

## INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

**Rafaela Soares Nascimento<sup>1</sup>, Nathália Leal de Carvalho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Engenheira Agrônoma, UFSM. MBA em Produção vegetal: Ecofisiologia e Manejo de Culturas de Lavoura (em andamento), UPF. E-mail: [rafaelasnascimento@gmail.com](mailto:rafaelasnascimento@gmail.com).

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma e Mestre no Programa de Pós graduação em Agronomia, UFSM. Especialista em Marketing e Agribusiness I-Uma. Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Produção Vegetal: Ecofisiologia, Manejo, Produção e Proteção de Plantas, UPF. E-mail: [nathaliiinha@gmail.com](mailto:nathaliiinha@gmail.com).

### RESUMO

A preocupação com os meios de produção, com o ambiente e com os custos de produção da atividade pecuária e agrícola, são fatores que tem levado à pesquisa e aos produtores a necessidade da adoção de técnicas de cultivo mais econômicas e sustentáveis. Sendo assim, a integração de pastagens com produção de grãos, conhecida como sistema de integração lavoura pecuária (ILP), tem proporcionado o aumento nas produtividades do rebanho gaúcho e também muitos benefícios na produção agrícola. Com o objetivo de fazer uma análise sobre o sistema ILP no Rio Grande do Sul foi desenvolvido este trabalho. Foi utilizado o método de revisão bibliográfica apresentando aspectos relativos a esta prática, bem como seus benefícios, problemas, dificuldades e alternativas. Pode-se concluir que este sistema, aliado ao sistema de plantio direto, atende aos quesitos de sustentabilidade e diminuição dos custos de produção das atividades, porém tem na aceitação por parte dos produtores mais tradicionais e também no elevado nível de conhecimento técnico que a prática exige.

Palavras-chave: sistemas de cultivo; pastagem; sustentabilidade; produtividade; preservação.

### ABSTRACT

The concern with the means of production, the environment and the production costs of livestock and agricultural activity, are factors that has led to research and producers need to adopt farming techniques more economical and sustainable. Thus, the integration of pastures with grain production, known as a system of crop-livestock integration, has provided the increase in productivity of the herd gaúcho and also many benefits in agricultural production. In order to do an analysis on the system integration of crops and livestock farming in Rio Grande do Sul was developed this work. We used the method of presenting a literature review of aspects to this practice as well as its benefits, problems, difficulties and alternatives. It can be concluded that this system, with the no-tillage system, serves as the requirements of sustainability and lower costs of production activities, but has the acceptance of more traditional producers and also the high level of technical knowledge that the practice demands.

Keywords: cropping systems; grazing; sustainability; productivity; conservation

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se buscado a sustentabilidade tanto da produção de grãos como também da atividade pecuária. Práticas de manejo que seguem esta teoria estão ganhando espaço no atual panorama mundial de produção vegetal e animal. O Brasil possui elementos tecnológicos para implantar a terceira revolução verde, sendo desta vez de forma sustentável, podendo tornar-se o celeiro do mundo no século XXI. Mas a adequação a essa nova realidade requer novos investimentos em infraestrutura, armazenamento, dentre outros (KLUTHCOUSKI, 2005).

A Integração Lavoura-Pecuária (ILP) é uma alternativa que está sendo adotada entre os elementos tecnológicos disponíveis, destacando-se por apresentar um sinergismo entre a produção de culturas anuais e a produção de forragem para exploração da pecuária de corte ou de leite a pasto, além de apresentar vantagens agronômicas, sociais e ambientais. Esta técnica vem sendo pesquisada no Projeto de Integração Lavoura-Pecuária (PILP) desenvolvido pela Embrapa, com a implantação das pastagens pelo Sistema Santa Fé, o qual consiste em produzir culturas anuais consorciadas com plantas forrageiras, evitando a redução do rendimento das culturas anuais e proporcionando uma produção forrageira de alta qualidade para entressafra (COBUCCI et al., 2001).

Sendo assim, o uso de pastagens de inverno com integração de lavouras de verão, conhecido como sistema de integração lavoura-pecuária, pode levar a aumentos da produtividade do rebanho gaúcho (natalidade, mortalidade, desfrute) tornando viável a terminação de bovinos na entressafra e promovendo as melhorias no solo que poderão favorecer a cultura no verão. Através da diversificação e rotação das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade, constituindo um único sistema, com benefícios para ambas, onde o diferencial é o planejamento das atividades (CASSOL, 2003).

Dentre as desvantagens, pode-se relacionar a possibilidade de ocorrência de compactação superficial do solo, em situação de manejo inadequado da pastagem. Para que o sistema ILP tenha êxito, alguns fundamentos devem ser atendidos, como uso de rotação de culturas, do sistema plantio direto e de genótipos de animais e vegetais melhorados, correção da acidez e fertilidade do solo e, principalmente, manejo adequado da pastagem.

Com o objetivo de realizar uma caracterização sobre o sistema de integração lavoura-pecuária no Rio Grande do Sul (RS), discorrendo sobre seus usos, benefícios e desvantagens, seus efeitos sobre a qualidade do solo e o rendimento animal e vegetal realizou-se o presente estudo.

O método utilizado foi o de revisão bibliográfica, apresentando aspectos relativos a essa prática bastante antiga dentro da história da agricultura, a qual, conforme registros começou em 1700, na Inglaterra, e mais recentemente, em meados da década de 80 vem sendo realizada nas regiões do Cerrado e do Sul do Brasil.

## INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Atualmente, desafios são impostos à agricultura, como a produção de alimentos em elevada quantidade e qualidade, garantindo segurança alimentar, produção de energia, fibra, madeira e outros bens para a humanidade e, ainda, auxiliando na mitigação de gases causadores de efeito estufa. Somando-se a isso a necessidade de atender essas demandas com o mínimo distúrbio ambiental, associado ao reduzido consumo de insumos que apresentam reservas finitas no

planeta, como fósforo, potássio e petróleo. Esse cenário agrícola se torna ainda mais complexo com a inserção de fatores sociais. Dessa forma, o grande desafio é a produção de bens que a humanidade demanda de forma crescente, devido ao aumento populacional e aumento de renda per capita, com reduzido impacto ambiental e, ao mesmo tempo, permitindo que as famílias de agricultores familiares consigam viver com dignidade no meio rural.

Nesse sentido, a alternativa mais apropriada é o uso de sistemas de produção que ocupem intensamente os recursos disponíveis nos agrossistemas, concomitante à melhoria da qualidade do solo, base da produção vegetal e animal reduzindo o consumo de insumos e gerando maior renda por área. A qualidade do solo refere-se à sua capacidade de funcionar dentro dos limites de um ecossistema, sustentando o rendimento biológico, mantendo a qualidade do ambiente e promovendo a saúde de plantas e animais (DORAN; PARKIN, 1994; SINGER; EWING, 2000). Nesse contexto, a Integração Lavoura-Pecuária (ILP) pode auxiliar no alcance desses objetivos, já que pressupõe o uso contínuo das áreas agrícolas e a melhoria da qualidade do solo ao longo do tempo (ENTZ et al., 2002; RAO et al., 2003). A ILP pode ser definida como um sistema de produção que alterna, na mesma área, o cultivo de pastagens anuais ou perenes, destinadas à produção animal, e culturas destinadas à produção vegetal, sobretudo grãos. É importante considerar nesse conceito que a ILP é considerada como um sistema de produção, em que vários fatores biológicos, econômicos e sociais se inter-relacionam e determinam a sua sustentabilidade.

As culturas anuais de grãos proporcionaram, no decorrer das décadas de 80 e 90, a expansão da fronteira agrícola, intensificação do uso dos fatores de produção, investimentos em mecanização e adoção de tecnologias baseadas em alto consumo energético (fertilizantes e defensivos). As monoculturas, ao mesmo tempo em que elevaram os custos de produção e degradaram o meio produtivo, resultaram na instabilidade de grande parte das explorações (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

Objetivando aumentar a competitividade e sustentabilidade deste ecossistema, os pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão lançaram, na década de 90, o sistema Barreirão, que consiste numa técnica de recuperação/renovação de pastagens em consórcio com culturas anuais (OLIVEIRA et al., 1996). O aprimoramento de pesquisas associando culturas anuais e espécies forrageiras possibilitou o desenvolvimento do PILP na Embrapa Arroz e Feijão, utilizando uma técnica de renovação de pastagem denominada Sistema Santa Fé (COBUCCI et al., 2001). Esta permite minimizar a competição precoce entre a forrageira consorciada e as culturas anuais. Isto ocorre devido à semeadura mais profunda da forragem. Em alguns casos, pode-se até utilizar sub-doses de herbicidas para retardar o crescimento inicial da planta forrageira, evitando a diminuição do rendimento das culturas.

Este sistema de produção tinha como objetivo solucionar alguns danos causados pela agricultura convencional que, degrada as propriedades físicas (desestruturação e compactação) e biológicas do solo (redução dos teores de matéria orgânica e acumulação de quantidades excessivas de agroquímicos), enquanto a pastagem proveniente desta integração, aproveitando os resíduos de fertilizantes aplicados aos cultivos, recupera tais propriedades (SEGUY et al., 1994).

Entre os benefícios deste sistema para o solo destacam-se: a melhoria da qualidade química, física e biológica, estrutura, cobertura e maior armazenamento de água no solo. Entre outros benefícios, destaca-se a rotação de culturas, aumento na produção de grãos e carne, desenvolvimento do setor rural, geração de empregos, menor risco no sistema de produção, sustentabilidade da agropecuária e conservação do meio ambiente (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

Cerca 49,6 milhões de hectares de Cerrado são de pastagens cultivadas (SANO et al., 1999) e a participação relativa de gêneros *Brachiaria* é aproximadamente 85%.

Estudos indicam que cerca de 80% destas áreas de pastagens cultivadas apresentam algum grau de degradação (BARCELLOS, 1996). A perda de produtividade das pastagens é hoje o maior problema para a sustentabilidade de produção animal a pasto.

Encontrar o equilíbrio correto entre a produção e qualidade do pasto, fornecer nutrientes em quantidade suficiente para que os animais possam desempenhar suas funções produtivas, tornar a produção sustentável ao longo dos anos e manter uma relação harmônica entre solo, planta, animal e meio ambiente, são os desafios a serem superados.

Entre os índices de vários sistemas de produção de carne, em relação à taxa de lotação, taxa de desfrute e produtividade de carne em kg/ha/ano, observa-se que o sistema de ILP com recria e engorda é o sistema com a segunda maior produtividade (KLUTHCOUSKI, 2005), como demonstrado na Tabela 1.

O sistema de plantio direto (SPD), nas últimas décadas, tem proporcionado aumentos de produtividade com maior estabilidade de produção, redução de custos, obtenção de produtos com adequada qualidade e, sobretudo, redução do impacto ambiental decorrente da atividade agrícola, sendo reconhecido como uma das formas mais sustentáveis para condução do sistema produtivo de grãos (MAPA, 2010).

Recentemente, o sistema tem evoluído com o advento de sistemas integrados de produção que buscam sinergia entre as atividades agrícola e pecuária, conhecidos como sistemas de integração lavoura-pecuária (SILP). Esses sistemas são baseados no aumento da produção de fitomassa vegetal e seu máximo aproveitamento e conservação, contribuindo para a melhoria da qualidade do sistema produtivo (EMBRAPA, 2010). A ILP possibilita a intensificação do uso da terra, o que contribui para a diminuição da pressão para incorporação de novas áreas. Bartz (2010) baseado em informações de agricultores e na pesquisa, a prática mais sustentável e econômica é a integração de produção de grãos com a pecuária, podendo ainda o sistema ser complementado com a silvicultura.

TABELA 1 - Produtividade e índices produtivos de diferentes sistemas de produção, no Brasil.

<b>Sistema</b>	<b>Taxa de Lotação (cabeças/ha)</b>	<b>Taxa de Desfrute (%)</b>	<b>Produção de Carne (kg/ha/ano)</b>
1) Pastagem degradada	0,7	17	30
2) Pastagem melhorada	1,5	19	60
3) Pastagem intensiva	2,0	21	90
4) 3 suplemento	+ 2,2	22	120
5) 4 confinamento	+ 2,5	25	150
6) 5 + ILP	3,0	35	230
7) 6 + recria e engorda	5,0	40	450
8) 7 pastagem irrigada	+ 9,0	42	1.125



Fonte: KICHEL, (2005), citado por KLUTHCOUSKI, (2005).

Práticas como o SPD e SILP permitem um melhor e mais adequado uso dos recursos naturais, aspectos muito importantes para o setor produtivo primário brasileiro, materializado pela propriedade agropecuária, que precisa de alternativas que intensifiquem o uso da terra e da mão-de-obra, visando à sustentabilidade econômica e ambiental, com a diversificação e melhoria da renda (MAPA, 2010).

O Brasil é o país com maior rebanho comercial do mundo, são cerca de 208 milhões de cabeças de gado, segundo estimativas da CONAB para 2010, porém apresenta uma das menores produtividades de carne/ha, aproximadamente 3,0 a 4,0 @/ha/ano, ou 100 kg de peso vivo/ha/ano (PAULINO et al., 2006). Uma das razões que explicam a baixa produtividade de carne está na deficiência e baixa qualidade das pastagens no período seco do ano (YOKOYAMA et al., 1998), acarretado pelo processo de degradação das pastagens, que tem origem na acidez e baixa fertilidade do solo, além do manejo inadequado do mesmo. Outra razão deve-se aos manejos tradicionais aplicados em bovinocultura de corte, tais como a falta de um esquema de desmame correto de terneiros, falta de ajuste de carga animal nas diferentes épocas do ano e a produção secundária de ovinos junto com a bovinocultura, atividade principal, são também responsáveis pelos baixos resultados encontrados na pecuária de corte.

Quanto aos benefícios inerentes à produção pecuária, a integração apresenta como uma das vantagens o aumento da capacidade de suporte das pastagens e, conseqüentemente, uma maior produtividade animal quando comparado aos sistemas de pastagens degradadas. E como benefícios para a produção agrícola, a integração promove a produção de palha, para ser usada no plantio direto, redução de plantas daninhas, reciclagem de nutrientes e retorno de matéria orgânica ao solo.

Para ambos os casos, a ILP se mostra como uma ferramenta eficiente de melhoria das características produtivas e, também, de qualidade para o atual sistema produtivo, seja de grãos ou pecuário.

Diante da atual situação que se encontra no Rio Grande do Sul, com a maioria das lavouras de soja, milho e feijão sendo cultivada sob o sistema de plantio direto na palha, grande parte da área destinada a essas produções são utilizadas com as culturas de aveia, azevém e algumas leguminosas, de forma isolada ou em consórcios, durante o inverno com o intuito de oferecer cobertura ao solo para manutenção do sistema de plantio direto. Nestas mesmas áreas cultivadas com forrageiras de inverno, poderia ser alimentada grande parte do número total de terneiros que nascem no Rio Grande do Sul todo ano se, ao invés de cobertura de solo, estas fossem destinadas ao pastejo, diminuindo assim o gasto com custos de produção da atividade.

O Estado também possui em torno de cinco milhões de hectares de várzeas, sendo que um milhão de hectares são usados com a produção de arroz irrigado e a área restante, geralmente revestida pela pastagem nativa é utilizada para alimentar os rebanhos bovino e ovino (MORAES et al., 2002). A integração também pode se dar com a rotação de lavoura de arroz irrigado com espécies forrageiras. O arroz é um dos mais importantes alimentos da nutrição humana, principalmente das camadas mais pobres da população. Isso se deve, em parte, devido a produtividade relativamente alta do cereal, baixo custo e razoável qualidade nutricional. O Rio Grande do Sul é responsável por cerca de 63% da produção nacional na safra 2008/09, conforme a CONAB (2010) em cerca de 133 municípios (IRGA, 2009).

Portanto, esta integração pode ocorrer de diversas formas, conforme as especificidades de cada produtor, de sua estrutura, seus objetivos e da região em que se encontra. O fato é que, tanto o agricultor como o pecuarista, pode potencializar suas atividades, maximizando as receitas e

reduzindo os custos de produção e os riscos inerentes às atividades rurais através da inserção da pecuária na lavoura e vice-versa, pois estas se complementam e resultam em um sistema de produção extremamente sustentável, seja sob a ótica agrônômica, econômica ou ambiental (SALTON et al., 2002).

### Fundamentos da ILP

O sistema ILP nas propriedades rurais do Sul do Brasil O sistema ILP pode ser utilizado com sucesso em pequenos e em grandes estabelecimentos rurais. No caso de grandes áreas, a produção animal geralmente é representada por bovinos de corte, e a produção vegetal é constituída por culturas altamente mecanizadas, como a soja, por exemplo. Já em propriedades que não dispõem de extensas áreas agrícolas, como é o caso da maioria dos estabelecimentos rurais da região Sul do Brasil, a produção animal, em geral, é representada por bovinos destinados à produção de leite e, em alguns casos, por ovinos e caprinos para produção de carne. Por sua vez, a produção vegetal é constituída por culturas como o fumo, o feijão e o milho, este último destinado à produção de silagem e grãos.

No Sul do Brasil, o sistema ILP pode ser adotado sob três estratégias básicas, considerando o tipo de pastagem utilizada no sistema:

1) uso de pastagens anuais de inverno e culturas para produção vegetal no verão. Essa estratégia possui elevada importância no Sul do Brasil, pois há várias culturas para uso do solo no verão, como a soja, o milho, o feijão, o fumo e o arroz irrigado, enquanto que, no inverno, há carência de alternativas de cultivos agrícolas economicamente viáveis (BRUM et al., 2005; BALBINOT JR., 2007). Na região Sul do Brasil, na safra 2006/07, a área cultivada com as principais culturas de verão superou em aproximadamente 13 milhões de ha a área de trigo, principal cultura de outono/inverno (SÍNTESE..., 2007), o que demonstra a elevada disponibilidade de área para cultivo de pastagens anuais de inverno. Ao mesmo tempo, existem espécies de pastagens anuais de inverno que apresentam adequado rendimento e qualidade e são adaptadas às condições edafoclimáticas do Sul do Brasil (ASSMANN et al., 2004), como aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), aveia branca (*Avena sativa* L.), centeio (*Secale cereale* L.), azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e ervilhacas (*Vicia* sp.) (SANTOS et al., 2002). Nessa região, essas espécies fornecem alimento aos animais no período de maior escassez de forragem oriunda de campos naturais e naturalizados (CÓRDOVA et al., 2004) e de pastagens perenes melhoradas de verão. No caso do arroz irrigado, é comum a integração com a criação de bovinos, os quais são mantidos na resteva da cultura no período de pós colheita ao preparo do solo para a safra seguinte ou durante o pousio da área, que geralmente tem duração de um a dois anos (MARCHEZAN et al., 2003).

2) uso de pastagens anuais de verão e culturas para produção vegetal no inverno. Essa estratégia possui pouca expressão, pois, no verão, a maioria das áreas agrícolas está ocupada com culturas destinadas à produção vegetal, embora, em alguns casos, a cultura de verão possa ser colhida precocemente, disponibilizando a área para cultivo de espécies de pastagens anuais de verão, como, por exemplo, o milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke).

3) uso de pastagens perenes por alguns anos, intercalando um ou mais anos com culturas anuais. Nesse caso, as pastagens perenes mais utilizadas no Sul do Brasil são as que exibem maior acúmulo de massa no verão, como, por exemplo, capim-hemartria (*Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf & Hubbard), capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), capim-Missineira gigante (*Axonopus catharinensis*), capim-Braquiária (*Brachiaria* sp.), capim-Mombaça e capim-Tanzânia

(*Panicum maximum* Jacq.) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoii* Krapov & Gregory). Torna-se importante considerar que a longevidade dessas forrageiras, sobretudo daquelas propagadas vegetativamente, deve ser longa, devido ao custo elevado para formação (KLUTHCOUSKI et al., 2003). Além disso, a introdução de lavouras em áreas de pastagens perenes degradadas é uma estratégia eficiente para recuperação do rendimento dessas áreas (DIAS-FILHO, 2005).

### **Objetivos da integração lavoura-pecuária (ILP)**

O sistema de ILP possui alguns conceitos básicos que são: o sistema plantio direto, rotação de cultivos, uso de insumos e genótipos melhorados, manejo correto das pastagens e a produção animal intensiva em pastejo (MORAES et al., 2002).

São inúmeros os objetivos da integração entre lavoura e pecuária, todos buscando a maximização da produção animal e vegetal, visando a sustentabilidade do sistema produtivo.

A perda de produtividade de uma pastagem cultivada pode derivar tanto do manejo inadequado do solo quanto da redução de fertilidade do mesmo.

Podemos considerar como objetivos da integração entre lavoura e pecuária:

- Recuperar áreas com pastagens, no qual a produção de grãos visa amortizar, pelo menos em parte, os custos da recuperação ou da reforma da pastagem (MAPA, 2010);
  - A lotação animal excessiva sem os ajustes para uma adequada capacidade de suporte, e a ausência de adubação de manutenção têm sido os aceleradores do processo de degradação (MACEDO, 2005);
  - Na área de pastagem degradada, recomenda-se a implantação de lavoura de grãos por um ou mais anos, e depois se volta com a pastagem, a qual irá absorver os resíduos de nutrientes deixados pela lavoura para produção de forragem (MAPA, 2010);
- É necessário estabelecer um cronograma, para realizar a adubação de manutenção da pastagem e onde se volte com a produção de grãos na mesma área, caso contrário a área vai se degradar novamente, devido ao esgotamento dos nutrientes no solo (MAPA, 2010);
- Melhorar as características físicas e biológicas das áreas de lavoura com a introdução de forrageiras. Isto acontece porque as espécies forrageiras deixam uma grande quantidade de palha na superfície do solo e raízes no perfil do solo, o que contribui para o aumento da matéria orgânica, melhorando sua estrutura física e fornecendo alimento aos organismos presentes no solo. Além disso, as raízes quando decompostas deixam canalículos em profundidade no solo, favorecendo as trocas gasosas e a movimentação descendente da água. (MACEDO; ZIMMER, 1993);
  - Recuperar a fertilidade dos solos em áreas de pastagens degradadas. A correção química do solo e a adubação para cultivo de lavouras recuperam a fertilidade do solo, aumentando a oferta de nutrientes para o pasto e, por conseguinte, o seu potencial de produção, e quebrar ciclo dos monocultivos, de pragas e doenças (ALVARENGA, 2004);
  - Produção de pasto, forragens e grãos para alimentação animal na estação seca, devido ao fato de que as forrageiras antes usadas como cobertura de solo, agora podem servir como pastejo para os animais, e palha para o sistema plantio direto (MAPA, 2010);
  - Reduzir os custos da atividade agrícola e da atividade pecuária. Como há ganho em produtividade tanto das lavouras quanto das pastagens, menor demanda por agrotóxicos e melhor aproveitamento da mão-de-obra, os custos de produção são reduzidos (ALVARENGA, 2004).

A diversificação de culturas nos sistemas de rotação e o aumento de produtividade conferem maior estabilidade de renda, pois diminuem os riscos inerentes ao cultivo de uma única cultura (ALVARENGA, 2004).

Uma definição consensual de integração lavoura-pecuária proposta por pesquisadores da Embrapa Gado de Corte, Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Milho e Sorgo, e Embrapa Cerrados, que atuam no PROTILP (Programa de Transferência de Tecnologia em ILP) seria a seguinte:

*“Integração lavoura-pecuária são sistemas produtivos de grãos, fibra, carne, leite, lã, e outros, realizados na mesma área, em plantio simultâneo, sequencial ou rotacionado, onde se objetiva maximizar a utilização dos ciclos biológicos das plantas, animais, e seus respectivos resíduos, assim como efeitos residuais de corretivos e nutrientes, minimizar e otimizar a utilização de agroquímicos, aumentar a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão de obra, gerar emprego, renda, melhorar as condições sociais no meio rural, diminuir os impactos ao meio ambiente, e visar a sustentabilidade”.*

### **Benefícios da integração lavoura-pecuária**

O sistema ILP pode proporcionar vantagens biológicas e econômicas em relação a sistemas de produção não-integrados, que apresentam somente produção vegetal ou animal de forma isolada (ENTZ et al., 1995; MORAES et al., 2004; RUSSELLE et al., 2007; SULC; TRACY, 2007).

As principais vantagens biológicas que o sistema ILP pode proporcionar são:

- Elevada velocidade de ciclagem de nutrientes. Os animais em pastejo representam agentes aceleradores da ciclagem de nutrientes. Grande parte dos nutrientes ingeridos retorna ao solo via fezes e urina, os quais são liberados à solução do solo em curto intervalo de tempo, estando disponíveis para novamente serem absorvidos pelas raízes das plantas. Isso ocorre porque a mastigação e a digestão aceleram a mineralização dos nutrientes contidos na massa vegetal (POWELL; WILLIAMS, 1993). Essa aceleração de ciclagem de nutrientes pode reduzir as perdas por lixiviação e erosão (BUSCHBACHER, 1987). É importante enfatizar que os animais devolvem ao solo, via fezes e urina, cerca de 70 a 95% dos nutrientes que ingerem (RUSSELLE et al., 2007), dependendo da qualidade da forragem ingerida e da categoria, idade e condição corporal dos animais. A porcentagem de exportação de nutrientes ingeridos é maior no caso de animais destinados à produção de leite em relação a animais destinados à produção de carne, já que as retiradas diárias de leite implicam exportação de nutrientes. No caso do nitrogênio, torna-se importante salientar que parte desse nutriente que é excretada via urina pode ser perdida por volatilização. Devido ao retorno de nutrientes ingeridos, é crucial que a excreta dos animais seja alocada na área manejada no sistema ILP, a fim de evitar exportação de nutrientes para outras áreas, via fezes e urina. Outro ponto a ser considerado é a distribuição irregular de dejetos na área (WILKINSON; LOWREY, 1973), sendo recomendado que os pontos de concentração de animais, como saeiros e bebedouros, sejam alocados no interior das áreas agrícolas.

- Melhoria da qualidade do solo. O sistema ILP pode aumentar as concentrações de carbono orgânico no solo ao longo do tempo, devido ao crescimento contínuo de plantas na área, seja pastagem ou culturas para exploração vegetal, rotação de culturas, incremento da massa produzida por tempo em decorrência do pastejo e maior ciclagem de nutrientes (TRACY; ZHANG, 2008). O teor de carbono orgânico (matéria orgânica) é um atributo que pode servir de indicador de qualidade do solo (SINGER; EWING, 2000; CONCEIÇÃO et al., 2005), já que este afeta diretamente os atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Ou seja, altos teores de carbono

orgânico podem proporcionar maior capacidade do solo em gerar bens para a humanidade e desempenhar suas funções no ambiente.

No tocante às vantagens econômicas, cita-se:

- Diversificação de renda, resultante da produção vegetal e animal na mesma área (FONTANELI et al., 2000);
- Redução de riscos de insucesso econômico, já que há maior diversificação de atividades econômicas (AMBROSI et al., 2001);
- Aumento da renda por área se comparado a sistemas não-integrados (FONTANELI et al., 2000). Isso ocorre devido ao uso contínuo das áreas agrícolas, ao aumento de rendimento vegetal e/ou animal (ASSMANN et al., 2003; MORAES et al., 2004) e à redução de custos de produção ocasionados pelas vantagens biológicas. Enfatiza-se que o aumento da renda por área é uma das principais necessidades da agricultura de base familiar.

Quando se pensa em integrar atividades, a produtividade final do sistema é o somatório da produção animal por área com o rendimento de grãos da cultura de verão. Assim, um sistema de integração lavoura-pecuária eficiente é aquele que consegue elevados índices de produtividade, tanto pecuária, como de grãos (CASSOL, 2003).

Ao estudar sobre o impacto de pastagens, agricultura e sistemas de integração lavoura-pecuária nos estoques de carbono no solo, Carvalho (2010) verificou-se que a implantação de ILP em áreas anteriormente cultivadas sob lavoura se mostrou uma excelente estratégia visando o acúmulo de C no solo, conseqüentemente, reduzindo a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Pastagem não degradada cultivada em solo de alta fertilidade resulta em acúmulo de C. Em solos com baixa fertilidade natural, a implantação de pastagem resulta em perdas de C do solo e a magnitude das perdas depende do grau de degradação da pastagem. A conversão de áreas de sucessão de cultivos para ILP, tendo a soja como cultura principal, resultou em acúmulo de C no solo (CARVALHO, 2010).

### ***Benefícios da pecuária para a lavoura***

Pode-se citar como benefícios da pecuária para a lavoura a cobertura do solo para o plantio direto, e a grande oferta de palhada que o cultivo da espécie forrageira proporciona ao solo, depois da dessecação, este que pode ser considerado como o maior benefício da integração para a agricultura. Entre outros, também podemos citar a reciclagem de nutrientes, visto que o sistema radicular das gramíneas tem capacidade de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo, o retorno de matéria orgânica e da atividade biológica do solo, este que por sua vez traz benefícios físicos e biológicos na estrutura dos agregados e na descompactação, segundo Drury (1991), apud Vilela et al. (2001), o método mais prático de manipular a estrutura do solo é a inclusão de espécies forrageiras no sistema, e também o sistema ainda oferece os benefícios inerentes a rotação de culturas, tais como a quebra do ciclo de patógenos, pragas e supressão de plantas daninhas.

Com o objetivo de avaliar o desempenho agrônomo de três espécies de leguminosas (*Crotalaria juncea* - crolatária, *Stizolobium cinereum* – mucuna cinza e *Cajanus cajan* – guandu-anão) para cobertura de solo no verão, em áreas de várzea, e determinar seus efeitos na cultura do arroz cultivado em rotação, sob três níveis de adubação, Junior et al., (2009), constataram, com correção da acidez do solo e adubação adequada, o grande potencial de utilização das espécies de plantas de cobertura na reciclagem de nutrientes e na fixação simbiótica de nitrogênio. Além

disso, o cultivo de espécies leguminosas no verão controlou, eficientemente, as plantas daninhas, especialmente o arroz vermelho e que, independente do nível de adubação utilizado na cultura do arroz em sucessão, o rendimento de grãos do arroz não varia quando cultivado em sucessão a espécies leguminosas em relação ao pousio.

Avaliando a influência do pisoteio bovino e do tempo de pousio na dinâmica do banco de sementes de arroz vermelho no solo, Marchesan et al. (2003) concluíram que o pisoteio animal não influencia na distribuição de sementes no perfil do solo, bem como a dinâmica do banco de sementes. Foi positivo o efeito do tempo de pousio sobre o banco de sementes de arroz vermelho, demonstrando 90% de redução no número de sementes em 12 meses de pousio, e 98% em 24 meses.

Em experimento realizado usando pastagem de aveia-preta e azevém, manejadas em diferentes alturas da pastagem (10, 20, 30 e 40cm), e uma área não pastejada, visando determinar alterações promovidas pelo pisoteio animal sobre atributos físicos do solo e verificar se as alterações resultantes desse pisoteio têm influência no estabelecimento e rendimento da soja, observaram que não houve alterações na densidade, porosidade e compressibilidade do solo submetido a alturas de pastagem variando de 10 a 40cm. Todavia, a densidade e a compressibilidade foram maiores e a porosidade menor nas áreas pastejadas, em relação às não-pastejadas (FLORES et al., 2007).

Nos casos dos sistemas exclusivamente agrícolas, cujas áreas durante o inverno são destinadas ao pousio, são grandes as perdas de N, pelo menos por volatilização, lixiviação, desnitrificação e erosão. Já em áreas em que, no inverno, são utilizadas poáceas (gramíneas) ou consórcios de gramíneas/leguminosas, ocorrem reduções na taxa de perdas de N e aumentos na eficiência de ciclagem deste nutriente (ASSMANN et al., 2003).

Ao avaliar o impacto de diferentes frequências de pastoreio bovino em pastagens anuais de inverno sobre o rendimento zootécnico e na produtividade de grãos das culturas de verão em sistemas mistos (integração lavoura-pecuária), Nicoloso et al., (2006) concluíram que a produção animal não foi afetada significativamente pela frequência de pastoreio adotada, porém notou-se redução na produção de palhada para cobertura de solo à medida que se intensificou a utilização das pastagens. Da mesma maneira, o rendimento de grãos da soja e do milho em sucessão nestas áreas foi reduzido pelo aumento da frequência de pastoreio.

A influência de métodos e intensidades de pastejo de ovinos no rendimento de soja cultivada em dois espaçamentos entre linhas, em um sistema de integração lavoura-pecuária, na safra 2003-2004, concluem que a presença de pastejo por cordeiros em azevém, em sistema de integração lavoura-pecuária, favorece o rendimento de soja. A baixa intensidade de pastejo com cordeiros durante a estação fria propicia maior rendimento de soja, expressa pelo maior número de legumes por planta. Já quanto ao método de pastejo adotado, contínuo ou rotacionado, em azevém, não é determinante no rendimento da soja em sucessão (LUNARDI et al., 2008).

### ***Benefícios da lavoura para a pecuária***

No estudo realizado pelo agropecuarista Ake Bernard Van Der Vinne, relatando experiências com o sistema de integração na Fazenda Cabeceira, localizada em Maracaju-MS, durante o II Seminário sobre o Sistema Plantio Direto realizado em Viçosa em 1999, e citado pelo Boletim Técnico sobre ILP, do MAPA (Brasil, 2007), a integração oferece à pecuária como benefícios o aproveitamento dos resíduos das adubações deixadas pelas lavouras, acarretando em produção de forragem de

melhor qualidade, recuperação da produtividade de pastagens, menor custo na implantação de uma nova pastagem, aumento da produtividade de carne e/ou leite e maior ganho de peso dos animais, mesmo na época seca, em que as pastagens se encontram em pouca quantidade e com sua qualidade prejudicada. A produção de carne/ha é de 10 a 20% maior em áreas de rotação com soja em comparação a áreas de pastagem contínua (MACHADO et al., 1999).

Com objetivo de avaliar o desempenho e a qualidade da carcaça de novilhos superprecoces submetidos a alturas de manejo do pasto de aveia e azevém (10, 20, 30 e 40cm), suplementado no terço final do ciclo de pastejo, Lopes et al., (2007) concluíram que o desempenho é otimizado com o aumento da altura do pasto até valores entre 25 e 30cm, com ganho de peso por animal superior a 1,0kg dia<sup>-1</sup>. A produção de peso vivo por hectare e a carga animal aumenta linearmente com a redução da altura de pastejo até 10cm. E também o manejo do pasto com altura próxima a 30cm permite, além da maximização do desempenho individual dos animais, a obtenção de um adequado nível de palhada residual para o cultivo de verão subsequente.

Objetivando verificar a influência da adubação nitrogenada residual na cultura do milho, em Sistema Plantio Direto, cultivado em sequência, em áreas onde no inverno tinham presença e ausência de trevo branco e de animais em pastejo, Assmann (2003) concluíram que as plantas de milho que receberam a mais alta dose de nitrogênio como adubação de inverno não responderam à aplicação de adubação nitrogenada de verão, evidenciando, desta forma, o efeito residual da adubação nitrogenada de inverno. O pastejo, nas áreas que receberam adubação nitrogenada no inverno, não prejudicou a produtividade da cultura do milho. Quando o nitrogênio não foi adicionado ou foi adicionado em pequenas quantidades como adubação de verão, tornou-se necessário o acúmulo de grande quantidade de resíduos vegetais da cultura de inverno para assegurar altas produtividades de milho (em áreas pastejadas no inverno).

### ***Benefícios decorrentes do plantio direto***

O sistema de plantio direto com o emprego de plantas de cobertura, conduzida em rotação com cultivos comerciais permite maior distribuição do trabalho durante o ano, resultando em economia e diversificação. Este método promove maior diversidade biológica e melhor redistribuição e aproveitamento de nutrientes no solo, mostrando ser um sistema sustentável (CALEGARI, 2000).

Analisando economicamente diferentes sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema plantio direto concluíram que a integração lavoura-pecuária sob sistema de cultivo plantio direto é viável tanto para as culturas de inverno e de verão, como para a engorda de bovinos, no período invernal (FONTANELI et al., 2000).

No sistema integração lavoura-pecuária, as espécies anuais de forrageiras são mais indicadas para o plantio na entressafra das lavouras anuais, pois se estabelecem com maior rapidez e menor custo que as espécies perenes. O pisoteio animal causa compactação apenas nos primeiros 10 centímetros do solo, o que pode ser rompido facilmente com o uso de sulcadores do tipo facão nas semeadoras-adubadoras para implantação da cultura de verão (MACHADO et al., 1998), apud Conte, 2007). Porém, o aumento na densidade do solo ocorre na camada de 0-5 centímetros e que um período de seis meses após o término do pastejo não é suficiente para que as raízes das plantas realizem o trabalho de descompactação do solo, porém é suficiente para que a macroporosidade atinja níveis semelhantes àqueles constatados antes do início do pisoteio (VIZZOTO et al., 2000).

Várias espécies apresentam um bom potencial e podem ser utilizadas no sistema LPI gerando uma boa biomassa para a cultura em sucessão conforme a Tabela 2.

O plantio direto, pela adição da palha, proporciona o aumento da matéria orgânica do solo, em quantidade e qualidade, resultando em melhoria da estrutura física, química e biológica do solo, além de ser uma barreira ao impacto da gota da chuva, diminuindo em grande parte a perda de solo do sistema quando comparado ao sistema convencional de produção de grãos. Reduz a compactação e controla a erosão devido a redução do escoamento superficial e aumento da infiltração de água no perfil do solo. Isso causa retenção de umidade no solo, redução do assoreamento e da contaminação dos cursos d'água e maior aporte de água no lençol freático. Além disso, o sistema plantio direto também reduz a necessidade da entrada com máquinas nas lavouras, diminuindo gastos com mão-de-obra, óleo combustível e herbicidas, pois também promove o controle de plantas daninhas (Conte, 2007).

TABELA 2 – Plantas com potencial de utilização como adubo verde, em sistemas de ILP, época de semeadura, exigência em nutrientes, rendimento gerado pela biomassa à cultura em sucessão.

Espécie	Kg semente/ha	Época de semeadura (mês)	Exigência e fertilidade do solo	Biomassa (t/ha)
Aveia preta	60-80	03-06	médio	25-30
Alfafa	10-15	03-04	fértil	40-60
<i>C. juncea</i>	25-30	10-03	médio	40-60
Colonião	12-14	09-03	médio	50-60
<i>B. decumbens</i>	6-10	09-03	fraco	40-50
Feijão-de-porco	70-80	10-01	fraco	20-30
Feijão-guandu	25-30	10-03	fraco	20-40
Milheto	15-20	09-03	fraco	30-55
Mucuna preta	60-70	10-03	fraco	40-50
Nabo Forrageiro	20	03-05	médio	60
Soja perene	4-6	10-03	fértil	20-10

Fonte: Agrotech, 2010.

### Problemas inerentes à ILP: riscos e dificuldades

A perda de produtividade de uma pastagem cultivada pode derivar, principalmente, do manejo inadequado do solo. De uma maneira geral, todos os solos submetidos ao pastejo sofrem compactação devido ao tráfego dos animais. A compactação degrada a qualidade física do solo, reduzindo a produtividade do sistema, aumentando a densidade do solo (MAPA, 2010).

Devido ao aumento da densidade no solo, e também ao teor de água nele, as raízes das plantas sofrem resistência à penetração no solo. Ocasionalmente dificuldade nas plantas de se desenvolverem adequadamente. Broch (2000) constatou que ocorre compactação do solo sob pastejo, porém a mesma é superficial e temporária, pois após a morte e decomposição do sistema radicular das espécies forrageiras, ocorre a formação de pequenos canais no solo que permitem a infiltração de água e de ar e o deslocamento de nutrientes em profundidade. E que normalmente, abaixo dos 8cm, o solo sob pastejo encontra-se descompactado.

Com o objetivo de avaliar as modificações físicas ocorridas em solo de várzea em função do pisoteio bovino e o período após pastejo sem presença de animais, cultivado com consórcio de espécies forrageiras de inverno, azevém (*Lolium multiflorum*), trevo branco (*Trifolium repens*) e cornichão (*Lotus corniculatus*), Vizzotto et al., (2000) concluíram que o pisoteio animal causa aumento da densidade do solo e redução na porosidade total. Nos primeiros 5cm do solo, ocorre o aumento da densidade. Um período de seis meses não foi suficiente para que as raízes das plantas realizassem a descompactação do solo, porém foi suficiente para que a macroporosidade atingisse níveis semelhantes àqueles constatados antes do início do pisoteio.

Além de problemas de ordem física, existem outros entraves que dificultam a expansão do sistema de ILP. De acordo com Cassol (2003), são eles: a escolha da combinação de culturas e pastagens ligadas aos interesses dos sistemas de produção em uso, o aumento da complexidade do sistema, exigindo conhecimentos técnicos mais elevados, por parte de produtores e de técnicos e a aceitação de conversão do sistema por parte dos produtores mais tradicionais. Além de que, em curto prazo a entrada no sistema ILP pode representar uma imobilização de recursos elevada, ainda que seja considerada como um investimento na propriedade e de afetar positivamente o fluxo de caixa em longo prazo.

### **Alternativas da IPL para o Rio Grande do Sul**

No Rio Grande do Sul, a integração entre lavoura e pecuária vem sendo praticada há décadas, classicamente representada pelas rotações de lavoura de arroz irrigado com pastagens, e pelas rotações de lavouras de milho e soja com pastagens de inverno. (MORAES et al., 2002).

Podem-se distinguir dois sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado. O primeiro se dá nas áreas de produção de grandes culturas anuais, como a soja. Estas áreas têm grande potencial para se integrar a bovinocultura, pois a partir da implantação do sistema de plantio direto, elas passaram a se utilizar de espécies de cobertura de solo com potencial para servir de alimentação animal, como o azevém e a aveia preta. As coberturas com potencial forrageiro são inseridas no sistema na entressafra das culturas estivais, justamente no período em que a oferta dos campos naturais decresce devido às baixas temperaturas da estação (CONTE, 2007). Atualmente, cerca de 5,5 milhões de hectares são cultivados sob a forma de plantio direto, e destes, apenas 20% é usado para a produção de trigo e cevada. Com base nestes dados, pode-se perceber o grande potencial de aproveitamento destas áreas para produção de forragem.

A respeito sobre áreas de cultivo de arroz irrigado, em função das características do solo e das condições de drenagem, essas áreas dificilmente podem ser cultivadas com outros cultivos anuais, e sendo assim grande parte se destina à produção animal. Parte dessas áreas de várzea, as que apresentam melhor condições de drenagem, e cuja produção animal está presente na propriedade, é semeada com azevém após colheita do arroz (CONTE, 2007). Em algumas áreas pode ser introduzido o sorgo forrageiro para uso em pastejo, pela sua boa adaptação em solos de várzea. Além das diversas formas de opções de aplicação da IPL, também várias podem ser as alternativas de cultivos a serem utilizadas, em diferentes combinações, de acordo com o interesse de cada produtor rural, quer seja visando a produção agrícola ou pecuária (Tabela 3).

TABELA 3 - Algumas opções de forrageiras e culturas anuais utilizadas no sistema ILP

FORRAGEIRAS	CULTURAS ANUAIS
<i>Brachiaria</i> sp.; <i>Panicum</i> sp.; <i>Paspalum</i> sp., <i>Andropogon gayanus</i> ; <i>Stylosanthes</i> sp.; <i>Calopogonium muconoides</i> ; <i>Arachis pintoi</i> ; Milheto; Sorgo Forrageiro	Arroz; Feijão; Soja; Sorgo grão; Milho; Girassol

Fonte: Araújo, 2006.

### Produção animal e vegetal em sistema ILP

Nos últimos anos, a produção de carne e leite à base de pasto vem ganhando importância, já que resulta em maior renda líquida, em comparação com sistemas que utilizam alimentos concentrados como base da alimentação, imprime melhor bem-estar animal e, ainda, apresenta menor concentração de excrementos, os quais podem causar contaminação do ambiente.

No Sul do Brasil, vários trabalhos de pesquisa comprovaram o elevado potencial de produção de carne em pastagens anuais de inverno, em cultivo solteiro ou em consórcios, como, por exemplo, em aveia preta (LESAMA; MOOJEN, 1999; ROSO; RESTLE, 2000; ASSMANN et al., 2004; NICOLOSO et al., 2006), aveia branca, azevém (LESAMA; MOOJEN, 1999; ROSO; RESTLE, 2000; SOARES; RESTLE, 2002; ASSMANN et al., 2004; NICOLOSO et al., 2006), triticale (SOARES; RESTLE, 2002; ROSO; RESTLE, 2000), centeio (ROSO; RESTLE, 2000). Além dessas gramíneas, as ervilhacas também podem ser utilizadas para engorda de bovinos no inverno (SANTOS et al., 2002).

Há variações expressivas em termos de ganho de peso vivo por área e velocidade de acabamento de carcaça em pastagens anuais de inverno, já que o desempenho animal está associado a todos os fatores que afetam a produção forrageira, a utilização pelos animais da massa vegetal produzida e a conversão da massa vegetal consumida em carne. Vale destacar que a produção de carne com base em gramíneas anuais de inverno é expressivamente afetada pela fertilização nitrogenada (SOARES; RESTLE, 2002). No entanto, há dificuldades em determinar doses cuja eficiência econômica seja máxima, pois o preço dos fertilizantes nitrogenados e da carne afeta o cálculo.

No caso da produção de leite, as pastagens anuais de inverno podem gerar alimento de elevada qualidade em termos de consumo, digestibilidade e composição bromatológica (SANTOS et al., 2002).

SOUTO (2006) verificou que, em pastagem de aveia preta consorciada com azevém e com suplementação concentrada de apenas 20% das necessidades para manutenção e produção de 28kg de leite por dia, a produção de leite por vaca por dia não diferiu daquela em que se utilizou 100% de suplementação com concentrado (23kg dia<sup>-1</sup>). Isso demonstra a oportunidade de produção de leite em pastagens anuais de inverno, cultivadas em sistema ILP.

Ainda em relação à produção animal obtida em sistema ILP, deve-se considerar o uso de pastagens perenes. Nesse caso, as pastagens podem se beneficiar de adubações residuais de culturas anuais e, conseqüentemente, exibir alta produção forrageira que pode ser convertida em carne ou leite (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

No tocante às culturas, há resultados de pesquisa que comprovam que, quando o sistema ILP é conduzido seguindo seus fundamentos, a produção é igual ou superior a sistemas constituídos somente com esse componente. Assmann et al. (2003) verificaram que o pastejo de aveia branca e azevém no inverno não afetaram o desempenho do milho semeado em sucessão, comparativamente às áreas não pastejadas. De acordo com Nicoloso et al. (2006), há redução de rendimento de milho semeado em sucessão à pastagem de inverno somente quando há elevada frequência e pressão de pastejo. Nesse estudo, os autores determinaram que o uso de pastagem de aveia preta consorciada com azevém, manejada com alturas de 10 a 40cm, não afetou o estabelecimento e o rendimento da soja cultivada em sucessão, em relação às áreas não pastejadas. Lunardi et al. (2008) verificaram que a soja cultivada após pastagem de inverno apresentou rendimento de grãos superior à soja cultivada após cobertura do solo, sem pastejo. No milho, verificou-se similar estabelecimento e rendimento de grãos quando a cultura foi semeada após pastagem ou cobertura do solo, ambas compostas pelo consórcio de aveia preta, azevém, ervilhaca e trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi.) (BALBINOT JR., 2007). Esses resultados comprovam que o sistema ILP pode gerar elevados rendimentos, seja do componente animal ou vegetal. O alto rendimento e a redução de custos de produção são fatores-chave para que o sistema ILP seja economicamente interessante (FONTANELI et al., 2000) e exiba menor risco de insucesso econômico ao longo do tempo (AMBROSI et al., 2001).

### **Indicadores de Avaliação Econômica da ILP**

Para que haja investimento no projeto técnico, se faz necessário analisar a viabilidade econômica, pois este consiste num conjunto de informações de natureza quantitativa e qualitativa que permite estimar o cenário com base em uma alternativa escolhida (KASSAI et al., 2005).

Entre os indicadores econômicos para analisar a viabilidade econômica, destaca-se os que levam em consideração a variável tempo e sua importância sobre o valor do dinheiro, como o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Relação Benefício Custo (RBC) (NORONHA, 1987).

O VPL, além de considerar o valor do dinheiro no tempo, considera também o custo de oportunidade do capital, permitindo a comparação direta com alternativas de uso deste, sendo o VPL a soma algébrica dos saldos do fluxo de caixa descontados à taxa de juros para determinada data (WOILER; MATHIAS, 1996). O VPL reflete a riqueza, em valores monetários, do investimento, medida pela diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa, a determinada taxa de desconto (KASSAI et al., 2005).

**Critério de decisão:** Investimento com VPL maior ou igual a zero é considerado atraente, dada a taxa de desconto usada (NORONHA, 1987).

O VPL considera o valor do dinheiro no tempo e o custo de oportunidade do capital, permitindo a comparação direta com alternativas de uso deste (MAYA, 2003).

Como desvantagens deste indicador destacam-se a sensibilidade com relação à duração do projeto e à taxa de desconto usada, além da dificuldade de interpretação.

A TIR representa a taxa de desconto que torna o valor presente líquido igual a zero. A vantagem deste indicador é a independência na definição antecipada do custo de oportunidade do capital para fins de cálculo, apesar de depender dela para tomada de decisão (NORONHA, 1987).

**Critério de decisão:** Investimento com TIR inferior ao custo de oportunidade do capital será rejeitado (NORONHA, 1987). A TIR é um indicador útil para analisar investimentos iniciais elevados e que contribuem para a produção por vários períodos de tempo, como é comum em empreendimentos pecuários (MAYA, 2003).

Os resultados apresentados por Kichel (2005), citado por Kluthcouski (2005), mostram que a RBC é inversamente proporcional à degradação da pastagem, pois diminui à medida que aumenta o nível de degradação, conforme Tabela 4. Nesta pesquisa foi simulado o potencial produtivo de uma pastagem em vários estágios de degradação em relação à produtividade e rentabilidade na recria e engorda de animais, onde os mesmos entram no pasto com peso vivo médio de 200 kg e saem com 470 kg. O valor do kg de peso vivo foi considerado R\$ 1,84 e o custo médio por animal de R\$ 187,00 por ano.

TABELA 4 - Relação benefício/custo de um sistema de produção em diferentes níveis de degradação da pastagem.

Pasto	GMD	Animal/ano				Relação B/C	Tempo engorda meses
		Ganho	Renda	Custo (C)	Margem		
		Peso Vivo	Bruta (B)		liquida		
G	kg	R\$	R\$	R\$	-		
Ótimo	575	210	386	187	199	2,06	15,4
Bom	480	175	322	187	135	1,72	18,5
Regular	383	140	258	187	71	1,38	23,1
Fraco	288	105	193	187	6	1,03	30,9
Degradado	205	75	138	187	-49	0,74	43,2

Fonte: Adaptado de KICHEL, (2005), citado por KLUTHCOUSKI, (2005).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema ILP intensifica o uso de áreas agrícolas na região Sul do Brasil, proporcionando vantagens biológicas e econômicas, o que pode se refletir em aumento de rendimento e redução de custos de produção. No entanto, para o adequado funcionamento, alguns fundamentos devem ser atendidos, como o uso de rotação de culturas e sistema plantio direto, a correção da acidez e fertilidade do solo, o emprego de genótipos melhorados, bem como o manejo correto da pastagem, em especial no que tange a sua fertilização e à manutenção de altura adequada da mesma. Para que esses fundamentos sejam adotados com sucesso, são necessários conhecimento e planejamento das ações a serem desenvolvidas na propriedade.

O cultivo de pastagens anuais de inverno em áreas agrícolas subutilizadas representa grande oportunidade de uso econômico mais intenso dessas áreas. Por outro lado, o aprimoramento do sistema ILP já usado nas propriedades, seguindo fundamentos técnicos, eleva a lucratividade da atividade vegetal e animal. Além disso, a adoção correta do sistema ILP propicia melhoria na qualidade do solo, por meio de aumento da incorporação de carbono orgânico no solo e da ciclagem de nutriente, sem que haja compactação deste. Nesse contexto, o sistema ILP é importante para a sustentabilidade da agropecuária na região Sul do Brasil.

## REFERÊNCIAS

- AGROTECH. Disponível em: <<http://www.agrotech.com.br/grama.htm>>. Acesso em 1o de dezembro de 2010.
- ALBUQUERQUE, C. R. **Pesquisa da ESALQ mostra que integração lavoura-pecuária mitiga emissão de gases do efeito estufa.** São Paulo, 2010. Online. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br>>. Acesso em 26 de setembro de 2010.
- ALVARENGA, R. C. **Integração Lavoura – Pecuária.** In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE. 3. Anais. Belo Horizonte - MG: UFMG, 2004.
- ARAUJO, L. C. **Integração lavoura-pecuária: opções de cultivo.** São Paulo, 2006. Online. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br>>. Acesso em 18 de outubro de 2010.
- AMBROSI, I. et al. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.10, p.1213-1219, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2001001000001&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2001001000001&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso 1º de dezembro de 2010.
- ASSMANN, T. S., et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 675-683, 2003.
- BALBINOT JR., A.A. **Uso do solo no inverno: propriedades do solo, incidência de plantas daninhas e desempenho da cultura de milho.** 150f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Paraná. 2007.
- BARCELLOS, A.O. Sistema extensivo e semi-intensivo de produção: pecuária bovina de corte nos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, Brasília. Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados: **Anais...** Planaltina: Embrapa - CPAC, 1996. p. 130-136. 1996
- BRASIL**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento **BOLETIM TÉCNICO – INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA.** 37p. Embrapa. 2007.
- BROCHI, D. L. **Integração agricultura-pecuária no Centro Oeste do Brasil.** In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, Uberlândia, UFU, 2000. p. 53-60. 2000.
- BRUM, A.L. et al. A competitividade do trigo brasileiro diante da concorrência argentina. O comércio internacional e a competitividade pelo custo de produção. **Revista Galega de Economía**, Santiago de Compostela, v.14, n.1-2, p.1-15, 2005.
- BUSCHBACHER, R.J. Cattle productivity and nutrient, fluxes on an Amazon pasture. **Biotropica**, Storrs, v.19, n.3, p.200-207. 1987.
- COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Sistema Santa Fé: produção de forragem na entressafra. In: WORKSHOP INTERNACIONAL PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS SAVANAS TROPICAIS SULAMERICANAS, 2001, Santo Antônio de Goiás. **Anais..** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. p. 125-135. 2001
- CALEGARI, A. **Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura: dificuldades para sua adoção.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 2000, Foz do Iguaçu/PR, p. 145-152, 2000.
- CARVALHO, J. L. N. **Dinâmica do Carbono e fluxo de gases do efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária na Amazônia e no Cerrado.** 2010. 143 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba/SP. 2010.



- CASSOL, L. C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície.** 2003. 157 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de pós-graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2003
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acessado em 12 de novembro de Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 12 outubro de 2010.
- CONCEIÇÃO, P.C. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.5, p.777-788. 2005.
- CONTE, O. **Atributos físicos de solo e demanda de tração em semeadura direta de soja, com diferentes pressões de pastejo em sistema de integração lavoura-pecuária.** 103p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de pós-graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2007.
- CÓRDOVA, U.A. et al. **Melhoramento e manejo de pastagens naturais no Planalto Catarinense.** Florianópolis. 274p. 2004.
- DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação.** Belem: Embrapa Amazonia Oriental, 173p. 2005.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W. et al. **Defining soil quality for a sustainable environment.** Madison: Soil Science Society of America, p.3-22. 1994.
- EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br>>. Acesso em 1º de dezembro de 2010.
- ENTZ, M.H. et al. Rotational benefits of forages crops in Canadian prairie cropping systems. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.8, n.4, p.521-529, 1995.
- ENTZ, M.H. et al. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, n.1, p.204-213, 2002.
- FLORES, J.P.C. et al. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.4, jul/ago. 2007.
- FONTANELI, R. S. et al. **Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema plantio direto.** 2000. p. 2129-2137. Online. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v35n11/a02v3511.pdf> Acessado em 24 de outubro de 2010.
- INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br>>. Acessado em 12 de novembro de 2010.
- JUNIOR, S. A. G. et al. **Arroz irrigado em rotação e sucessão a espécies de cobertura de solo.** Cachoeirinha, RS. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br>>. Acessado em 12 de novembro de 2010.
- KASSAI, J.R.; CASANOVA, S.P.C.; SANTOS, A.; ASSAF NETO, A. **Retorno de Investimento (Abordagem matemática e contábil do Lucro Empresarial).** São Paulo. 3º Ed. 273p. 2005.
- KICHEL, A. N. et al. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: I SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. **Anais...** Campo Grande/MT. p. 201-234. 1999.
- KLUTHCOUSKI, J. **Integração Lavoura – Pecuária sustentabilidade da agropecuária.** Palestra apresentada In: WORKSHOP DE INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA,

2005.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 570p. 2003.

LESAMA, M.F.; MOOJEN, E.L. Produção animal em gramíneas de estação fria com fertilização nitrogenada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilização nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.1, p.123-128, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010384781999000100022&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384781999000100022&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em 17 de outubro de 2010.

LUNARDI, R. et al. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.795-801. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010384782008000300032&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782008000300032&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em 17 de outubro de 2010.

MACEDO, M. C. M. **Sistemas de produção de integração lavoura-pecuária**. 23p. Disponível em: <<http://www.abz.gov.br>>. Acessado em 10 de novembro de 2010.

MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. Sistema Pasto-Lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGEM, 2., **Anais...** Jaboticabal - SP.UNESP. p. 216-245, 1993.

MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em 1º de dezembro de 2010.

MARCHEZAN, E., OLIVEIRA, A.P.B.B., AVILA, L.A., BUNDT, A.L.P. Dinâmica do banco de sementes de arroz-vermelho afetado pelo pisoteio bovino e tempo de pousio da área. **Revista Planta daninha**. vol.21, n.1, pp. 55-62. 2003

MAYA, F.L.A. **Produtividade e viabilidade econômica da recria e engorda de bovinos em pastagens adubadas intensivamente com e sem o uso da irrigação**. Dissertação – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S.J.et al. **Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil**. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 2002. Pato Branco: Instituto Agrônômico do Paraná, 2002. p. 3-42.

MORAES et al. Integração agropecuária em sistema plantio direto: integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 9, Chapecó, SC. **Anais...** Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 120p. p.19-22. 2004.

NICOLOSO, R. S.; LANZANOVA, M. E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Rural**. v.36, n.6, nov-dez, 2006.

NICOLOSO, R.S. et al. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006.

NORONHA, J.F. **Projetos a agropecuários: administração financeira, orçamentos e avaliação econômica**. Piracicaba: FEALQ. 2ª Ed. 268p. 1987.

OLIVEIRA, I.P. et al. **Sistema Barreirão: recuperação/renovarão de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais**. Goiânia: Embrapa-CNPAF. 87p. 1996.

PAULINO, P. V. R.; PORTO, M. O.; OLIVEIRA, A. S.; SALES, M. F. L.; MORAES, K. A. K. Integração lavoura-pecuária: utilização do pasto e seus subprodutos. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. **Anais ...** p. 157-219. 2006.



- POWELL, J.M.; WILLIAMS, T.O. **Livestock, nutrient cycling and sustainable agriculture in the West African Sahel**. London: International Institute for Environment and Development, 1993. p.7.
- RAO, S.C. et al. Potential grain and forage production of early maturing pigeonpea in the Southern Great Plains. **Crop Science**, Madison, v.43, n.6, p.2212-2217, 2003.
- ROSO, C.; RESTLE, J. Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém. 2. Produtividade animal e retorno econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.29, n.1, p.85-93, 2000.
- RUSSELLE, M.P. et al. Reconsidering integrated crop-livestock systems in North America. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.325-334, 2007.
- SALTON, J. C., FABRÍCIO, A. C., MACHADO, L. A. Z., **Integração lavoura-pecuária no sistema plantio direto**. III Simpósio de Produção de Gado de Corte. Dourados, MG, 2002.
- SANO, E.E.; BARCELLOS, A.O.; BEZERRA, H.S. **Área de distribuição espacial de pastagens cultivadas no Cerrado brasileiro**. Planaltina: EMBRAPA – CERRADOS, p. 21. 1999.
- SANTOS, H.P. et al. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 142p. 2002.
- SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; DOUZET, J.M. **Gestão dos solos e das culturas nas áreas de fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos e das florestas no Centro-Oeste brasileiro – região Centro Norte do Mato Grosso: campanha agrícola 1993-94**. Lucas do Rio Verde: Cooperlucas: CIRAD-CA. p. 259. 1994.
- SINGER, M.J.; EWING, S. Soil quality. In: SUMNER, M.E. **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC, 2000. p.G271-G298.
- SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA DE SANTA CATARINA – 2006-2007. Florianópolis: Epagri/Cepa. V.1, 282p. 2007.
- SOARES, A.B.; RESTLE, J. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de triticale e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.908-917, 2002.
- SOUTO, M.S. **Pastagem de aveia e azevém na integração lavoura-pecuária: produção de leite e características do solo**. 2006. 80f. Dissertação – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná.
- SULC, R.M.; TRACY, B.F. Integrated crop-livestock systems in the U.S. corn belt. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.335-345, 2007. Disponível em: <<http://agron.scijournal.org/cgi/content/abstract/99/2/335>>. Acesso em 12 outubro de 2010.
- TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated croplivestock system in Illinois. **Crop Science**, Madison, v.48, n.3, p.1211-1218, 2008.
- VILELA, L., BARCELLOS, A. O., SOUZA, D. M. G. Benefícios da integração entre lavoura e pecuária. Planaltina, DF. **Documentos 42**. Embrapa Cerrados. 21 p. Online. Dezembro de 2001.
- VIZZOTTO, V. R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea, **Revista Ciência Rural**. vol.30, n.6, pp. 965-969. 2000.
- WILKINSON, S.R.; LOWREY, R.W. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In: BUTLER, G.W.; BAILLEY, R.W. **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic, p.247-315. 1973.
- WOILER, S.; MATHIAS, W.F. **Projetos: Planejamento, elaboração e análise**. São Paulo. 294 p. 1996.