

## EXPERIÊNCIAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO RIO GRANDE DO SUL

**Paulo César de Faccio Carvalho<sup>(1)</sup>, Raquel Santiago Barro<sup>(2)</sup>, Taise Robinson Kunrath<sup>(2)</sup>, Francine Damian da Silva<sup>(2)</sup>, Armindo Barth Neto<sup>(3)</sup>, Jean Víctor Savian<sup>(4)</sup>, Fernando Machado Pfeifer<sup>(4)</sup>, Marcelo Ritzel Tischler<sup>(4)</sup>, Ibanor Anghinoni<sup>(5)</sup>**

(1) Professor da Faculdade de Agronomia/UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre-RS, CEP 91501-970. Bolsista CNPq E-mail: [paulocfc@ufrgs.br](mailto:paulocfc@ufrgs.br); [ibanghi@ufrgs.br](mailto:ibanghi@ufrgs.br); (2) Programa de pós graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia/UFRGS-RS; (3) UFPR; (4) UFRGS; (5) Professor da Faculdade de Agronomia/UFRGS.



**Resumo** - O objetivo deste trabalho é nortear práticas de manejo em diferentes sistemas de integração lavoura-pecuária. São apresentados e discutidos resultados de desempenho animal, características de solo e produção vegetal (agrícola, florestal e forrageira), com foco em pesquisas conduzidas pelo Grupo de Pesquisa em Integração Lavoura-Pecuária da UFRGS. Esses trabalhos visam avaliar o sistema de forma integrada, em busca de uma visão sistêmica desta modalidade de uso da terra no ambiente edafoclimático do RS.

**Palavras-Chave:** intensidade de pastejo, produção animal, produção de soja, qualidade do solo

## CROP-LIVESTOCK SYSTEM EXPERIENCES IN RIO GRANDE DO SUL STATE

**Abstract** - The purpose of this paper is to guide management practices in different integrated crop-livestock systems. Here we present and discuss results concerning animal performance, soil characteristics and crop production (agriculture, forestry and forage), focused on experiments conducted by Integrated Crop-Livestock Research Group, UFRGS. These studies aim to evaluate the system in an integrated way, in search of a systemic vision of this type of land use on environmental conditions of Rio Grande do Sul.

**KeyWord:** animal production, grazing intensity, soil quality, soybean production

### 1. INTRODUÇÃO

O constante aumento na demanda mundial de alimentos, madeira, fibras, etc. de origem animal e vegetal, vem levando o setor primário a adotar processos produtivos intensivos, com a finalidade de atender tanto o mercado interno quanto as exportações. No Rio Grande do Sul (RS), o setor produtivo agropecuário respondeu satisfatoriamente a este desafio, de forma que crescentes índices de produção e produtividade foram alcançados pelas lavouras de soja, arroz, milho, pelo setor florestal e pela produção de carne e leite, nas últimas três décadas. Com o avanço do tempo, e associados aos ganhos em produtividade do setor agrícola,

começaram a ser observados efeitos negativos da intensificação dos sistemas produtivos; neste particular, destacando-se os problemas ambientais causados pela perda da biodiversidade e o aumento de poluição ambiental. Com isso, surgiu uma nova demanda em termos científicos sobre a utilização de sistemas de uso da terra mais sustentáveis, nas condições edafoclimáticas do Estado.

A associação entre cultivos e produção animal em sistemas integrados é um conceito, por assim dizer, re-emergente em nível mundial (Carvalho et al., 2006). Hoje é reconhecido que produção integrada reúne conceitos de sistemas e arranjos produtivos capazes de conferir maior estabilidade e sustentabilidade aos negócios agropecuários, em

comparação com aos monocultivos intensivos, que são pouco sustentáveis, afetam negativamente a biodiversidade e promovem a fragmentação do habitat (Altieri, 1999). Os sistemas integrados permitem maior diversidade nas rotações de culturas, melhor reciclagem de nutrientes e maior eficiência no uso da energia (Entz et al., 2005), assim, em sistemas de integração entre culturas agrícolas e pastagens, por exemplo, podem ser atingidos níveis mais elevados de produtividade em atendimento às novas exigências sócio-ambientais.

A integração lavoura-pecuária (ILP) é uma denominação brasileira a sistemas de produção que se caracterizam, principalmente, pela combinação de ciclos de agricultura com ciclos de pecuária, em sucessão na mesma área. No sul do Brasil o enfoque tem sido na rotação e diversificação de cultivos, mas principalmente como alternativas de renda e utilização da terra nos períodos inter-lavouras de verão. Em que pese os diferentes enfoques, as benesses da ILP têm sido associadas invariavelmente à redução de custos, aumento da eficiência do uso da terra, melhoria dos atributos físicos e químicos do solo, redução de pragas e doenças, aumento de liquidez e de renda (Carvalho et al., 2005).

O objetivo deste trabalho é apresentar como a ILP pode auxiliar a diversificação e rotação de atividades agrícolas, e como os principais benefícios da ILP nas condições edafoclimáticas do RS. Além disso, serão abordados tópicos como a escolha de espécies e noções práticas do manejo de forrageiras de inverno em diferentes modelos de sistemas de integração lavoura-pecuária. Assim, serão apresentados e discutidos resultados de desempenho animal, características de solo e produção vegetal, com foco em pesquisas conduzidas pelo Grupo de Pesquisa em Integração Lavoura-Pecuária da UFRGS.

## **2. CONTEXTUALIZAÇÃO DA ILP NO RS**

O Estado do RS é considerado o terceiro maior produtor de grãos do Brasil (safra 2010/2011), ficando atrás somente do Paraná e do Mato Grosso. A área ocupada no estado pelas culturas de verão (soja, milho, arroz, feijão, girassol e amendoim, principalmente) é de 6,5 milhões de hectares, cereais de inverno para a produção de grãos (aveia, cevada, centeio, trigo e triticale, principalmente) 930,1 mil hectares (Conab, 2011) e o restante (5,5 milhões de hectares) são deixados em pousio ou semeados com cereais de inverno destinados à cobertura de solo, com o intuito de produzir palha para os cultivos de verão.

A falta de interesse dos produtores rurais na produção de grãos no inverno deve-se ao fato dos elevados riscos climáticos (secas, geadas, excessos de chuva) enfrentados no desenvolvimento das culturas resultando, na maioria das vezes, em safras frustradas,

concomitante com baixos preços na colheita. Em consequência, a cobertura do solo quase sempre é feita com forrageiras de inverno que poderiam ser destinadas a alimentação de animais em pastejo, fornecendo forragem de alta qualidade justamente no período crítico de produção de forragem das pastagens nativas e ainda mantendo resíduo de palha para o plantio direto (Carvalho et al., 2005).

## **3. DIVERSIDADES DE ILP NO RS**

O sistema ILP no RS é representado pelas rotações das lavouras de verão (arroz irrigado, milho e soja) com pastagens de inverno. As principais alternativas de forrageiras de inverno para rotação com as lavouras de verão são a aveia preta (*Avena strigosa*), que é utilizada em função de sua precocidade, se adequando bem às datas de plantio de milho, enquanto o azevém anual (*Lolium multiflorum*) que é frequentemente utilizado em precedência à soja, que é semeada mais tarde em relação ao milho (Carvalho & Moraes, 2011). Outra modalidade de ILP (menos praticada no Estado) é representada pelos sistemas agroflorestais, que consistem na integração de sistemas produtivos de grãos, fibras, madeira, carne, leite e agroenergia, implantados na mesma área, em consórcio, em rotação ou em sucessão (Trecenti et al., 2008).

A seguir serão apresentados e discutidos resultados de desempenho animal, características de solo e produção vegetal, obtidos em pesquisas conduzidas em diferentes modelos de ILP no Estado. Adicionalmente, serão relatados dados de dois estudos de caso, em propriedades rurais que possuem diferentes modalidades de ILP. Esses trabalhos visam avaliar o sistema de forma integrada, em busca de uma visão sistêmica desta modalidade de uso da terra no ambiente edafoclimático do Rio Grande do Sul.

### **3.1 Integração entre lavouras de verão e pastagens de inverno**

#### **3.1.2 Integração soja-milho-engorda de cordeiros**

O experimento se iniciou no ano de 2003, em uma parceria da UFRGS e da Agropecuária Cerro Coroadó, na Estação Experimental Agronômica da UFRGS localizada na cidade de Eldorado do Sul – RS. Os tratamentos consistem em 50% dos piquetes cultivados em rotação de culturas no verão, soja – azevém anual – milho, e a outra metade em sucessão de culturas, soja – azevém anual – soja. No inverno a produção de ovinos é realizada em azevém anual provindo de ressemeadura natural. Na fase de inverno os piquetes de azevém são submetidos a dois métodos de pastoreio, rotativo e contínuo e a duas intensidades de pastejo, moderada e baixa, sendo 2,5% e 5,0% do potencial do consumo de cordeiros, respectivamente (NRC, 1985).

### 3.1.2.1 Produção Vegetal

O azevém anual apresenta-se como excelente forrageira para ser utilizada em ILP, já que seu ciclo de produção de forragem hiberna possibilita a terminação de animais durante as estações do inverno/primavera, promove também cobertura para o solo e a sua dessecação produz palha para o plantio direto (Barth Neto, 2011).

Os resultados encontrados em sete anos do protocolo experimental têm verificado forte influência dos cultivos de verão e das intensidades de pastejo no estabelecimento e na produção vegetal do azevém anual. No segundo ano de avaliação do experimento, após o cultivo exclusivo de soja, verificou-se baixa quantidade de perfilhos no estabelecimento do azevém nas maiores intensidades de pastejo, diferentemente das menores intensidades, onde o estabelecimento foi satisfatório, sem influência dos métodos de pastoreio (Barbosa et al., 2008, Figura 1). Além disso, verificou-se percentagem maior de perfilhos reprodutivos na baixa intensidade de pastejo (Barbosa et al., 2008; Barth Neto et al., 2011 submetido), o que pode resultar em maior produtividade de sementes, incrementando o banco de sementes do solo. Estas diferenças ocorrem devido a oportunidade de seleção do pasto disponibilizado aos animais nas menores intensidades de pastejo; assim, os perfilhos são visitados com menor frequência pelos animais. Em função da possibilidade de seleção e da exclusão do pastejo em determinadas áreas, ocorre a formação de mosaicos no pasto, favorecendo a emissão de inflorescências e facilitando a perenização da pasto no sistema.

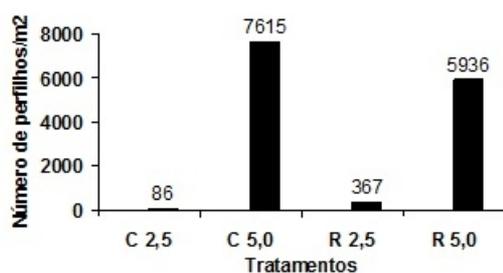


Figura 1. Densidade de perfilhos de azevém anual em ressemeadura natural manejados em duas intensidades de pastejo e dois métodos de pastoreio em sistema de integração lavoura pecuária EEA/UFRRS (Adaptado de Barbosa et al., 2008).

Uma vez que o banco de sementes do solo tenha quantidade de sementes suficientes para um satisfatório restabelecimento, a emergência das plântulas de azevém se iniciam antes da colheita da cultura de verão. A utilização de culturas de verão que favoreçam a germinação do azevém anual, provindo de ressemeadura, permite a entrada dos animais mais precocemente nas áreas, aumentando o período de utilização do pasto, o que é de elevado interesse. Desta forma, Barth Neto (2011),

avaliando o estabelecimento do azevém anual, verificou maior perfilhamento nas áreas cultivadas com soja em relação àquelas com milho (Tabela 1). No processo de maturação da oleaginosa, estádio R6, R7 e R8, ocorre o amarelecimento e queda das folhas. Já na maturação do cereal, estádio R6, as folhas senescem e continuam aderidas ao colmo. Os perfilhos nas áreas com soja têm acesso à radiação direta na base do dossel da planta, recebendo estímulos ao perfilhamento (Matthew, 1992), antes mesmo da colheita, fato este que ocorre nas áreas com milho somente depois da colheita. Outros fatores que podem ter acelerado o perfilhamento nas áreas com soja é a melhor ciclagem e disponibilidade de nutrientes no solo, menor relação C/N nos resíduos de plantas e a fixação simbiótica de N de bactérias *Bradyrhizobium* (Russelle & Birr, 2004) que podem, conjuntamente, ter disponibilizado no solo mais N para o perfilhamento do azevém em sequência a soja.

Tabela 1. Densidade populacional de perfilhos de azevém anual por época de avaliação em ressemeadura natural em sistemas integrados após as culturas de milho e soja (Barth Neto, 2011).

Cultura	Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m²)			
	Abril	Maio	Junho	Julho
Milho	3865,5 Ba	6143,1 Aa	5318,6 ABb	6803,2 Ab
Soja	2835,4 Ca	5616,1 Ba	8799,4 Aa	9548,3 Aa

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem ( $P < 0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

Com relação a produção de forragem sob pastejo, Barbosa et al. (2007), Macari (2010) e Amaral (2011) verificaram maiores valores de altura, massa de forragem e taxa de acúmulo diária do pasto, quando utilizou-se baixa intensidade de pastejo, sem interferência dos métodos de pastoreio. Porém, Amaral (2011) encontrou maior proporção de folhas em pastoreio rotativo. Barbosa et al. (2007) e Macari (2010) constataram também que em pastoreio rotativo há maior massa de forragem. Os autores atribuíram essas diferenças entre os métodos de pastoreio a presença de um período de rebrota no qual a condição inicial de pós-pastejo contrasta, em termos de fisiologia, com a condição de pré-pastejo. As mudanças na estrutura do pasto são abruptas em curto espaço de tempo (rebrota) e motivadas pela nova condição de ambiente, principalmente pela variação na disponibilidade de luz. Por outro lado, o manejo sob pastoreio contínuo é caracterizado por mudanças mais amenas na condição da pastagem ao longo do período de pastejo. Com o aumento da intensidade de pastejo, maior proporção da forragem produzida é consumida, o que determina pastos menos produtivos e maior período necessário para a recuperação do pasto. No entanto, essa maior produtividade observada na baixa intensidade de pastejo se caracterizou por maiores massas de colmos, inflorescências e material morto.

### 3.1.2.2 Produção animal

No sistema de ILP o manejo do pasto sob baixa intensidade de pastejo proporciona maior ganho médio diário (GMD) para cordeiros em pastagem de azevém anual, assim como o método de pastoreio rotativo resulta em maior taxa de lotação animal. Já as variáveis ganho de peso vivo (GPV) e eficiência de utilização (EU) não são influenciadas pelas estratégias de manejo adotadas nesse protocolo (Tabela 2; Amaral, 2011).

Tabela 2. Ganho médio diário de peso (GMD), taxa de lotação animal (TL), ganho de peso vivo por área (GPV) de ovinos e eficiência de utilização (EU) de pastos de azevém anual manejados com diferentes métodos de pastoreio e intensidades de pastejo (Amaral, 2011).

Variáveis	Método		Intensidade	
	Contínuo	Rotativo	Baixa	Moderada
TL (kg PV/ha)	760 ± 34,8 b	889 ± 81,2 a	766 ± 37,8 b	883 ± 81,4 a
GPV (kg/ha)	315 ± 16,1	290 ± 16,8	299 ± 16,8	305 ± 14,6
GMD (g/dia)	120 ± 14	113 ± 8	127 ± 11a	106 ± 12 b
EU (%)	12,5 ± 1,4	14,0 ± 0,9	14,3 ± 1,2	12,2 ± 1,1

a, b: Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

O fato do GMD ser maior na intensidade de pastejo baixa é justificada pela maior capacidade de seleção da dieta pelos ovinos. Resultados esses são semelhantes aos encontrados por Barbosa et al. (2007). Entretanto, neste ciclo maiores valores de GMD foram observados para as duas intensidades de pastejo (153 g/dia para moderada e 183 g/dia para baixa intensidade). O baixo valor de GPV é explicado pelo pequeno período de ocupação da pastagem (85 dias). No mesmo protocolo Barbosa et al. (2007), observou GPV de 754 vs. 563 kg de PV/ha em intensidades moderada e baixa, respectivamente.

### 3.1.3 Integração soja-bovinos de corte

Este trabalho teve início no ano 2001, a partir de parceria entre a UFRGS e a Agropecuária Cerro Coroado, no Planalto Médio do RS. O foco central do experimento é a produção de gado de corte no inverno e soja no verão. No início do experimento, a área já vinha sendo cultivada há 10 anos no sistema plantio direto (PD), com rotação de soja e aveia sem pastejo. A partir de maio de 2001, na área experimental, de aproximadamente 21 hectares, começou a ser implantada uma mistura de aveia preta + azevém sob pastejo. Os tratamentos consistem em quatro alturas de condução da pastagem: 10, 20, 30 e 40 cm, sendo a produção da lavoura avaliada posteriormente.

Existe conflito sobre o quanto de cobertura vegetal é necessário para as culturas subsequentes em plantio direto. Na fase de pastagem, o gado consome a biomassa acima do solo, que é a mesma biomassa imprescindível para o desempenho do sistema plantio direto. Esse dilema técnico, juntamente com a preocupação de que os

animais em pastejo compactariam o solo, gera resistência à adoção do sistema ILP em áreas de plantio direto no Brasil (Carvalho et al., 2007).

### 3.1.3.1 Produção Vegetal

A relação entre altura do pasto e a massa de forragem constitui importante ferramenta de manejo, pois ao gerenciarmos a altura, manejamos indiretamente inúmeros componentes do sistema. Nesse aspecto, Kunrath et al. (2011a) definiram que a eficiência de utilização do pasto é incrementada com o aumento da altura até 30 cm, quando é máxima, decrescendo a partir deste ponto. Esses autores definiram que o ponto em que a eficiência de utilização do pasto é máxima é o mesmo ponto em que a eficiência de colheita é mínima, demonstrando que, além de ser menor a quantidade de forragem desaparecida, ela é transformada com maior eficiência em produto animal.

Onde o pasto é manejado com intensidade de pastejo moderada (20 e 30 cm de altura) a produção total de massa da forragem da parte aérea foi igual ou superior às áreas não pastejadas. Na média de 10 anos (dados não publicados), as áreas sem pastejo produziram no período de inverno, 5546 kg de MS ha/ano, enquanto onde ocorre pastejo acima de 20 cm, esses valores variam de 5612 a 7487 kg de MS/ha. Entretanto, nas áreas de pastejo intenso (10 cm), essa produção foi menor (4733 kg de MS/ha). Essas diferenças na produção total, associadas à intensidade de pastejo, são responsáveis pela quantidade de resíduo vegetal que permanece sob o solo após o pastejo. Em áreas com pastejo intenso o resíduo foi de apenas 1290 kg de MS/ha, enquanto que nas áreas onde o pasto foi manejado com 30 e 40 cm, o resíduo foi, respectivamente, 4313 e 5547 kg/ha, e nas áreas não pastejadas de 5422 kg de MS/ha.

Em sistemas de integração lavoura-pecuária em plantio direto o aporte de resíduos vegetais é diferente dos sistemas de produção sem a presença do animal em pastejo, tanto na superfície quanto no perfil do solo pelas raízes (Souza et al., 2008; Souza et al., 2009; Souza et al., 2010). Verificou-se que o aporte de carbono, tanto em superfície quanto em profundidade, foi influenciado pela lotação animal e, por este motivo, a altura de manejo do pasto passa a ser um fator de grande importância na dinâmica da matéria orgânica do solo. Em função da intensidade de pastejo adotada, ocorreu maior ou menor desenvolvimento radicular, inversamente proporcional à altura do pasto. Na camada de 0 a 10 cm, foram observadas 1,4; 1,3; 1,2; 1,0 e 0,7 toneladas por hectare de raízes, respectivamente para as alturas de 10, 20, 30, 40 cm e na área sem pastejo (Souza, 2008).

Assim sendo, o aumento na altura de manejo do pasto, e conseqüentemente, o aumento na massa de forragem incrementam a capacidade fotossintética pela maior área foliar que, por sua vez,

umenta a taxa de acúmulo diário e a produção total de forragem. Assim, a manutenção de uma adequada massa de forragem na pastagem é indispensável para assegurar rápida rebrota do pasto, de modo a sustentar taxas de acúmulo condizentes com as taxas de consumo de forragem pelos animais (Risso et al., 1998).

O resíduo vegetal que permanece sobre o solo durante o período de pastejo é extremamente importante para diminuir o efeito do casco dos animais sobre o solo. Os resultados demonstram que a presença de animais em pastagem de inverno, sob cargas adequadas, que mantenham o pasto em torno de 20 cm de altura, possibilita produções de forragem e manutenção de resíduo vegetal semelhantes aos observados em áreas sem pastejo. O diferencial é que, nas áreas pastejadas, além da cobertura vegetal, os animais proporcionam o incremento da ciclagem de nutrientes do solo através da deposição de fezes e urina. Assim, modificações ocorridas devido ao manejo do pastejo têm importantes reflexos sobre a estrutura do pasto, interferindo nos processos de acúmulo, crescimento, padrões de busca e apreensão pelo animal e consumo de forragem, influenciando a produtividade e a eficiência geral do processo produtivo.

Carvalho et al. (dados não publicados), trabalhando com massas de forragem entre 1000 e 5000 kg de MS/ha, demonstraram que o rendimento da lavoura de soja não tem correlação com a massa de forragem mantida durante o inverno que a antecede. As diferenças em rendimento de grãos foram observadas entre os diferentes anos, em função das variações climáticas, sendo que, apenas na safra de 2009/10, Kunrath et al. (2011b) demonstraram diferenças entre as alturas de manejo do pasto, devido principalmente às diferenças na população final de plantas.

### 3.1.3.2 Desempenho animal

Ao longo de dez anos de pesquisa a carga animal média necessária para manter o pasto a 10 cm de altura foi de 1333 kg de PV/ha, enquanto que cargas de 944, 618 e 338 kg de PV/ha foram empregadas para manter o pasto a 20, 30 e 40 cm de altura, respectivamente. Observa-se na Figura 2a que o GMD por animal aumentou com o aumento da altura de manejo do pasto. Houve um acréscimo de 34% no GMD, ao se passar a manejar o pasto de 10 para 20 cm. Após essa altura, os ganhos de peso por animal foram similares.

Sendo o ganho de peso vivo por hectare (kg/ha) função do ganho médio diário (GMD) e do número de animais por área que o pasto pode suportar, as diferenças observadas (Figura 2b) devem-se essencialmente à maior carga animal utilizada no manejo de menor altura, em relação à usada no manejo de maior altura. Apesar desse aumento no ganho por área nas áreas manejadas com menor

altura do pasto, em particular nos pastos manejados com 10 cm, a qualidade da terminação das carcaças não é suficiente para atender as exigências de mercado, exigindo maior tempo de permanência desses animais na propriedade e aumentando o custo de produção desses animais (Aguinaga et al., 2006; Lopes et al. 2008; Wesp, 2010).

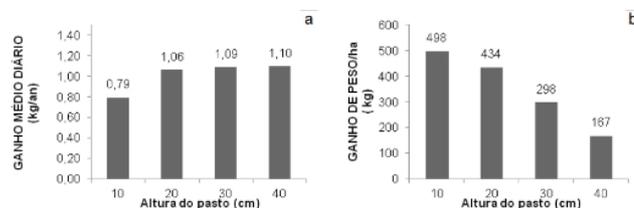


Figura 2. Ganho médio diário (a) e ganho de peso por hectare (b), após 10 anos de pesquisa, em pastagem de aveia + azevém submetida a diferentes alturas de manejo.

Essas relações devem ser bem compreendidas, para que as pastagens fiquem em condição de manejo capaz de proporcionarem a maior produção por hectare possível, sem comprometer a persistência da pastagem, o grau de acabamento animal e a qualidade do solo.

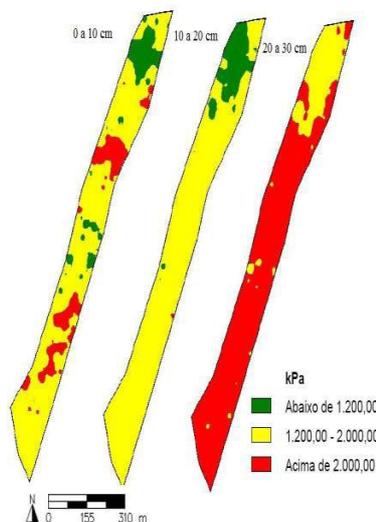
### 3.1.3.3 Efeito do animal nas áreas agrícolas

Os sistemas de ILP causam mudanças nos atributos químicos, físicos, biológicos e na matéria orgânica do solo (Anghinoni et al., 2010). Tais modificações determinam novas condições para a implantação tanto da pastagem como da cultura de grãos subsequente. Nesse sentido, o principal questionamento feito, principalmente por parte dos produtores, é com relação à possibilidade de compactação do solo após a saída dos animais.

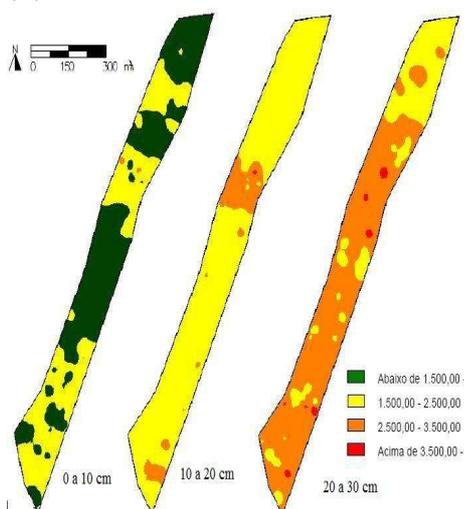
Em função destes questionamentos, uma série de levantamentos acerca da resistência à compactação do solo foram realizadas nos diferentes tratamentos em função da altura de manejo do pasto. Verificou-se que a compactação ocorreu nos tratamentos de menor altura; ou seja, onde a carga animal foi maior (Figura 3a). Entretanto, o processo de compactação do solo ocorreu superficialmente e, com o passar do tempo, o solo retornou à sua condição inicial de resistência à penetração. Após o ciclo da soja a resistência à penetração diminuiu (Figura 3b); mostrando que a presença da leguminosa melhora a condição física do solo. Tal fato se dá pela presença do sistema radicular e da ação dos microrganismos do solo. Além disso, a ação do sistema radicular permite maior aeração do solo pela exploração de áreas para absorção de nutrientes.

Também neste mesmo estudo foi observado que para cada centímetro de redução na altura de manejo do pasto, que os animais aumentavam o tempo de pastejo em 13,4 minutos e caminhavam 183 passos a mais na busca pelo alimento. Também foi estimado um incremento de área impactada pelos cascos em 0,47 m<sup>2</sup>/ha para cada centímetro a menos de altura do pasto, desta forma, a ocorrência

de compactação está diretamente associada à taxa de lotação empregada (Baggio et al., 2009).



(A)



(B)

Figura 3. Resistência do solo à penetração (kPa) em camadas de solo no final do ciclo de pastejo, em novembro de 2007 à direita e no final do ciclo da soja (safra 2007/08) à esquerda.

A utilização de pastejo moderado permite manter melhor agregação das partículas do solo e, manejando o pasto nesta altura, há melhor aeração do mesmo, permitindo adequado desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Tabela 3).

Tabela 3. Diâmetro médio ponderado dos agregados estáveis em água em diferentes camadas de um Latossolo Vermelho Distroférrico em sistema de integração agricultura-pecuária, submetido à intensidades de pastejo sob plantio direto.

Camada	Intensidade de pastejo – cm			
	P10	P20	P40	SP
cm	mm			
0 – 5	3,55 b*	4,37 a	3,84 ab	3,33 b
5 – 10	3,71 ab	4,13 ab	4,17 a	3,49 b
10 – 20	3,55 a	3,63 a	3,78 a	3,50 a
<b>Média</b>	<b>3,60 bc</b>	<b>4,04 a</b>	<b>3,93 ab</b>	<b>3,44 c</b>

\*Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

A biomassa microbiana e a respiração basal são estimuladas pelas maiores intensidades de pastejo (Tabela 4). Nos sistemas de ILP, além do aumento dos resíduos dos animais (esterco e urina), ocorre incremento da biomassa radicular com o pastejo (Souza, 2008). Neste trabalho, o conteúdo de carbono na biomassa microbiana variou entre 1,5 e 2,0%, para plantio direto sem pastejo e altura de 10 cm do pasto, respectivamente (Tabela 4). Gama-Rodrigues (1999), encontraram valores inferiores de carbono na biomassa em solos tropicais do cerrado brasileiro, variando de 0,5% para cultivo convencional até 1,1% em pastagem natural.

Medidas do quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) são importantes para detectar o efeito das condições ambientais, uma vez que é a relação entre o carbono respirado e o carbono imobilizado na biomassa microbiana. Esse quociente não foi afetado pelo pastejo (Tabela 4), sendo que essa resposta pode estar relacionada à fração (15-30%) da biomassa microbiana que é catabolicamente ativa (Mac Donald, 1986).

Tabela 4. Biomassa e atividade microbiana do solo em Latossolo Vermelho distroférrico após sete anos de rotação pasto/soja (Souza et al., 2008).

Atributos microbiológicos	P-10 <sup>(1)</sup>	P-20 <sup>(1)</sup>	P-40 <sup>(1)</sup>	SP <sup>(2)</sup>
Biomassa microbiana (mg C kg <sup>-1</sup> de solo)	648 a	574 b	515 c	465 d
Respiração basal (mg kg <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> de C-CO <sub>2</sub> de solo)	8,1 a	7,6 b	7,4 b	6,3 c
Quociente metabólico (mg CO <sub>2</sub> /mg C dia <sup>-1</sup> ) x 10 <sup>-3</sup>	12,5 <sup>ns</sup>	13,2	14,3	13,5
C-BM/COT (%)	1,98	1,82	1,51	1,47
	a	a	b	b

(1) Altura do pasto. (2) Área sem pastejo. Intensidades de pastejo P-10, P-20 e P-40 representam as alturas de manejo do pasto (cm) obtidas por alterações na taxa de lotação dos animais. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Duncan (p<0,05).

A presença dos animais favorece os efeitos em profundidade da calagem aplicada na superfície do solo. Isto pode ser verificado tanto pelos índices de acidez (pH, saturação por bases e por alumínio), quanto pelos teores de cálcio e magnésio trocáveis no solo (Figura 5). Isto ocorre como resultado da ação conjunta do pastejo (alteração de atributos físicos do solo), do resíduo de culturas (biomassa vegetal sobre o solo) e dos excrementos dos animais (ligantes orgânicos).

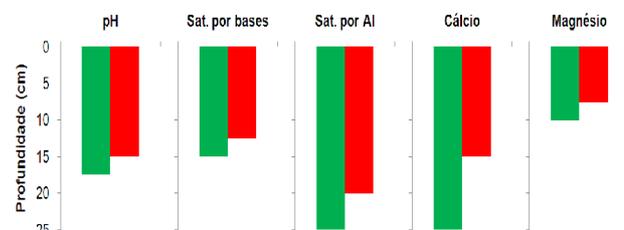


Figura 5. Atributos de acidez, cálcio e magnésio trocáveis em profundidade em áreas com e sem pastejo no solo, após 24 meses da calagem superficial (Nov/2003) em sistema de integração soja-bovinos de corte, submetido a intensidades de pastejo em plantio direto. Fonte: Flores (2008)

O animal em pastejo impõe heterogeneidade no solo, no espaço e no tempo. Essa variabilidade pode afetar a representatividade e o mapeamento dos indicadores de fertilidade do solo, que afetarão as

recomendações de adubação e o próprio rendimento da cultura comercial. Sendo assim, foram mapeadas placas de esterco durante o período de pastejo, em 2010, onde a área coberta com fezes (%) nos tratamentos 10, 20, 30 e 40 cm foi de 1,50; 1,11; 0,86 e 0,44, respectivamente (Damian, dados não publicados). Isso faz com que os nutrientes retornados na forma de fezes e urina sejam díspares nos diferentes tratamentos. Portanto, a presença do animal causa alterações nas vias dos fluxos de nutrientes, bem como na sua natureza e magnitude, modificando o funcionamento do sistema.

### 3.1.4 Integração arroz-bovinos de corte

Em outro trabalho desenvolvido pelo Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia sobre uma Unidade de Observação (U.O.) da EMATER/Viamão, na propriedade denominada "Fazenda dos Touros" avaliou-se, pela primeira vez, um ciclo completo do sistema de rotação arroz x pastagem. Formado por três períodos de pastagens cultivadas de estação fria e uma safra de arroz, ao longo de três anos, teve por objetivo estudar o efeito de um pacote de tecnologias agronômicas disponíveis, aplicado a um sistema real de produção (Saibro & Silva, 1999).

A base teórica desta pesquisa consistiu em avaliar o incremento tecnológico provocado pela remoção de fatores limitantes relevantes sobre o aumento da produtividade e da sustentabilidade do sistema físico de produção. A reduzida drenagem do solo, tanto interna quanto superficial, e a baixa fertilidade do solo foram identificados como fatores limitantes primários. O emprego de uma técnica de manejo adequada ao potencial produtivo das pastagens e o uso de animais jovens, com potencial de resposta aos melhoramentos proporcionados pelo novo sistema, foram também importantes instrumentos para uma correta avaliação dos efeitos provocados no sistema convencional.

Os resultados médios do desempenho animal em quatro estações ou épocas de pastejo, no período inverno-primavera de 1996 até inverno de 1998, para cada uma das pastagens estudadas, revelou ganhos médios diários da ordem de 0,78; 0,66; 0,72 e 0,8 kg/cabeça/dia, respectivamente para os tratamentos azevém + 90 kg de N/ha; azevém + trevo vesiculoso; azevém + trevo branco + cornichão e azevém + trevo ball. Os ganhos de peso vivo por hectare acumulados durante o período foram de 1091; 870; 907 e 505 kg, respectivamente para os mesmos tratamentos. O menor rendimento observado no trevo ball (*Trifolium nigrescens*) deveu-se ao fato de que sua avaliação não tenha ocorrido no primeiro ano (Saibro & Silva, 1999).

O azevém anual confirmou suas características de excelente adaptação, altos rendimentos e qualidade da forragem, quando bem nutrido e adubado com

razoável dose anual (80-100 kg/ha) de nitrogênio, sendo uma espécie confiável para uso no sistema. As leguminosas mostraram que são plantas mais exigentes e necessitam melhores condições de fertilidade e manejo. Os valores da produção da lavoura de arroz (Tabela 5) na sequência às diferentes opções de pastagens demonstram diferenças de até 25% entre as diferentes pastagens utilizadas no período de pousio, mostrando a necessidade de estudo destas rotações.

Tabela 5. Rendimento de arroz (grão com 13% de umidade) em áreas de pousio utilizadas com pastagens de estação fria durante três anos (1996-1998), Fazenda dos Touros, Capivari do Sul, RS (Saibro & Silva, 1999).

Pastagem prévia	Rendimento do arroz (kg/ha)
Azevém + 90 kg/ha de nitrogênio	6172
Azevém + trevo vesiculoso cv. Yuchi	5820
Azevém + trevo branco + cornichão	6027
Azevém + trevo ball	7286

### 3.1.4 Produção Integrada em sistemas leiteiros

Neste trabalho iniciado em 2007, o estudo de caso refere-se a uma pequena propriedade rural no município de São Nicolau e Pirapó, região das Missões do RS. A propriedade trabalhava com 33 vacas em produção numa área útil de 45 ha, e ainda arrendava 8 ha para fazer silagem. Produzia-se aproximadamente 600 litros por dia sob uma base de alimentação de silagem e ração mais pastagens de inverno (aveia) e verão (milheto, braquiária e tifton). Todo o plantio era feito de forma convencional, com preparo de solo. Foi aplicada a metodologia PISA (Produção Integrada de Sistemas Agropecuários em microbacias hidrográficas), sob os auspícios do MAPA, que entre outros é baseada em boas práticas de manejo, utilização eficiente e criteriosa de insumos, manejo conservacionista dos solos, etc.

Tabela 6. Indicadores produtivos de uma propriedade leiteira na região das Missões do RS no início (2008) e depois (2011) da aplicação dos conceitos da produção integrada em nível de propriedade.

Componente do sistema	2008	2011
Litros de leite produzidos / ano	248.200	602.250
Litros de leite produzidos / dia	680	1.650
Litros de leite produzidos / ha / ano	5.515	13.383
Litros de leite produzidos / vaca / dia	17	23
Número de vacas em lactação	35-45	75-85
Custo operacional do litro de leite produzido (R\$)	0,58	0,54
Capacidade de suporte média no inverno (vacas/ha)	1,-1,5	2,5-3,0
Capacidade de suporte média no verão (vacas/ha)	2,-2,5	4,0-5,0
Período de utilização dos pastos de inverno (dias)	60-100	120-200
Período de utilização dos pastos de verão (dias)	50-90	90-160
Capacidade do refrigerador de expansão direta (L)	1000	2000

Várias foram as práticas modificadas no dia a dia da propriedade ao longo dos anos, mas de forma geral elas se pautaram pela introdução do plantio direto, reorganização da matriz forrageira (diversificação + organização espaço-temporal da produção de forragem), diminuição do custo de produção pela diminuição da necessidade de silagem e ração, bem-estar animal com modificação do manejo do

pasto (pastoreio "rotatínuo", um manejo baseado em rotações rápidas e resíduos altos) e dos horários de ordenha, de forma a privilegiar o consumo de pasto. A Tabela 6 apresenta a magnitude de modificação dos índices da propriedade pelo pacote tecnológico PISA.

Os resultados são muito expressivos, como se pode depreender, mas o mais importante não é relatado pelos índices produtivos. A família que não tinha perspectiva de manter seus filhos na propriedade, com o novo horizonte de qualidade de vida passou a poder se fixar no campo.

### 3.2 Integração lavoura-pecuária-floresta

No RS, nas últimas duas décadas, a pesquisa em SSP tem avançado contínua, porém lentamente. Atualmente, a literatura regional conta com alguns poucos trabalhos visando avaliar os SSP de forma integrada, com uma visão holística (solo-árvore-pastagem-animal-clima) em suas dimensões espacial e temporal. No Estado, os trabalhos em SSP se iniciaram com estudos de caso, onde o gado foi colocado em pastejo em sub-bosques com vegetação espontânea, em florestas comerciais de eucalipto e acácia-negra. E, a partir destes resultados preliminares, foram desenvolvidos experimentos silvipastoris com eucalipto (*Eucalyptus* spp.) ou acácia-negra (*Acacia mearnsii*), usando pastagens formadas tanto com gramíneas tropicais quanto com misturas de gramíneas e leguminosas anuais de ciclo hibernal (Saibro, 2001).

Um destes experimentos foi realizado na Estação Experimental Agronômica - UFRGS com duas densidades arbóreas de *E. saligna* (1666 e 833 árvores/ha) e pastagem cultivada de azevém-anual (*Lolium multiflorum*) + trevo-vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) cv. Yuchi; foram também avaliados três níveis de oferta de forragem: 6%, 9% e 13,3% do peso vivo (kg de matéria seca/100 kg de PV/dia) sobre o desempenho animal. No povoamento florestal menos denso a produção animal superou em mais de 30% a do povoamento mais denso até o primeiro ano de idade da floresta e, duplicou até o segundo ano. No povoamento mais denso não ocorreu pastejo a partir de 1,5 anos de idade das árvores, devido principalmente, ao forte sombreamento, o qual reduziu drasticamente a produção de forragem do sub-bosque. O melhor rendimento animal, obtido até os dois anos de idade da floresta, foi de 455 kg/ha de peso vivo no povoamento de 833 árvores/ha com carga animal ajustada para manter em torno de 10% de oferta de forragem, em relação ao peso vivo (Silva & Barro, 2008).

Neste trabalho, também verificou-se grande acúmulo de manta orgânica na superfície do solo até os dois anos de idade da floresta, chegando a valores acima de 8,1 t/ha de matéria seca total (folhas e galhos de eucalipto e herbáceas) no

povoamento florestal de 1666 árvores/ha e em torno de 4,7 t/ha no povoamento de 833 árvores/ha. Esta serrapilheira, que também pode ser considerada uma barreira mecânica ao crescimento do pasto, por outro lado, confere proteção adicional contra a erosão hídrica do solo, ao reduzir ou impedir o escoamento superficial da água, além de conferir maior deposição de matéria orgânica (M.O.) e carbono ao sistema; nesse sentido, foi verificado incrementos de até 1,2% na M.O. do solo na camada de 0-10 cm de profundidade do 5º ao 25º mês de idade da floresta. Além disso, foi observado incremento dos nutrientes fósforo e potássio, nesta camada de solo durante o mesmo período, mostrando o desejável início da ciclagem de nutrientes no SSP (Silva & Barro, 2008).

Outro trabalho com este enfoque sistêmico foi conduzido com acácia-negra em Tupanciretã (RS), na região do Planalto Médio, onde a floresta foi estabelecida com duas densidades arbóreas (1666 e 1000 árvores/ha), sendo após os quatro anos de idade, desbastada para 833 e 500 árvores/ha. No povoamento florestal com 500 árvores/ha (10 m entre linhas e 2 m entre árvores na linha) e pastagem de *Panicum maximum* cv. Gatton, após oito anos, somando 415 dias de pastejo, produziu-se um total de 747 kg/ha de ganho de peso vivo (média de 1,8 kg/ha/dia), além da casca + madeira de acácia-negra (Saibro et al., 2004).

Em resumo, em relação ao desempenho animal nestes dois trabalhos, foram obtidos excelentes índices - de 215 até 380 kg/ha de ganho de peso vivo (GPV), em períodos de pastejo variáveis entre 64 a 108 dias por ano. Em geral, o máximo GMD por novilho situou-se entre 1,20 e 0,90 kg/animal, sendo que estes valores foram afetados principalmente pela espécie florestal, densidade arbórea, espécies forrageiras utilizadas e o nível de oferta de forragem.

A primeira preocupação frequente dos produtores rurais em relação à introdução de gado em áreas florestais se refere aos possíveis danos causados pelos animais às árvores. Em relação a esta questão, em outro trabalho realizado na EEA-UFRGS, avaliando os componentes principais de um SSP, Varella & Saibro (1999), avaliaram o efeito da introdução de bovinos e ovinos na fase de estabelecimento de diferentes densidades arbóreas de *Eucalyptus saligna* (204, 400 e 816 árvores/ha), sobre pastagem nativa. Neste trabalho, os danos causados às árvores foram mais severos quando estas possuíam alturas inferiores a 182 e 154 cm, no momento de início do pastejo, para bovinos e ovinos respectivamente, sendo que isso ocorreu com aproximadamente 6 a 7 meses de idade nas condições edafoclimáticas da região.

Por outro lado, diversos aspectos importantes, além da produtividade individual dos componentes do SSP, devem ser levados em consideração em relação à integração floresta-pecuária. Os efeitos positivos da interação entre os componentes do

SSP, como o incremento da ciclagem de nutrientes (p. ex. pela deposição de fezes e urina dos animais), devem ser considerados quando se adota estes sistemas integrados de produção. Na continuação do experimento citado anteriormente, Fucks (1999) reportou que o pastejo propiciou significativo aumento da altura e do diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores, resultando em melhor qualidade do produto florestal. Este resultado demonstrou evidente benefício da presença do animal e dos seus efeitos sobre o desenvolvimento das árvores, independentemente da densidade arbórea considerada.

É importante destacar que estes índices de produtividade, relatados a partir de quatro experimentos com visão sistêmica, foram obtidos com o emprego de tecnologias inteiramente disponíveis aos produtores rurais, relacionadas tanto ao estabelecimento e utilização das pastagens quanto ao manejo florestal. Assim, é possível afirmar que no RS existem excelentes condições edafoclimáticas para obtenção de altos níveis de produtividade primária vegetal dos componentes arbóreo e forrageiro, quando considerados de forma isolada. Para integrar de maneira sustentável estes dois componentes na presença do animal em pastejo, o principal desafio é elucidar a dinâmica do sistema, ou seja, a intensidade com que ocorrem as diferentes interações entre os seus principais componentes e os respectivos resultados sobre a produção arbórea e animal decorrentes. Assim, uma clara definição das tecnologias a serem utilizadas no desenvolvimento de modelos SSP para o uso dos produtores do RS em nosso meio, deve ser precedida obrigatoriamente por um forte investimento em pesquisa multidisciplinar na área agroflorestal, considerando que é ainda bastante modesto o acervo de informações relevantes neste segmento (Saibro et al., 2009).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados de desempenho animal aqui apresentados contrastam fortemente com a produtividade média de 60-70 kg/ha/ano de ganho de peso de bovinos proporcionada pelo sistema de produção vigente na maioria dos estabelecimentos pecuários no RS. Os sistemas integrados constituem-se em excelentes oportunidades para produção agrícola/florestal e pecuária, permitindo alcançar níveis mais elevados de biodiversidade e produtividade em comparação às pastagens e as lavouras em monocultivos.

O sistema ILP é uma ferramenta de apoio tanto para melhorar as características do solo (Tracy & Zhag, 2008), além de permitir melhor aproveitamento da radiação solar, aumento da biodiversidade, aumento na ciclagem de nutrientes, obtenção de receita adicional em curto prazo, redução dos gastos com insumos, redução da

agressão ao meio ambiente e de riscos de incêndios florestais e incremento no sequestro de carbono.

#### REFERÊNCIAS

- ALTIERI, A.M. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p.19-31, 1999.
- AMARAL, G. A. Consumo de forragem e emissão de metano em ambientes pastoris complexos. Porto Alegre-RS, 2011. 121p **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Plantas Forrageiras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- AGUINAGA, A.A.Q.; CARVALHO P.C.F.; ANGHINONI, I.; SANTOS D.T.; FREITAS, F.K.; LOPES, M.T. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1765-1773, 2006.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A.; SOUZA, E.D.; CONTE, O.; LANG, C.R. Benefícios da integração lavoura-pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto (no prelo). **Fertilidade do solo em plantio direto**. Ponta Grossa: EUPG, p. 1-31, 2011.
- BAGGIO, C.; CARVALHO P.C.F.; SILVA; J.L.S.; ANGHINONI, I., LOPES, M.L.T, THUROW, J.M. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.215-222, 2009.
- BARBOSA, C.M.P.; CARVALHO, P.C.F.; CAUDURO, G.F.; DEVINCENZI, T.; NABINGER, C.; JACQUES, A.V.A. Efeitos de métodos e intensidades de pastejo sobre a ressemeadura natural de azevém anual. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.30, n.4, p.387-393, 2008.
- BARBOSA, C.M.P.; CARVALHO, P.C.F.; CAUDURO, G.F.; LUNARDI, R.; KUNRATH, T.R.; GIANLUPPI, G.D. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1953-1960, 2007 (supl.).
- BARTH NETO, A. Perfilhamento de azevém anual em sistemas integrados: do estabelecimento ao pastejo. Maringá-PR, 2011. 102p **Dissertação** (Dissertação em Zootecnia). – Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.
- BARTH NETO, A.; CARVALHO, P.C.F.; LEMAIRE, G.; SBRISIA, A.F.; SAVIAN, J.V.; AMARAL, G.A.; BREMM, C. Perfilhamento de azevém anual subsequente as culturas de soja e milho sob métodos de pastoreio e intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2011 (submetido).
- CARVALHO, P.C.F.; FLORES, J.P.C.; CEPIK, C.C.T.; LEVIEN, R.; LOPES, M.T.; BAGGIO, C.; LANG, C.R.; SULC, R.M.; PELISSARI, A. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: Carlos Santos Gottschall; Jamir Luis Silva da Silva; Norma Centeno Rodrigues. (Org.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas: Editora da ULBRA, 2005, p. 7-44.
- CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A.; ANGHINONI, I. LANG, C. R., SILVA, J. L. S. SULC, R. M., TRACY, B. Manejo da integração lavoura-pecuária para a região de clima subtropical. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA**, 10., 2006, Uberaba. Anais... Uberaba, 2006. p 177-184.
- CARVALHO, P.C.F.; SILVA, J.L.S.; MORAES, A.; FONTANELLI, R.S.; MACARI, S.; BREMM, C.; TRINDADE, J.K. Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: Paulo César de Faccio Carvalho; Anibal de Moraes; Reuben Mark Sulc. (Org.). **International Symposium on Integrated Livestock Systems**. Curitiba: UFPR, 2007.
- CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. et al. O estado da arte. In: CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Integration of Grasslands within Crop Systems in South America. **Grasslands Productivity and Ecosystems Services**. Eds. Lemaire, G.; Hodgson, J. Chabbi, A. p.219-226, 2011

III Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil

- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. **Safra 2010/2011, décimo levantamento, julho de 2011**. Brasília, 2011. 45p.
- ENTZ, M.H., BELLOTTI, W.D., POWELL, J.M., ANGADI, S.V., CHEN, W., OMINSKI, K.H., BOEL, B. Evolution of integrated crop-livestock production systems. In: McGilloway, D. A. (Org.). **Grassland: a global resource**. Wageningen, p.137-148. 2005.
- FLORES, J.P.C. Atributos físicos e químicos do solo e rendimento de soja sob integração lavoura-pecuária em sistemas de manejo. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. 114 p. (**Tese de Doutorado**)
- FUCKS, L.F.M. Dinâmica da pastagem nativa, desempenho de ovinos e desenvolvimento arbóreo em sistema silvipastoril com três populações de *Eucalyptus saligna*. 1999. 174 f. **Dissertação** (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 227-244.
- KUNRATH, T.R.; CARVALHO, P.C.F.; CADENAZZI, M.; BRAMBILLA, ANGHINONI, I. Harvest and utilisation efficiencies of pasture in no-till integrated crop-livestock systems. **Crop and Pasture Science**, 2011a (aceito).
- KUNRATH, T.R.; CARVALHO, P.C.F.; ASSMANN, J.M.; CARASSAI, I.J.; BREDEMEIER, C.; ANGHINONI, I. LEMAIRE, G. Development and yield of soybeans in integration crop-livestock systems under different grazing intensities. **Agronomy Journal**, 2011b (submetido).
- LOPES, M.L.T., CARVALHO P.C.F., ANGHINONI I., SANTOS, D.T., KUSSI, F., FREITAS, F.K., FLORES, J.P.C. Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade da carcaça de novilhos superprecoces terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.178-184, 2008.
- MAC DONALD, R.M. **Extraction of microorganisms from soil. Biology Agriculture Horticulture**, v.3, p.361-365, 1986.
- MACARI, S. Intensidade de pastejo e métodos de pastoreio na produção de cordeiros com lavoura de verão em sucessão. Porto Alegre-RS, 2010. 242p **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Plantas Forrageiras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- MATTHEW, C. **A Study of Seasonal Root and Tiller Dynamics in Sward of Perennial Ryegrass (Lolium perenne L.)**. Phd Thesis, Massey University, 1992.
- NATIONAL RESEARCH CONCIL - NRC. Nutrient requirement f sheep. 6.ed. Washington, D.C.: **National Academy of Science**, 99p., 1985.
- RISSO, E.J.; BERRETA, E.J.; LEVRATTO, J. ZAMIT, W.S. Efecto de la fertilización de N y P y la carga animal sobre la productividad de una Pastura Natural. In: **SEMINÁRIO DE ACTUALIZACION EM TECNOLOGIAS PARA BASALTO**, 1., 1998, Tacuarembó. Anais... Tacuarembó: INIA, 1998. p.147-152. (Serie Tecnica, 102).
- RUSSELLE, M.P.; BIRR, A.S. Large-scale assessment of symbiotic dinitrogen fixation by crops: Soybean and alfalfa in the Mississippi River Basin. **Agronomy Journal**, v.96, p.1754-1760, 2004.
- SAIBRO, J.C., SILVA, J.L.S. Integração sustentável do sistema arroz x pastagens utilizando misturas forrageiras de estação fria no litoral norte do Rio Grande do Sul. In: **IV Ciclo de Palestras em Produção e manejo de Bovinos de Corte**. p.27-56. 1999.
- SAIBRO, J.C. Animal production from tree-pasture association systems in Brazil. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 19., 2001, São Pedro, SP. Palestra. São Pedro: FEALQ, 2001. p.637-643.
- SAIBRO J.C., CASTILHOS Z.M.S., SILVA J.L.S., VARELLA A.C., LUCAS N.M., SAVIAN, J.F. (2004). Gestão de sistemas silvipastoris no Rio Grande do Sul: Desempenho animal. In **3º Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal** (ed. Anais...) Santa Maria, pp.436-449.
- SAIBRO, J. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; SILVA, J. L. S.; VARELLA, A.C.; LUCAS, N. M.; SAVIAN, J. F. A integração da silvicultura com pastagens e pecuária no Rio Grande do Sul. In: Valerio de Patta Pillar; Sandra Cristina Müller; Zélia Maria de Souza Castilhos. (Org.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. 2 ed. Brasília: MMA, 2009, v.1, p. 260-265.
- SILVA, J. L. S.; BARRO, R. S. Desenvolvimento de sistemas silvipastoris no Rio Grande do Sul. In: Ayala, V.; Lezama, F.; Barrios, E.; Bemhaja, M.; Saravia, H.; Formoso, D.; Boggiano, P. (Org.). **Bioma Campos: innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad**. 1 ed. Minas, Lavalleja, Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), 2008, v. 01, p. 105-116.
- SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.; LIMA, C.V.S.; ANGHINONI, I.; MEURER, E.J.; CARVALHO, P.C.F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1273-1282, 2008.
- SOUZA, E.D. Evolução da matéria orgânica, do fósforo e da agregação do solo em sistema de integração agricultura-pecuária em plantio direto submetido a intensidades de pastejo, 2008. 185 p. **Tese** (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F.; ANDRIGHETTI, M.; CAO, E. Estoques de carbônico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1829-1836, 2009.
- SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F.; FERREIRA, E.V.O.; MARTINS, A.P.; CAO, E.G & ANDRIGHETTI, M. Soil aggregation in a crop-livestock integration system under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34, 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.
- TRECENTI, R.; OLIVEIRA, M.C.; HASS, G. Integração Lavoura-Pecuária-Silvicultura. **Boletim técnico**, MAPA/SDC, 2008.
- WESP, C.L. Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho de novilhos superprecoces e variabilidade espacial do pasto. 2010. 211f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- VARELLA, A.C.; SAIBRO, J.C. Uso de bovinos e ovinos como agentes de controle da vegetação nativa sob três populações de eucalipto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.30-34, 1999.