoção nas condições sul-brasileiras, tanto para engorda de novilhos como para sistemas semi-intensivos de produção leiteira, são os cereais forrageiros de inverno ou de duplo-propósito. Cultivares de trigo como a consagrada BRS Tarumã, acrescida do BRS Pastoreio e da nova BRS Tarumaxi, são exemplos da importância da pesquisa no atendimento de demandas crescentes por novidades robustas. Além da Embrapa, outras empresas têm contribuído para a produção animal intensiva. Merecem destaques para pastejo as cultivares de trigo BRS Tarumaxi e Lenox e, para silagem, BRS Pastoreio e TBIO Energix 201. Entretanto, há dezenas de indicações de cultivares de aveia, centeio, cevada, trigo e triticale com vantagens a serem analisadas pelos produtores com seus assistentes técnicos para obtenção de forragem para seus animais durante o ano todo, que podem ser produzidas nas áreas ociosas durante a entressafra de verão. Diversas cultivares de azevém, de variados ciclos, desde precoces a tardios, estão disponibilizadas por empresas públicas e privadas, como alternativas para composição de programas robustos de forrageamento de ruminantes. Além disso, estão cada vez mais populares os pré-secados (silagens emurchecidas), chamados muitas vezes de bolas de feno, embaladas em sacos plásticos com capacidades de 100 kg e, até mais de 500 kg de silagem emurchecidas, mas que podem ser armazenados nos mesmos silos tradicionais, tipo trincheira ou de superfície.

No bioma Pampa, segundo Reis e Saibro (2004), podem ser destacados sistemas ILP com rotações curtas, utilizando gramíneas cultivadas em sucessão ao arroz, e rotações mais longas, com utilização de misturas de forrageiras gramíneas e leguminosas e espécies nativas. A utilização da soca do arroz irrigado para alimentação de bovinos foi aprimorada pela seleção de forrageiras de estação fria, adaptadas às condições de terras baixas (REIS, 1998), o que permite melhor aproveitamento da área e melhor distribuição estacional de forragem ao longo do ano.

Resultante de conhecimentos acumulados, têm ocorrido ações conjuntas entre instituições de ensino, pesquisa e extensão, com trabalhos em desenvolvimento orientados para, segundo Balbino et al. (2011):

- a) desenvolvimento de sistemas ILP nas áreas de várzeas de cultivo de arroz;
- b) recuperação de áreas degradadas pelo excesso de carga animal;
- c) desenvolvimento de tecnologias de controle do capim-annoni;
- d) diversificação da matriz produtiva nas áreas de criação extensiva de gado, introduzindo culturas anuais;
- e) disponibilização de espécies forrageiras de crescimento hibernal, adaptadas às condições de terras baixas e dos campos;
- f) desenvolvimento de tecnologias de manejo de forragem dos campos nativos; e
- g) seleção de trigos de duplo-propósito e a introdução de culturas anuais de inverno nas áreas em que predomina a sucessão trigo/soja.

Modelos de sistemas de produção ILP desenvolvidos no Brasil Central com potencial de uso no Sul

Sistema Santa Fé (Santa Helena, GO)

O sistema Santa Fé fundamenta-se na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente milho, sorgo e milheto com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Urochloa* (ex-*Brachiaria*) e *Megathyrsus* (ex-*Panicum*), em áreas com solo parcial ou devidamente corrigido (ALVARENGA et al., 2008). Nesse sistema, a cultura do milho apresenta vigoroso desenvolvimento inicial, exercendo alta competição sobre as forrageiras e evitando redução significativa na sua produtividade. Os principais objetivos do Sistema Santa Fé são a produção de forrageira para a entressafra e de palhada em quantidade e qualidade para o SPD. O Sistema Santa Fé, consolidado especialmente na região do Cerrado brasileiro, apresenta grande vantagem, pois não altera o cronograma de atividades do produtor e não exige equipamentos especiais para a sua implantação. Com essa combinação, é possível aumentar o rendimento do milho e das pastagens e, com isso, baixar os custos de produção, tornando a propriedade agrícola mais competitiva e sustentável. Esses autores também destacam que esse sistema está viabilizando o SPD em várias regiões, devido à geração de palhada em quantidade adequada. Somam-se a isso alguns benefícios agregados à palhada de braquiária, no que diz respeito ao seu efeito supressor de plantas daninhas e de fungos de solo.

Na região norte do Rio Grande do Sul, segundo Mariani et al. (2012a), não foi encontrada diferença no rendimento de milho em ano com estiagem (2008/2009) em comparação com milho consorciado com braquiária brizanta, cultivar Marandu, e capim-colômbia (panicum), cultivares Aruana e Mombaça. A palhada residual outonal do consórcio milho-pastagem tropical (6,0 t MS/ha) foi superior às pastagens isoladas (4,0 t MS/ha). Entretanto, esses resíduos afetaram o rendimento de matéria seca e o teor de proteína bruta da pastagem de aveia-preta e de trigo de duplo propósito (BRS Tarumã) cultivados em sucessão, pois tiveram melhores resultados quando semeados após a consorciação de soja/forrageiras tropicais ou soja isolada (MARIANI et al., 2012b). O menor acúmulo de matéria seca das gramíneas anuais de inverno (aveia e trigo para pastejo) deve-se pela competição por N da palhada residual do milho comparado com a da soja, que possui menor relação carbono/nitrogênio. Já Denardin et al. (2010), em estudo similar durante cinco safras em Coxilha, RS (2005/2006 a 2009/2010), em que, no primeiro ano, consorciaram milho/braquiária ruziense e, nos demais, milho/braquiária brizanta cultivar Arapotí, concluíram que, independentemente da quantidade e da distribuição pluvial ocorrida, a forrageira tropical não afetou o rendimento de milho, vislumbrando a pastagem tropical como uma segunda safra de verão ou, até mesmo, como uma terceira safra agrícola anual.

Sistema Barreirão

O Sistema Barreirão foi desenvolvido pela Embrapa Arroz e Feijão na década de 1980 para recuperar ou reformar áreas de pastagens degradadas no Brasil Central, partindo da avaliação do perfil do solo, para verificar se há presença de camada compactada ou adensada e para conhecer a espessura do horizonte superficial, ou seja, para proceder à caracterização física e química e fazer a correção da acidez do solo para a cultura que será implantada. Cultura exigente em fertilidade do solo, como o

milho, requer adequação de pH (6,0), com incorporação de calcário, observação da saturação por alumínio (menor que 20%) e saturação por bases (acima de 50% a 55%). Esse sistema ainda é utilizado como preparação da ILP no Sistema Santa Fé.

Sistema Santa Brígida (Ipameri, GO)

O Sistema Santa Brígida, além do reportado no Sistema Santa Fé, preconiza o uso de leguminosas como o guandu (*Cajanus* spp.), com fixação biológica de N, diversificação de forragem e de palhada.

Sistema São Mateus (Selvíria, MS)

Tradicionalmente, os modelos de ILP iniciam a sequência de rotação pela agricultura, para depois incorporar a pastagem. No Sistema São Mateus, a sequência começa pela pastagem (pasto/soja). Com o início pelo pasto, após a correção química do solo, haverá tempo suficiente para os corretivos reagirem, para o sistema radicular da pastagem construir uma estrutura de solo favorável à manutenção de umidade e o pasto formar palha necessária para o sistema plantio direto da soja. O Sistema São Mateus começou a ser desenvolvido em 2008 e teve sua conclusão em 2016, em uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) da Embrapa juntamente à Fazenda São Mateus. É uma tecnologia consolidada para as áreas da região do leste do estado de Mato Grosso do Sul, onde ainda predominam a pecuária e a silvicultura. A tecnologia, que introduziu a soja no sistema, foi aperfeiçoada levando-se em conta não somente os solos arenosos (pobres em nutrientes e com menor capacidade de retenção de água), mas também a distribuição irregular das chuvas ao longo do ano na região, com veranicos no período chuvoso.

2. Integração pecuária-floresta (IPF) ou silvipastoril

Estudos de adaptação de espécies forrageiras para ambientes sombreados na região sul-brasileira (campanha do Rio Grande do Sul e centro-sul do Paraná), em sistemas silvipastoris com pinus no espaçamento 15 m x 3 m (35% de sombra) e 9 m x 3 m (65% de sombra), destacaram as forrageiras perenes de verão de origem africana, como a braquiária brizanta (*Urochloa brizantha*, ex-*Brachiaria brizantha*), cultivares Marandu, BRS Piatã e BRS Xaraés, os panicuns, também denominados capim-colônião (*Megathyrsus maximus*, ex-*Panicum maximum*), cultivares BRS Zuri, BRS Quênia, Tanzânia, Mombaça, Massai e Aruana, e a gramínea nativa missioneiragigante (*Axonopus catharinensis*) (VARELLA et. al., 2012). No litoral sul do RS, Barro (2007), também com pinus, destacou as espécies de aveia-preta (*Avena strigosa*) e aveia branca (*Avena sativa*), enquanto que Sartor et al. (2006) reportaram maior produção potencial do azevém (*Lolium multiflorum*) sob sombra fraca de pinus com espaçamento de 15 m x 3 m.

No inverno de 2019 foram sobressemeados nove genótipos de aveia (preta, amarela e branca) em pastagem de Tifton 85 (*Cynodon* sp.) no sistema silvipastoril em Três de Maio, RS, com renques de fileiras simples de eucalipto distanciados de 12 m. Foram avaliados dois cortes nas aveias, sendo destaque, no primeiro corte, a aveia-preta, com acúmulo de forragem verde de 9,7 t/ha e 0,9 t/ha de MS. O rendimento médio das aveias, no primeiro corte, foi de 7,7 t/ha e 0,74 t/ha de matéria verde e MS, respectivamente. No segundo corte, o destaque foi para aveia-amarela, com 11,8 t/ha de matéria verde e 1,2 t/ha de MS (CARAFFA et al., 2021). É importante avaliar cultivares de for-

rageiras disponíveis quanto à adaptação ao sombreamento, bem como avaliar o valor nutritivo em sistemas com arborização.

Em síntese, espécies tropicais com alto rendimento de forragem, em geral, são mais tolerantes à sombra (40% a 60% de sombreamento), enquanto que espécies temperadas, com médio rendimento de forragem, incluindo aveia-preta e azevém, tem média tolerância ao sombreamento (< 40%).

Para finalizar, destaca-se o bem-estar animal propiciado pelo componente florestal (CARAFFA et al., 2021). Bem-estar pode ser conceituado como a harmonia entre o animal e o ambiente, caracterizado por condições físicas e fisiológicas ótimas e pela alta qualidade de vida do animal (ALVES et al., 2015). O conforto térmico é importante para a sobrevivência e a produção animal. A ausência de árvores influencia negativamente no bem-estar animal, aumentando o gasto energético e gerando maior custo ambiental, e pode reduzir significativamente a produção de carne e leite (MELO, 2012). O componente florestal, arborização de pastagens, pode minimizar os efeitos da temperatura e aumentar a eficiência produtiva, compondo sistemas de produção mais rentáveis e sustentáveis, embora mais complexos, principalmente os agrossilvipastoris (ILPF).

3. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril

Balbino et al. (2011) apontaram peculiaridades que tornam a ILPF socialmente aceita, destacando, por exemplo: possibilidade de adoção por qualquer produtor rural, de pequenas a grandes propriedades; aumento da renda do produtor rural; maior geração de empregos; melhor distribuição de renda; redução da migração; estímulo à qualificação profissional; e aumento da competitividade do agronegócio brasileiro, com melhoria da imagem do processo produtivo agropecuário, pois concilia atividade produtiva e preservação do meio ambiente.

O potencial de adoção da ILPF está condicionado a diversos fatores de ordem econômica e ambiental, característicos nos diferentes biomas brasileiros (BALBINO et al., 2011). Existem requisitos que devem ser considerados pelos produtores em sua adoção. Alguns desses, segundo Vilela et al. (2001), Kichel e Miranda (2002) e Dias-Filho (2007), são: solos favoráveis para a produção de grãos, com boa drenagem e aptos à mecanização; infraestrutura para produção e armazenamento da produção; recursos financeiros próprios ou acesso a crédito para os investimentos na produção; domínio da tecnologia para produção de grãos e pecuária; acesso a mercado para compra de insumos e comercialização da produção, com preços que justifiquem economicamente a adoção dessa prática; acesso à assistência técnica; e possibilidade de arrendamento da terra ou de parceria com produtores tradicionais produtores de grãos.

Benefícios e dificuldades ou entraves da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) em suas diferentes formas (ILP, ILF e IPF)

Nos sistemas ILPF nas formas ILP, ILF ou IPF ocorre a complementariedade e a sinergia entre os componentes bióticos e abióticos, de forma que os meios de produção disponíveis possam ser utilizados de maneira mais eficiente. É uma das formas da utilização da terra ambientalmente adequada, que também valoriza a paisagem. Sistemas ILPF preconizam a diversificação das atividades agrícola, pastoril e florestal, melhorando a utilização dos recursos ambientais, com vantagens a partir dos compo-

nentes tecnológicos, ecológicos e econômico-sociais, dos quais podem ser destacados, segundo Balbino et al. (2011):

a) Benefícios tecnológicos

- Melhoria dos atributos biológicos, físicos e químicos do solo devido ao aumento da matéria orgânica;
- Redução das perdas de produtividade na ocorrência de veranicos, quando associada a práticas de correção da fertilidade do solo e ao sistema plantio direto;
- Redução da ocorrência de plantas daninhas, insetos-praga e doenças;
- Maior conforto térmico dos animais;
- Maior eficiência na utilização de insumos e ampliação do balanço positivo de energia; e
- Possibilidade de aplicação em diversos sistemas e unidades de produção, independente da área das propriedades rurais.

b) Benefícios ecológicos e ambientais

- Melhoria na utilização dos recursos naturais pela complementariedade das atividades e sinergia entre os componentes vegetais e animais;
- Maior eficiência na utilização de recursos (água, luz, nutrientes e capital) e ampliação do balanço energético;
- Intensificação da ciclagem de nutrientes no solo;
- Mitigação de gases de efeito estufa, resultante da maior capacidade de sequestro de carbono;
- Menor emissão de metano por quilograma de carne produzida;
- Redução da pressão para a abertura de novas áreas;
- Redução dos riscos de erosão, com melhoramento da qualidade de conservação das características produtivas do solo;
- Melhoria da qualidade da água;
- Redução no uso de agroquímicos para controle de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas;
- Manutenção da biodiversidade sustentabilidade da agropecuária;
- Aumento da capacidade de biorremediação do solo;
- Reconstituição do paisagismo, possibilitando atividades de agroecoturismo; e
- Melhoria da imagem pública dos agricultores perante a sociedade, atrelada à conscientização ambiental.

c) Benefícios econômicos e sociais

- Aumento da produção anual de alimentos, fibras, biocombustíveis e biomassa a menor custo;
- Aumento da competitividade pela otimização dos processos e fatores de produção das cadeias de origem animal e vegetal;

- Aumento da produtividade e qualidade do leite e redução da sazonalidade de produção;
- Dinamização da economia, principalmente a nível regional;
- Possibilidade de novos arranjos de uso da terra, com possibilidade de exploração da especialidade e habilidades dos diferentes atores, proprietários ou arrendatários;
- Estabilidade econômica, com redução de riscos e incertezas pela diversificação de atividades e melhorias das condições de produção;
- Fixação e maior inserção social pela geração de emprego e renda líquida, permitindo capitalização do produtor;
- Redução da sazonalidade do uso de mão de obra e do êxodo rural;
- Aumento de oferta de alimentos de qualidade;
- Melhoria de qualidade de vida do trabalhador e família rural;
- Estímulo à participação da sociedade civil organizada;
- Melhoria da imagem pública dos agricultores perante a sociedade, pois concilia atividade produtiva e preservação do meio ambiente;
- Maiores vantagens competitivas na inserção das questões ambientais nas discussões e negociações da Organização Mundial do Comércio (OMC); e
- Aumento da renda dos empreendimentos rurais.

O balanço das vantagens e dificuldades, da relação dos custos e benefícios contribuem para a tomada de decisão. Sempre há busca de otimização dos recursos terras, máquinas, equipamentos, mão de obra disponível e treinada. Nem sempre a adoção é direta e positiva com o maior retorno econômico com sustentabilidade, é muito importante a melhoria das condições de vida da família rural, diminuição do esforço das atividades laborais, mas quando adotada contribui para o desenvolvimento da família, da comunidade e da sociedade como um todo.

Considerações finais

Como visto neste capítulo, os sistemas integrados de produção, em seus diferentes formatos, emergem como alternativa viável e eficiente, com particularidades nas diversas regiões do País, atendendo, de certa maneira, às demandas atuais do setor produtivo e da sociedade, enfatizando a qualidade das atividades. É um novo paradigma na agropecuária, exigindo pesquisa interdisciplinar e interinstitucional, além de considerar o efeito do tempo, seja no curto, médio e longo prazos. Sistemas integrados de produção vão além da produção de grãos e carne com qualidade, baseando-se em princípios de sustentabilidade, com diversificação e monitoramento constantes, pela substituição de insumos pelo uso de recursos naturais ambientalmente corretos, com viabilidade econômica, socialmente justo e evolutivo.

“Cultivar a terra e criar animais são as mais nobres atividades praticadas pelo homem. Produzir alimentos vegetais é a magia de colher o sol. Produzir proteína animal é a arte de transformação desta magia. Imagine, então, quão nobre é o homem que simultaneamente cultiva a terra, cria os animais e ainda respeita e protege o seu semelhante e o ambiente. Saudemos nossos nobres mágicos e artistas”. Equipe Sistema Santa Fé, 2001.

REFERÊNCIAS

AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P. C. DE F.; ANGHINONI, I.; PILAU, A.; AGUINAGA, A. J. Q.; GIANLUPPI, G. D. F. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1523-1530, 2008.

ALVES, F. V.; NICODEMO, M. L. F.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. B. Bem-estar animal em sistemas de integração lavoura-pecuária em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R.L. (Eds.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p.273-287.

ALVARENGA, R.C.; COBUCCI, T.; KLUTHKOSKI, J.; WRUCK, F.J.; CRUZ, J.C.; GONTIJO NETO, M.M. A cultura do milho na integração lavoura pecuária. In: CRUZ, J.C. et al., 2008 (eds.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p.491-517.

ASSMANN, A. L.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; ASSMANN, T. S.; OLIVEIRA, E. B.; SANDIN, I. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença ou ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 37-44, 2004.

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

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A. de; VEIGA, M. da; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, p. 1925-1933, 2009.

BARRO, R. S. **Rendimento de forragem e valor nutritivo de forrageiras de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno**. 2007. 130 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BUNGENSTAB, D. J. (ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

CARAFFA, M.; MORAES, C. dos S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; PIZZANI, R.; PEREIRA, E. A.; PANISSON, F. T. A aveia nos sistemas de produção. In: DANIELOWSKI, R. et al. (Orgs.). **Informações técnicas par a cultura da aveia**. 40. Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia. Três de Maio: SETREM, 2021. p.129-150.

CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. de. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutr Cycl Agroecosyst**, v.88, p.259-273, 2010.

DALL'AGNOL, E. C.; ZENI, M.; SILVEIRA, D. C.; FONTANELI, R. S.; REBEQUINI, R.; PANISSON, F.T.; CEOLIN, M. E. T.; ESCOBAR, F. M.; WEBBER, M. P. C. Consorciações de forrageiras anuais de inverno. **Revista Plantio Direto**, ed. 180, p. 31-35, 2021.

DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; KOCHHANN, R. A.; SANTI, A.; DALMAGO, G. A.; SILVA JUNIOR, J. P. da. Consórcio milho-braquiária como fator de intensificação de modelos de produção. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 78).

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3.ed. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007.

- DUFUMIER, M. **Projetos de desenvolvimento agrícola**. 2.ed. Salvador: EDUFBA, 2010. 326p. EMBRAPA. ILPF em números. Brasília: Embrapa, 2016.
- EMBRAPA. Anuário do Leite 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/pt/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1144110/anuario-leite-2022-pecuaria-leiteira-de-precisao>> Acesso em: 25 nov. 2022.
- FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; AMBROSI, I.; IGNACZAK, J. C.; DENARDIN, J. E.; REIS, E. M., VOSS, M. **Sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, sob plantio direto**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2000. 84p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica, 6).
- FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, Rob. S. (eds.) **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 544p.
- FLOSS, E. L. Aveia. In: BAIER, A. C.; AUDE, M. I. S.; FLOSS, E. L. **As lavouras de inverno-1**. 2 ed. São Paulo: Globo, 1989. p.76-106. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000078&pid=S0103-8478200100010001900005&lng=en Acessado em 29 abril de 2022.
- FORMIGHERI, L.; FONTANELI, R. S.; FORMIGHERI, L. Avaliação do desempenho de bovinos de corte em pastagens de estação fria. In: LHAMBY, J.C.B.L. (ed.) Reunião Centro-Sul de adubação verde e rotação de culturas, 4. Passo Fundo, RS, 1994. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1994. p.102-105.
- ILPF em Números. Região 7 (Rio Grande do Sul e Santa Catarina). Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1064859/ilpf-em-numeros> Acessado em 29 abril de 2022.
- KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Sistemas de integração lavoura e pecuária como formas de otimização do processo produtivo**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2002. 5p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 74).
- MARIANI, F.; FONTANELI, Ren. S.; VARGAS, L.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, Rob. S. Estabelecimento de gramíneas forrageiras tropicais perenes simultaneamente com as culturas de milho e soja no norte do RS. **Ciência Rural**, v.42, n.8., p.1471-1476, 2012a.
- MARIANI, F.; FONTANELI, Ren. S.; VARGAS, L.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, Rob. S. Trigo de duplo propósito e aveia preta após forrageiras perenes e culturas de verão em sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v.42, n.8., p.1752-1757, 2012b.
- MARTINS, A.; KUNRATH, T. R.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F. (eds.). Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil. Porto Alegre: Ufrgs, 2015. (**Boletim Técnico**, 2. Edição) 102p.
- MELO, I. B. de. **Integração lavoura-pecuária-floresta no norte do Rio Grande do Sul – Estudo de Caso**. In: FONTANELI, Ren. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, Rob. S. (eds.) Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-brasileira. Brasília: Embrapa, 2012. p. 461-487. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1010247/1/LV2012forrageirasparaintegracaoFontaneli.pdf> Acessado em 29 abril de 2022.
- MELLO, J. da S. **Integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto**. Passo Fundo, RS: Embrapa-CNPT/ Projeto METAS, 1998. (Projeto METAS. Boletim Técnico, 3).