

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PASTOS HIBERNAIS E PASTEJO ANIMAL COMO FORMA DE INSERIR  
DIVERSIDADE E SUSTENTABILIDADE AO AMBIENTE DE TERRAS BAIXAS  
DO SUL DO BRASIL

THIAGO BARROS  
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Doutor em  
Zootecnia

Área de Concentração Plantas Forrageiras

Porto Alegre (RS), Brasil

Agosto, 2016

CIP - Catalogação na Publicação

Barros, Thiago

Pastos hibernais e pastejo animal como forma de inserir diversidade e sustentabilidade ao ambiente de terras baixas do sul do Brasil / Thiago Barros. - 2016. - 98 f.

Orientador: Paulo Cesar de Faccio Carvalho.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. produção animal. 2. pastos hibernais. 3. arroz irrigado. 4. sistemas integrados. 5. semeadura direta. I. Cesar de Faccio Carvalho, Paulo, orient. II. Título.

THIAGO BARROS  
Engenheiro Agrônomo e Mestre em Zootecnia

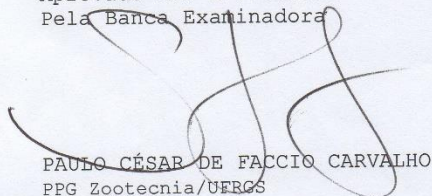
**TESE**

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

**DOUTOR EM ZOOTECNIA**

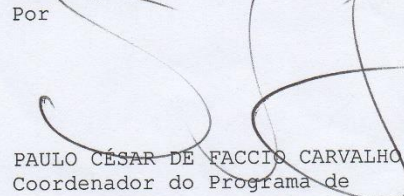
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 17.08.2016  
Pela Banca Examinadora

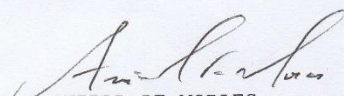


PAULO CÉSAR DE FACCIÓ CARVALHO  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador

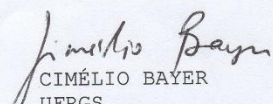
Homologado em: 05.10.2016  
Por



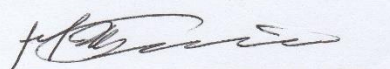
PAULO CÉSAR DE FACCIÓ CARVALHO  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia



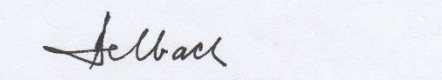
ANÍBAL DE MORAES  
UFPR



CIMÉLIO BAYER  
UFRGS



PAULO RÉGIS FERREIRA DA SILVA  
IRGA



PEDRO ALBERTO SELBACH  
Diretor da Faculdade de Agronomia

## **PASTOS HIBERNAIS E PASTEJO ANIMAL COMO FORMA DE INSERIR DIVERSIDADE E SUSTENTABILIDADE AO AMBIENTE DE TERRAS BAIXAS DO SUL DO BRASIL<sup>1</sup>**

Autor: Thiago Barros

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho

**Resumo** - O ambiente de terras baixas no sul do Brasil é predominantemente explorado com a cultura do arroz irrigado. Baseado em um sistema agrícola pouco diversificado, é comum o uso sucessivo das mesmas áreas ano após ano, com práticas de manejo que envolvem o revolvimento do solo. Isto acarreta em prejuízos tais como a degradação do solo e recursos naturais, além de recorrente baixa rentabilidade da atividade. O cultivo de espécies forrageiras hibernais, associado com o não revolvimento do solo, pode trazer melhorias ao sistema produtivo, seja com seu uso como plantas de cobertura ou com o pastejo animal. O objetivo deste trabalho foi avaliar os benefícios e potencialidades que a utilização destas espécies podem proporcionar e, para tanto, dois estudos principais foram realizados. O primeiro, conduzido no município de Cachoeirinha, RS, avaliou o estado de agregação e o incremento do teor de carbono orgânico do solo, comparando cultivos sucessivos de arroz irrigado em um experimento de longa duração. Os tratamentos foram um sistema manejado na forma convencional, com revolvimento do solo, e outros três sob semeadura direta, com coberturas de: azevém, cornichão e vegetação espontânea. Os resultados indicaram que, na camada de 0 a 5 cm de profundidade, os tratamentos sob semeadura direta apresentaram maiores teores de carbono orgânico e agregação do que o convencional. Já na camada de 5 a 10 cm, para os agregados, o tratamento azevém se destacou em relação aos demais. O segundo estudo foi conduzido no município de Cristal, RS. Foram avaliadas a produção animal e de forragem durante três anos no período hibernar, em diferentes combinações de sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA). Os cultivos estivais trataram-se de arroz irrigado, soja, capim sudão e campo de sucessão, enquanto as pastagens hibernais consistiram de azevém e consórcios desta espécie com trevo branco e cornichão. Os resultados confirmaram a adaptabilidade destas espécies forrageiras ao ambiente de terras baixas e demonstraram as potencialidades que a exploração pecuária possui, sendo necessários, porém, novos estudos para o melhor ajuste do manejo das áreas. Por fim, foi realizado um terceiro estudo, comparando a relação entre a massa de forragem e altura de pastos hibernais em SIPA conduzidos em terras altas com SIPA em terras baixas. A relação no ambiente de terras baixas é menor, corroborando a necessidade de maiores estudos neste ambiente, visto que as alturas ótimas preconizadas para o manejo do pasto se originam de estudos conduzidos em terras altas.

**Palavras-chave:** arroz irrigado, azevém, agricultura conservacionista, sistemas integrados, intensificação sustentável, semeadura direta.

---

<sup>1</sup>Tese de Doutorado em Zootecnia – Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (98p.) Agosto, 2016

## **WINTER PASTURES AND ANIMAL GRAZING AS A WAY TO INTRODUCE DIVERSITY AND SUSTAINABILITY IN THE LOWLANDS OF SOUTHERN BRAZIL<sup>1</sup>**

Author: Thiago Barros

Advisor: Paulo César de Faccio Carvalho

**Abstract** - The lowland environment in Southern Brazil is predominantly explored with the irrigated rice crop. Based on a very low diversified system, in such environment is very common the successive use of the same areas year after year, with management practices that involve soil tillage. This leads to damages such as the degradation of soil and natural resources, in addition to recurrent profitability problems. The insertion of winter pasture species associated with the no-till, as cover crops or for animal grazing, may bring improvements to the system. The objective of the current work was to evaluate the benefits and potentialities that the utilization of such plants can provide. For this, two main studies were performed. The first, conducted in the Cachoeirinha County (Rio Grande do Sul State – RS), evaluated the soil aggregation status and its organic carbon content, by comparing successive irrigated rice croppings in a long-term experiment. The treatments consisted of one system under conventional soil tillage and three others under no-till, being the treatments the following cover crops: Italian ryegrass, birdsfoot trefoil and spontaneous vegetation. The results indicated that, in 0 to 5 cm soil layer, the treatments under no-till presented higher organic carbon contents and greater aggregation, as compared to the conventional system. In the 5 to 10 cm soil layer, the treatment with Italian ryegrass has its aggregation highlighted among the others. The second study was conducted in the Cristal County (RS). The animal and pasture production was evaluated during three years in the winter season, under different combinations of integrated crop-livestock systems (ICLS). The summer croppings were irrigated rice, soybean, Sudan grass and a succession field (native pasture), while the winter pastures consisted of Italian ryegrass and its mix with white clover and birdsfoot trefoil. The results confirmed the adaptability and potentiality of such pasture species and livestock exploration in the lowland environment. However, it is needed further studies for a better management adjustment of the areas. Finally, a third study was performed, comparing the relationship between forage mass and winter pasture height in ICLS conducted in highland and lowland. It was demonstrated that in lowland such relationship is lower, corroborating the necessity of more studies in these conditions, because the optimum heights preconized for pasture management are originated from studies conducted in highlands.

**Keywords:** irrigated rice, ryegrass, conservation agriculture, integrated systems, sustainable intensification, no-till

---

<sup>1</sup>Doctoral thesis in Forrage Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (98 p.) August, 2016.

## SUMÁRIO

<b>Capítulo I – Introdução geral e revisão bibliográfica.....</b>	<b>8</b>
<b>Capítulo II – Agregação e incremento do teor de carbono orgânico em um Gleissolo Háplico cultivado em sistema de semeadura direta de arroz irrigado com diferentes coberturas hibernais no sul do Brasil.....</b>	<b>17</b>
<b>Capítulo III – Produção animal e de forragem em pastagens anuais de inverno durante três ciclos de crescimento em sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas.....</b>	<b>38</b>
<b>Capítulo IV – Relação entre massa de forragem e altura do pasto em pastagens hibernais conduzidas em sistemas integrados de produção agropecuária em ambientes de terras altas e terras baixas no sul do Brasil .....</b>	<b>69</b>
<b>Capítulo V – Considerações finais, Referências bibliográficas, Apêndices e Vita .....</b>	<b>87</b>

## RELAÇÃO DE TABELAS

### Capítulo II

Tabela 1. Teor de carbono orgânico de um solo após 17 anos de cultivo de arroz irrigado sob diferentes sistemas de cultivo e coberturas vegetais em Cachoeirinha, RS.....	27
---	----

### Capítulo III

Tabela 1. Precipitação pluvial e temperatura média do ar durante outono/inverno/primavera dos anos 2013, 2014 e 2015 no município de Camaquã, RS.....	46
---	----

Tabela 2. Sequência cronológica dos tratamentos de diferentes sistemas integrados de produção agropecuária conduzidos no município de Cristal, RS.....	47
--	----

Tabela 3. Número de dias de pastejo por tratamento e ano em pastagens hibernais conduzidas em sistemas integrados de produção agropecuária no município de Cristal, RS.....	52
---	----

Tabela 4. Produção de pastos hibernais pastejados por bovinos em sistemas integrados de produção agropecuária no município de Cristal, RS.....	55
--	----

Tabela 5. Produção animal em pastagens hibernais conduzidas em sistemas integrados de produção agropecuária no município de Cristal, RS.....	56
--	----

## RELAÇÃO DE FIGURAS

### Capítulo II

Figura 1. Diâmetro médio ponderado (DMP) de um solo após 17 anos de cultivo de arroz irrigado sob diferentes sistemas de cultivo e coberturas vegetais em Cachoeirinha, RS. .... 28

Figura 2. Distribuição da massa de solo (%) nas diferentes classes de tamanho de agregados após 17 anos de cultivo de arroz irrigado sob diferentes sistemas de cultivo e coberturas em Cachoeirinha, RS. .... 29

### Capítulo III

Figura 1. Dinâmica da altura média do pasto a cada corte de forragem em pastos hibernais conduzidos em sistemas integrados de produção agropecuária em Cristal, RS .....58

### Capítulo IV

Figura 1. Relação entre massa de forragem e altura do pasto em experimento conduzido em sistema integrado de produção agropecuária em terras altas...78

Figura 2. Relação entre massa de forragem e altura do pasto em experimento conduzido em sistema integrado de produção agropecuária em terras altas...79

.



## RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

ALT	altura do pasto
C	carbono
CA	carga animal
cm	centímetro
DMP	diâmetro médio ponderado
EP	erro padrão
EU	unidade experimental
g	grama
Gha	ganho por hectare
GMD	ganho médio diário
há	hectare
kg	quilograma
L	litro
MF	massa de forragem
Mg	megagrama
mm	milímetro
MOS	matéria orgânica do solo
MS	matéria seca
N	nitrogênio
PTMS	produção total de matéria seca
PV	peso vivo
RS	Rio Grande do Sul
SIPA	Sistemas integrados de produção agropecuária
SPD	sistema plantio direto
t	tonelada
TxAc	taxa de acúmulo

## **CAPITULO I**

### **INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores de arroz irrigado no globo terrestre, sendo o principal país fora do continente asiático. A sua produção se concentra na região Sul do país e o estado do Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor nacional, respondendo por mais de 70% da produção. Cultivado em ambientes de terras baixas, historicamente o arroz sempre esteve associado com a atividade pecuária no RS, tendo em vista que compartilham as mesmas áreas. Na prática, porém, não há interação entre as duas atividades, com o arroz se comportando como uma monocultura.

Apesar de atingir recordes de produtividade e conquistar estabilidade de produção nas últimas décadas, o setor produtivo enfrenta grandes dificuldades em decorrência do sistema baseado no monocultivo. As constantes oscilações de mercado, a falta de diversificação de produtos e o uso crescente de insumos fazem com que haja o comprometimento da renda nas propriedades, que buscam alternativas para continuarem ativas e produtivas. Além disso, existe um esgotamento dos recursos naturais, com grande parte dos solos estando degradados e dificuldade no controle do arroz-vermelho, principal planta daninha da cultura. Os sistemas de cultivo de arroz irrigado são apontados como um dos mais intensivos entre todas as culturas e, no estado do RS, mais de 90% de sua área é cultivada com revolvimento do solo.

Uma das alternativas disponíveis para a recuperação da atividade orizícola é a adoção de práticas de agricultura conservacionista, a exemplo do que ocorre com outras culturas no Brasil. Conceitos como a rotação de culturas, aporte de resíduos e semeadura direta não fazem parte da realidade do ambiente de terras baixas no RS, porém existem elementos que permitem justificar a sua adoção. Historicamente restrita às áreas de planalto, nos últimos anos é crescente a utilização da cultura da soja em terras baixas, impulsionada por programas de pesquisa. O milho vem seguindo o mesmo caminho e, num futuro próximo, poderá ter o mesmo êxito que a soja vem demonstrando. No que tange à atividade pecuária, existem diversas espécies forrageiras adaptadas, tanto de ciclo hibernal quanto estival, ao ambiente de terras baixas e, desse modo, sua utilização pode incrementar o desempenho animal.

O período hibernal é a época do ano que concentra o maior volume de precipitações no RS e o cultivo de grãos em terras baixas fica restrito devido ao excesso de umidade no solo. Desse modo, a utilização de espécies forrageiras é uma das alternativas mais viáveis, podendo as mesmas servirem para cobertura e adição de resíduos ao solo ou ainda para o pastejo animal, em uma época em que tradicionalmente as áreas de produção se encontram em operações de preparo do solo ou pousio. Existem poucos resultados de pesquisa disponíveis tratando de sistemas produtivos diversificados em terras baixas, ao contrário do verificado em terras altas. Porém, com base nos inúmeros benefícios já comprovados da adoção de práticas conservacionistas no planalto e dos potenciais produtivos das espécies forrageiras existentes, pode-se esperar resultados semelhantes também no ambiente de terras baixas.

Desse modo, este trabalho se propôs a avaliar o efeito da utilização de espécies forrageiras hibernais em diferentes sistemas produtivos conduzidos em ambientes de terras baixas, confrontando o sistema de cultivo convencional com sistemas conduzidos sob as premissas da agricultura conservacionista, mensurando assim seus potenciais. Serão apresentados três estudos, sendo dois conduzidos em experimentos de longa duração e um terceiro, utilizando o banco de dados de dois experimentos, buscando subsídios para o melhor manejo dos sistemas.

### **Hipóteses**

A utilização de espécies forrageiras hibernais adaptadas ao ambiente de terras baixas pode: 1) servir como base (produção de resíduo) para a introdução de sistemas envolvendo a semeadura direta dos cultivos de verão; 2) proporcionar melhorias nas características químicas e físicas do solo, quando comparado ao sistema de cultivo convencional; e 3) proporcionar a adoção de sistemas integrados de produção agropecuária, servindo como base forrageira para o pastejo de animais, proporcionando além da adição de resíduo e cobertura do solo, índices de desempenho animal satisfatórios.

### **Objetivos**

1 – Avaliar o estado de agregação e incremento do teor de carbono orgânico de solo das terras baixas em três sistemas de cultivos conduzidos sob semeadura direta consolidada de arroz irrigado com diferentes coberturas hibernais, comparando-os com um sistema de cultivo convencional;

2 – Avaliar a produção animal e de forragem em diferentes sistemas integrados de produção agropecuária no ambiente de terras baixas, durante três ciclos de pastejo hibernais;

3 – Verificar se há diferença na relação entre altura do pasto e massa de forragem em pastagens hibernais cultivadas em sistemas integrados de produção agropecuária no ambiente de terras altas e no ambiente de terras baixas.

## **Revisão bibliográfica**

### **Solos de terras baixas**

Os solos de terras baixas são encontrados em planícies de rios, lagoas e lagunas, tendo como característica comum a formação, em condições variadas, de deficiência de drenagem ou hidromorfismo (Pinto et al., 2004; Streck et al., 2008), sendo conhecidos também como solos de várzea. No estado do RS, estão associados ao cultivo de arroz irrigado e ocupam extensas áreas com relevo variando de plano a suavemente ondulado. Embora inúmeras classes de solo de terras baixas satisfaçam a maior parte das exigências edáficas para a cultura do arroz irrigado, os planossolos e os gleissolos se sobressaem, justamente por apresentarem as menores limitações e também por serem os de maior ocorrência (SOSBAI, 2014).

O seu manejo é de grande complexidade, tanto para o cultivo irrigado quanto para as culturas de sequeiro, tornando-se um desafio o conhecimento e entendimento de todas as reações físicas e químicas nele existentes para a adoção das melhores práticas produtivas e conservacionistas dos sistemas. Os solos de terras baixas no RS compreendem uma área de 5,4 milhões de hectares, onde cerca de 3 milhões contam com estrutura de irrigação (Vedelago et al., 2012).

### **Cultura do arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul**

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, sendo importante fonte de energia para a população devido ao alto teor de amido contido no grão, além de apresentar em sua constituição proteínas, lipídios, vitaminas e minerais. É considerado um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional, fornecendo 20% da energia e 15% da proteína per capita necessária ao homem (Azambuja et al., 2004). Segundo a FAO (2013), sua importância, além da questão alimentar, também se dá por tratar-se de um bem econômico (é uma *commoditie* e item de segurança alimentar) e, no aspecto ambiental, uma cultura que consome grande quantidade de água e contribui significativamente na emissão de gases de efeito estufa. Sua exploração ocorre em todos os continentes do globo terrestre.

O Brasil atualmente ocupa a nona posição no ranking dos maiores produtores de arroz, com 11.236.000 toneladas (FAO, 2013). Este número é a soma da produção dos dois sistemas de cultivo nele explorados, o arroz irrigado e o de sequeiro, onde o primeiro é o grande protagonista, respondendo pela maior área de cultivo, produção e produtividade. O RS é destaque na produção do sistema irrigado, com mais de um milhão de hectares explorados na safra de 2015/2016, sendo responsável por mais de 70% da produção nacional e produtividade média de 7.500 kg ha<sup>-1</sup> (a maior do país), segundo dados estimados pela CONAB (2016).

O cultivo deste cereal no RS remonta há mais de 180 anos, com registros da produção de arroz de sequeiro nas regiões coloniais. As primeiras lavouras irrigadas datam dos anos 1904 e 1905, nos municípios de Pelotas e Cachoeirinha, respectivamente, sendo que a partir de então houve uma contínua expansão de área na metade sul do estado (Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do RS, 1945; Beskow, 1986). Características de relevo, de solo e a existência de abundantes recursos hídricos auxiliaram na instalação da lavoura orizícola nesta região. A introdução da orizicultura em áreas tradicionalmente exploradas com a atividade pecuária deu origem ao binômio arroz-pecuária, que serviu de esteio para o desenvolvimento desta região e até hoje é a atividade econômica mais importante na maioria de seus municípios (Reis & Saibro, 2004; Henkin & Grundling, 2010).

Segundo o Censo do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA)(2006), 133 municípios cultivam arroz no RS, envolvendo mais de 18 mil pessoas diretamente na produção do cereal. Dentre os produtores, existe um histórico de tradição no cultivo, onde 56% estão há mais de 20 anos na atividade, realizada na maior parte em áreas arrendadas (60% da lavoura). Conforme a região produtora, a estrutura fundiária se modifica, existindo áreas

médias de lavouras variando de 47,3 a 285,4 ha. Existe uma série de sistemas de cultivos, como o convencional a lanço ou em linha, o cultivo mínimo, o pré-germinado e a semeadura direta, entre outros.

Na última década, impulsionados pelos avanços decorrentes do “Projeto 10”, programa de pesquisa e extensão de tecnologia desenvolvido pelo IRGA, os níveis de produtividade aumentaram gradativamente, oportunizando a autossuficiência de produção do cereal no Brasil, a partir do ano de 2004 (Henkin & Grundling, 2010). A área explorada tem se mantido estável, onde a disponibilidade hídrica entra como o principal fator limitante. As áreas ociosas costumeiramente se encontram em pousio ou exploradas com pecuária extensiva, apresentando baixos índices produtivos, sendo este tipo de manejo conhecido como o de “corte”, onde a cada três ou quatro anos é cultivado o arroz.

A alternância de cultivo e pousio nas áreas arroteiras serve também como prática de controle para a principal invasora do arroz, o arroz-vermelho (*Oryza spp.*). Segundo Marchezan et. al. (2004), 60% da área cultivada possui de média a alta infestação desta invasora, que teve sua expansão baseada na inexistência de herbicidas seletivos para o arroz durante muitos anos e ao uso intensivo das mesmas áreas. Com o surgimento da tecnologia *Clearfield*, o produtor teve acesso a uma nova ferramenta que, com o uso de cultivares de arroz portadoras de genes que conferem resistência ao grupo químico das imidazolinonas, associado à adoção de uma série de práticas de manejo, controla a incidência desta daninha (SOSBAI, 2014). Porém, o mau uso desta tecnologia, com o cultivo sucessivo na mesma área, fez com que a ocorrência de plantas de arroz vermelho resistentes já seja uma realidade em várias regiões do RS (Ferreira et. al., 2013) comprometendo novamente a utilização de uma parcela representativa da área.

No que tange a parte econômica, a lavoura arroteira possui um custo elevado e a remuneração ao produtor apresenta grandes oscilações ao longo dos anos, muitas vezes não suprimindo os custos de produção. Oliveira & Stulp (2010) tratam a cultura como historicamente dependente de decisões de políticas públicas para contrabalancear o cíclico desequilíbrio entre a oferta e demanda do cereal. Com o estabelecimento do Mercado Comum do Sul em 1991, a importação de países vizinhos aumentou, causando uma pressão na oferta de alimentos, o que potencializou a desorganização do setor produtivo, visto que em diversas safras houve a diminuição do preço da saca, com a consequente queda de renda do produtor.

Não estando integrado a sistemas de produção agrícolas ou agropecuários, o cultivo de arroz caracteriza-se como uma monocultura (Azambuja et al., 2004), estando mais sujeito aos riscos inerentes a este tipo de produção, como quebras de safra, oscilações de mercado, entre outros. O monocultivo e práticas culturais inadequadas na agricultura, como o preparo convencional do solo, têm causado queda na produtividade e degradação do solo e dos recursos naturais (Macedo, 2009). Nesse sentido, e como contraponto, as propriedades agrícolas, em geral, necessitam de alternativas de rotação que possam intensificar o uso da terra, aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção e melhorar a renda (Carvalho et al., 2009)

Dessa forma, a lavoura arroteira passa por um momento de transição, onde busca a adequação a uma demanda crescente de práticas conservacionistas e menos dependentes de insumos, além da procura por alternativas que viabilizem e incrementem seus resultados. Este cenário se vislumbra não só no RS, mas em todo o mundo, na busca por formas de produção mais seguras e sustentáveis. Diversos estudos vêm sendo conduzidos por instituições como o IRGA e Universidade Federal do Rio Grande do Sul no intuito de fornecer alternativas para o cultivo em solos de várzea no estado, sendo que um exemplo a cultura da soja, que vem expandindo consideravelmente sua área e já possui uma cultivar selecionada para o excesso hídrico (Vedelago et al., 2012; IRGA, 2013).

### **Sistema semeadura direta**

A semeadura direta é um dos pilares da agricultura conservacionista, juntamente com o aporte de resíduos ao solo e rotação de culturas (Anghinoni et al., 2013). A partir de sua adoção, uma série de melhorias começam a ser percebidas ao longo do tempo. Com o fim do revolvimento do solo, a estrutura do solo é preservada e é possível recuperar os estoques de carbono e nitrogênio do solo, principalmente nas camadas mais superficiais (Amado et al., 2001).

Os agregados do solo são um dos principais responsáveis por essa recuperação no teor dos estoques, visto que eles protegem a matéria orgânica da ação de organismos decompositores (Diekow et al., 2005), diminuindo o coeficiente de decomposição. A presença de plantas de cobertura também auxilia neste processo, atuando como uma barreira a agentes erosivos (Albuquerque et al., 2011), como as gotas da chuva. Além disso, as plantas adicionam resíduos ao solo e possuem grande influência na formação dos agregados, sendo as gramíneas a espécie mais eficiente, graças ao seu vasto sistema radicular (Six et al., 2000).

No caso do arroz irrigado, a adoção da semeadura direta pode auxiliar no controle do arroz-vermelho, visto que o banco de sementes permanece intocado (Marchezan et al., 2003). A diminuição de custos, em virtude do menor número de operações, também é um fator considerável ao se adotar esse sistema (IRGA, 2016). Como a grande maioria das áreas de produção de arroz no RS são em sistemas que envolvem o revolvimento do solo, a adoção da semeadura direta é um grande desafio a ser vencido para se implementar sistemas de produção mais sustentáveis.

### **Sistemas integrados de produção agropecuária**

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) são arranjos que exploram a diversificação na propriedade, alternando sistemas e cultivos numa mesma área e visam à otimização de recursos, além da sustentabilidade ecológica e econômica das atividades exploradas. Os SIPA diferenciam-se dos demais sistemas integrados pela presença do animal, que influencia e modifica a dinâmica dos nutrientes no solo (Doran, 2002). Quanto mais diverso o sistema, em uma maior escala de tempo e menor espaço físico, maiores as interações entre seus componentes e sinergismos (Anghinoni et al., 2013).

Eles são apontados como uma das formas mais importantes de uso do solo e atingem 25 bilhões de hectares em todo o mundo (Bell & Moore, 2012). Dentre os inúmeros arranjos e tipos de integração, os SIPA estão presentes em cerca de 10% desta área e são responsáveis pela produção de mais de 50% da carne e 90% do leite consumido pela população mundial (Keulen & Schiere, 2004). A FAO (2010) os considera como um modelo de intensificação sustentável para a produção de alimentos, incentivando dessa forma seu uso.

Como alguns benefícios da adoção de SIPA, Franzluebbbers (2007) cita a proteção do solo e controle da erosão a partir do plantio direto e utilização de plantas de cobertura; aumento da matéria orgânica do solo, sequestro de carbono, aumento da diversidade biológica do solo; melhoria da estrutura do solo, além do melhor uso dos nutrientes. No sul do Brasil, os SIPA têm sido proposto como diminuição do risco na atividade agrícola e alternativa ao menor interesse nas rotações com culturas de inverno (Carvalho et al., 2006). Atualmente, encontra maior adoção nas áreas de terras alta (planalto), nos estados do Paraná e RS, onde a soja ou o milho são estabelecidos no verão, enquanto pastagens cultivadas são exploradas durante o inverno. Protocolos experimentais de longa duração têm demonstrado a eficiência desses sistemas ao longo dos anos. Um deles vem sendo conduzido na Fazenda do Espinilho, localizada no município de Tupanciretã (planalto do RS), desde 2001, alternando o cultivo de soja no verão com pastagens de aveia e azevém no inverno, manejadas sob diferentes alturas para o pastejo de bovinos. Nos tratamentos onde o pasto foi bem manejado, melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo foram constatadas (Carvalho et al., 2010).

A intensidade do pastejo é chave para o sucesso no manejo de SIPA. A altura do pasto é uma medida eficaz para se estimar a massa de forragem e assim é uma ferramenta útil para o manejo dos animais e controle da intensidade de pastejo (Grise et al., 2002). A intensidade do pastejo é dada pela pressão de pastejo, relação entre a carga animal e a quantidade de forragem presente na pastagem (FGTC, 1991). A estrutura do pasto pode variar consideravelmente em relação ao manejo imposto, com consequências na produção animal durante a fase da pastagem, bem como nas condições de solo e na palhada para a produção de grãos. Pressões de pastejo baixas podem resultar em desempenhos individuais elevados e por unidade de área baixa, em decorrência da baixa lotação existente. Já em pressões de pastejo elevadas, tanto o desempenho individual quanto por unidade de área tende a ser baixo, visto que existe forte competição por uma baixa quantidade de forragem (Mott, 1984). Em nível de produção em SIPA, deve-se buscar trabalhar com lotações moderadas em pastagens bem fertilizadas (Carvalho et al., 2007).

Cada espécie forrageira possui uma altura de pastejo ideal, sendo este número para os pastos hibernais no sul do Brasil entre 10 e 20 cm de altura (Pontes et al., 2004; Da Silva, 2013; Kunrath et al., 2014). Essas alturas favorecem o desempenho animal, otimizando o consumo, mas também garantem a produção de resíduo suficiente para manter os estoques de



carbono e nitrogênio, podendo existir o incremento de seus teores com a evolução dos sistemas (Moraes et al., 2014).

### **Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas**

Embora compartilhem as mesmas áreas de produção em inúmeras propriedades no RS, a forma como se caracteriza o binômio arroz-pecuária não pode ser considerado como um sistema integrado de fato, pois trata cada atividade de forma individualizada. Existe um contrastante desequilíbrio tecnológico, onde nas lavouras de arroz utiliza-se alta tecnologia em comparação com a pecuária. Os índices de produtividade pecuários são baixos, se assemelhando aos exibidos no sistema tradicional extensivo de produção baseada na pastagem nativa (Saibro & Silva, 1999) e, assim como verificado na pecuária leiteira, de fraco desempenho produtivo (Reis, 1998).

Estudos envolvendo estes sistemas de produção em terras baixas são quase nulos (Carvalho et al., 2005), havendo poucos resultados de pesquisa disponíveis na literatura. Saibro & Silva (1999), avaliaram o desempenho de bovinos de corte durante três anos de cultivo de distintas pastagens, sendo o azevém o principal pasto, existindo consórcios com leguminosas ou combinações de adubação nitrogenada. Foram obtidos ganhos de 0,65 a 0,80 kg PV dia<sup>-1</sup>, além de ganhos por área que variaram de 505 kg PV ha<sup>-1</sup> a 1091 kg PV ha<sup>-1</sup> na pecuária, conforme o tratamento. Os rendimentos na lavoura de arroz foram de 5820 kg ha<sup>-1</sup> a 7290 kg ha<sup>-1</sup>. O azevém confirmou suas características de excelente adaptação, sendo uma espécie confiável para uso no sistema, enquanto que as leguminosas mostraram que são plantas mais exigentes e necessitam melhores condições de fertilidade e manejo. A falta de espécies e cultivares com características de adaptação a ambientes mal drenados e o desempenho abaixo do potencial forrageiro de espécies exóticas por deficiência de manejo, especialmente da drenagem do solo, foram os fatores apontados pelos autores como limitantes até o momento para a adoção destes sistemas no estado.

Por outro lado, ao contrário do verificado no sul do Brasil, países como o Uruguai vêm apresentando resultados de pesquisa consistentes e de longo prazo. Devido às semelhanças de clima e culturas de produção, os dados gerados podem servir de modelo ao Rio Grande do Sul. Pesquisadores do Instituto Nacional de Investigación Agropecuária, por exemplo, vêm conduzindo, desde 1999, experimentos com o objetivo de validar novas tecnologias em sistemas envolvendo arroz e pecuária. Em uma área de 78 hectares dividida em sete poteiros, existe a produção de arroz, carne bovina e ovina, além de lã e pastagens consorciadas de azevém, trevo branco e cornichão, espécies muito bem adaptadas aos solos de terras baixas do RS (Menezes et al., 2001). Os resultados obtidos demonstram o controle do arroz vermelho, menor incidência de pragas e doenças na lavoura do arroz, incremento de 15% na produção de arroz, além de produção anual média de 250 kg ha<sup>-1</sup> de carne (bovina e ovina) e 13 kg ha<sup>-1</sup> de lã (INIA, 2009). As análises financeiras sugerem uma maior segurança e incremento de renda com a diversificação das receitas ao longo dos anos, com uma atividade compensando a outra em determinados períodos.

Estudos de Altuve & Pallares (2000) na Argentina, caracterizando a recuperação da flora nativa em áreas de resteva de arroz demonstraram grande porcentagem de solo desnudo no primeiro ano, independentemente do sistema de cultivo, além da ocorrência de espécies de baixa qualidade forrageira. A regeneração do campo natural, à semelhança do existente antes do cultivo do arroz, levou de 2 a 4 anos, o que ocasionou baixos índices produtivos. Desta forma, a alternância de cultivos agrícolas com espécies formadoras de pastagens deve ir ao encontro da busca pela construção de sistemas sustentáveis para produção animal e vegetal, possibilitando melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, com menor revolvimento e maior diversidade de resíduos para renovar a sua matéria orgânica (Moraes et al., 2002).

Em termos globais, os países asiáticos são os maiores produtores de arroz. Com uma estrutura fundiária e sistemas de produção distintos da América do Sul, diversos tipos de integração envolvendo animais são utilizados. O uso de peixes e patos, para controle de pragas, invasoras, fertilização e alternativa de renda é comum em países como Filipinas, Vietnã e China (Devendra & Thomas, 2002) e são descritos incrementos de renda que variam de 77% a 275% (Ganesan et al., 1991; Thein et al., 1996). Grandes ruminantes são utilizados para operações de preparo do solo, para o fornecimento de adubo (em muitos sistemas agrícolas é a única fonte de nutrientes para o cultivo), além do pastejo direto, onde bubalinos, bovinos e a produção de leite são explorados (Devendra & Thomas, 2002). Projeta-se que os sistemas agrícolas e animais serão intensificados e terão crescimento contínuo nos próximos anos e que predominarão na Ásia durante um bom período de tempo (Devendra, 2007), confirmando que este tipo de arranjo produtivo é uma tendência mundial.

## **CAPÍTULO II**

### **AGREGAÇÃO E INCREMENTO DO TEOR DE CARBONO ORGÂNICO EM UM GLEISSOLO HÁPLICO CULTIVADO EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA DE ARROZ IRRIGADO COM DIFERENTES COBERTURAS HIBERNAIS NO SUL DO BRASIL**

**Agregação e incremento no teor de carbono orgânico de um Gleissolo Háptico cultivado em sistema de semeadura direta de arroz irrigado com diferentes coberturas hibernais no sul do Brasil**

**Resumo** - O arroz irrigado é uma das principais atividades do setor primário na região sul do Brasil, com o estado do Rio Grande do Sul sendo o principal produtor nacional. O sistema produtivo se baseia no monocultivo, existindo o preparo e revolvimento do solo na maior parte dos cultivos, com as áreas de produção permanecendo comumente em pousio durante o período hibernais. Este modelo de produção resulta em prejuízos à atividade, tais como a queda na produtividade da cultura e a degradação dos solos, sendo que práticas de agricultura conservacionistas podem ser inseridas nos modelos produtivos com vistas de se trazer maior sustentabilidade. O não revolvimento do solo, em conjunto do cultivo de espécies forrageiras hibernais como plantas de cobertura, pode proporcionar incrementos no estoque de carbono orgânico do solo, além de uma maior estruturação do mesmo ao longo do tempo. O objetivo deste estudo foi avaliar o estado de agregação e o incremento no estoque de carbono orgânico do solo em um protocolo de longo prazo, comparando um sistema de cultivo convencional com três sistemas em semeadura direta consolidada de arroz irrigado, cujas coberturas hibernais foram: azevém anual, cornichão e campo espontâneo. Os resultados indicaram que, após 17 anos de cultivo, todos os tratamentos envolvendo a semeadura direta apresentaram um melhor estado de agregação e aumento no estoque de carbono orgânico ( $P < 0,05$ ) quando comparados ao cultivo convencional na camada de 0 a 5 cm.

Já na camada de 5 a 10 cm, apenas o tratamento com azevém anual apresentou maior estado de agregação ( $P < 0,05$ ) em relação ao cultivo convencional, que por sua vez apresentou maior estoque de carbono orgânico ( $P < 0,05$ ) em relação ao tratamento campo de sucessão, com o azevém anual e o cornichão não se diferenciando de ambos ( $P > 0,05$ ).

Palavras-chave: azevém, cornichão, terras baixas, qualidade do solo

### **Aggregation and increase in organic carbon contents of an Albaqualf under no-till irrigated rice cropping with different winter cover crops in Southern Brazil**

**Abstract** - The irrigated rice is one of the main activities of primary sector in Southern Brazil, being the Rio Grande do Sul State the main national producer. The production system is based on monocropping, existing the soil tillage in most of the areas. In addition, such areas commonly remain under fallow period during the winter season. This production model results in damages for the activity, such as decreases in crop yield and soil degradations. In this context, conservation agriculture practices may be inserted in the production models aiming to a higher sustainability. The no-till in addition to the soil covering by winter pasture species can lead to increases in the soil organic carbon stocks and in its structuration. The objective of the current study was to evaluate the soil aggregation status and the increase in the soil organic carbon stocks in a long-term experiment, comparing one system where soil tillage was performed

and three systems under consolidated no-till of irrigated rice, with Italian ryegrass, birdsfoot trefoil and spontaneous vegetation as the winter cover crops. The results indicated that, after 17 years, all the treatments under no-till presented a greater soil aggregation status and increases in organic carbon stocks in the 0 to 5 cm layer ( $P < 0.05$ ), when compared to the tilled system. In the 5 to 10 cm soil layer, only the treatment with Italian ryegrass presented a greater aggregation status ( $P < 0.05$ ) as compared to the treatment with spontaneous vegetation, with the Italian ryegrass and birdsfoot trefoil treatments do not differing from both ( $P > 0.05$ ).

Keywords: Italian ryegrass; birdsfoot trefoil; lowlands; soil quality

## **Introdução**

O arroz irrigado é uma das principais atividades do setor primário na região sul do Brasil, ocupando predominantemente áreas de terras baixas ou planícies, comumente denominadas várzea, com relevo plano a suavemente ondulado. Com o sistema produtivo caracterizado como uma monocultura, é comum o uso sucessivo deste cereal ano após ano na mesma área, sendo o período hibernal praticamente inexplorado, permanecendo em pousio ou em operações de preparo do solo. No estado do Rio Grande do Sul, maior produtor nacional, mais de um milhão de hectares são semeados anualmente (SOSBAI, 2014), predominantemente em sistemas com revolvimento de solo, seja o cultivo convencional ou o cultivo mínimo (preparo antecipado), correspondendo a 21% e 67% da área total, respectivamente (Menezes et al., 2012). Estes

modelos de produção resultam em prejuízos, como a queda na produtividade da cultura, além da degradação do solo e recursos naturais (Palmeira et al., 1999; Macedo, 2009). A área anualmente cultivada sob semeadura direta não ultrapassa 6% do total.

Nesse cenário, a utilização de práticas de agricultura conservacionista como alternativa aos modelos de produção vigentes pode trazer melhorias ao solo e maior sustentabilidade à atividade orizícola. O não revolvimento do solo e a introdução de espécies forrageiras hibernais para cobertura são dois exemplos capazes de promover melhorias nos atributos físicos e químicos dos solos em áreas de terras baixas (Borges et al., 2003; Vedelago et al., 2012 e Carmona et al., 2012). No que tange a espécies forrageiras hibernais e o ambiente de terras baixas, gramíneas como o azevém anual e a aveia preta, além de leguminosas como o cornichão, trevo branco e a serradela podem ser utilizadas em sucessão ao cultivo do arroz, incrementando os resultados na atividade pecuária (Saibro & Silva, 1999) ou simplesmente adicionando resíduos ao solo, proporcionando o melhor uso da área durante o ano. Além disso, essas espécies podem servir de alicerce para a alteração do sistema de cultivo, passando para a semeadura direta, com a dessecação das mesmas precedendo o cultivo do cereal e eliminando o revolvimento do solo.

Isto vem ao encontro de resultados obtidos em culturas de sequeiro, onde trabalhos de pesquisa e a própria utilização destas práticas é mais antiga e já incorporada aos sistemas de cultivo, acarretando em um aumento da qualidade do solo como um todo (Anghinoni et al., 2013). A recuperação dos teores da matéria orgânica do solo (MOS) é possível, visto que as taxas de

perdas da mesma são reduzidas com o fim do revolvimento, sendo o incremento dependente da qualidade e quantidade do aporte de resíduos dos cultivos (Bayer et al., 2000).

Especificamente quando se trata da qualidade física do solo, a agregação tem se destacado como um dos principais indicadores utilizados (Vezzani & Mielniczuk, 2009), por ser o resultado de processos químicos, físicos e biológicos do solo. Ela pode ser definida como um grupo de duas ou mais partículas primárias (silte, areia ou argila) que aderem umas às outras mais fortemente do que com as partículas que as circundam (Kemper & Chepil, 1965). A adesão das partículas primárias e secundárias forma a estrutura do solo, a qual pode apresentar estabilidade que depende do estado de agregação. A estrutura está relacionada e influencia a porosidade, a aeração, a infiltração de água, o suprimento de nutrientes, o crescimento das plantas, as raízes e a biomassa microbiana, além de exercer controle nos processos erosivos (Dexter, 1988; Franzluebbers, 2002 a,b).

Os agregados podem ser divididos pelo seu tamanho, existindo os macroagregados (diâmetro maior que 2,00 mm), os microagregados (diâmetro menor que 0,25 mm) e ainda os mesoagregados (situados entre estes dois extremos) (Tisdall & Oades, 1982). Os solos melhores estruturados são aqueles que possuem maior proporção de macroagregados, sendo que estes possuem um importante papel na proteção física da MOS. Isto porque tais agregados colaboram para diminuir a exposição da mesma à atividade microbiana (Balesdent et al., 2000), existindo uma relação direta entre o incremento no teor da MOS e o aumento da agregação (Carpenedo &



Mielniczuk, 1990; Silva & Mielniczuk, 1997). A formação e estabilização dos agregados dependem de diversos fatores que atuam nas distintas classes de agregados. Os macroagregados são estabilizados pela MOS lábil, sendo mais sensíveis às práticas de manejo e condições climáticas. A estabilidade dos microagregados depende das ligações organo-minerais, sendo influenciados pelos agentes cimentantes nos processos de agregação como a MOS, a textura, o tipo de argila, íons, ação de microorganismos e raízes (Silva & Mielniczuk, 1997, 1998; Carter, 2002).

Neste sentido, o presente trabalho objetivou estudar o estado de agregação de um Gleissolo Háptico, cultivado com arroz irrigado em sistema de semeadura direta consolidada sob três diferentes coberturas hibernais (uma gramínea, uma leguminosa e um campo espontâneo), comparando-os com um sistema de cultivo convencional, considerando o incremento no estoque de carbono orgânico, a distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes e o diâmetro médio ponderado (DMP).

### **Material e Métodos**

O experimento utilizado vem sendo conduzido desde o ano de 1996 na Estação Experimental do Arroz do Instituto Rio-Grandense do Arroz, localizada no Município de Cachoeirinha, região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O solo da área experimental é classificado como Gleissolo Háptico distrófico típico (Embrapa, 2006). Naquele ano, deu-se início ao cultivo de arroz irrigado durante o período estival (safra 1996/97), sendo o mesmo repetido em todas as safras subsequentes, existindo um tratamento

conduzido sob sistema de cultivo convencional, com revolvimento do solo, e três sob semeadura direta. Na implantação do experimento as características do solo eram: 140 g kg<sup>-1</sup> de argila; 16,0 g kg<sup>-1</sup> de MOS (9,30 g kg<sup>-1</sup> de carbono orgânico); 9,8 mg kg<sup>-1</sup> de P; 25 mg kg<sup>-1</sup> de K; 1,2 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de Ca e 0,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de Mg (Menezes et al., 2001).

Em sucessão ao cultivo anual de arroz irrigado, distintos manejos de solo e coberturas de inverno foram utilizados, constituindo quatro tratamentos, sendo um conduzido em cultivo convencional e os demais em semeadura direta. No tratamento convencional foi realizado o revolvimento do solo, anualmente após a colheita do arroz, com enxada rotativa acoplada ao trator, ficando a área apta ao próximo cultivo. Nos demais tratamentos, sob semeadura direta, após a colheita do arroz, foram cultivadas duas espécies forrageiras de inverno: azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) e cornichão (*Lotus corniculatus*), semeados anualmente na resteva do arroz, sendo o tratamento restante um campo com vegetação espontânea, onde predominavam espécies nativas. Em todos os anos, anteriormente à semeadura do arroz, foi realizada a dessecação dos cultivos hibernais e vegetação espontânea. As práticas de cultivo e manejo do arroz irrigado seguiram as recomendações técnicas da SOSBAI (2014), sendo que durante o período hibernar não houve adubação das unidades experimentais. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições

Em junho de 2011 foram realizadas coletas de solo nas camadas de 0 a 5 e de 5 a 10 cm, sendo determinado o teor de MOS de acordo com a metodologia de Tedesco et al. (1995) e transformado para carbono orgânico.

Em outubro de 2013, no período anterior à semeadura do arroz irrigado, foram coletadas amostras de solo nas duas camadas, sendo as mesmas duplicadas e acondicionadas em potes plásticos, de modo a preservar a estrutura do solo e com o objetivo de determinar o estado de agregação do solo.

Para determinação dos agregados do solo, foi utilizado o método descrito por Kemper & Chepil (1965), com alterações propostas por Carpenedo & Mielniczuk (1990) e Silva & Mielniczuk (1997), consistindo na separação dos agregados em classes de tamanho pela dispersão e peneiramento em meio úmido. O solo foi destorroado manualmente, observando os pontos de fraqueza e excluindo fragmentos de plantas ou outros resíduos. Foram retiradas duas subamostras com cerca de 50 g cada, contendo agregados e solo solto, sendo o mais representativo possível da amostra original. Estas subamostras foram mantidas durante 16 horas em papel filtro dentro de um recipiente com lâmina de água para umedecimento por capilaridade, e após foram transferidas para um conjunto de peneiras com aberturas de 4,76; 2,00; 1,00; 0,50 e 0,25 mm, submersas em água e acopladas a um agitador com oscilação vertical. Agitado por 15 minutos a 42 oscilações por minuto, o material retido em cada peneira foi transferido com o auxílio de jatos de água para recipientes, sendo colocados em estufa a 105°C para determinação da massa seca de solo retido em cada peneira. Após a pesagem, o material foi colocado em solução dispersante (solução de NaOH 1 mol L<sup>-1</sup>), lavado sobre a respectiva peneira e levado novamente a estufa para secagem e posterior pesagem, afim de se descontar a massa de materiais como cascalho, grãos de areia ou outros, obtendo-se

somente a massa dos agregados correspondentes àquela respectiva classe de tamanho (peneira).

Para o cálculo do DMP foi utilizada a equação:

$$AGR_i = (mAGR_i / \Sigma AGR) \times 100,$$

onde  $AGR_i$  é igual a percentagem de agregados da classe  $i$ ;  $mAGR_i$  é a massa de agregados da classe  $i$  e  $\Sigma AGR$  é a massa total de agregados; e

$$DMP = [ \Sigma (AGR_i \times d_i) / \Sigma AGR ],$$

onde  $d_i$  é o diâmetro médio da classe  $i$ , obtido por (malha superior + malha inferior)/2.

Os dados obtidos foram avaliados pela análise de variância ( $P < 0,05$ ) sendo que, quando fosse alcançada significância estatística, foram comparadas as médias, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de significância. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + \text{Erro a (ij)} + P_k + \text{Erro c (ik)} + T_j P_k + \text{Erro c (ijk)}$$

Onde:  $\mu$  = média geral do experimento; B = bloco ( $i = 1, 2, 3$ ); P = profundidade ( $j = 1, 2$ ); T = tratamento ( $k = 1, 2, 3, 4$ ) e Erro = erro experimental.

## Resultados

Os resultados demonstraram que houve efeito dos tratamentos quanto ao incremento do teor de carbono orgânico ao longo do tempo, havendo interação entre os tratamentos e as camadas de solo amostradas (Tabela 1). Na camada de 0 a 5 cm, os tratamentos que não envolvem revolvimento do solo e apresentam coberturas de inverno não se diferenciaram entre si, apresentando uma média de  $16,08 \text{ g kg}^{-1}$  no teor de carbono orgânico, com

amplitude de 2,91 g kg<sup>-1</sup> entre o maior e menor. Estes três tratamentos foram superiores ao convencional, apresentando em média incremento de 6,20 g kg<sup>-1</sup> no teor de carbono orgânico. Já na camada de 5 a 10 cm, houve uma inversão em relação aos tratamentos, com o convencional apresentando maior teor de carbono orgânico (9,88 g kg<sup>-1</sup>), diferenciando-se do campo espontâneo, enquanto as coberturas de azevém anual e cornichão demonstraram valores intermediários, não diferindo estatisticamente tanto do convencional como do campo espontâneo. Dentro de cada tratamento, estes valores indicaram que, com exceção do convencional, onde não existiu diferença entre as duas camadas amostradas, na camada de 0 a 5 cm houve um maior incremento no teor de carbono orgânico do solo.

TABELA 1. Teor de carbono orgânico de um solo após 17 anos de cultivo de arroz irrigado sob diferentes sistemas de cultivo e coberturas vegetais em Cachoeirinha, RS.

Camada	Semeadura direta			Cultivo
	Azevém	Cornichão	Campo	Convencional
Cm	-----g kg <sup>-1</sup> -----			
0 – 5	14,53 Aa	17,44 Aa	16,28 Aa	9,88 Ba
5 -10	8,14 ABb	6,98 ABb	5,81 Bb	9,88 Aa

Letras minúsculas distintas diferem os tratamentos na coluna e letras maiúsculas na linha pelo teste de Tukey (5%)

Para o DMP, na camada de 0 a 5 cm, os tratamentos que não possuem revolvimento do solo apresentaram valores superiores estatisticamente ao convencional (Figura 1). O valor médio do DMP foi de 2,58 mm, sendo em média 1,11 mm superior ao convencional. Já na camada de 5 a 10 cm, o tratamento envolvendo a cobertura de azevém anual foi o que apresentou maior DMP (3,13 mm), sendo que o campo espontâneo (2,33 mm) se agrupou

tanto com o azevém anual quanto com o cornichão (2,20 mm) e o convencional (1,80 mm), sendo que estes dois últimos são inferiores estatisticamente em relação ao azevém anual e não diferem entre si. Dentro de cada tratamento não houve diferença estatística entre as duas camadas.

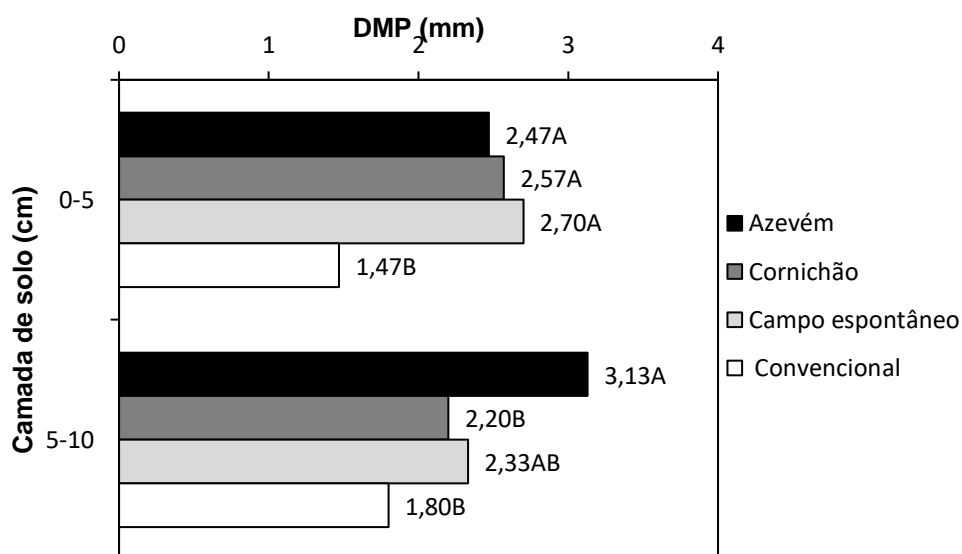


FIGURA 1. Diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados do solo após 17 anos de cultivo de arroz irrigado sob diferentes sistemas de cultivo e coberturas vegetais em Cachoeirinha, RS. Letras maiúsculas distintas diferem entre camadas pelo teste de Tukey (5%)

Para a distribuição percentual dentro das classes de agregados, a camada de 0 a 5 cm (Figura 2) apresentou diferenças nos extremos, ou seja, nas classes 01 (que em conjunto com a classe 02 compõe os macroagregados) e na classe 06 (que compõe os microagregados). Já na a camada de 5 a 10 cm (Figura 2) foram observadas diferenças apenas na classe 01. As demais classes, em ambas as camadas, não diferiram estatisticamente. Na camada de 0 a 5 cm, o maior percentual na classe 01 foi nos tratamentos campo espontâneo (33,0%) e cornichão (30,8%), ficando o azevém anual (26,2%)

agrupado tanto com estes dois tratamentos como com o convencional (14,1%), inferior aos dois primeiros. Na classe 06, a maior concentração ocorreu no convencional (51,6%), que foi superior estatisticamente ao cornichão (28,5%) e ao azevém anual (24,9%) e não diferiu do campo espontâneo (34,3%), que também se agrupou ao cornichão e ao azevém anual. Na camada de 5 a 10 cm, dentro da classe 01, o azevém anual (38,6%) foi superior estatisticamente ao convencional (17,3%), sendo que o campo espontâneo (26,2%) e cornichão (26,1%) não diferiram estatisticamente tanto do azevém anual como do convencional.

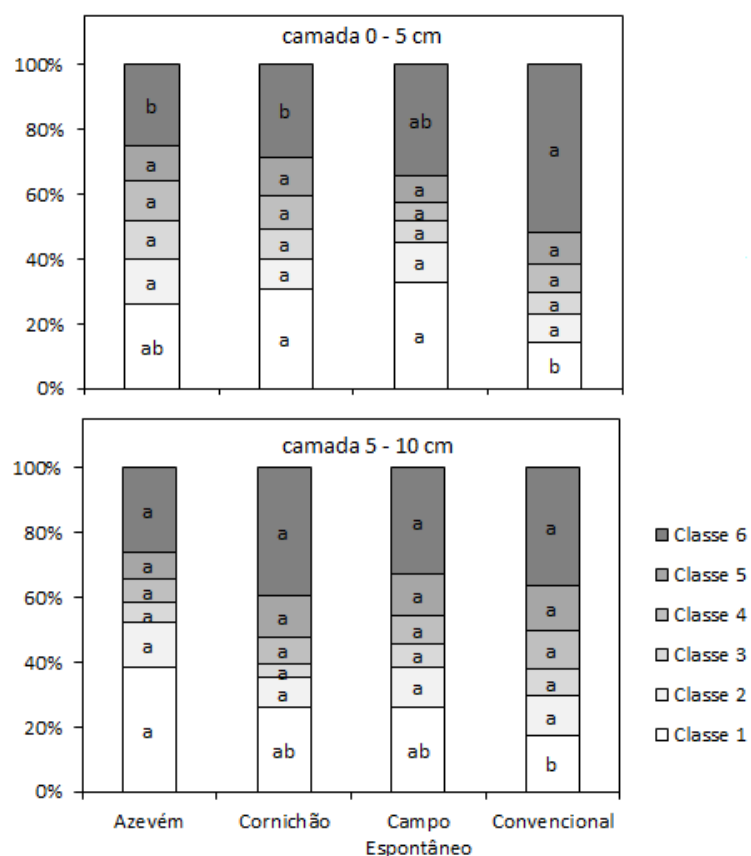


FIGURA 2. Distribuição da massa de solo (%) nas diferentes classes de tamanho de agregados após 17 anos de cultivo de arroz irrigado sob diferentes sistemas de cultivo e coberturas vegetais em Cachoeirinha, RS.

Letras minúsculas distintas diferem as classes entre tratamentos pelo teste de Tukey (5%).

Classe 1: <0,25 mm; Classe 2: 0,5 a 0,25 mm; Classe 3: 1,00 a 0,5 mm; Classe 4: 2,00 a 1,00 mm; Classe 5: 4,76 a 2,00 mm; Classe 6: >4,76 mm.

## Discussão

O não revolvimento do solo associado a utilização de diferentes espécies de cobertura durante o período hibernar resultou, via de regra, em um solo com maior estabilidade de agregados (maior DMP e maior concentração de macroagregados) e com maior teor de carbono orgânico na camada de 0 a 5 cm, quando comparados ao sistema convencional. Na camada de 5 a 10 cm, porém, as diferentes coberturas agruparam-se de forma distinta, com o azevém anual se destacando e estando sempre nos maiores valores para teor de carbono orgânico, DMP e no percentual da classe 01, a de maior tamanho de agregados, sendo que as outras coberturas se equivaleram ao convencional.

A ação do preparo pulveriza o solo e acaba por destruir seus agregados (Six et al., 2002), que são um dos principais mecanismos de estabilização da MOS no solo, constituindo-se numa barreira física que impede o acesso de organismos decompositores (Tisdall & Oades, 1982, Diekow et al., 2005, Bayer et al., 2011). Este preparo, associado a ausência de espécies de cobertura durante o inverno no sistema convencional, expõe o solo à ação de agentes erosivos (Albuquerque et al., 2005), o que acentua suas perdas, além de impedir a conservação de condições de umidade e temperatura ideais para o desenvolvimento de microorganismos e incremento do teor do carbono orgânico (Palmeira et al., 1999). Dessa forma, menores teores de carbono orgânico bem como menores valores de DMP e maior concentração de microagregados são resultados previstos para o sistema convencional. Porém, no caso do arroz irrigado, também existe o efeito da lâmina de água utilizada na irrigação do cereal. Esta lâmina, como demonstrou Nascimento et al. (2009),



pode afetar a estabilidade dos agregados e o próprio mecanismo de proteção da MOS, sendo também agente de distúrbios em sistemas conservacionistas, impedindo a formação de agregados maiores e mais estáveis.

Em um estudo comparando seis sistemas de produção em terras baixas, envolvendo combinações de monocultivo de arroz ou sucessão de arroz com soja e/ou milho, todos com sistema convencional, com um sistema em semeadura direta de arroz cultivado anualmente e tendo azevém anual durante o inverno, Palmeira et al. (1999), após dez safras, constataram que os tratamentos que envolviam preparo do solo apresentaram DMP e teor de carbono orgânico inferiores ao tratamento com semeadura direta. O tratamento sob semeadura direta neste trabalho pôde ser comparado a testemunha do experimento, um campo sem cultivo algum. As avaliações ocorreram na camada de 0 a 10 cm, sendo os valores encontrados para DMP nos tratamentos com revolvimento entre 0,98 a 1,81 mm e na semeadura direta de 2,78 mm, ambos próximos dos encontrados neste presente estudo. Para o teor de carbono orgânico repetiu-se o mesmo padrão, ficando os tratamentos que envolviam o revolvimento entre 9,30 a 10,46 g kg<sup>-1</sup> e a semeadura direta com 12,79 g kg<sup>-1</sup>. O mesmo comportamento foi observado na distribuição das classes dos agregados, onde os tratamentos com revolvimento do solo, independente da sequência de cultivos, apresentaram menor proporção nas classes de maior tamanho, concentrando-se nas classes de menor tamanho consequentemente.

Contraopondo esta tendência, o estudo de Borges et al. (2003) comparou, também em um ambiente de terras baixas, oito diferentes sistemas de cultivo,

sendo dois envolvendo somente o monocultivo do arroz com revolvimento do solo, e os restantes em semeadura direta alternando culturas de grãos estivais (arroz e/ou soja e/ou milho) com coberturas hibernais (azevém anual e/ou aveia e/ou ervilhaca). Neste caso, as avaliações ocorreram nas camadas de 0 a 2,5 cm, de 2,6 a 5,0 cm e de 5,1 a 10,0 cm, sendo que os teores de carbono orgânico não se diferenciaram entre os tratamentos e camadas (variando de 11,63 a 18,60 g kg<sup>-1</sup>) e, na profundidade de 5 a 10 cm, os sistemas envolvendo o revolvimento do solo apresentaram maior DMP quando comparados aos sistemas em semeadura direta. O mesmo comportamento foi observado nos percentuais da classe 01, com o sistema convencional sendo superior, sendo que na classe 06, os valores foram inferiores ou se equivaleram aos tratamentos sob semeadura direta. Neste estudo, somente na camada superficial (0 a 2,5 cm) houve maior tamanho de DMP e concentração de agregados na classe 01 nos sistemas sob semeadura direta em comparação ao sistema convencional.

A diferença do estudo de Borges et al. para o de Palmeira et al. e o presente é a duração dos mesmos, visto que no primeiro as avaliações foram realizadas após três anos da implantação do experimento, enquanto nos demais foram realizadas após dez e dezessete anos respectivamente. As propriedades físicas e químicas do solo são afetadas pelo manejo e a construção das mesmas se dá ao longo do tempo, como Amado et al. (2001) demonstraram substituindo o sistema convencional pelo plantio direto de milho associado a diferentes coberturas de solo. Após uma queda inicial dos estoques de carbono e nitrogênio, fruto da ruptura dos agregados e

desestabilização da MOS devido as operações de preparo do solo, a partir do quarto ano da implantação dos tratamentos foi constatada a recuperação dos estoques principalmente na camada mais superficial, o que se seguiu ao longo dos anos. No presente estudo, a diferenciação entre os sistemas de cultivos também se deu na camada mais superficial, com os mesmos se equivalendo na camada de 5 a 10 cm, com exceção do tratamento com azevém anual.

A adoção da semeadura direta diminui o coeficiente de decomposição da MOS do solo, porém o aumento do teor é dependente também da adição de resíduos ao sistema (Six et al. 2000). Como durante o período estival todos os tratamentos possuíam o cultivo do arroz irrigado, as diferenças em adição de resíduos se deu durante o inverno, sendo praticamente nula no sistema convencional e muito baixa no campo espontâneo, visto que as espécies nativas possuem sua estação de crescimento preferencialmente nos meses de primavera-verão (Soares et al., 2005). Nos tratamentos com azevém anual e cornichão, no período que antecedeu a coleta das amostras, a produção total de matéria seca foi estimada em 4 Mg MS ha<sup>-1</sup>. A ausência do preparo e a deposição de resíduos vegetais permitiu incremento nos teores de carbono orgânico mas não uma diferenciação entre os tratamentos. Uma possível causa para tanto é que o não revolvimento do solo e a produção de matéria seca do arroz tenham um efeito maior do que o da adição de matéria seca por parte das coberturas hibernais. Como no preparo convencional existe o revolvimento e a mistura das camadas, o teor de carbono orgânico não se alterou de uma camada para outra, sendo inferior aos sistemas sob semeadura direta na camada de 0 a 5 cm, e se equivalendo na de 5 a 10 cm.,

Com relação ao estado de agregação, o azevém anual demonstrou maior proporção de macroagregados e DMP superior aos demais tratamentos e isto pode estar relacionada ao fato desta espécie ser uma gramínea. Diversos autores destacam a maior eficiência das gramíneas em relação às leguminosas na formação e estabilidade de agregados, devido ao seu sistema radicular, mais denso, abundante e com distribuição mais uniforme no perfil do solo (Silva & Mielniczuk, 1997; Borges et al., 2003; Calonego & Rosolem, 2008; Vezzani & Mielniczuk, 2009) . Dessa forma, a maior ação das raízes em profundidade fez com que exista um maior DMP e maior concentração de agregados na classe 01 neste tratamento quando comparado aos demais. No presente trabalho não foi constatada uma relação direta entre o teor de carbono orgânico e o DMP, verificado no estudo de Palmeira et al. (1999), porém, com o passar dos anos pode-se projetar um incremento também na camada de 5 a 10 cm principalmente no tratamento com azevém anual, pela ação protetora dos agregados.

## **Conclusões**

A adoção da semeadura direta do arroz irrigado e a utilização de cultivos de azevém anual, cornichão e campo espontâneo como plantas de cobertura durante o período hibernar, por um período de 17 anos, possibilitaram o incremento do teor de carbono orgânico, do DMP e da proporção de macroagregados na camada de 0 a 5 cm, quando comparados ao sistema convencional.

Na camada de 5 a 10 cm, a utilização de azevém anual como planta de cobertura em sucessão a cultivos de arroz sob semeadura direta por um período de 17 anos possibilitou o incremento do DMP e da proporção de macroagregados, quando comparado ao sistema de cultivo convencional.

### **Referências bibliográficas:**

ALBUQUERQUE, J. A.; ARGENTON, J.; WILDNER, P. Agregação de um latossolo vermelho sob sistemas de preparo e plantas de verão para cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 415–424, 2005.

AMADO, T. J. C. et al. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 189–197, 2001.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em Sistemas Integrados de Produção Agrícola e Pecuária no subtropical brasileiro. In: SOSBAI (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: UFV, 2013. p. 325–380.

BALESDENT, J.; CHENU, C.; BALABANE, M. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 53, n. 3, p. 215-230, 2000.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO<sub>2</sub>. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 599–607, 2000.

BAYER, C. et al. Estabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agricultura conservacionista. In: SOSBAI (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: UFV, 2011. p. 55–118.

BORGES, J. R. et al. Agregação de um gleissolo submetido a sistemas de cultivo e culturas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 4, p. 389-395, 2003.

CALONEGO, J.; ROSOLEM, C. A. Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1399-1407, 2008.

CARMONA, F. de C. et al. Atributos de solo de várzea cultivado com arroz irrigado em sucessão a espécies de cobertura de inverno. In: FERTBIO, 2012, Maceió. **Anais...** Maceió: SBCS, 2012. 1 CD-ROM.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 99-105, 1990.

CARTER, M. R. Soil quality for sustainable land management: Organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 1, p. 38-47, 2002.

DEXTER, A.R. Advances in characterization of soil structure. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 11, n. 3-4, p. 199-238, 1988.

DIEKOW, J. et al. Carbon and nitrogen stocks in physical fractions of a subtropical Acrisol as influenced by long-term no-till cropping systems and N fertilization. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 268, n. 1-2, p. 319-328, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2006. 306p.

FRANZLUEBBERS, A. J. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 95-106, 2002.

FRANZLUEBBERS, A. J. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 197-205, 2002.

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C. A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 449-510.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 133-146, 2009.

MENEZES, V. G. et al. Semeadura direta de genótipos de arroz irrigado em sucessão a espécies de cobertura de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1107-1115, 2001.

MENEZES, V. G. et al. **Projeto 10**: Estratégias de manejo para aumento da produtividade e da sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS: Avanços e novos desafios. Porto Alegre: IRGA, 2012. 100p.

NASCIMENTO, P. C. et al. Sistemas de manejo e a matéria orgânica do solo de várzea com cultivo de arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1821-1827, 2009.

PALMEIRA, P. R. T. et al. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 189-195, 1999.

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: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 4., 1999, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 1999. p. 27-56.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, n.1, p.113-117, 1997.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 313- 319, 1997.

SIX, J. et al. Soil structure and organic matter: I Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 64, n. 2, p. 681-689, 2000.

SIX, J. et al. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils - effects of no-tillage. **Agronomie**, Paris, v. 22, n. 7-8, p. 755-775, 2002.

SOARES, A. B. et al. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1148–1154, 2005. SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Palotti, 2014. 192 p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 33, n. 2, p. 141-163, 1982.

VEDELAGO, A. et al. **Fertilidade e aptidão de uso dos solos para o cultivo da soja nas regiões arrozeiras do Rio Grande do Sul**. Cachoeirinha: IRGA, 2012. 48 p. (Boletim Técnico, 12)

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 743-755, 2009.

### **CAPÍTULO III**

**PRODUÇÃO ANIMAL E DE FORRAGEM EM PASTAGENS ANUAIS DE  
INVERNO DURANTE TRÊS CICLOS DE CRESCIMENTO EM SISTEMAS  
INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS**



**Produção animal e de forragem em pastagens anuais de inverno durante três ciclos de crescimento em diferentes sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas**

**Resumo** - O arroz irrigado é um dos principais cereais cultivados no mundo, em sistemas de produção altamente intensivos e baseados em monocultivos. Ocupando a nona posição dentre os países produtores, o Brasil tem sua matriz produtiva semelhante à mundial, apresentando problemas decorrentes da utilização destes sistemas. A adoção de sistemas de produção mais sustentáveis vem sendo priorizada em todos os continentes, sendo que no estado do Rio Grande do Sul, onde se concentram as áreas de cultivo no Brasil, esta tendência também é constatada. Os sistemas integrados de produção agropecuária surgem como uma alternativa para a inserção de diversidade e sustentabilidade às áreas orizícolas, existindo opções de cultivos de grãos ou pastos durante o período estival enquanto que, para o período hibernar, existem espécies forrageiras adaptadas. Estes pastos hibernais, além de serem utilizados para o pastejo por animais, servem como base para a introdução do sistema plantio direto no ambiente de terras baixas, sendo dessecados no período que antecede os cultivos de verão. O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de bovinos de corte e a produção de forragem em diferentes sistemas integrados (tratamento 1: sucessão azevém anual – arroz irrigado – azevém anual; tratamento 2: sucessão azevém anual – soja – azevém anual – arroz irrigado – azevém anual; tratamento 3: sucessão azevém anual + trevo branco – capim sudão – azevém anual + trevo branco – soja –

azevém anual + trevo branco; tratamento 4: sucessão azevém anual + trevo branco + cornichão – campo nativo - azevém anual + trevo branco + cornichão), durante três ciclos de pastejo hibernais. Os resultados demonstraram as potencialidades e a viabilidade da instalação de sistemas integrados e da atividade pecuária em ambiente de terras baixas, com ganhos médios diários de até 1 kg peso vivo animal e produções totais de forragem acima de 8 Mg hectare. São necessários, porém, dada a heterogeneidade dos resultados, maiores estudos referentes ao manejo do pasto, para assim se atingir o potencial de produção dos mesmos.

Palavras-chave: arroz irrigado, azevém anual, leguminosas, semeadura direta, pastejo

### **Animal and vegetal production in annual winter pastures during three growing seasons in different integrated crop-livestock system in lowlands**

**Abstract** - The irrigated rice is one of the main cereals cultivated around the world, in production systems highly intensive and based on monocropping. Occupying the ninth position among the producers' countries, Brazil has its productive base similar to the world, presenting some problems that occur due to the utilization of such systems. The adoption of more sustainable systems has been prioritized in all the continents and in the Rio Grande do Sul State, where the Brazilian cropping areas are concentrated, this tendency also is observed. The integrated crop-livestock systems arise as an alternative for the insertion of diversity and sustainability to the paddy fields, existing options for

pasture and grain cropping during the summer season; and, during the winter season, there are adapted pasture species. In addition of its utilization for grazing, these winter pastures are utilized for the no-till introduction in lowland environment, being desiccated previously to the summer cropping. The objective of the current study was to evaluate the beef cattle and pasture production in different integrated crop-livestock systems (T1: succession Italian ryegrass – irrigated rice – Italian ryegrass; T2: succession Italian ryegrass – soybean – Italian ryegrass – irrigated rice – Italian ryegrass; T3: succession Italian ryegrass + white clover – Sudan grass – Italian ryegrass + white clover – soybean – Italian ryegrass + white clover; T4: succession Italian ryegrass + white clover + birdsfoot trefoil – native pasture – Italian ryegrass + white clover + birdsfoot trefoil), during three winter grazing seasons. The results demonstrated the potentialities and the viability of the implementation of integrated crop-livestock systems and the livestock activity in lowland environment, with average daily gains reaching up to 1 kg of live weight and total forage production above the 8 Mg per hectare. However, due to the heterogeneity of the results, more studies regarding pasture management are needed, becoming possible to achieve its production potential.

Keywords: irrigated rice; Italian ryegrass; leguminous; no-till; grazing

## **Introdução**

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos principais cereais cultivados no mundo e importante fonte de energia e proteína para a população. Cerca de 80% de

sua produção concentra-se em áreas irrigadas, sendo apontado como uma das monoculturas mais intensivas (Cassman & Pingali, 1995). No último século, assim como outras *commodities*, apresentou incremento na sua produção devido à chamada revolução verde (Dimitri et al., 2005; Kumar & Ladha, 2011), que também trouxe consigo problemas (Godfray et al., 2010; Lemaire et al., 2014), tais como a diminuição da fertilidade dos solos, resistência de pragas e doenças, crescente demanda e dependência por insumos, além do endividamento dos produtores. Dessa forma, modelos de produção mais sustentáveis ambientalmente, economicamente e socialmente vêm sendo priorizados (Godfray et al., 2010; Foley et al., 2011) nos diferentes continentes.

O Brasil ocupa a nona posição dentre os países produtores de arroz no globo terrestre, sendo o maior fora do continente asiático (FAOSTAT, 2013). Sua matriz produtiva se assemelha a matriz mundial, com alto nível de especialização e ocupação dos solos das terras baixas, concentrando-se na região Sul do país. O estado do Rio Grande do Sul (RS) é responsável por 70% da produção nacional, com mais de um milhão de hectares cultivados anualmente (CONAB, 2016), sendo comum o compartilhamento de áreas, de forma rotacionada, com uma atividade pecuária extensiva e de baixos índices produtivos. Utilizando os princípios da revolução verde, substanciais incrementos de produtividade do arroz irrigado foram obtidos nas últimas décadas, ancorados no uso da tecnologia Clearfield e num programa de transferência de tecnologia (Anghinoni, et. al., 2013). Existe, porém, uma crescente descapitalização do setor, esgotamento de tecnologias e os

produtores vêm buscando alternativas para viabilizarem sua permanência na atividade orizícola.

Neste contexto e diante da necessidade de existir um contínuo aumento da produção de alimentos no mundo, os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) vêm sendo apontados como uma forma de promover uma intensificação sustentável (FAO, 2010; Lemaire et al., 2014) e inserir diversidade nesta agricultura especializada. Eles se caracterizam por serem arranjos que combinam as atividades agrícola e pecuária planejados ao longo do tempo e, quanto maior a diversidade de espécies e cultivos, numa maior escala temporal e menor espaço físico, maior será o potencial de ocorrência de sinergismos e interações entre seus componentes (Anghinoni et al., 2013). No Brasil, os pilares da agricultura conservacionista e do sistema plantio direto (SPD) se combinaram no planejamento do SIPA e envolvem o não revolvimento e a cobertura permanente do solo, alto aporte de resíduos e diversificação das espécies cultivadas (Franzluebbers, 2010; Derpsch et al., 2014).

No ambiente de terras baixas do RS, ao contrário das áreas de planalto (terras altas) onde existem inúmeros trabalhos que comprovam a utilização destes sistemas (Moraes et al., 2014), são poucos os estudos que abordam sistemas integrados. Em um deles (Saibro & Silva, 1999), pastagens de azevém anual consorciadas com leguminosas ou somente fertilizadas com nitrogênio foram pastejadas por bovinos durante três ciclos hibernais, com posterior cultivo de arroz irrigado. Houve um incremento na produção do cereal em todas as combinações em relação à média do estado naquele ano e o

azevém anual demonstrou ser uma espécie melhor adaptada a este tipo de ambiente do que as leguminosas, mais exigentes quanto a drenagem e fertilidade do solo. No que tange à possibilidade de utilização de outros grãos, a soja, que passou por um processo de melhoramento genético e manejo da cultura para este tipo de ambiente, é uma alternativa real e que vem ganhando adesão por parte dos produtores nos últimos anos, existindo também a cultura do milho, que pode seguir o mesmo caminho, desde que passe por processo semelhante (Moraes et al., 2014). Gramíneas de verão, como o sorgo e o capim sudão, além do próprio campo nativo presente no RS, são alternativas para utilização em rotação com grãos, possibilitando a entrada de animais para o pastejo nesses sistemas também durante o período estival.

Desse modo, é possível afirmar que já se dispõe de elementos capazes de instalar e viabilizar SIPA nos ambientes de terras baixas do RS, possibilitando a diversificação no cultivo do arroz (Carvalho et al., 2010). Um dos maiores desafios é a introdução da semeadura direta, sem o revolvimento do solo, visto que esse sistema é utilizado em menos de 6% das áreas em produção no estado (SOSBAI, 2014). A pecuária, que historicamente ocupa as mesmas áreas do cereal, deve ser intensificada e pastos hibernais podem atuar como alicerce para tanto. Dentre os benefícios dessa intensificação, além da complementariedade de renda, tem-se a ciclagem de nutrientes, redução de perdas de água e nutrientes, melhoria da estrutura do solo e incorporação de carbono por parte das plantas (Franzluebbers, 2007). Os animais, por sua vez, atuam na reciclagem dos nutrientes, além do processo do pastejo funcionar

como um catalisador de processos, modificando fluxos de matéria e energia e trazendo melhorias ao sistema (Anghinoni et al., 2013).

O objetivo deste estudo foi avaliar, a partir da instalação de um protocolo de longa duração em um ambiente de terras baixas, onde se testam diferentes combinações e arranjos de SIPA, a produção de forragem e a produção de novilhos durante os três primeiros ciclos de pastejo hibernais, mensurando as potencialidades da intensificação da atividade pecuária e a viabilidade da adoção do SPD neste tipo de ambiente.

### **Material e Métodos**

O experimento iniciou em março de 2013 na Fazenda Corticeiras (30°97'26"S, 51°95'04"O), propriedade privada localizada no município de Cristal, RS, Brasil. A temperatura anual média da região é de 18,3°C e a precipitação média de 1522 mm ano<sup>-1</sup>. A área experimental é de aproximadamente 18 hectares e era cultivada com arroz irrigado intercalado com períodos variáveis de pousio desde a década de 1960. Nos anos recentes, o último cultivo ocorreu em 2009 e desde então ela vinha sendo pastejada por ovinos quando, em março de 2013, teve início o experimento. Foi realizada a correção do pH para 6,0 com incorporação do calcário antes da implantação dos tratamentos. O solo é classificado como Planossolo háplico (Embrapa, 2006), com relevo plano a suavemente ondulado. Os dados meteorológicos referentes ao período experimental estão demonstrados na Tabela 1.

TABELA 1. Precipitação pluvial e temperatura média do ar durante outono/inverno/primavera dos anos 2013, 2014 e 2015 no município de Camaquã, RS.

Mês	Decêndio	Precipitação (mm)			Temperatura do ar (°C)		
		2013	2014	2015	2013	2014	2015
Abril	1	47,0	45,2	19,6	20,5	22,8	20,3
	2	22,2	42,8	51,2	17	18,9	20,5
	3	65,4	5,6	3,4	19	16,4	17,7
Maio	1	25,0	23,6	38,6	16,1	18,0	14,6
	2	25,4	12,4	2,6	14,7	15,8	18,0
	3	69,4	20,0	181,8	14,4	12,1	17,5
Junho	1	11,0	37,0	102,8	13,5	13,3	16,4
	2	17,4	42,8	21,2	13,2	13,6	10,1
	3	52,4	116,2	50,6	12,6	14,6	13,8
Julho	1	22,4	54,0	23,6	14,1	14,5	12,8
	2	13,8	66,2	252,8	12	15,7	14,3
	3	1,6	107,0	8,2	9,7	12,6	15,5
Agosto	1	83,6	46,2	18,8	12,1	13,9	20,3
	2	1,6	21,8	32,4	11	13,3	18,1
	3	89,8	28,0	15,2	11,2	15,5	16,9
Setembro	1	8,6	111,6	41,6	17,1	16,9	15,0
	2	27,0	53,2	132,8	16,6	17,0	14,5
	3	61,8	24,4	0,4	14	17,6	17,8
Outubro	1	28,6	30,2	187,4	16,2	18,6	16,4
	2	14,4	96,4	77,4	19,9	19,0	16,1
	3	115,2	52,0	9,8	17,8	22,1	Nd
Novembro	1	4,2	29,6	53,6	20,2	21,1	19,3
	2	130,4	16,6	58,4	21,2	21,7	20,8
	3	0,6	20,4	19,8	22,4	23,1	19,9

Estão sendo avaliados os efeitos de cinco tratamentos, planejados conforme os modelos vigentes de produção de arroz no estado do RS e com os conceitos de maior/menor diversidade e temporalidade de cultivos em. O delineamento experimental é em blocos completamente casualizados, com três repetições. A sequência dos tratamentos é demonstrada na Tabela 2.



TABELA 2. Sequência cronológica dos tratamentos de diferentes sistemas integrados de produção agropecuária conduzidos no município de Cristal, RS.

Ano	2013		2014		2015		2016	
Período	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
Testemunha	Pousio	Arroz irrigado	Pousio	Arroz irrigado	Pousio	Arroz irrigado	Pousio	Arroz irrigado
Tratamento1	Azevém	Arroz irrigado	Azevém	Arroz irrigado	Azevém	Arroz irrigado	Azevém	Arroz irrigado
Tratamento2	Azevém	Soja	Azevém	Arroz irrigado	Azevém	Soja	Azevém	Arroz irrigado
Tratamento3	Azevém+ Trevo Branco	Capim Sudão	Azevém+ Trevo Branco	Soja	Azevém+ Trevo Branco	Milho	Azevém+ Trevo Branco	Arroz irrigado
Tratamento4	Azevém+ Trevo Branco+ Cornichão	Campo de Sucessão	Azevém+ Trevo Branco+ Cornichão	Campo de Sucessão	Azevém+ Trevo Branco+ Cornichão	Campo de Sucessão	Azevém+ Trevo Branco+ Cornichão	Arroz irrigado

No final do verão de 2016 será dado início a segunda fase do experimento, quando a mesma sequência cronológica se repetirá ao longo de quatro anos até 2020. Durante esta primeira fase, a premissa básica para a condução dos tratamentos é que todos sejam conduzidos sob ações de manejo ótimas para suas proposições específicas, de melhor integração entre os segmentos lavoura e pecuária, não privilegiando uma ou outra atividade.

Neste trabalho o objeto de estudo foi a produção animal e de forragem durante os três primeiros períodos hibernais do protocolo, ou seja, os invernos dos anos de 2013, 2014 e 2015, nos tratamentos 1,2,3 e 4. Foi utilizado o método de pastoreio contínuo com lotação variável, composto por três animais testes por unidade experimental (UE, piquete). Para controlar a altura do pasto foram utilizados animais reguladores conforme a metodologia proposta por Mott & Lucas (1952). Foram utilizados novilhos castrados com idade média de 10 meses e esses animais eram pesados, após jejum prévio de sólidos e líquidos de aproximadamente 12 horas, sempre que entravam ou saíam das UE.

O critério para o início do pastejo foi o momento em que o pasto estivesse com altura média (ALT) de 20 centímetros (cm) (aproximadamente 1500 quilogramas (kg) de matéria seca (MS) hectare (ha)<sup>-1</sup>). O fim do período de pastejo foi na primeira semana de outubro, quando o cultivo subsequente foi o arroz irrigado e na primeira semana de novembro para as demais culturas. Com exceção do tratamento 4, que possui na sua sequência o pastejo do campo de sucessão, todos foram dessecados imediatamente após a saída dos animais. O azevém anual é semeado anualmente em todos os tratamentos, já os pastos de trevo-branco e cornichão são ressemeados naturalmente.

O critério adotado para o manejo do pasto foi a altura média, cujo objetivo foi manter a altura de 15 cm (Pontes et al., 2004; Da Silva, 2013). Foram realizadas 100 medidas de altura do pasto quinzenalmente de forma aleatória em cada UE, utilizando um bastão graduado (*sward stick*) e a metodologia proposta por Barthram (1985).

No primeiro ano, o pasto foi semeado a lanço dia 09 de abril de 2013, utilizando 25 kg ha<sup>-1</sup> de azevém e 3 kg ha<sup>-1</sup> de trevo branco e cornichão em seus respectivos tratamentos. A adubação foi realizada em três aplicações (20/05, 04/06 e 20/08/2013), totalizando 130 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O) nos tratamentos 3 e 4, enquanto os tratamentos 1 e 2 tiveram 130 kg ha<sup>-1</sup> de N e 110 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O. O período de pastejo iniciou no dia 02/07/2013, sendo a ALT de 26,71,9 ± 0,6 cm e massa de forragem (MF) de 1949,25 ± 139,75 kg de MS ha<sup>-1</sup>. O peso vivo (PV) médio dos animais no início do período de pastejo foi de 173,0 ± 3,2 kg PV animal<sup>-1</sup>.

No segundo ano, o pasto de azevém anual foi semeado em 20/04/2014 (tratamentos 2,3 e 4). A pastagem foi adubada na dose de 130-130-130 kg ha<sup>-1</sup> (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), dividida em duas aplicações (19/06 e 22/07/2014). No tratamento 1, devido à necessidade de se readequar o terreno para a irrigação do arroz, houve um novo preparo de solo de toda UE logo após a colheita da cultura de verão, ocasionando atraso na semeadura do azevém anual, realizada em 10/06/2014. A adubação foi a mesma dos demais tratamentos, sendo realizada nos dias 10/07 e 03/09/2014. O período de pastejo teve início em 12/06/2014 (tratamento 2), quando a ALT era de 18,3 ± 0,4 cm e MF de 1491,22 ± 233 kg MS ha<sup>-1</sup>. Nos tratamentos 3 e 4 o início do período de pastejo foi dia 24/06/2014, com ALT de 16,6 ± 0,3 e 16,1 ± 0,3 cm e MF de 1908,00 ± 171,45 e 2226,00 ± 222,42 kg de MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente. No tratamento 1, o início do período de pastejo foi dia 23/08/2014, sendo a ALT de 18,49 ± 3,06 cm e MF 1555,20 ± 146,93 kg de MS ha<sup>-1</sup>. O PV médio dos animais no início do período de pastejo foi de 191,9 ± 17,4 kg PV animal<sup>-1</sup>.

No terceiro ano, a semeadura do pasto de azevém anual foi dia 02/04/2015 em todos os tratamentos. Nos tratamentos 1 e 2 a adubação foi dividida em duas aplicações (20/05 e 20/08/2015), enquanto nos tratamentos 3 e 4 houve três aplicações (20/05, 20/06 e 10/08/2015), totalizando 130 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O. O período de pastejo no tratamento 1 iniciou em 14/08/2015 (ALT de 20,6 ± 1,2 cm e 1490,60 ± 215,62 kg de MS ha<sup>-1</sup>). O início do período de pastejo nos tratamentos 2 e 4 foi dia 24/06/2015 (ALT de 17,0 ± 2,5 e 14,9 ± 1,3 cm e MF de 1771,60 ± 321,34 e 2459,20 ± 319,83 kg de MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Já no tratamento 3, o período de pastejo iniciou dia

17/06/2015, com ALT de  $18,6 \pm 3,1$ cm e MF de  $2162,60 \pm 389,21$  kg de MSha<sup>-1</sup>. O PV médio dos animais no início do pastejo foi de  $211,5 \pm 20,7$  kg PV animal<sup>-1</sup>.

Para determinar a produção animal foram realizadas avaliações de ganho médio diário individual (GMD, kg animal<sup>-1</sup>) dos animais, carga animal média do período de pastejo (CA, kg de PV ha<sup>-1</sup>) e ganho de peso por área (Gha, kg de PV ha<sup>-1</sup>). Para determinar o GMD, foram realizadas pesagens dos animais-teste no início e no fim do período de pastejo, sendo utilizada a média da diferença entre o peso vivo inicial e o peso vivo final, dividida pelo número de dias do período de pastejo. A CA foi calculada pela adição do peso vivo médio dos animais-teste com o peso médio de cada animal regulador, multiplicado pelo número de dias que esses animais permaneceram na UE, dividido pelo número total de dias do período de pastejo. Para determinar o Gha, foi utilizado a média do GMD dos três animais-teste multiplicada pela CA (expressa em animais ha dia<sup>-1</sup>) e pelo número do período de dias de pastejo.

Para determinar a produção do pasto foram realizadas avaliações de MF (kg de MS ha<sup>-1</sup>), produção total de forragem (PTMS, kg de MS ha<sup>-1</sup>) e taxa de acúmulo diário de forragem (TxAc, kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). A estimativa de MF foi realizada aproximadamente a cada 28 dias, realizando cinco cortes aleatórios de pasto por UE, sendo que, nestes mesmos locais, foram medidos cinco pontos de altura do pasto com o “*sward stick*”, para posterior ajuste da MF em função da altura real do pasto, utilizando a equação ( $y = b_0 + b_1x$ ). A TxAc foi determinada a cada 28 dias, utilizando três gaiolas de exclusão ao pastejo por UE, empregando a técnica descrita por Klingman et al. (1943). A MF dentro e

fora da gaiola foi obtida pela média dos cortes avaliados. Todos os cortes foram realizados em uma área de 0,25 m<sup>2</sup> e acima do mantilho, sendo as amostras secas em estufa de circulação forçada a ar a 55°C até peso constante, sendo posteriormente pesadas. A PTMS foi obtida pelo somatório das produções dos sub-períodos (TxAc x número de dias do sub-período), somada à MF do início do período de pastejo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância através do uso do aplicativo computacional SAS for Windows, a nível de 5% de significância para o teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). O modelo matemático que melhor se ajustou ao teste de normalidade foi o Kolmogorov-Smirnov ( $P < 0,05$ ). Para fins de análise foram consideradas como medidas repetidas no tempo cada avaliação mensal (ciclo de pastejo). Para o pasto, foram inseridos no modelo como efeitos fixos tratamento, ano e a interação ano x tratamento, e como efeitos aleatórios os blocos, interação bloco x tratamento e mês. As matrizes de covariância foram testadas com base nos valores AIC, sendo que a melhor se ajustou foi a variance components (VC). Já para os dados dos animais foram utilizados modelos mistos incluindo como efeitos fixos a interação tratamento x ano e como efeitos aleatórios bloco e a interação tratamento x bloco.

## **Resultados e Discussão**

A tabela 3 apresenta o número de dias de pastejo em cada tratamento e ano. Diferentemente de 2013, quando todos os tratamentos tiveram o início do período de pastejo na mesma data, visto que era a implantação do

experimento, nos demais anos houve a influência das culturas de verão, o que poderia interferir na ocasião da entrada dos animais na pastagem e conseqüentemente no número de dias de pastejo. Como o término do período do pastejo é condicionado pela cultura subsequente, a maneira de se aumentar o número de dias em pastejo neste experimento é antecipar a data de seu início. O número de dias de pastejo tem sua importância pois ele compõe as fórmulas da PTMS e do Gha e, dessa forma, períodos mais prolongados são desejáveis, visto que melhoram os índices produtivos, desde que as demais variáveis destas fórmulas estejam bem manejadas. Com exceção do tratamento 1, que em 2014 passou por um novo preparo de área e em 2015 teve um atraso no início do período de pastejo, os demais não demonstraram diferenças na data de entrada dos animais, concentrando o início durante o mês de junho. Porém, no tratamento 2 em 2015, que a exemplo do tratamento 1 também sucedeu o cultivo do arroz, o pastejo teve que ser interrompido após 27 dias, de 21/07 a 14/08, pois a disponibilidade do pasto estava abaixo do recomendado, diminuindo assim o número de dias em pastejo.

TABELA 3. Número de dias de pastejo por tratamento e ano em pastagens hibernais conduzidas em sistemas integrados de produção agropecuária no município de Cristal, RS.

Ano	T1	T2	T3	T4	Média
número de dias					
2013	92	126	126	139	121
2014	41	113	140	140	108
2015	53	80	129	154	104
Média	62	106	132	144	

T1 e T2 = azevém; T3 = azevém + trevo branco; T4 = azevém + trevo branco + cornichão

A palha de arroz, que possui uma alta relação carbono:nitrogênio (C:N) (Saha & Cotta, 2008), pode ser responsável por uma maior imobilização de nutrientes em relação aos demais cultivos, prejudicando dessa forma o desenvolvimento do pasto. As produtividades da cultura do arroz foram elevadas (acima de 10 toneladas ha<sup>-1</sup>) e possuem uma relação direta com a PTMS do cereal e, além da imobilização, existe a própria barreira física que pode prejudicar a germinação do azevém anual. Assim, o manejo da palha do cereal é importante para permitir que a mesma seja distribuída de forma uniforme no solo, minimizando este problema. As taipas, utilizadas para irrigação da cultura, não são desmanchadas após a colheita, o que também pode favorecer o acúmulo de água próximo a elas, e isto, embora não mensurado, pode ter interferido no crescimento do pasto, como também intensificou o efeito do pisoteio animal dentro das UE. Dessa forma, essas são possíveis causas para a redução no período de pastejo nos tratamentos 1 e 2.

O tratamento 3 (capim sudão no verão de 2013) e o tratamento 4 (pastejo no campo de sucessão a partir do verão de 2014), também apresentaram elevadas PTMS (8,0 e 6,4 toneladas ha<sup>-1</sup>, respectivamente), o que poderia gerar o mesmo efeito de competição com o pasto de inverno. Isto, porém, não foi constatado e a ação do pastejo no verão nestes tratamentos pode ter minimizado este efeito, além do fato de que essas UE não apresentavam taipas. O processo de pastejo altera tanto a quantidade quanto a qualidade dos resíduos vegetais, diminuindo a relação C:N, além de estimular a ciclagem e reciclagem de nutrientes, (Carvalho et al., 2010; Shariff et al., 1994) tornando-os mais disponíveis para a cultura sucessora.

A dinâmica dos nutrientes e estabelecimento das pastagens não foram objeto deste estudo, porém estratégias de manejo diferenciadas referente a adubação nitrogenada podem ser adotadas, a exemplo do que ocorre em cultivos de sequeiro em SPD (Amado et al., 2002), e a antecipação da primeira aplicação ou o aumento de sua dose podem acelerar o desenvolvimento inicial do pasto, como demonstrou Difante et al. (2005) avaliando a produção de forragem de azevém anual em terras baixas. Outro benefício do processo do pastejo é o estímulo à produção de raízes no perfil do solo (Souza et al., 2008), que possuem relação direta com a melhoria da estrutura do solo (Silva & Mielniczuk, 1997), o que pode melhorar as condições de drenagem nestas UE.

Os dados referentes a produção de forragem (Tabela 4) demonstraram maior homogeneidade do que os dados referentes a produção pecuária (Tabela 5), que apresentaram maior número de interações ano x tratamento. O ano de 2013 invariavelmente se destacou, enquanto que 2014 e 2015 se agruparam abaixo. Esta diferenciação entre anos pode estar relacionada com as variáveis climáticas, visto que 2013 apresentou menor índice pluviométrico quando comparado aos demais (Tabela 2). Além disso, neste primeiro ano não houve o efeito dos tratamentos, que se diferenciaram somente a partir do primeiro cultivo de verão. O preparo convencional de toda área para a implantação do experimento pode ter beneficiado, a curto prazo, o estabelecimento e a produção do pasto, visto que existe menor competição com outras espécies pela ação mecânica do revolvimento (Braunack & Dexter, 1989).



TABELA 4. Produção de pastos hibernais pastejados por bovinos em sistemas integrados de produção agropecuária no município de Cristal, RS.

	Ano	TRATAMENTO								média
		1		2		3		4		
		média	ep	média	ep	média	ep	média	ep	
TxAc	2013	57,25	6,97	51,22	6,04	55,4	6,04	51,89	5,4	53,94 A
	2014	40,32	12,06	33,51	7,37	45,21	6,59	26,87	5,4	32,20 B
	2015	32,66	10,41	17,39	7,37	25,62	6,04	25,77	6,59	29,68 B
	média	43,41	5,87	34,07	4,07	42,08	3,66	3,43		
MF	2013	1633,2 Aa	123,6	1427,2 Aa	113,6	1438,8 Aa	113,6	1608,8 Ba	106,7	1527,0
	2014	1613,4 Ab	184,4	1207,8 Ab	128,6	1364,7 Ab	120,3	2667,6 Aa	120,2	1713,3
	2015	1681,0 Aab	164,0	1050,0 Ac	128,6	1288,8 Abc	113,6	1889,8 Ba	106,7	1477,6
	média	1642,8	114,2	1228,4	93,2	1364,1	96,4	2055,4	91,2	
ALT	2013	17,4	1,6	16,7	1,56	17,9	1,56	17,8	1,53	17,4 A
	2014	16,6	1,92	11,9	1,62	12,6	1,58	15,3	1,58	14,1 B
	2015	14,6	1,8	10,4	1,62	12,5	1,56	14,3	1,53	12,9 B
	média	16,2 A	1,56	13 B	1,48	14,3 AB	1,48	15,8 A	1,47	
PTMS	2013	7204,9	460,2	8299,6	460,2	8877,5	460,2	8740,1	460,2	8280,6 A
	2014	3432,2	460,2	3288,2	538,4	4874,5	531,5	5584,2	533,0	4231,8 C
	2015	3180,1	531,3	5180,2	538,4	5338,4	460,2	7317,1	532,9	5317,0 C
	média	4605,7 B	384,4	5589,3 AB	403,3	6363,5 A	384,4	7213,8 A	391,8	

TxAc = taxa de acúmulo ( $\text{kg MS ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$ ); MF = massa de forragem ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ); ALT = altura do pasto (cm); PTMS = produção total de matéria seca ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ). ep = erro padrão. Letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1 e T2 = azevém; T3 = azevém + trevo branco; T4 = azevém + trevo branco + cornichão.

Para a TxAc, não houve efeito dos tratamentos e 2013 se destacou entre os anos. O fator ano teve o mesmo comportamento para ALT porém, para esta variável, os tratamentos também tiveram efeito na média dos anos, o que significa que a meta pretendida para o manejo da pastagem nem sempre foi alcançada. Em um estudo comparando quatro diferentes alturas de manejo em pastagem mista de aveia branca e azevém no planalto do estado do RS, Carvalho et al. (2010b) não verificaram diferenças nas TxAc, que variaram de 48,8 a 63,7  $\text{kg de MS ha}^{-1}$  durante o período experimental, sendo que neste trabalho as médias dos anos e tratamentos ficaram entre 34,0 e 53,9  $\text{kg de MS ha}^{-1}$ . Naquele trabalho, diferenças foram observadas apenas no fim do período

experimental e em alturas contrastantes (os tratamentos variavam de 10 a 40 cm) e como neste protocolo objetivou-se a mesma altura em todos tratamentos, TxAc similares são uma resposta esperada dentro de cada ano.

TABELA 5. Produção animal em pastagens hibernais conduzidas em sistemas integrados de produção agropecuária no município de Cristal, RS.

	Ano	TRATAMENTO								Média
		1		2		3		4		
		Média	ep	média	ep	média	ep	média	ep	
GMD	2013	0,67 Ba	0,05	0,72 Aa	0,06	0,61 Aa	0,06	0,64 Aa	0,06	0,66
	2014	1,06 Aa	0,07	0,43 Ab	0,07	0,41 Ab	0,07	0,54 Ab	0,07	0,61
	2015	0,71 Aba	0,05	0,78 Aa	0,07	0,67 Aa	0,06	0,49 Aa	0,06	0,66
	média	0,81	0,04	0,64	0,04	0,56	0,04	0,56	0,04	
CA	2013	1133,54 Aa	60,47	1024,67 Aab	60,47	960,67 Aab	60,47	907,67 Ab	60,47	1006,38
	2014	694,5 Ba	60,47	593,29 Ba	66,44	508,32 Ba	66	682,19 Ba	66	619,57
	2015	786,11 Ba	65,97	496,95 Bb	66,44	670,86 Bab	60,47	806,15 ABa	60,47	690,01
	média	871,38	54,87	704,97	56,12	713,28	54,87	798,67	54,87	
Gha	2013	348,27 Aa	26,87	423,5 Aa	26,87	351,04 Aa	26,87	371,39 Aa	26,87	373,55
	2014	136,54 Ba	26,87	127,01 Ba	30,38	140,91 Ba	26,87	246,76 Ba	26,87	162,8
	2015	133,62 Bb	30,32	163,74 Bab	30,38	212,75 Bab	30,38	262,18 Ba	30,38	193,07
	média	200,14	22,44	238,08	23,04	234,9	22,45	293,44	22,45	

GMD = ganho médio diário (kg PV animal<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>); CA = carga animal (kg PV ha<sup>-1</sup>); Gha = ganho por ha (kg PV ha<sup>-1</sup>). ep = erro padrão. Letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%) T1 e T2 = azevém; T3 = azevém + trevo branco; T4 = azevém + trevo branco + cornichão.

A ALT é uma variável que pode predizer a MF disponível para os animais, bem como o seu manejo modifica a estrutura do pasto e conseqüentemente o processo do pastejo. Para o azevém anual, alturas intermediárias, entre 12 e 20 cm, permitem a expressão do potencial da espécie, além de otimizarem o processo de ingestão de forragem, proporcionando altos ganhos de pesos aos animais (Carvalho et al., 2010b; Pontes et al., 2004). Considerando que nem todos os tratamentos obtiveram

êxito em manter a altura média em 15 cm, deve-se buscar as possíveis causas que geraram as diferenças, uma vez que elas afetam os índices produtivos.

Maiores alturas foram observadas no ano de 2013 e também na média dos tratamentos 1 e 4, sendo que no restante, as mesmas ficaram abaixo dos 15 cm. O tratamento 4 se diferencia dos demais pois, a partir do segundo inverno, sua composição botânica conta também com a participação de espécies do campo de sucessão, podendo ser citadas como exemplos *Paspalum*, *Axonopus*, *Cynodom* e *Luziola*. Estas espécies, embora tenham seu crescimento praticamente nulo durante o inverno, contribuem para que o solo possua uma maior cobertura vegetal durante todo o ano, além de terem alta produção de raízes também no período estival, característico das gramíneas sob pastejo (Frank et al., 2002), o que auxilia na drenagem das UE. No tratamento 1, embora a ALT tenha sido superior, a pastagem é composta basicamente pelo azevém anual, a exemplo dos tratamentos 2 e 3. O período de pastejo, porém, foi menor no tratamento 1 em relação aos demais, o que pode explicar a diferenciação deste tratamento.

A Figura 1 ilustra a dinâmica da altura do pasto ao longo do tempo em cada ano. Durante o ano de 2013, quando todos os tratamentos partiram da mesma base, as alturas permaneceram próximas da meta estabelecida, enquanto nos anos de 2014 e 2015, o tratamento 4 se mostrou mais estável e próximo dos 15 cm, enquanto os demais tiveram uma tendência de diminuir a altura com o tempo. O padrão da evolução da altura no tratamento 1, neste caso, se agrupou aos tratamentos 2 e 3.



Figura 1. Dinâmica da altura média do pasto a cada corte de forragem em pastos hibernais conduzidos em sistemas integrados de produção agropecuária em Cristal, RS.

O componente climático pode ter contribuído para as menores alturas em 2014 e 2015, porém não de forma isolada, visto que o tratamento 4

apresentou resposta distinta na média dos anos. Pode-se sugerir que o pisoteio animal esteja interferindo no crescimento do pasto de azevém anual, e o comportamento do tratamento 2 no ano de 2015 corrobora esta hipótese, pois no período que compreendeu a saída dos animais (entre os cortes 2 e 3) há uma recuperação da altura do pasto que, com o retorno do pastejo, novamente apresentou queda.

Diversas espécies do campo de sucessão permanecem em estágio vegetativo durante o período hibernar e possuem maior quantidade de fibra em relação ao azevém anual, podendo este fato, associado a uma melhor drenagem decorrente do maior número de raízes, estar protegendo o solo. Menores alturas estão associadas a uma maior área de solo descoberto (Grise et al., 2002), sendo consequência do processo de pastejo e isto, em solos de terras baixas, onde a drenagem naturalmente é deficiente (Streck et al., 2008), pode ser potencializado. Uma maior mortalidade de perfilhos e plantas pode ter ocorrido pelo pisoteio (Chapman et al., 2008) ou pela própria cobertura das folhas com lama, com efeito similar ao encontrado por Wijayratne et al. (2009), que detectaram diminuição no desenvolvimento de plantas em um deserto por deposição de poeira em suas folhas. No caso do tratamento 1, o período reduzido de pastejo pode não ter oportunizado que esse efeito na pastagem se pronunciasse, fazendo com que a ALT se agrupasse com a do tratamento 4.

Como a ALT é uma forma de predizer a MF disponível, também verificaram-se algumas diferenças entre os tratamentos para a MF. Entre os anos, elas praticamente não existiram, exceto no tratamento 4, quando 2014 foi superior aos demais, com MF de 2667 kg de MS ha<sup>-1</sup>. Isto pode ter ocorrido

pois no primeiro verão não houve pastejo no campo de sucessão e, dessa forma, pode ter havido maior participação de espécies do campo na pastagem durante o inverno. As maiores diferenças foram encontradas no ano de 2015, sendo os tratamentos 2 e 3 os que apresentaram menores MF, de 1050 e 1288 kg de MF ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Massas inferiores a 1200 kg de MF ha<sup>-1</sup> podem ser limitantes ao desempenho animal (Quadros et al., 2009), visto que o processo de pastejo torna-se mais dispendioso para os animais, em decorrência da estrutura do pasto. Porém, analisando os GMD, não houve diferença estatística nos desempenhos individuais, seja por tratamento ou ano, e com todos abaixo do potencial esperado, exceto o tratamento 1 em 2014, onde tivemos o menor período de pastejo em todo o período experimental e uma dinâmica do pastejo distinta das demais, apresentando ganhos acima de 1,0 kg de PV animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

A PTMS é consequência da TxAc e do número de dias de pastejo e os resultados demonstraram diferenças entre os anos e na média dos tratamentos. O ano de 2013 apresentou os maiores acúmulos, acima de 8 toneladas de MS ha<sup>-1</sup>, sendo que os tratamentos 3 e 4 foram aqueles que tiveram, na média dos três anos, os maiores valores de PTMS, com 6,3 e 7,2 toneladas de MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e também o maior número de dias de pastejo. Em SPD, para se manter os estoques de carbono do solo é necessária a adição anual de 11,0 toneladas de MS ha<sup>-1</sup> (Lovato, 2001), o que em sistemas que envolvem a produção de arroz ou outra gramínea estival (milho, campo de sucessão ou capim sudão) mais o cultivo de azevém no inverno é um relativamente fácil de ser atingido. Porém, houve grande variabilidade nas

PTMS durante os invernos, com números inferiores a 4,0 toneladas de MS ha<sup>-1</sup> em determinados casos e, analisando somente do ponto de vista do pastejo, áreas intensamente pastejadas apresentam menores PTMS e dificuldade em manter os estoques de C e N no solo, inclusive apresentando perdas (Souza et al., 2009). Dessa forma deve-se buscar o maior número possível de dias de pastejo e PTMS de acordo com o potencial da espécie forrageira, integrando isso com a cultura sucessora, pois assim se privilegiará a sustentabilidade do sistema produtivo ao longo do tempo.

A maior dificuldade encontrada durante o período analisado foi a manutenção dos tratamentos na média dos 15 cm de altura. Quando isto foi possível, os índices produtivos foram superiores e as altas correlações da ALT com a TxAc ( $R=0,73$ ;  $P<0,0001$ ), PTMS ( $R=0,62$ ;  $P=0,0003$ ), CA ( $R=0,76$ ;  $P<0,0001$ ) e Gha ( $R=0,71$ ;  $P<0,0001$ ) demonstram este comportamento. O ajuste da CA não teve efeito na tentativa de aumentar a ALT, com um comportamento distinto de estudos que demonstram que quanto maior a CA menor a ALT (Lopes et al., 2008; Carvalho et al., 2010). A correlação positiva na verdade demonstrou que, quando o pasto teve condições de se desenvolver, suportou CA maiores. Questões referentes ao manejo surgem como possíveis formas de se atingir a altura pretendida, podendo ser citadas a adequação da drenagem das UE, a utilização de CA inferiores, em condições de excesso hídrico considerar a possibilidade de suspender o pastejo temporariamente ou, por fim, modificar a meta de altura, aumentando seu valor e possibilitando maior área foliar para as plantas.

O desempenho individual dos animais esteve abaixo do potencial da pastagem, sendo que diversos trabalhos com azevém anual, em terras baixas ou no planalto, indicam GMD acima de 0,8 kg de PV dia<sup>-1</sup> (Saibro & Silva, 1999; Marchezan et al., 2002; Rocha et al., 2011) e comumente ultrapassando 1,0 kg de PV dia<sup>-1</sup>, fato observado somente no curto período de pastejo do tratamento 1 no ano de 2014. O GMD não teve correlação com a ALT e tampouco com a MF, sendo que, mesmo nas ocasiões em que a ALT esteve dentro da meta estabelecida, como no ano de 2013, os GMD variaram de 0,61 a 0,72 kg de PV dia<sup>-1</sup>. A exemplo do que é observado em condições de confinamento animal, a lama pode ter sido um fator de estresse, limitando o desempenho individual (Mader, 2003). Porém, a partir de observações visuais nas UE, em 2013 em todos os tratamentos e no tratamento 4 em 2014 e 2015, foram percebidos poucos problemas de drenagem e formação de lama, sendo que este fator pode estar contribuindo para o menor desempenho animal, mas não de forma isolada.

A CA durante o ano de 2013 foi superior aos demais, variando de 907 a 1133 kg de PV ha<sup>-1</sup>, com os tratamentos 1 e 4 em posições distintas, possivelmente pelo período de pastejo, menor no tratamento 1, sendo que no tratamento 4 foi necessário diminuir a CA a partir de outubro, com o azevém anual entrando em estágio reprodutivo. Em 2014 e 2015 os resultados foram similares, sendo que entre os tratamentos, somente em 2015 houve diferenças. Neste caso, o tratamento 4, por melhores condições de drenagem e cobertura de solo, e o tratamento 1, por um menor período de pastejo, se sobressaíram dos demais, com CA de 806 e 786 kg de PV ha<sup>-1</sup>, sendo o tratamento 2 o que



apresentou menores valores, de 496 kg de PV ha<sup>-1</sup>. Pelo delineamento experimental, as UE são mantidas sempre com os animais testes durante todo o período de pastejo, o que resulta em cargas acima dos 500 kg de PV ha<sup>-1</sup> na média do período. Este valor poderia ser apontado como elevado para as condições observadas, onde a ALT ficou abaixo da meta estabelecida. Porém, o ano de 2013 e o tratamento 4 de forma geral demonstraram potencial para os sistemas comportarem cargas nestes valores e diversos trabalhos com azevém anual têm como resultados CA acima de 800 kg de PV ha<sup>-1</sup> (Difante et al., 2005; Carvalho et al., 2010b). Isto indica novamente que melhores índices são possíveis de serem obtidos, desde que questões referentes ao manejo, como as citadas anteriormente, sejam ajustadas.

Os Gha foram superiores no ano de 2013, variando de 350 a 423 kg de PV ha<sup>-1</sup>, sendo os anos de 2014 e 2015 similares estatisticamente. Com relação aos tratamentos, somente em 2015 houve diferenciação, com o tratamento 4 sendo superior ao tratamento 1, devido ao maior período de pastejo e os Gha foram de 262 e 133 kg de PV ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os valores dos três anos avaliados são próximos aos obtidos no trabalho de Saibro & Silva (1999), que nos diferentes tratamentos impostos, obtiveram ganhos anuais entre 168 e 363 kg de PV ha<sup>-1</sup> em ciclos de pastejo superiores a 120 dias. O Gha teve alta correlação com a PTMS (R=0,83; P<0,0001), ALT (R=0,71;P<0,0001) e TxAc (R=0,66; P<0,0001), novamente demonstrando que, quando foi possível manejar o pasto na altura de 15 cm, os índices produtivos foram maiores.

O caráter de longo prazo e multidisciplinaridade do experimento permite a continuidade e a inserção de novos estudos, que podem envolver a dinâmica de crescimento do pasto, o comportamento animal e suas relações, além da busca de maior eficiência da drenagem dessas áreas. Dessa forma, será possível um maior entendimento das relações entre os agentes envolvidos, e estratégias poderão ser traçadas, culminando na otimização dos resultados obtidos.

### **Conclusões**

Os pastos de azevém anual utilizados, consorciados ou não com as leguminosas, apresentaram bom estabelecimento e produção de forragem, confirmando o sucesso na utilização destas espécies em ambientes úmidos de terras baixas. Questões referentes ao seu manejo devem ser melhor estudadas, visto que o componente animal e a ação do pastejo, por vezes, afetaram negativamente o seu desenvolvimento e resultaram em alturas inferiores a meta pretendida.

Dentro da heterogeneidade dos dados referentes à produção animal, foi possível identificar o potencial que os diferentes sistemas possuem, carecendo, porém, de ajustes em seu manejo, para melhor expressão dos resultados.

### **Referências bibliográficas**

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 241–248, 2002.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em Sistemas Integrados de Produção Agrícola e Pecuária no subtropical brasileiro. In: SOSBAI (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: UFV, 2013. p. 325–380.

BARTHAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: ALCOCK, M. M. (Ed.). **Biennial Report of the Hill Farming Research Organization**. Midlothian: Hill Farming Research Organization, 1985. p. 29–30.

BRAUNACK, M. V.; DEXTER, A. R. Soil aggregation in the seedbed: a review. I - Properties of aggregates and beds of aggregates. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 14, n. 3, p. 259-279, 1989.

CASSMAN, K. G.; PINGALI, P. L. Intensification of irrigated rice systems: Learning from the past to meet future challenges. **GeoJournal**, Amsterdam, v. 35, n. 3, p. 299–305, 1995.

CARVALHO, P. C. F. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Madison, v. 88, n. 2, p. 259–273, 2010.

CARVALHO, P. C. F. et al. Característica produtiva e estrutural de pastos mistos de aveia e azevém manejados em quatro alturas sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 9, p. 1857–1865, 2010.

CHAPMAN, D. F. et al. Pasture and forage crop systems for non-irrigated dairy farms in southern Australia. 2. Inter-annual variation in forage supply, and business risk. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v. 97, n. 3, p. 126–138, 2008.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, 2016. 179 p. (Safra 2015/16 – Décimo levantamento).

DA SILVA, D. F. F. **A altura que maximiza a taxa de ingestão em pastos de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é afetada pela existência de palhada quando o método de estabelecimento é em semeadura direta?** 2013. 74 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

DERPSCHE, R. et al. Why do we need to standardize no-tillage research? **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 137, p. 16-22, 2014.

DIFANTE, G. D. S. et al. Produção de forragem e rentabilidade da recria de novilhos de corte em área de várzea. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 433–441, 2005.

DIMITRI, C.; EFFLAND, A.; CONKLIN, N. **The 20th century transformation of U.S. agriculture and farm policy** *Economic*. Washington: USDA, 2005. 17 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2006. 306p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: the way forward for sustainable production intensification**. Rome: FAO, 2010. 79 p. (Integrated Crop Management, v. 13).

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations: Statistical database 2013**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home>>. Acesso em: 13 dez. 2015.

FOLEY, J. A. et al. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, London, v. 478, n. 7369, p. 337–342, 2011.

FRANK, D. A. et al. Consumer control of grassland plant production. **Ecology**, Washington, v. 83, n. 3, p. 602–606, 2002.

FRANZLUEBBERS, A. J. Integrated Crop–Livestock Systems in the Southeastern USA. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, p. 361-372, 2007.

FRANZLUEBBERS, A. J. Will we allow soil carbon to feed our needs? **Carbon Management**, London, v. 1, n. 2, p. 237–251, 2010.

GODFRAY, H. C. J. et al. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, Washington, v. 327, n. 5967, p. 812–818, 2010.

GRISE, M. M. et al. Avaliação do desempenho animal e do pasto na mistura aveia IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb) e ervilha forrageira (*Pisum arvense* L.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1085–1091, 2002.

KLINGMAN, D. L.; MILES, S. R.; MOTT, G. O. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Journal American Society of Agronomy**, Washington, v. 35, n. 9, p. 739-746, 1943.

KUMAR, V.; LADHA, J. K. Direct Seeding of Rice. Recent Developments and Future Research Needs. **Advances in agronomy**, New Delhi, v. 111, p. 297-413, 2011.

LEMAIRE, G. et al. Agriculture, Ecosystems and Environment Integrated Crop – Livestock Systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 190, p. 4–8, 2014.

LOPES, M. L. T. et al. 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**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 178–184, 2008.

LOVATO, T. **Dinâmica do carbono e do nitrogênio do solo afetada por preparos do solo, sistemas de cultura e adubo nitrogenado**. 2001. 130 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MADER, T. L. Environmental stress in confined beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 2, p. 110-119, 2003.

MARCHEZAN, E. et al. Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 303–308, 2002.

MORAES, A. et al. Integrated crop – livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 57, p. 4–9, 2014.

MOTT, G. O.; LUCAS H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pensylvania. **Proceedings...** Pensylvania: State College, 1952. p. 1380-1395.

PONTES, L. S. et al. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 529-537, 2004.

SAHA, B. C.; COTTA, M. A. Lime pretreatment, enzymatic saccharification and fermentation of rice hulls to etanol. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 32, n. 10, p. 971-977, 2008.

SHARIFF, A. R.; BIONDINI, M. E.; GRYGIEL, C. E. Grazing Intensity Effects on Litter Decomposition and Soil Nitrogen Mineralization. **Journal of Range Management**, London, v. 47, n. 6, p. 444–449, 1994.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, n.1, p.113-117, 1997.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Palotti, 2014. 192 p.

SOUZA, E. D. et al. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistemas de integração agricultura- pecuária submetidos a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1273-1282, 2008.

SOUZA, E. D. et al. Estoques de carbono orgânico 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**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1829–1836, 2009.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2ed. Porto Alegre: EMATER/UFRGS, 2008. 222p.

WIJAYRATNE, U. C.; SCOLES-SCIULLA S. J.; DEFALCO, L. A. Dust Deposition Effects on Growth and Physiology of the Endangered *Astragalus jaegerianus* (Fabaceae). **Madroño**, Berkeley, v. 56, n. 2, p. 81–88, 2009.

## **CAPÍTULO IV**

**RELAÇÃO ENTRE MASSA DE FORRAGEM E ALTURA DO PASTO EM  
PASTAGENS HIBERNAIS CONDUZIDAS EM SISTEMAS INTEGRADOS DE  
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM AMBIENTES DE TERRAS ALTAS E  
TERRAS BAIXAS NO SUL DO BRASIL**

**Relação entre massa de forragem e altura do pasto em pastagens  
hibernais conduzidas em sistemas integrados de produção agropecuária  
em ambientes de terras altas e terras baixas no sul do Brasil**

**Resumo** - Os sistemas integrados de produção agropecuária se caracterizam por serem uma alternativa de intensificação sustentável aos sistemas de produção de alimentos com menor diversidade de cultivos. No estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil, se aplicam tanto em ambientes de terras altas como em ambientes de terras baixas, onde predominam os cultivos de soja e arroz irrigado, respectivamente. Durante o período hibernar, podem dar uso a áreas em pousio, a partir do cultivo de pastos hibernais e da exploração da atividade pecuária. O sucesso da adoção desses sistemas depende do uso de intensidades de pastejo moderadas, sendo a altura do pasto uma ferramenta eficaz para seu controle. Estudos indicam faixas ótimas de pastejo entre 10 e 20 cm de altura em pastos hibernais, porém os mesmos foram realizados em ambientes de terras altas, não existindo estudos similares em ambientes de terras baixas. Considerando as características intrínsecas de cada ambiente e suas diferenças, pode-se supor que algumas respostas observadas no pasto em terras altas sejam distintas em terras baixas. Desse modo, este estudo teve como objetivo comparar, a partir do banco de dados de dois experimentos de longa duração em sistemas integrados de produção agropecuária, as relações entre massa de forragem e altura do pasto em pastos hibernais no ambiente de terras altas e no ambiente de terras baixas. Foram geradas duas equações, onde comprovou-se a diferença entre os dois



ambientes. No ambiente de terras altas, para cada centímetro de altura do pasto tem-se uma massa de forragem de 89,53 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca, enquanto que, no ambiente de terras baixas, para cada centímetro de altura do pasto tem-se 84,33 kg MS ha de massa de forragem.

Palavras chave: azevém anual, aveia preta, bovinos, carga animal

### **Relationship between forage mass and height in winter pastures of integrated crop-livestock systems of highlands and lowlands in southern brazil**

**Abstract** - The integrated crop-livestock systems are characterized as an intensive and sustainable alternative for the very specialized current food productions systems. In the Rio Grande do Sul State, Southern Brazil, the integrated systems are utilized in the highland and lowland environment, where predominates the cropping of soybean and irrigated rice, respectively. During the winter season, the areas under fallow period can be utilized with pastures and livestock exploration. The success of such systems depends on the utilization of moderate grazing intensities, being the pasture height an effective tool for its control. Studies indicate that the optimum grazing range occurs between 10 and 20 cm of sward height in winter pastures. However, these studies are performed in the highland environment and there are no developed studies for lowlands. In this context, the objective of this study was to compare the relationship between forage mass and height in winter pastures in the

highland and lowland environment, by using the database of two long-term experiments of integrated crop-livestock system. Two equations were generated, proving that the difference between these environments exists. In highlands, for each centimeter of pasture height there are a forage mass of 89.53 kg ha<sup>-1</sup> of dry matter, while in the lowlands the same centimeter corresponds to 84.33 kg ha<sup>-1</sup> of forage dry matter mass.

Keywords: Italian ryegrass, black oat, bovines, animal stocking

## **Introdução**

A utilização de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) em substituição a sistemas de produção de alimentos mais simplificados, onde há a predominância de monocultivos, é uma tendência observada e incentivada em todos os continentes do globo terrestre. Combinando diferentes arranjos de produção de grãos, forragem ou árvores com a produção animal, os SIPA estão associados a uma maior estabilidade econômica e diminuição de riscos ao produtor (Franzluebbers, 2007), além de melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos (Tracy & Zhang, 2008; Anghinoni et al. 2013). Utilizando de forma mais eficiente os recursos do meio, os SIPA possuem um caráter de intensificação sustentável, estando de acordo com a projeção de desafios e demandas para os próximos anos, de aumento da produção de alimentos, mesmo existindo limitações para se incorporar novas áreas ao sistema produtivo (Smith et al., 2010, Foley et al., 2011; FAO, 2010).

No estado do Rio Grande do Sul (RS), localizado no extremo sul do Brasil, mais de 7,3 milhões de hectares (ha) são cultivados anualmente durante o período estival com as culturas de soja e milho, predominantemente em ambientes de terras altas (planalto), e arroz irrigado, em ambientes de terras baixas (CONAB, 2016). No período hibernar, porém, menos de 1,0 milhão de ha são utilizados para a produção de grãos (tais como aveia, cevada, trigo e outros), predominantemente nas terras altas, permanecendo a maior parte das áreas com plantas de cobertura. No caso das terras baixas, grande parte das áreas permanecem em pousio ou em operações de preparo do solo, visto que mais de 90% da produção do arroz irrigado é realizada em sistemas com revolvimento do solo.

Dessa forma, há uma extensa área subutilizada nos meses de inverno, possibilitando a inserção da atividade pecuária e a formatação de SIPA, a partir da utilização de espécies forrageiras adaptadas a esta região, como as gramíneas aveia preta e azevém anual. Estas espécies, quando bem manejadas, oportunizam produções de 300 até 500 kg de peso vivo (PV) por ha, com ganhos médios diários de até 1,0 kg de PV por animal e produções de forragem entre 5 a 8 toneladas (t) de matéria seca (MS) por ha, tanto nas terras altas como nas terras baixas ( Saibro & Silva, 1999; Marchezan et al., 2002; Neto et al., 2013; Kunrath et al., 2014). Por bom manejo, entende-se intensidades de pastejo moderadas, de modo que sempre exista uma oferta de pasto que otimize a ingestão de forragem pelo animal, além de proporcionar a manutenção de uma massa de forragem residual, com um índice de área foliar que permita a rebrota e recuperação da pastagem após o processo de pastejo

(Canto et al., 2001). Dessa forma, os potenciais de produção de forragem e produção animal são expressados, além de se garantir a manutenção do equilíbrio nos fluxos biogeoquímicos do sistema produtivo (Anghinoni et al., 2013), que resultam nas melhorias observadas em SIPA quando comparados a sistemas agrícolas puros (Carvalho et al., 2010; Moraes et al., 2014).

A altura do pasto é uma medida eficaz e prática para prever a disponibilidade de forragem, sendo uma ferramenta útil no manejo do pasto e ajuste da carga animal (Grise et al., 2002). Ela é uma das variáveis que caracterizam a estrutura do pasto, em conjunto com a densidade populacional de perfilhos, densidade volumétrica de forragem, distribuição por estrato e outras (Laca & Lemaire, 2000). A combinação destas variáveis faz com que a mesma massa de forragem (MF) possa estar disposta de diferentes formas, devido a distintas combinações de alturas e densidades, que por sua vez podem ser influenciadas pelo próprio pastejo animal, espécie vegetal, estágio fenológico e outros (Carvalho et al., 2010a; Carvalho et al., 2010b; Pontes et al., 2004). Por esta razão, existem inúmeros trabalhos que buscam estabelecer alturas de manejo ótimas para o pastejo de cada espécie forrageira.

No caso do azevém anual e da aveia preta, estudos apontam alturas de manejo ideais entre 10 e 20 cm (Pontes et al., 2004; Amaral et al., 2013; Kunrath et al., 2014; da Silva, 2013), em pastagens simples de azevém anual ou em consórcio com aveia preta. Porém, estes estudos foram conduzidos em ambientes de terras altas, não existindo trabalhos similares em ambientes de terras baixas. De fato, existem diferenças intrínsecas entre estes dois tipos de ambientes, sendo que os solos característicos de terras baixas possuem um

horizonte B impermeável e uma drenagem deficiente, com a presença do lençol freático próximo a superfície (Klamt, 1986; Streck et al., 2008). Estes fatores acarretam numa maior propensão ao acúmulo de água, inclusive com a formação de lâmina de água em determinadas ocasiões. Esta umidade está relacionada com a vulnerabilidade do solo em deformar-se, aumentando a compactação (Larson et al., 1980) e possivelmente alterando a dinâmica de crescimento do pasto. Sendo assim, pode-se supor que as relações entre massa de forragem e altura sejam distintas entre os dois tipos de ambientes, existindo maior limitação ao crescimento no ambiente de terras baixas e, portanto, menores massas.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi comparar a relação da massa de forragem com a altura do pasto de espécies forrageiras hibernais em ambientes de terras baixas com ambientes de terras altas, buscando subsídios para o melhor manejo do pasto dentro de cada ambiente.

## **Material e métodos**

Foi utilizada a base de dados de dois experimentos de SIPA de longa duração, um conduzido no ambiente de terras altas e outro em ambiente de terras baixas, que contam com o pastejo de bovinos em pastos de ciclo hibernar. O experimento de terras altas se localiza na região do Planalto Médio do Rio Grande de Sul, no município de São Miguel das Missões, em área pertencente à Fazenda do Espinilho (28°56'14.00''S, 54°20'45.61''W). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 2006), sendo

profundo e bem drenado. A área experimental vem sendo manejada desde 1993 em semeadura direta e desde 2001 sob SIPA, onde a cultura da soja no verão se alterna com pastos de aveia preta e azevém anual no inverno. Os tratamentos consistem de quatro diferentes alturas de manejo do pasto (10, 20, 30 e 40 cm), sendo o delineamento experimental o de blocos ao acaso, com três repetições.

O experimento de terras baixas se localiza no Município de Cristal, na Planície Costeira Interna da Lagoa dos Patos, em área pertencente a Fazenda Corticeiras (30°97'26"S, 51°95'04"O). O solo é classificado como Planossolo Háplico (Embrapa, 2006), com relevo plano a suavemente ondulado. A área experimental era cultivada com arroz irrigado intercalado com períodos variáveis de pousio desde a década de 1960. Nos anos recentes, o último cultivo de arroz ocorreu em 2009 e desde então ela vinha sendo pastejada por ovinos quando, em março de 2013, teve início o experimento. Nele, estão sendo avaliados os efeitos de diversos SIPA, todos conduzidos sob semeadura direta, sendo que os tratamentos utilizados neste estudo foram os seguintes (a partir do primeiro inverno): 1) azevém anual – soja – azevém anual – arroz – azevém anual e; 2) azevém anual + trevo branco – capim sudão – azevém anual + trevo branco – soja – azevém anual + trevo branco. O critério de manejo do pasto em ambos tratamentos foi a altura de 15 cm. O delineamento experimental é o de blocos ao acaso, com três repetições.

O manejo dos animais e as avaliações realizadas no pasto foram similares nos dois experimentos, respeitando sempre o critério de manejo do pasto de cada tratamento. O monitoramento dos tratamentos foi realizado

quinzenalmente, medindo-se 100 pontos de altura do pasto por unidade experimental com o método do bastão graduado (*sward stick*), proposto por Barthram (1985). Para manter as alturas pretendidas foram realizados ajustes na taxa de lotação animal com intervalos de 15 dias, com entradas ou saídas de animais conforme a metodologia de pastoreio contínuo com taxa de lotação variável proposta por Mott & Lucas (1952). Três animais-teste por piquete foram mantidos, com número variável de animais reguladores.

Para determinação da produção do pasto foram realizadas avaliações de MF (kg de MS ha<sup>-1</sup>), aproximadamente a cada 28 dias, realizando cinco cortes aleatórios de pasto por unidade experimental, sendo que, nestes mesmos locais, foram medidos cinco pontos de altura do pasto com o *sward stick*. Os cortes foram realizados em uma área de 0,25 m<sup>2</sup> e acima do mantilho, sendo as amostras secas em estufa de circulação forçada a ar a 55°C até peso constante e posteriormente pesadas. No caso do experimento de terras altas, os anos utilizados foram 2005, 2009, 2010, 2011, 2013, 2014 e 2015, enquanto no experimento de terras baixas foram 2013, 2014 e 2015.

A normalidade dos dados foi testada, assim como a homogeneidade das variâncias. Para a análise de regressão foi utilizada a média dos cinco pontos de altura e a massa de forragem em cada quadro cortado de ambos os experimentos, gerando duas equações. As equações foram forçadas pela origem e comparadas segundo os intervalos de confiança (intervalo entre o limite superior e inferior). Para todas as análises foi utilizado o programa JMP Start Statistics (SAS) à um nível de 5% de significância.

## Resultados

As equações geradas para cada experimento (Figuras 1 e 2) demonstraram que existe diferença na relação entre a massa de forragem e a altura do pasto entre os dois ambientes. No experimento em terras altas, cada cm de altura do pasto corresponde a 89,53 kg de MS ha<sup>-1</sup>, enquanto que no experimento em terras baixas essa relação é de 84,33 kg de MS ha<sup>-1</sup> por cm de altura. O intervalo de confiança no experimento em terras altas situou-se entre 88,07 e 90,98, enquanto no experimento em terras baixas o mesmo situou-se entre 81,52 e 87,13, demonstrando que as equações são diferentes.

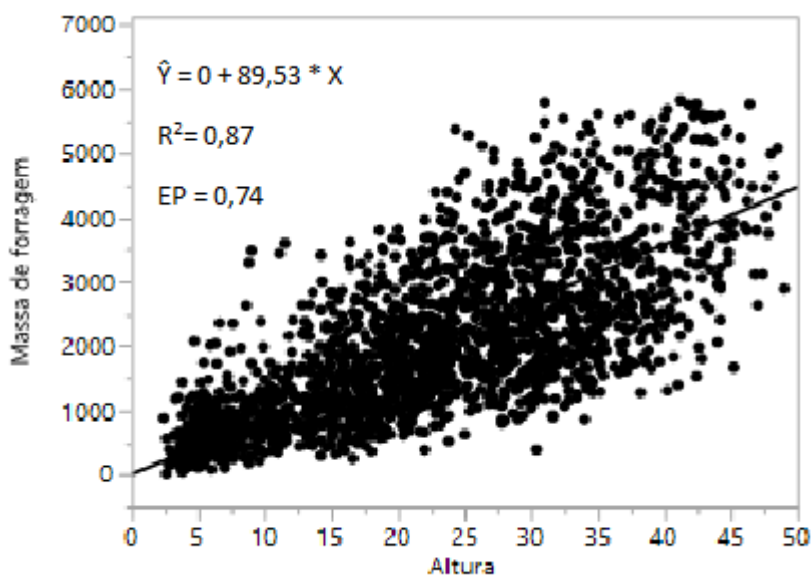


FIGURA 1. Relação entre massa de forragem (kg ha<sup>-1</sup>) e altura do pasto (cm) em experimento conduzido em sistema integrado de produção agropecuária em terras altas.



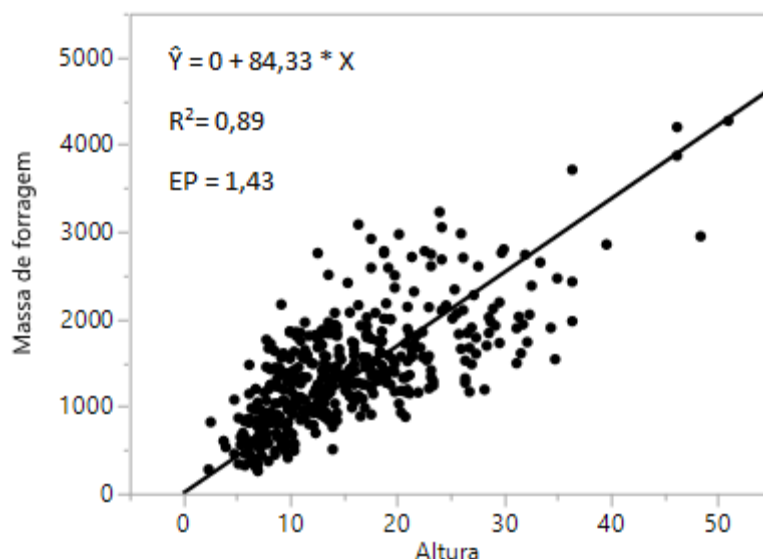


FIGURA 2. Relação entre massa de forragem ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e altura do pasto (cm) em experimento conduzido em sistema integrado de produção agropecuária em terras baixas.

No experimento em terras altas, o número de observações totais (compilação de 7 anos) foi de 2231 medidas. A altura média foi de 23,1 cm, com valor máximo de 49,0 cm e mínimo de 2,4 cm. A MF média foi de 2264,33  $\text{kg MS ha}^{-1}$ , sendo o valor máximo de 8852,20  $\text{kg MS ha}^{-1}$  e mínimo de 89,53  $\text{kg MS ha}^{-1}$ . No experimento em terras baixas o número de observações (compilação de 3 anos) foi de 422 medidas. A altura média foi de 15,3 cm, com valor máximo de 51,0 cm e mínimo de 2,4 cm. A MF média foi de 1403,50  $\text{kg MS ha}^{-1}$ , sendo o valor máximo de 5384,00  $\text{kg MS ha}^{-1}$  e mínimo de 256,00  $\text{kg MS ha}^{-1}$ .

## Discussão

As diferenças encontradas no presente trabalho na relação entre massa de forragem e altura do pasto entre os ambientes de terras altas e terras baixas podem ter origem em diversos motivos. A composição botânica das pastagens nos experimentos, por exemplo, é distinta, e isto pode ser um fator de diferenciação na relação MF x altura entre os mesmos. Enquanto a contribuição do trevo branco na MF no ambiente de terras baixas é muito baixa, no ambiente de terras altas o consórcio aveia preta e azevém anual possui a participação de ambos na constituição da MF ao longo do ciclo de pastejo. A não utilização da aveia no ambiente de terras baixas se deve ao fato de que esta espécie é menos adaptada às condições de excesso hídrico e alagamento do solo (Rosa et al., 2015).

A aveia preta em consórcio com azevém anual possui maior precocidade no seu ciclo de produção, sendo a principal responsável pela composição da MF nos primeiros meses de inverno, com o azevém anual possuindo um ciclo mais tardio e predominando à medida que o período de pastejo avança no tempo (Rosa et al., 2000). A dinâmica de perfilhamento e acúmulo de forragem no consórcio possui, portanto, duas respostas (uma em cada espécie) durante o ciclo de produção, enquanto no ambiente de terras baixas isto ocorre apenas com o azevém anual. Desse modo, pode existir maior participação e distribuição de forragem nos diferentes estratos do dossel forrageiro com a combinação das duas gramíneas, resultando em maiores densidades de forragem por centímetro de altura do pasto no ambiente de terras altas.

Diferenças de densidade podem ocorrer também a nível de população de plantas, visto que, no ambiente de terras baixas, existe maior número de fatores de estresse que podem influenciar a mortalidade de plantas e perfilhos, além do próprio processo de perfilhamento. O excesso hídrico, associado à má drenagem, é o principal deles, podendo causar a morte de plantas diretamente por supressão de oxigênio no solo (Zabalza et. al, 2008). O acúmulo de água também acentua as perdas de nitrogênio por desnitrificação e lixiviação (Dobbie et al., 1999), sendo este nutriente diretamente relacionado com a densidade da população de perfilhos (Neto et al., 2013). Estes processos podem ocorrer também no ambiente de terras altas, porém com menor potencial de danos.

O pisoteio animal, outra fonte de mortalidade de plantas e perfilhos (Chapman et al.,2008), em condições de acúmulo de água pode ter seu efeito potencializado. Além do dano causado diretamente pelo animal, com o excesso de umidade no solo, existem condições favoráveis para formação de lama. Esta lama, por sua vez, em contato com as folhas das plantas, pode retardar o desenvolvimento do pasto, com efeito similar ao observado por Wijayratne et al. (2009) com a deposição de poeira em folhas, ou até ocasionar sua morte.

As alturas preconizadas como ideais para o manejo do pasto baseiam-se na construção de estruturas que otimizem a colheita de forragem pelo animal no processo de pastejo (Carvalho et al., 2001). Estas estruturas são condicionadas pela intensidade de pastejo e, no experimento de terras altas, Nunes (2016) encontrou maior concentração de alturas ótimas para o pastejo no tratamento 20 cm (caracterizado como pastejo moderado). O tratamento 10

cm (pastejo intenso), em contrapartida, apresentou maior participação de vegetação excessivamente pastejada, sendo que a medida que o ciclo de pastejo avançava, esta participação crescia tendendo a uma homogeneidade entre as estruturas do pasto. Considerando que a altura de 15 cm utilizada no ambiente de terras baixas situa-se entre estes dois tratamentos do ambiente de terras altas e, que a quantidade de forragem a cada cm de altura do pasto é menor, o manejo preconizado no experimento de terras baixas pode estar mais próximo do tratamento 10 cm do que o de 20 cm no ambiente de terras altas.

Sendo assim, além das características inerentes a cada ambiente e às espécies utilizadas nos dois experimentos, o próprio pastejo animal pode estar sendo causa das diferenças verificadas. Desse modo, a altura de 15 cm no ambiente de terras baixas poderia ser considerada como um pastejo intenso, condicionando o pasto a uma estrutura com menor MF. Isto pode, inclusive acarretar em balanço negativo no fluxo de biomassa, dependendo da intensidade empregada, com o consumo e perdas de forragem sendo superiores ao seu crescimento (Pontes et al., 2004).

O manejo do pasto é considerado peça chave no êxito da adoção de SIPA (Carvalho et al., 2005). Este êxito está associado a intensidades de pastejo moderadas (Moraes et al., 2014), sendo que os estudos que apontam as melhores estratégias de manejo em pastos hibernais no sul do Brasil ocorreram em ambientes de terras altas. Considerando que a relação entre MF x altura do pasto é distinta entre os ambientes de terras altas e terras baixas, pode-se supor que a mesma estratégia de manejo do ambiente de terras altas não se aplique em terras baixas. Para tanto, a exemplo do que já é de

conhecimento nos ambientes de terras altas, é necessário avançar em estudos das relações solo-planta-animal em ambientes de terras baixas, obtendo assim maiores subsídios para as tomadas de decisão referente ao manejo.

## Conclusões

A relação entre massa de forragem e altura do pasto é distinta entre os ambientes de terras altas e terras baixas em pastos hibernais no sul do Brasil.

No ambiente de terras altas, existe uma maior quantidade de massa de forragem por centímetro de altura do pasto quando comparado a mesma altura em ambientes de terras baixas.

## Referências bibliográficas

AMARAL M. F. et al. Sward structure management for a maximum short-term intake rate in annual ryegrass. **Grass and Forage Science**, Malden, v. 68, n. 2, p. 271–277, 2013.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em Sistemas Integrados de Produção Agrícola e Pecuária no subtropical brasileiro. In: SOSBAI (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: UFV, 2013. p. 325–380.

BARTHAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: ALCOCK, M. M. (Ed.). **Biennial Report of the Hill Farming Research Organization**. Midlothian: Hill Farming Research Organization, 1985. p. 29–30.

CANTO, M. W. et al. Efeito da altura do capim tanzânia diferido nas características da pastagem no período do inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1186-1193, 2001.

CARVALHO, P. C. F. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas de animais pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p. 853-871.

CARVALHO, P. C. F. et al. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS, 10., 2005, Canoas. **Anais...** Cano

CARVALHO, P. C. F. et al. Característica produtiva e estrutural de pastos mistos de aveia e azevém manejados em quatro alturas sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 9, p. 1857–1865, 2010.

CARVALHO, P. C. F. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Madison, v. 88, n. 2, p. 259–273, 2010.

CHAPMAN, D. F. et al. Pasture and forage crop systems for non-irrigated dairy farms in southern Australia. 2. Inter-annual variation in forage supply, and business risk. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v. 97, n. 3, p. 126–138, 2008.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, 2016. 179 p. (Safra 2015/16 – Décimo levantamento).

DA SILVA, D. F. F. **A altura que maximiza a taxa de ingestão em pastos de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é afetada pela existência de palhada quando o método de estabelecimento é em semeadura direta?** 2013. 74 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

DOBBIE, K. E. et al. Nitrous oxide emissions from intensive agricultural systems: variations between crops and seasons, key driving variables, and mean emission factors. **Journal of Geophysical Research Atmosphere**, Washington, v. 104, n. 21, p. 26891-26899, 1999.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2006. 306p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: the way forward for sustainable production intensification**. Rome: FAO, 2010. 79 p. (Integrated Crop Management, v. 13).

FOLEY, J. A. et al. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, London, v. 478, n. 7369, p. 337–342, 2011.

FRANZLUEBBERS, A. J. Integrated Crop–Livestock Systems in the Southeastern USA. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, p. 361-372, 2007.

GRISE, M. M. et al. Avaliação do desempenho animal e do pasto na mistura aveia IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb) e ervilha forrageira (*Pisum arvense* L.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1085–1091, 2002.

KLAMT, E. et al. Degradation of properties of red Brazilian subtropical soils by management. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RED SOILS, 1986, Beijing. **Proceedings...**Beijing: Science Press, 1986. p. 523-528.

KUNRATH, R. T. et al. Management targets for continuously stocked mixed oat x annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop – livestock system. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 57, p. 71–76, 2014.

LACA, E. A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: MANNETJE, L.; JONES, R. M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 103-122.

LARSON, W. E. et al. Compression of agricultural soils from eight soil orders. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 3, p. 450-457, 1980.

MARCHEZAN, E. et al. Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 303–308, 2002.

MORAES, A. et al. Integrated crop – livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 57, p. 4–9, 2014.

MOTT, G. O.; LUCAS H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pensylvania. **Proceedings...** Pensylvania: State College, 1952. p. 1380-1395.

NETO, A. B. et al. Perfilhamento em pastagens de azevém em sucessão a soja ou milho, sob diferentes métodos e intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 3, p. 329–338, 2013.

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

PONTES, L. S. et al. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 529-537, 2004.

ROSA, T. D. et al. Alagamento do Solo: Efeito no Crescimento Inicial da Aveia Branca (*Avena sativa* L.). **Scientia Agraria Paranaensis**, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 127–131, 2015.

ROSO et al. Aveia Preta, Triticale e Centeio em Mistura com Azevém. 1. Dinâmica, Produção e Qualidade de Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 75-84, 2000.

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: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 4., 1999, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 1999. p. 27-56.

SMITH, P. et al. Competition for land. **Philosophical Transactions of the Royal Society : Biological Sciences**, London, v. 365, p. 2941–2957, 2010.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2ed. Porto Alegre: EMATER/UFRGS, 2008. 222p.

TRACY, B. F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an Integrated Crop-Livestock System in Illinois. **Crop Science**, Madison, v. 48, n. 3, p. 1211–1218, 2008.

WIJAYRATNE, U. C.; SCOLES-SCIULLA S. J.; DEFALCO, L. A. Dust Deposition Effects on Growth and Physiology of the Endangered *Astragalus jaegerianus* (Fabaceae). **Madroño**, Berkeley, v. 56, n. 2, p. 81–88, 2009.

ZABALZA, A. et al. Regulation of respiration and fermentation to control the plant internal oxygen concentration. **Plant Physiology**, Melbourne, v. 149, n. 2, p. 1087-1098, 2008.



## **CAPÍTULO V**

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **Considerações finais**

Este trabalho confirmou a adaptabilidade das espécies forrageiras hibernais utilizadas ao ambiente de terras baixas no sul do Brasil, corroborando os resultados disponíveis na literatura. A sua utilização em sistemas de cultivos conservacionistas pode ser simplesmente como plantas de cobertura ou ainda utilizadas para o pastejo animal, em arranjos produtivos mais complexos.

A introdução de sistemas integrados ao ambiente de terras baixas se constitui numa alternativa aos modelos de produção vigentes, oportunizando a diversidade de cultivos e promovendo a sustentabilidade. Questões referentes ao manejo destes sistemas são um vasto campo para a pesquisa, visto que, atualmente, a maioria dos estudos neste ambiente se baseiam em cultivos mais simplificados e com revolvimento do solo.

O protocolo experimental conduzido no município de Cristal, por ser de longo prazo, oportunizará uma série de estudos multidisciplinares, onde a relação entre os componentes do sistema poderá ser melhor compreendida. No que se refere a produção animal e de forragem, ajustes são necessários, sendo que a influência do teor de umidade do solo no desenvolvimento das plantas e no desempenho animal merece especial atenção, visto que possivelmente tenha sido um dos principais fatores limitantes nestes três primeiros anos.

### Referências bibliográficas

ALTUVE, S. M.; PALLARES, O. R. **Pasturas en areas de ex arroceras en el centro sur de Corrientes**: Proyecto regional arroz tecnologia, gestion, organizacion. Corrientes: INTA, 1999. 10 p.

AZAMBUJA, I. H. V.; VERNETTI, F. J. V.; MAGALHÃES, A. M. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 23-44.

BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v. 111, p. 1-12, 2012.

BESKOW, P. R. **O arrendamento capitalista na agricultura**: evolução e situação atual da economia do arroz no Rio Grande do Sul. São Paulo: HUCITEC, 1986. 220p.

DEVENDRA, C. Perspectives on animal production systems in Asia. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 1-18, 2007.

DEVENDRA, C.; THOMAS, D. Crop-animal interactions in mixed farming systems in Asia. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v. 71, n. 1-2, p. 27-40, 2002.

DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. **Agricultural Ecosystem Environment**, Amsterdam, v. 88, n. 2, p. 119-127, 2002.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **An international consultation on integrated crop-livestock systems for development**: the way forward for sustainable production intensification. Rome: FAO, 2010. 79 p. (Integrated Crop Management, v. 13).

FERREIRA, F. G.; GUMA, J. M. C. R.; GORELIK, D. B. **Resistência de grãos de arroz vermelho e preto presentes em amostras de sementes sem origem ao herbicida do grupo das imidazolinonas**. Disponível em: <[http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/7.4\\_Resist\\_n.pdf](http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/7.4_Resist_n.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2013.

FGTC. Forage and Grazing Terminology Committee. **Terminology for grazing lands and grazing animals**. Blacksburg: Pocahontas Press, 1991. 38p.

GANESAN, S. et al. Duck-cum-fish culture in rice farming systems in Cauvery delta region of Tamil Nadu: the Aduthurai experiment. **Indian Journal of Agricultural Economics**, Mumbai, v. 46, p. 180-185, 1991.

HENKIN, H.; GRUNDLING, R. D. P. O arroz brasileiro no contexto do Mercosul. In: HENKIN, H. (Org.). **A economia do arroz: competitividade e estratégias de desenvolvimento da cadeia produtiva do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2010. p. 61-70.

INIA. Instituto Nacional de Investigacion Agropecuaria. **[Informações obtidas no site]**. Disponível em: <<http://www.inia.org.uy/online/site/1648211.php>>. Acesso em 20 de março 2013.

IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **[Informações obtidas no site]**. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/index.php?principal=1&Seção=1&id=3325>>. Acesso em: 13 abr. 2013.

KEULEN, H.; SCHIERE, H. Crop-livestock systems: old wine in new bottles? In: INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS, 4., 2004, Brisbane. **Proceedings...**Brisbane, 2004. 1 CD-ROM.

MARCHEZAN, E. et al. Controle de arroz-vermelho. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 547-577.

OLIVEIRA, C. F.; STULP, V. J. Análise de políticas tributárias para o desenvolvimento da orizicultura do Rio Grande do Sul no âmbito do Mercosul. In: HENKIN, H. (Org.). **A economia do arroz: competitividade e estratégias de desenvolvimento da cadeia produtiva do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2010. p. 157-178.

REIS, J. C. L. **Pastagens em terras baixas**. Pelotas: EMBRAPA, 1988. 34 p. (Circular Técnica, n. 7).

REIS, J. C. L.; SAIBRO, J. C. Integração do arroz com pastagens cultivadas e pecuária. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2004. p. 831-859.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, INDÚSTRIA E COMÉRCIO DO RIO GRANDE DO SUL. **Melhoramentos da Rizicultura no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Imprensa Oficial, 1945. 429 p.

THEIN, N. et al. Rice-fish-duck-pig production in Vietnan. In: SYMPOSIUM ON INTEGRATED SYSTEMS OF ANIMAL PRODUCTION IN THE ASIAN REGION, 1996, Chiba. **Proceedings...**Chiba: AAAP, 1996. p. 53-76.

## **APÊNDICES**

Apêndice 1. Entrada de dados para análise de distribuição de classes de agregados (%) e DMP (mm). Capítulo II.

Trat	Camada	Bloco	c1	c2	c3	c4	c5	c6	DMP
AZEVEM	5	1	31,3	12,5	10,7	13,4	12,1	20,0	2,7
AZEVEM	5	2	22,1	14,8	12,4	12,4	11,7	26,7	2,3
AZEVEM	5	4	25,1	14,9	12,5	11,1	8,4	28,0	2,4
AZEVEM	10	1	32,0	12,2	4,9	9,1	11,2	30,5	2,7
AZEVEM	10	2	42,3	17,8	7,6	6,2	6,5	19,6	3,5
AZEVEM	10	4	41,4	11,6	5,4	6,2	7,9	27,5	3,2
CORNICHÃO	5	1	30,5	2,3	13,1	10,9	9,8	33,4	2,4
CORNICHÃO	5	2	31,0	14,5	10,2	10,2	9,4	24,7	2,7
CORNICHÃO	5	4	30,8	11,4	4,7	9,8	16,1	27,3	2,6
CORNICHÃO	10	1	28,8	7,4	3,2	7,8	15,9	37,0	2,3
CORNICHÃO	10	2	24,0	8,8	5,2	8,4	14,2	39,5	2,1
CORNICHÃO	10	4	25,5	11,1	4,9	7,8	9,5	41,3	2,2
CAMPO	5	1	42,6	10,6	5,4	5,7	7,2	28,6	3,2
CAMPO	5	2	31,1	9,6	8,4	0,4	8,5	42,0	2,5
CAMPO	5	4	25,4	16,0	6,2	11,6	8,7	32,2	2,4
CAMPO	10	1	27,8	8,8	8,2	9,1	12,9	33,2	2,3
CAMPO	10	2	28,1	14,2	7,3	8,8	11,1	30,5	2,5
CAMPO	10	4	22,6	13,9	6,4	8,6	13,6	34,9	2,2
CONVENCIONAL	5	1	17,6	10,2	5,6	8,6	4,2	54,0	1,7
CONVENCIONAL	5	2	14,5	7,4	8,5	7,8	13,9	47,9	1,5
CONVENCIONAL	5	4	10,3	8,4	6,0	11,1	11,4	52,8	1,2
CONVENCIONAL	10	1	14,2	14,0	8,0	13,8	13,3	36,8	1,7
CONVENCIONAL	10	2	20,8	7,5	6,0	10,8	13,6	41,2	1,8
CONVENCIONAL	10	4	16,9	15,0	11,0	11,9	14,5	30,6	1,9

Apêndice 2. Entrada de dados para análise de variância de altura média real do pasto entre avaliações (ALT,cm), massa disponível (MF, kg MS ha<sup>-1</sup>) e taxa de acúmulo diário (TxAc, kg ms ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Capítulo III.

ANO	TRAT	BLOCO	PERIODO	MÊS	DIAS	ALT	MF	TxAC
2013	1	1	1	7	29	24,20	1674,40	45,11
2013	1	2	1	7	29	25,80	1842,76	46,68
2013	1	3	1	7	29	21,05	2093,04	64,65
2013	1	1	2	8	31	15,40	1452,40	55,23
2013	1	2	2	8	31	17,20	1380,80	71,87
2013	1	3	2	8	31	18,35	2105,20	53,51
2013	1	1	3	9	32	12,45	1254,40	59,63
2013	1	2	3	9	32	13,05	1243,60	54,29
2013	1	3	3	9	32	17,75	1662,00	63,33
2013	2	1	1	7	29	26,50	1864,60	36,30
2013	2	2	1	7	29	24,30	1460,40	43,03
2013	2	3	1	7	29	23,90	1625,60	69,66
2013	2	1	2	8	31	16,45	1474,80	37,81
2013	2	2	2	8	31	15,90	1022,40	74,00
2013	2	3	2	8	31	16,35	1457,60	56,26
2013	2	1	3	9	32	12,75	1373,60	49,42
2013	2	2	3	9	32	12,45	1205,60	50,25
2013	2	3	3	9	32	13,35	1319,60	63,50
2013	2	1	4	10	34	11,45	1192,00	46,31
2013	2	2	4	10	34	13,25	1300,48	41,41
2013	2	3	4	10	34	12,20	1377,60	44,29
2013	3	1	1	7	29	25,70	1383,56	41,46
2013	3	2	1	7	29	24,10	1798,88	34,25
2013	3	3	1	7	29	21,90	1697,80	60,29
2013	3	1	2	8	31	17,70	1115,20	49,23
2013	3	2	2	8	31	17,10	1328,80	31,61
2013	3	3	2	8	31	17,55	1510,00	65,94
2013	3	1	3	9	32	14,85	1361,60	53,31
2013	3	2	3	9	32	15,95	1379,20	77,44
2013	3	3	3	9	32	15,55	1251,20	65,38
2013	3	1	4	10	34	13,20	1351,60	68,12
2013	3	2	4	10	34	15,90	1345,20	60,59
2013	3	3	4	10	34	13,60	1290,80	54,82
2013	4	1	1	7	29	24,55	1985,12	49,03
2013	4	2	1	7	29	26,65	1950,44	45,93
2013	4	3	1	7	29	24,00	1963,76	92,48

2013	4	1	2	8	31	19,60	1444,56	37,47
2013	4	2	2	8	31	18,05	1412,00	63,66
2013	4	3	2	8	31	18,10	1995,08	25,71
2013	4	1	3	9	32	14,85	1511,20	7,63
2013	4	2	3	9	32	15,95	1320,80	60,81
2013	4	3	3	9	32	15,55	1481,60	29,94
2013	4	1	4	10	30	16,30	1823,60	26,59
2013	4	2	4	10	30	12,00	1286,40	43,71
2013	4	3	4	10	30	12,90	1338,00	55,94
2013	4	1	5	11	13	14,25	1708,30	121,69
2013	4	2	5	11	13	11,05	1217,20	64,00
2013	4	3	5	11	13	11,75	1263,20	53,54
2014	1	1	1	9	41	.	.	.
2014	1	2	1	9	41	.	.	.
2014	1	3	1	9	41	.	.	.
2014	2	1	1	9	41	.	.	.
2014	2	2	1	6	29	16,98	1479,60	33,56
2014	2	3	1	6	29	17,83	1780,00	32,64
2014	2	2	2	7	25	15,89	1366,40	12,05
2014	2	3	2	7	25	15,14	1239,20	8,96
2014	2	2	3	8	31	14,67	1302,80	18,06
2014	2	3	3	8	31	10,35	866,00	25,51
2014	2	2	4	9	28	9,69	1070,40	5,57
2014	2	3	4	9	28	7,80	884,80	3,10
2014	3	1	1	9	34	.	.	.
2014	3	2	1	7	28	16,30	1536,80	111,89
2014	3	3	1	7	28	13,54	1363,60	100,40
2014	3	1	2	10	32	.	.	.
2014	3	2	2	8	30	13,82	1142,30	25,00
2014	3	3	2	8	30	12,56	1388,80	40,40
2014	3	2	3	9	27	11,63	1071,10	53,73
2014	3	3	3	9	27	11,85	1642,80	24,05
2014	3	2	4	10	32	9,85	1013,60	21,13
2014	3	3	4	10	32	10,23	1534,80	30,00
2014	3	2	5	11	23	9,16	1093,60	27,88
2014	3	3	5	11	23	9,40	1665,20	17,51
2014	4	1	1	9	34	.	.	.
2014	4	2	1	7	28	15,85	2184,80	10,14
2014	4	3	1	7	28	16,01	2111,20	3,05
2014	4	1	2	10	46	.	.	.
2014	4	2	2	8	30	15,64	2266,40	38,40
2014	4	3	2	8	30	16,93	3162,80	21,93
2014	4	2	3	9	27	13,81	2908,00	33,33



2014	4	3	3	9	27	15,67	3368,40	16,49
2014	4	2	4	10	32	12,27	2590,80	26,94
2014	4	3	4	10	32	13,40	2657,20	36,17
2014	4	2	5	11	23	12,58	2343,20	44,52
2014	4	3	5	11	23	13,35	2872,00	26,61
2015	1	1	1	8	28	16,35	1583,92	62,71
2015	1	2	1	9	33	.	.	.
2015	1	3	1	8	28	17,40	1809,00	36,42
2015	1	1	2	9	25	9,82	1327,20	21,48
2015	1	3	2	9	25	12,04	1882,84	10,19
2015	2	1	1	8	28	.	.	.
2015	2	2	1	6	28	12,84	1185,36	15,66
2015	2	3	1	6	28	13,12	1258,40	32,33
2015	2	1	2	9	25	.	.	.
2015	2	2	2	7	24	11,24	862,08	14,14
2015	2	3	2	7	24	14,22	860,28	26,99
2015	2	2	3	8	28	12,35	1267,32	59,96
2015	2	3	3	8	28	14,35	1241,00	96,61
2015	2	2	4	9	25	9,56	1149,04	14,09
2015	2	3	4	9	25	8,80	903,32	7,79
2015	3	1	1	7	34	16,35	1863,76	8,28
2015	3	2	1	7	34	15,55	1868,00	25,14
2015	3	3	1	7	34	16,75	1839,52	21,75
2015	3	1	2	8	31	15,10	1358,84	15,37
2015	3	2	2	8	31	10,55	1396,80	39,02
2015	3	3	2	8	31	13,50	1487,72	53,35
2015	3	1	3	9	35	14,80	1098,16	21,85
2015	3	2	3	9	35	8,65	917,00	14,12
2015	3	3	3	9	35	10,60	1034,60	11,26
2015	3	1	4	10	28	11,67	846,40	20,06
2015	3	2	4	10	28	7,58	609,60	32,77
2015	3	3	4	10	28	7,10	692,84	42,11
2015	4	1	1	7	35	15,20	1933,76	-7,58
2015	4	2	1	7	35	14,85	1959,32	18,74
2015	4	3	1	7	35	14,71	1940,20	4,20
2015	4	1	2	8	30	15,40	1598,60	34,85
2015	4	2	2	8	30	13,95	1436,84	35,63
2015	4	3	2	8	30	14,80	1830,95	8,91
2015	4	1	3	9	28	14,40	1875,20	81,44
2015	4	2	3	9	28	12,35	1593,80	49,31
2015	4	3	3	9	28	14,70	1972,19	2,71
2015	4	1	4	10	32	11,55	1600,28	10,45
2015	4	2	4	10	32	10,20	1524,80	24,65

2015	4	3	4	10	32	14,40	2117,68	20,90
2015	4	1	5	11	29	12,50	1638,32	38,64
2015	4	2	5	11	29	10,23	2116,52	47,26
2015	4	3	5	11	29	14,15	2777,44	32,67

Apêndice 3. Entrada de dados para ANOVA do ganho médio diário (GMD, kg animal dia<sup>-1</sup>), número de animais médio (nº animais), carga animal média (Carga, kg pv há<sup>-1</sup>), peso médio de entrada dos animais testes (peso entrada, kg pv) e peso médio de saída dos animais testes (Peso saída, kg pv).

Ano	TRAT	BLOCO	GMD	Dias	Nº Animais	Carga	Ganho	Peso entrada	Peso Saída
2013	1	1	0,65	92	5,1	1026,0	302,3	173,2	233,0
2013	1	2	0,69	92	6,2	1222,0	390,8	166,8	230,3
2013	1	3	0,68	92	5,6	1152,6	351,8	174,0	236,7
2013	2	1	0,69	126	4,7	1023,0	407,0	175,5	262,7
2013	2	2	0,79	126	4,7	1067,0	464,3	179,5	279,3
2013	2	3	0,69	126	4,6	984,0	399,1	169,7	256,0
2013	3	1	0,57	126	4,0	831,0	283,0	174,2	245,7
2013	3	2	0,71	126	4,9	1043,0	436,7	169,3	259,0
2013	3	3	0,56	126	4,7	1008,0	333,4	178,3	249,0
2013	4	1	0,71	139	3,3	713,0	318,6	170,3	268,3
2013	4	2	0,57	139	4,8	1019,0	381,5	171,2	250,0
2013	4	3	0,66	139	4,5	991,0	414,1	173,8	265,7
2014	1	1	.	.	.	.	.	.	.
2014	1	2	1,12	41	3,2	738,9	145,3	211,0	257,0
2014	1	3	1,09	41	3,2	654,7	141,1	185,0	229,7
2014	2	1	.	.	.	.	.	.	.
2014	2	2	0,48	113	3,0	650,4	162,0	191,0	245,3
2014	2	3	0,39	113	2,9	598,4	126,1	186,0	227,0
2014	3	1	.	.	.	.	.	.	.
2014	3	2	0,38	140	2,8	540,2	150,1	166,8	220,7
2014	3	3	0,43	140	2,8	575,8	165,8	178,8	239,0
2014	4	1	.	.	.	.	.	.	.
2014	4	2	0,57	140	3,6	750,5	284,1	171,3	251,3
2014	4	3	0,51	140	3,4	732,8	243,5	179,0	250,3
2015	1	1	0,55	53	2,7	653,6	76,9	234,7	258,6
2015	1	2	.	.	.	.	.	.	.
2015	1	3	0,88	53	3,5	858,3	163,0	219,7	270,0
2015	2	1	.	.	.	.	.	.	.
2015	2	2	0,91	80	2,8	541,1	200,3	193,3	200,0
2015	2	3	0,67	80	3,0	515,0	161,3	171,2	171,2
2015	3	1	0,88	129	2,0	570,3	229,7	224,7	338,0
2015	3	2	0,58	129	2,6	647,8	194,4	213,3	288,7
2015	3	3	0,56	129	2,9	794,5	214,1	233,3	306,0
2015	4	1	0,43	154	2,9	683,0	191,8	204,0	270,7
2015	4	2	0,52	154	3,8	925,4	303,1	206,0	286,7
2015	4	3	-	-	-	-	-	-	-

## Vita

Thiago Barros, filho de Higino Cosme Barros e Tânia Ávila Barros, nasceu no dia 24 de outubro de 1978, no município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. cursou Ensino Fundamental e Médio no Colégio Anchieta, localizado em Porto Alegre, concluindo seus estudos no ano de 1995. Em 1996 ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, graduando-se no ano de 2002. Durante a graduação atuou como bolsista de iniciação científica no Departamento de Plantas Forrageiras durante dois anos sob a orientação do Prof. Miguel Dall’Agnol, com a temática de melhoramento de espécies forrageiras. Foi sócio proprietário da empresa Grão Inteiro Sistemas de Gestão Agropecuária Ltda., atuando na área de consultoria e assessoramento técnico predominantemente com a cultura do arroz irrigado de 2005 até 2010. Desde 2001, administra, em regime de condomínio, área de espólio familiar explorando a cultura do arroz irrigado no município de Triunfo, Rio Grande do Sul. Em março de 2010 iniciou o Mestrado em Zootecnia, Área de concentração em Plantas Forrageiras, no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação do Prof. Miguel Dall’Agnol, apresentando a dissertação intitulada “Avaliação de populações de *Andropogon lateralis* Ness. Submetidas a diferentes alturas e frequências de cortes” em março de 2012. Iniciou, em abril de 2012, doutorado em Zootecnia, Área de concentração em Plantas Forrageiras, no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação do Prof. Paulo Cesar de Faccio Carvalho.