

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE RUMINANTES**

**PRODUÇÃO ANIMAL EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS DA FRONTEIRA OESTE DO RIO
GRANDE DO SUL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**RENATA DA ROSA DORNELLES
Eng.^a Agrônoma — UNIPAMPA**

URUGUAIANA – RS

2020

RENATA DA ROSA DORNELLES

**PRODUÇÃO ANIMAL EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS DA FRONTEIRA OESTE DO
RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação *Stricto sensu* em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Bohrer de Azevedo

Uruguiana
2020

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados
Fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

D713p Dornelles, Renata da Rosa

Produção animal em sistemas integrados de produção
agropecuária em terras baixas da fronteira oeste do Rio
Grande do Sul / Renata da Rosa Dornelles.

64 p.

Dissertação(Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL, 2020.

"Orientação: Eduardo Bohrer de Azevedo".

1. azevém anual. 2. forrageiras. 3. integração lavoura-
pecuária. 4. leguminosas. 5. sustentabilidade. I. Título.

RENATA DA ROSA DORNELLES

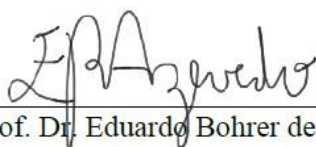
**PRODUÇÃO ANIMAL EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS DA FRONTEIRA OESTE DO
RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação Stricto sensu em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: produção e nutrição de ruminantes

Dissertação defendida e aprovada em: 12 de junho de 2020

Banca examinadora:



Prof. Dr. Eduardo Bohrer de Azevedo

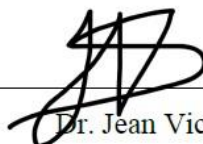
Orientador

Programa de Pós-graduação em Ciência Animal – UNIPAMPA



Prof. Dr. Tiago Antônio Del Valle

Curso de Agronomia – UNIPAMPA



Dr. Jean Victor Savian

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – INIA (Uruguai)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Anaurelina da Rosa Dornelles e Paulo Renato Bolok Dornelles, maiores incentivadores e fontes inesgotáveis de apoio, amor e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e proteção.

Aos meus pais, Paulo Renato e Anaurelina, pelo carinho, amor e por serem o meu porto seguro em todos os momentos difíceis.

À minha irmã Sabrina, minha sobrinha Milena e meu cunhado Mitchel, por serem muito mais que família, por serem meu refúgio e conforto.

Ao professor Eduardo Bohrer de Azevedo, pela orientação, troca de conhecimento e amizade.

Ao professor Tiago Del Valle pelo auxílio no experimento, planilhas e por todo conhecimento transmitido nesse curto espaço de tempo em que nos conhecemos.

Ao professor Bruno Fraga, por sempre ter palavras de incentivo em momentos difíceis, e pelo zelo para com todos os estagiários que passaram pelo laboratório de bromatologia e nutrição animal da Unipampa, Campus Itaquí.

A todos os professores do programa de pós-graduação em Ciência Animal da Unipampa, em especial a professora Debora Payão Pellegrini (Flor), pelo conhecimento, profissionalismo e por ir além, demonstrando carinho e empatia por todos os seus alunos.

Ao Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), e seus pesquisadores Júlio Kuhn da Trindade e Cleiton Ramão, pelas ideias, troca de experiências, além de todo suporte prestado quando solicitado.

Aos amigos do Grupo de Estudos em Produção e Nutrição de Ruminantes (GENUR), principalmente, ao Edu (Bolt), Tinho, Mari Trindade e Rafael, que auxiliaram em quase todas as avaliações a campo, além auxiliarem em outros experimentos quando foi necessário.

Aos amigos do coração Carine Rey e Maximiliano do Prado pela ajuda e carinho que me deram sempre que precisei.

À amiga Danielli Comassetto pelo auxílio no campo, nas análises laboratoriais (foram incontáveis blocos de proteína), planilhas e também na escrita. Esteve presente em todos os processos de desenvolvimento desse trabalho e também de outros, com certeza foste muito importante para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos amigos Igor Severo e Thiago Arraes, muito importantes na lida diária do campo, nas separações morfológicas e análises laboratoriais. Não desistiram nunca, mesmo com todas adversidades encontradas.

Ao amigo Jean Machado pela ajuda na cerca elétrica e auxílio nas avaliações a campo.

As amigas Mari Pacheco, Susi e Vi que auxiliaram nas avaliações e separação morfológica, além de auxiliarem em outros projetos.

Aos amigos Juliana Oliveira e Lucas Dotto que ajudaram mesmo distantes, sempre dispostos a ajudar nas análises estatísticas e na leitura do texto.

Aos estagiários do laboratório de nutrição animal e forragicultura da Unipampa Campus Uruguaiana, por auxiliarem nas pesagens do primeiro ano e na semeadura das leguminosas no segundo ano.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Enfim, a todos que contribuíram de maneira direta ou indireta para a realização desse trabalho.

Muito obrigada!

EPÍGRAFE

Tem coisas que tem seu valor avaliado
em quilates, em cifras e fins, e outras
não têm o apreço nem pagam o preço
que valem para mim.

Luiz Marengo

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de forragem hiberna e de bovinos de corte em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) em terras baixas da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul (RS). Foram utilizados 9 piquetes (~1 ha), em um delineamento em blocos casualizados para avaliar os seguintes tratamentos: 1) AAPAL: Arroz – Azevém anual – Pousio – Azevém + Leguminosas; 2) SASA: Soja – Azevém anual – Soja – Azevém anual; e 3) AAPA: Arroz – Azevém anual – Pousio – Azevém) em dois anos de avaliação. Três fêmeas Braford (150 kg de peso vivo e 6 meses de idade) foram utilizadas em cada piquete (unidade experimental) para avaliar o desempenho animal. Em ambos os anos foram avaliadas a produção de matéria seca, a estrutura do dossel forrageiro e a composição química das forragens. Nos animais avaliou-se o ganho médio diário (GMD), taxa de lotação e o ganho de peso corporal $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ dos animais. O SASA apresentou a maior massa de forragem e taxa de acúmulo diário em relação aos tratamentos AAPAL e AAPA, com as médias de 1718 kg MS ha^{-1} e 50,1 kg MS $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. O maior ganho médio diário e ganho de peso corporal $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ também foi observado no SASA em relação ao AAPAL e AAPA, com médias de 0,9 kg $\text{animal}^{-1} \text{dia}^{-1}$ e 340 $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$. O tratamento SASA obteve o maior desempenho forrageiro e animal.

Palavras-chave: azevém anual, forrageiras, integração lavoura-pecuária, leguminosas, sustentabilidade.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the production of hibernal forage and beef cattle under arrangements of integrated crop-livestock systems (ICLS) in lowlands of Western Frontier of Rio Grande do Sul (RS). Nine paddocks (~ 1 ha) were used in a randomized block design to evaluate the following treatments: 1) AAPAL: Rice - Annual ryegrass - Fallow - Rye + Legumes; 2) SASA: Soybeans - annual ryegrass - Soybeans - annual ryegrass; and 3) AAPA: Rice - Annual Azevém - Pousio - Azevém) in two years of evaluation. Three Braford females (150 kg live weight and 6 months old) were used in each paddock (experimental unit) to assess animal performance. In both years the production of dry matter, the structure of the forage canopy and the chemical composition of the forages were evaluated. In animals, the average daily gain (GMD), stocking rate and body weight gain ha⁻¹ year⁻¹ of animals were evaluated. The SASA presented the highest forage mass and daily accumulation rate in relation to the AAPAL and AAPA treatments, with averages of 1718 kg DM ha⁻¹ and 50.1 kg DM ha⁻¹ day⁻¹, respectively. The highest average daily gain and body weight gain ha⁻¹ year⁻¹ was also observed in SASA in relation to AAPAL and AAPA, with averages of 0.9 kg animal⁻¹ day⁻¹ and 340 ha⁻¹ year⁻¹. The SASA treatment obtained the highest forage and animal performance.

Keywords: annual ryegrass, forage, integration crop-livestock, legumes, sustainability.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Precipitação pluviométrica acumulada (mm) e temperaturas médias durante os dois anos de condução do experimento, Uruguaiana – RS, 2018/2019, Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia	43
FIGURA 2 - Proporção de folhas (g/kg MS) de pastagens hibernais em distintos períodos de avaliação ao longo do período experimental, Uruguaiana-RS, 2018 e 2019; tratamentos: AAPAL – Arroz, Azevém, Pousio, Azevém + leguminosas; SASA – Soja, Azevém, Soja, Azevém; AAPA – Arroz, Azevém, Pousio, Azevém	51
FIGURA 3 - Ganho médio diário (GMD) de fêmeas em pastagens hibernais cultivadas sob distintos sistemas integrados de produção agropecuária, Uruguaiana 2018 e 2019; tratamentos: AAPAL – Arroz, Azevém, Pousio, Azevém + leguminosas; SASA – Soja, Azevém, Soja, Azevém; AAPA – Arroz, Azevém, Pousio, Azevém	53
FIGURA 4 - Digestibilidade de matéria orgânica de pastagens hibernais cultivadas sob distintos sistemas integrados de produção agropecuária e em diferentes períodos de avaliação ao longo do período experimental, Uruguaiana-RS, 2018 e 2019; tratamentos: AAPAL – Arroz, Azevém, Pousio, Azevém + leguminosas; SASA – Soja, Azevém, Soja, Azevém; AAPA – Arroz, Azevém, Pousio, Azevém	54

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Características químicas do solo na área experimental antes da implantação dos tratamentos, Uruguaiana - RS, 2018.....	43
TABELA 2 - Sistemas integrados de produção agropecuária conduzidos no município de Uruguaiana - RS, 2018 e 2019	44
TABELA 3 - Ordem cronológica das datas de avaliações realizadas, Uruguaiana - RS, 2018 e 2019	46
TABELA 4 - Taxa de acúmulo diário (TAD), altura do pasto, massa de forragem (MF), razão massa de forragem:altura e composição morfológica de pastagens hibernais, cultivados em distintos sistemas integrados de produção agropecuária, Uruguaiana-RS, 2018 e 2019	50
TABELA 5 - Composição química de pastagens hibernais cultivadas sob distintos sistemas integrados de produção agropecuária em Uruguaiana - RS, 2018 e 2019.....	52
TABELA 6 - Oferta real de forragem, parâmetros nutricionais e desempenho de fêmeas bovinas em distintos sistemas integrados de produção agropecuária em Uruguaiana – RS, 2018 e 2019	53
TABELA 7- Produção de forragem e desempenho de fêmeas bovinas por área, em distintos sistemas integrados de produção agropecuária em Uruguaiana - RS, 2018 e 2019	55

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais
CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento
DMO – Digestibilidade de Matéria Orgânica
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FDA – Fibra em Detergente Ácido
FDN – Fibra em Detergente Neutro
FDN_{cp} – Fibra em Detergente Neutro corrigido para cinzas e proteína
g — Gramas
GMD – Ganho Médio Diário
GPC – Ganho de Peso Corporal
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INIA – Instituto Nacional de Investigación Agropecuária
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
IRGA – Instituto Rio Grandense de Arroz
K – Potássio
Kg - Quilograma
LDA – Lignina em Detergente Ácido
N – Nitrogênio
NT – Nitrogênio Total
MF – Massa de Forragem
MN – Matéria Natural
MM – Matéria Mineral
MO – Matéria Orgânica
MS – Matéria Seca
RS – Rio Grande do Sul
OF – Oferta de Forragem
P – Fósforo
PB – Proteína Bruta
PC – Peso Corporal
PD – Plantio Direto
PR – Paraná
SIPA – Sistema Integrado de Produção Agropecuária
ton - Toneladas

UE – Unidade Experimental

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO I	17
1.1 INTRODUÇÃO	18
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
1.2.1 Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).....	20
1.2.2 A orizicultura e a pecuária de corte no RS	22
1.2.3 Produção de forragem, desempenho animal e rendimento de grãos num contexto de sistemas integrados de produção agropecuária.....	25
1.3 HIPÓTESE DE ESTUDO.....	32
1.4 OBJETIVOS GERAIS	32
1.4.1 Objetivos específicos	32
REFERÊNCIAS	33
2 CAPÍTULO II.....	38
2.1 INTRODUÇÃO	41
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	42
2.2.1 Localização e caracterização da área experimental	42
2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos	43
2.2.3 Animais experimentais	44
2.2.4 Estabelecimento da pastagem e culturas de verão.....	44
2.2.6.1 Culturas de verão	44
2.2.6.2 Forragens	45
2.2.7 Avaliações	46
2.2.7.1 Avaliações das forragens	46
2.2.7.2 Avaliações dos animais	48
2.8 Análises estatísticas	49
3. RESULTADOS	50
3.1 Características da pastagem.....	50
3.2 Desempenho animal	52
4.DISSCUSSÃO	55
5. CONCLUSÕES.....	59
REFERENCIAS	60
APÊNDICES	64

1 CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oriza sativa* L.) é uma das culturas mais produzidas e um dos produtos mais consumidos mundialmente, sendo considerado alimento básico para mais da metade da população global (PARESYS *et al.*, 2018). Por ser um alimento de extrema importância para a segurança alimentar mundial, é cultivado em todos os continentes, mas é a Ásia que concentra cerca de 90% da produção global. No ranking mundial, o Brasil ocupa a nona posição, tendo alcançado no ano agrícola de 2017 a produção de 12,5 milhões de toneladas (IBGE, 2017). O RS é responsável por grande parte da produção nacional, cultivando, anualmente entre 1,0 e 1,2 milhões de hectares em solos de terras baixas, representando mais de 50% do total produzido no país (IRGA, 2019).

O arroz irrigado é considerado uma das principais atividades econômicas do RS; e atua sob um modelo de produção altamente intensivo. Caracterizado pela monocultura e plantio convencional, com revolvimento do solo e dependência de insumos agrícolas, esse sistema proporcionou expressivos aumentos na produtividade ao longo dos anos (CARMONA *et al.*, 2018). No entanto, já é possível observar problemas advindos da utilização intensa dessas áreas com arroz irrigado, como o aumento da poluição ambiental, pelo uso incorreto de fertilizantes e defensivos agrícolas, degradação de solos, perda de diversidade biológica, e ocorrência da resistência de pragas e doenças (CARMONA *et al.*, 2018). Consequentemente o custo de produção nos últimos anos vem aumentando consideravelmente, impactando negativamente na margem de lucro dos produtores rurais, evidenciando a necessidade de estratégias para otimizar o uso da terra, dos insumos, e da mão de obra (CARVALHO *et al.*, 2010).

Assim como a orizicultura, a pecuária também é importante para a economia e história do estado do RS. Entretanto, a baixa remuneração do produto e a adoção incorreta de práticas de manejo tem limitado a utilização de investimentos e tecnologias, resultando na degradação de pastagens naturais e em baixos índices de produtividade e rentabilidade, impulsionando o avanço de atividades agrícolas. Estima-se que nos últimos 40 anos houve um decréscimo de 42% da área de pastagens naturais devido à expansão da agricultura no RS (OVERBECK *et al.*, 2009). As atividades com avanços mais expressivos foram a produção de soja (*Glycine max*), que aumentou de 5,6 para 18,7 milhões de toneladas entre os anos de 1975 e 2017, e a produção de arroz que passou de 1,9 para 8,4 milhões de toneladas durante o mesmo período (IBGE, 2016; IRGA, 2018).

A condução de ambas as atividades isoladamente tem se demonstrado instável, ocasionando problemas de cunho ambiental e econômico ao longo dos anos. Nesse contexto, os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) têm sido apontados como uma alternativa viável para produção de alimentos mais sustentável e segura (FAO, 2010). São sistemas que priorizam a rotação de culturas, principalmente, com inclusão de plantas leguminosas, com objetivo de melhorar a qualidade do solo e maior disponibilidade de nutrientes para a cultura sucessora (MORAES *et al.*, 2018). Além disso, utilizam na sequência do cultivo de grãos à inserção do componente animal em pastagens de gramíneas e/ou leguminosas, favorecendo maior eficiência do uso da terra e a reciclagem de nutrientes, atingindo maiores produtividades e proporcionam a diversificação da renda (LOPES *et al.*, 2009).

Os SIPA apresentam diversas possibilidades de construção que devem ser planejados no espaço e no tempo, de modo a promover o sinergismo entre as atividades. Para que se obtenha sucesso ao adota-los, é necessário, primeiramente, melhor compreensão das interações entre os componentes do sistema e das condições edafoclimáticas locais; uma vez conhecidas as variáveis dessas interações, será possível adaptar formas de manejo que sejam mais adequadas para obter elevados níveis de produtividade tanto para agricultura quanto para a pecuária (CARMONA *et al.*, 2018).

Nesse contexto a hipótese do trabalho é de que diversificação dos SIPA's altera a produção e a estrutura morfológica da forragem de pastagens hibernais, resultando em diferentes desempenhos de bovinos de corte. O objetivo foi quantificar a produção de forragem e animal em diferentes SIPA's em terras baixas da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Sendo assim, este trabalho está organizado em dois capítulos. O primeiro capítulo trata-se da revisão bibliográfica sobre o histórico agrícola da região e os sistemas integrados, seus principais benefícios e desafios em áreas de terras baixas, sendo finalizado com as hipóteses e objetivos que nortearam o estudo. O segundo capítulo refere-se ao artigo científico denominado "Produção animal em sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas da Fronteira Oeste do RS".

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA)

Os SIPA possuem grande importância para o futuro da alimentação no planeta e, por isso vários cientistas e instituições buscam aprofundar o conhecimento sobre o tema, e estabelecer novas linhas de pesquisa ou adaptar as existentes às demandas regionais (CARVALHO *et al.*, 2014). Com isso surge uma série de terminologias que visam conceituar esses sistemas de produção, no entanto, essa gama de acrônimos provoca grande imprecisão na comunicação do meio científico, acadêmico e técnico (CARVALHO *et al.*, 2014).

Os acrônimos mais conhecidos na literatura brasileira são: sistemas de integração lavoura e pecuária (SILP), Integração Lavoura Pecuária (ILP) e Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) (CARVALHO *et al.*, 2014). Esses mesmos autores afirmam que a padronização do termo e do conceito a ser utilizado com relação a esse sistema de produção, é crucial para facilitar a busca dos termos indexados na literatura, bem como auxiliar o entendimento e disseminação do conhecimento, assim eles propõem que se aborde o termo utilizado pela FAO, organização cuja representatividade abrange cerca de 190 países, portanto, o termo adotado deve ser Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA), utilizado desde o início neste trabalho.

Os SIPA são modelos planejados no espaço e no tempo, na mesma área ou em áreas distintas, de forma conjunta ou sequencial, com propósito de associar a produção agrícola com a pecuária de corte ou de leite, beneficiando-se do sinergismo entre as atividades para aumentar os níveis de produtividade e promover a maior diversificação da renda, de forma sustentável (SANDINI *et al.*, 2011; ANGHINONI *et al.*, 2013).

Historicamente, os cultivos integrando a agricultura e a pecuária surgiram na era do neolítico, utilizando-se do conceito básico de ciclagem de nutrientes. Onde, os animais domesticados alimentavam-se de plantas que não poderiam ser aproveitadas pelo homem, e a partir delas geravam alimentos passíveis de consumo humano, e os seus excrementos serviam como fonte de nutrientes necessários aos cultivos, constituindo assim, a forma mais primitiva de sistemas integrados de produção agropecuária (ANGHINONI *et al.*, 2013).

No entanto, o aumento da população mundial no final do século XX e, conseqüentemente, a maior demanda de alimentos culminou a ascensão de um novo método de produção, a chamada revolução verde. Esta foi baseada na evolução tecnológica visando altas produtividades, fazendo alto uso de defensivos e fertilizantes, irrigação e manejo

mecanizado do solo (BALBINO *et al.*, 2011). Desta forma a agricultura e a pecuária passaram a atuar de maneira intensiva, independente e dissociada e nesse período, os sistemas integrados tornaram-se obsoletos, perdendo apoio técnico e científico, considerados o oposto da agricultura moderna (CARVALHO *et al.*, 2010).

Embora a intensificação do sistema produtivo tenha sido um processo favorável aumentando a produção de alimentos em curto prazo, ao longo do tempo algumas consequências foram observadas. Por exemplo, perda da diversidade biológica, aumento da poluição ambiental pelo uso excessivo de nutrientes e de defensivos agrícolas, afundamento dos níveis de água subterrânea devido à alta demanda, esgotamento de matéria orgânica e erosão excessiva do solo, bem como elevada incidência de pragas, doenças e plantas invasoras (LEMAIRE *et al.*, 2014).

Sistemas de produção precisam ser inovadas para atender ao desafio de continuar a produzir alimentos para uma crescente população mundial, além de preservar a qualidade ambiental e proporcionar as oportunidades econômicas e culturais exigidas pela sociedade contemporânea. Pois, a responsabilidade do setor agrícola não consiste somente em produzir alimento, mas também nutrir pessoas, logo à complexidade desta questão não está somente baseada no montante de produção, mas também na forma de produzir e suas consequências (CARVALHO *et al.*, 2018).

Nesse contexto, os SIPA estão a ganhar espaço novamente, pois adotam práticas conservacionistas, sendo reconhecidamente uma via de intensificação sustentável para assegurar a produção de alimentos com menor impacto ambiental (FAO, 2010). Os seus principais propósitos são a utilização máxima do ciclo biológico de plantas, animais e seus resíduos, bem como aproveitar o efeito residual de corretivos e fertilizantes, além de otimizar e diminuir o uso de defensivos agrícolas (MACEDO, 2009).

Os seus principais benefícios são o equilíbrio dos ecossistemas, aumento da diversidade biológica, eficiência na ciclagem de nutrientes e água, redução da erosão do solo, incremento do aporte de matéria orgânica e sequestro de carbono, além da mitigação dos gases de efeito estufa (FRANZLUEBBERS *et al.*, 2014). Proporcionam ainda a redução da poluição da água e do solo, aumento da eficiência no uso de terras e máquinas, quebra do ciclo de pragas e plantas daninhas, além da diminuição de custos e maior lucratividade e renda (MORAES *et al.*, 2014). Portanto, ao adotar um sistema de produção agropecuária o produtor rural tem a possibilidade de aumentar a renda e diminuir riscos ambientais.

Os SIPA são responsáveis por metade da produção global de alimentos, sendo considerados particularmente importantes no setor de carne e laticínios (MARTINS *et al.*,

2015). Possuem diversas possibilidades de combinação de atividades espaço temporais que os qualificam para serem utilizados em diferentes partes do globo, sendo empregados principalmente nos países desenvolvidos (CARVALHO *et al.*, 2005).

No Brasil os SIPA têm sido utilizados na região central como alternativa para recuperação de pastagens degradadas e estoques de carbono, já no sul do país, os principais objetivos são a diversificação da renda e otimização do uso das áreas ociosas na entressafra das culturas de verão ou inverno. O sistema é representado por rotações de milho e soja com pastos de inverno nos planaltos do RS e PR, e pelas rotações da lavoura de arroz irrigado com forragem em terras baixas do RS (MACEDO, 2009).

No RS existem cerca de 5 milhões de hectares de terras baixas, onde, anualmente cerca de 1,2 milhões de hectares são cultivados com arroz irrigado na safra de verão. Os demais, aproximadamente 3,8 milhões, são utilizados para exploração pecuária a base de pastagens nativas ou cultivadas com baixo nível de adoção tecnológica, resultando nos baixos índices produtivos da pecuária no estado, ou permanecem em pousio sem atividade alguma por períodos de até 4 anos (MORAES *et al.*, 2014).

Utilizado como uma ferramenta para o controle de plantas invasoras, os períodos de pousio têm sido reduzidos em virtude do surgimento da tecnologia Clearfield®. Esta permitiu um controle mais eficaz do arroz vermelho, e conferiu grande parte do incremento da produtividade da cultura no estado (MORAES *et al.*, 2014). No entanto, com consequências negativas, sendo a principal delas o efeito residual do herbicida no solo por longos períodos, comprometendo as sucessões com forragem e limitando a integração com sistemas pecuários no inverno (MORAES *et al.*, 2014). Além disso, a seleção de plantas de arroz vermelho resistente a moléculas dos herbicidas é outra consequência negativa da tecnologia, e tem sido ocasionada em virtude do uso sucessivo e inadequado da técnica (MENEZES *et al.*, 2009).

Nesse contexto, observar-se que a atual situação da integração entre a lavoura orizícola e a pecuária no RS é precária, e que ambas as atividades são vulneráveis quando conduzidas isoladamente, havendo, portanto, necessidade de diversificar os sistemas baseados no cultivo de arroz irrigado e manejar os compartimentos solo-planta-animal, de modo a permitir que as interações sinérgicas aconteçam.

1.2.2 A orizicultura e a pecuária de corte no RS

Devido as características culturais e edafoclimáticas da fronteira oeste do RS, as atividades agropecuárias desenvolvidas nesta região que possuem maior impacto econômico,

são a pecuária de corte e produção de arroz irrigado, ambas atividades com grande relevância no mercado mundial e nacional de alimentos (NABINGER *et al.*, 2009; IRGA, 2019).

O arroz (*Oriza sativa* L.) é uma das culturas mais produzidas e um dos produtos mais consumidos mundialmente, sendo considerado alimento básico para mais da metade da população mundial (PARESYS *et al.*, 2018). Acredita-se que este cereal é um dos alimentos com melhor balanceamento de nutrientes, suprimindo em torno de 20% da energia e 15% da proteína necessária à nutrição humana (FRAGOSO *et al.*, 2013). Por ser um alimento de extrema importância é cultivado em todos os continentes, mas é a Ásia que concentra as maiores produções, sendo a China, Índia e Indonésia os países líderes de produção. No ranking mundial, o Brasil ocupa a nona posição, tendo alcançado no ano agrícola de 2017 a produção de 12,5 milhões de toneladas (IBGE, 2017).

No que lhe concerne, o RS é responsável por grande parte da produção nacional, cultivando, anualmente entre 1,0 e 1,2 milhões de hectares de lavouras de arroz irrigado em solos de terras baixas. Na safra de 2018/2019 o Estado obteve uma produção de 7,2 milhões de toneladas com produtividade média de 7.508 kg/ha, representando cerca de 58% do total produzido no país nesse ano (IRGA, 2019). Por consequência, a cadeia orizícola desempenha importante papel na estrutura socioeconômica do RS sendo uma das atividades com maior fonte de emprego e renda no estado.

No entanto, mesmo que a cadeia produtiva de arroz irrigado tenha conquistado estabilidade de produção, alcançando bons níveis de produtividade ao longo dos anos, as perspectivas futuras da atividade são preocupantes. Ao analisar dados econômicos e produtivos da safra 2018/2019 fornecidos pelo IRGA, tem-se o custo de produção total estimado em R\$ 10.078,00/ha e produtividades médias de 7.788,5 kg/ha (155,77 sc./ha). Se considerarmos o preço médio pago pela saca de 50 kg no ano de 2019 (R\$ 41,33) é possível inferir que esse não pagou os custos de produção e que a margem de lucro da atividade foi negativa (IRGA, 2019).

A alta concentração da oferta, problemas na estrutura de financiamento e a volatilidade cambial são alguns dos fatores citados como principais responsáveis pela desvalorização dos preços ao longo dos anos; além disso, a alta no custo de produção, que em grande parte se deve ao uso crescente de insumos e defensivos agrícolas, tem negativado a margem de lucro causando uma rápida e preocupante descapitalização da cadeia produtiva de arroz (CONAB, 2018).

Historicamente as áreas utilizadas para o plantio de arroz irrigado no RS baseiam-se no sistema de cultivo convencional e monocultura. Esses sistemas de produção e manejo são

caracterizados pela baixa adoção de práticas conservacionistas, alta mobilização dos solos e elevada dependência de insumos e defensivos agrícolas, podendo causar sérias consequências ambientais e elevar cada vez mais os custos de produção, fatores que juntos podem comprometer o futuro da atividade (CARMONA *et al.*, 2018). Nesse cenário, é imprescindível buscar estratégias para otimizar a produção orizícola mantendo-a economicamente rentável e ambientalmente sustentável.

Assim como a orizicultura, a pecuária brasileira também possui destaque frente ao mercado mundial. Em termos numéricos, o rebanho brasileiro atingiu em 2018, o maior efetivo bovino mundial com a marca de 214,7 milhões de cabeças (ABIEC, 2019). Da sua produção total, cerca de 11 milhões de toneladas equivalentes de carcaça, o Brasil exportou em torno de 20% e com isso ocupou o primeiro lugar no ranking mundial de países exportadores de carne bovina, posicionando-se frente a Austrália, EUA e Índia.

Nesse cenário, o RS possui participação de 6,3% na produção nacional, com um rebanho bovino 13 milhões de cabeças. Além da importância econômica, a cadeia produtiva de carne bovina tem grande valor social e cultural para o estado. Presente em território gaúcho desde a sua ocupação pelos jesuítas espanhóis em meados do século XVII, a pecuária foi favorecida pelas extensas pastagens naturais que possuem uma rica diversidade de espécies forrageiras, promovendo uma dieta diversificada aos animais e garantindo assim a sobrevivência e reprodução ao longo dos anos (OVERBECK *et al.*, 2009; ABIEC, 2019).

Contudo, o uso inadequado das pastagens nativas, com elevada pressão de pastejo e a ausência da reposição dos nutrientes exportados, tem resultado na diminuição da cobertura do solo e aumentado os riscos de erosão. Além disso, tem provocado a substituição de espécies forrageiras por outras que são menos produtivas e de menor qualidade nutricional (OVERBECK *et al.*, 2009; MORAES *et al.*, 2019). A união desses fatores ocasiona baixa produtividade animal e degradação ambiental. Em sistemas extensivos as fêmeas apresentam idade ao primeiro acasalamento a partir dos 24 meses, onde a primeira cria ocorre entre os 36 e 42 meses de idade. Além disso, o desenvolvimento lento na recria faz com que os machos recriados nessas pastagens sejam abatidos em média aos 36 meses (MALAFAIA *et al.*, 2012). Esses índices zootécnicos tornam a pecuária de corte gaúcha pouco competitiva e abrem espaço para outras atividades como a agricultura.

Somente o atual panorama econômico das atividades pode ser considerado motivo razoável para que os produtores busquem novas estratégias de produção. Além disso, a forma com que as ambas as atividades são conduzidas no RS comprometem a sustentabilidade da agricultura e da pecuária, justamente num período onde há uma nova tendência mundial,

relacionada ao consumo de alimentos produzidos de forma sustentável, podendo essas exigências tornarem-se futuras barreiras comerciais (KAY *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2017). Desta forma, o setor primário tem recebido cada vez mais atenção da sociedade, e deve adequar-se as novas tendências do mercado, respeitando preceitos ambientais e de bem-estar animal, de forma a manter-se competitivo frente ao comércio mundial.

Nesse caso a transição para um sistema de produção mais diversificado, como os SIPA, pode ser uma alternativa. Os SIPA são sistemas capazes de captar os benefícios da ciclagem de nutrientes, melhorar a qualidade física e química dos solos após rotação com forragens, aliviar a estagnação das produtividades através de rotações de culturas, e por fim obter um sistema agropecuário mais diversificado e sustentável com menos riscos econômicos (MORAES *et al.*, 2019).

1.2.3 Produção de forragem, desempenho animal e rendimento de grãos num contexto de sistemas integrados de produção agropecuária

Ao introduzir o animal no sistema de produção sob manejo criterioso, os benefícios vão além da obtenção dos produtos adicionais na forma de leite ou carne, pois a diversificação dos componentes proporciona maior resiliência e sustentabilidade aos ecossistemas. Quando presente no sistema produtivo, o animal atua como agente catalisador, alterando uma série de fluxos e interações, resultando em propriedades emergentes, e consequentemente melhorando a eficiência de uso dos recursos tróficos (CARVALHO *et al.*, 2015). A presença animal favorece o acoplamento de C e N, pois a reciclagem de N ocorre via deposição de urina e fezes, assim como a rizodeposição é estimulada, contribuindo com o incremento do estoque de carbono no solo desde que o processo de pastejo seja manejado em intensidades moderadas (ASSMANN *et al.*, 2003).

No entanto, quando as intensidades de pastejo são elevadas pode acarretar menor oferta de forragem e redução da cobertura vegetal do solo, favorecendo o desacoplamento do C e N e assim o sistema passa a operar de forma desfavorável, refletindo negativamente, tanto na produção animal durante o ciclo pastoril, como nas condições de solo e de palhada que se transferem à fase agrícola (ASSMANN *et al.*, 2003).

Portanto, definir a intensidades de pastejo de acordo com a capacidade de suporte da pastagem é manejo essencial para o sucesso dos SIPA em sistemas de plantio direto (PD). A tarefa é complexa, pois a biomassa aérea deve sustentar tanto os interesses relacionados a produção animal, garantindo o ganho de peso individual e por área, quanto ao manejo da

lavou, assegurando o rendimento de grãos e exigências de palhada para a manutenção do sistema de plantio direto (MORAES *et al.*, 2018).

Além da intensidade de pastejo, uma série de outras questões de manejo também são relevantes quando se fala em SIPA. É preciso ponderar quais rotações e arranjos de culturas planejados no tempo são mais adequadas em determinadas condições climáticas e características de solo, bem como quais práticas de manejo permitirão elevado desempenho produtivo (MORAES *et al.*, 2019).

Levando em consideração essas lacunas, inúmeros protocolos experimentais multidisciplinares têm sido desenvolvidos na região Sul do Brasil ao longo dos anos, para desmembrar as particularidades da adoção de SIPA. A maioria deles foi ou está sendo conduzida em terras altas, como o experimento que foi implantado na fazenda Espinilho em São Miguel das Missões — RS, no ano de 2001 e que continua em vigência até os dias atuais.

Nesse experimento foram observados os efeitos de diferentes intensidades de pastejo no desempenho animal, e na massa de forragem, em uma pastagem hibernais em sucessão a soja em SIPA cultivado em plantio direto. As intensidades de pastejo foram manejadas de acordo com diferentes alturas (10, 20, 30, 40 cm), assim como um tratamento sem pastejo. As médias de massa de forragem nas áreas pastejadas e não pastejadas foram de 2005 kg MS ha⁻¹ e 5159 kg MS ha⁻¹, respectivamente (KUNRATH *et al.*, 2014). Os ganhos de peso médio diário variaram de 0,7 a 1,3 kg animal⁻¹ dia⁻¹, aumentando com a altura do pasto, já os ganhos de peso por área variaram entre, 250 a 500 kg de PC ha⁻¹, e foram diretamente influenciados pela taxa de lotação utilizada para obter as diferentes alturas de manejo, sendo o maior ganho obtido quando a altura do pasto foi de 10 cm. Apesar do maior ganho de peso por área, o tratamento manejado a 10 cm apresentou a menor massa de forragem residual (1000 kg MS ha⁻¹), que representa menor cobertura do solo e sequestro de carbono, além de acelerar a oxidação da matéria orgânica do solo, fatores que podem comprometer a sustentabilidade do plantio direto e o desenvolvimento da cultura sucessora.

Pensando nisso, nesse mesmo protocolo, foi analisada a produtividade da soja após a sucessão das pastagens hibernais. As produções de grãos de soja foram de 3407 kg ha⁻¹ em áreas pastejadas e 3442 kg ha⁻¹ em áreas não pastejadas, não sendo essa diferença significativa estatisticamente (KUNRATH *et al.*, 2015). Assim, a utilização de uma carga animal média de 860 kg PC ha⁻¹, ao longo do período de pastejo, permitiu o estabelecimento de uma massa de forragem ao redor de 2000 kg MS ha⁻¹ e proporcionou condições adequadas ao desenvolvimento da soja, que não se diferenciou da área sem pastejo e que possuía uma massa de forragem ao redor de 5000 kg MS ha⁻¹. Contudo, os autores recomendam o manejo da

altura da pastagem em torno de 20 cm, pois combinam bom desempenho animal, individual e por área, com elevadas produtividades de soja, além de possibilitar maior resiliência e sustentabilidade para o sistema em longo prazo.

A presença de ovinos em diferentes níveis oferta de forragem de azevém anual (9 e 18% do PC), comparada à testemunha sem pastejo, também não prejudicou as produções da soja cultivada em sucessão, num sistema integrado de produção em plantio direto, no município de Eldorado do Sul — RS. O rendimento médio de grãos de soja nas áreas pastejadas e não pastejadas foi de 1384 kg ha⁻¹ e 934 kg ha⁻¹, respectivamente (LUNARDI *et al.*, 2008). Os autores atribuem essa diferença a maior imobilização dos nutrientes na palhada acumulada na área não pastejada, prejudicando o desenvolvimento inicial da cultura sucessora e culminando em menor produtividade (LUNARDI *et al.*, 2008).

Os autores não compararam o desempenho dos animais nesse estudo, no entanto, foi possível observar que a massa de forragem reduziu quando a oferta de forragem passou de moderada a baixa, passando de 3084 kg de MS ha⁻¹ para 798 kg de MS ha⁻¹ respectivamente, levando-nos a pressupor que isto se refletiria no desempenho animal, pois o ganho de peso por área tende a ser maior quando as ofertas são reduzidas, em função de intensidades de pastejo elevadas, como já foi visto anteriormente. Entretanto, houve diferença significativa para o rendimento de grãos de soja quando foram comparados os dois níveis de intensidade de pastejo, o rendimento foi superior com o aumento da oferta de forragem de 9 para 18 % do PC, passando de 1208 kg ha⁻¹ para 1559 kg ha⁻¹, respectivamente (LUNARDI *et al.*, 2008). Encontrar o equilíbrio entre a produção das distintas atividades é importante para garantir a sustentabilidade do sistema em longo prazo.

Na região do Terceiro Planalto Paranaense, no município de Guarapuava – PR, a produtividade animal foi avaliada sob doses crescentes de nitrogênio (N) (0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹) aplicadas à pastagem no inverno. Assman (2003) observou que a carga animal utilizada teve influência significativa das doses, sendo superior nos tratamentos com aplicações elevadas. As médias das cargas animais foram 1405, 1588, 1623 e 1878 kg PC ha⁻¹, respectivamente para as doses crescentes de N. Já para o ganho de peso por área, não houve diferenças estatísticas, apesar disso, houve uma tendência de acréscimo de acordo com os níveis do fertilizante, evidenciando a importância da adubação nitrogenada para o desempenho de animais em pastejo. Os ganhos de peso por área variaram de 482 a 656 kg PC ha⁻¹ para 0 e 300 kg N ha⁻¹, respectivamente.

Em um latossolo vermelho distrófico situado também na região do PR, foi avaliada a produção de pastagem de aveia e desempenho de bovinos de corte manejados sob SIPA em

plântio direto com aplicação de 200 kg de N ha⁻¹. Os autores encontraram uma produção média de massa de forragem de 2806,11 kg MS ha⁻¹ e carga animal de 1300 kg ha⁻¹, enquanto que o ganho médio diário dos animais foi 1,5 kg animal⁻¹ dia⁻¹, e o ganho de peso por área, cerca de 541,49 kg PC ha⁻¹ (ASSMANN *et al.*, 2010). Todas variáveis foram superiores estatisticamente quando comparadas à testemunha, com ausência de adubação. Os autores ressaltam a importância da fertilização de pastagens gramíneas com N para obtenção de bons resultados da pecuária em SIPA, e destacam que o não suprimento da demanda de N pode levar, a médio e longo prazo, a degradação do solo e do sistema, pois a não adição de nutrientes nos agroecossistemas é considerado um dos principais fatores responsáveis pela degradação de solos e pastagens encontrados na grande parte das pastagens do Brasil e em países em desenvolvimento (MORAES *et al.*, 2018).

Trabalhos de pesquisa de longa duração que investigam sistemas integrados de produção em terras baixas no RS são escassos na literatura. Um dos pioneiros foi desenvolvido por Marchezan *et al.* (2002) no município de Santa Maria. Para o estudo foi realizado o cultivo em consórcio de pastagens azevém, trevo branco e cornichão, submetidas diferentes doses de adubação, em sucessão a lavouras de arroz. As diferentes doses de fertilizantes não influenciaram a massa de forragem e nem a taxa de acúmulo diário da forragem, sendo a média da taxa de acúmulo diário de 19,9 kg MS dia⁻¹. Esse valor é inferior aos que foram encontrados por Barros (2016) com médias entre 34 e 40 kg MS dia⁻¹ ha⁻¹, e por Lopes *et al.* (2009) com média de 50 kg MS dia⁻¹ ha⁻¹. Fatores climáticos, como temperatura e precipitação pluviométrica, podem ter afetado o crescimento do pasto resultando nas baixas taxas de acúmulo diário. O ganho médio diário e o ganho de peso por área também não foram influenciados pelos tratamentos, sendo a média do ganho médio diário de 1,01 kg animal dia⁻¹ e 470 kg PC há. Mesmo com baixa taxa de acúmulo diário os ganhos animais foram satisfatórios, sendo explicados pelo manejo correto da pastagem, mantendo ofertas de forragem adequadas, que possibilitaram o elevado ganho médio diário, assim como elevado ganho de peso por área, que é influenciado pelo ganho médio diário dos animais e, portanto, indiretamente pela oferta de forragem.

Outro estudo avaliou a produção de bovinos em pastagens de azevém anual consorciadas com trevo-branco e cornichão, em áreas de terras baixas em pousio (MARCHEZAN *et al.*, 2005). A média de massa de forragem encontrada pelos autores foi de 1894 kg MS ha⁻¹, inferior à média de 3000 kg MS ha⁻¹, observada por Rocha *et al.* (2011), em um consórcio de azevém + aveia. No entanto, a massa de forragem encontrada não foi limitante para o consumo e desempenho animal, que obteve elevado ganho médio diário com

1,1 kg animal dia⁻¹, concordando com Mott (1984) que cita que o máximo potencial animal é expresso em faixas de disponibilidade de forragem entre 1200 e 1600 kg MS ha⁻¹. A média de ganho de peso por ha⁻¹ foi de 395 kg PC ha⁻¹, inferior aos 470 kg PC ha⁻¹ encontrado por Marchezan *et al.* (2002) num protocolo muito semelhante, e aos 400 de Kunrath *et al.* (2020) em um SIPA conduzido em terras altas. Mesmo assim, a produção por área encontrada é superior aos ganhos obtidos em sistemas extensivos observados nas propriedades médias do RS, Nabinger *et al.* (2009), comentam que em pastagens naturais extensivas os ganhos por área giram entre 70 e 230 kg de PC ha⁻¹, dependendo do manejo empregado. Logo, o ganho de peso ha⁻¹ obtido por Marchezan *et al.* (2005) é importante para a sustentabilidade econômica do sistema, demonstrando o potencial para elevada produção animal em terras baixas.

Além dos trabalhos desenvolvidos em Santa Maria, a UFRGS em parceria com instituições públicas e privadas desenvolveu protocolos de longa duração. Um dos principais experimentos teve início em março de 2013, e teve como objetivo principal, fomentar a diversificação de culturas integradas à pecuária (MORAES *et al.*, 2017). Os tratamentos foram compostos por cinco diferentes arranjos de sistemas integrados: S1 - arroz todos os anos e pousio na entressafra, S2 - arroz todos os anos e pastejo na entressafra em pastos de azevém anual, S3 - rotação anual arroz/soja e pastejo na entressafra em pastos de azevém, S4 - rotação anual com capim sudão/soja/milho/arroz e pastejo em pastos de azevém + trevo branco na entressafra, S5 - campo de sucessão pastejado nos três primeiros verões com retorno do arroz após e pastejo em pastos de azevém + trevo branco + cornichão. Já no primeiro ano de avaliação a produtividade do arroz no S2 (azevém pastejado-arroz) foi maior quanto comparado ao S1 (pousio-arroz). Os resultados, ao término de um ciclo de quatro anos de avaliações, revelaram que todos os sistemas integrados propiciaram produtividades de arroz irrigado superiores ao cultivo em monocultura, com ganhos variando de 0,5 a 1,7 ton/ha, as produtividades médias variaram de 11 a 12 t/ha (CARMONA *et al.*, 2018).

Os autores também constataram elevadas produtividades de soja no S3 (arroz/soja-azevém), que variaram de 3,5 a 3,9 t/ha, respectivamente, variando conforme o ano de cultivo. Estes rendimentos são considerados satisfatórios, principalmente em ambientes de terras baixas, que são considerados limitantes para culturas suscetíveis ao estresse hídrico. Eles ressaltam ainda, que os tratos culturais foram os mesmos em todos os sistemas, assim os ganhos obtidos se devem essencialmente ao manejo dos sistemas, que incluem adoção de práticas conservacionistas e manejo do solo, inserção do componente animal e fertilização da pastagem no período hibernal.

Utilizando dados do mesmo experimento, Barros (2016) avaliou a produção de forragem e o desempenho animal. Nos resultados médios do desempenho animal das três primeiras épocas de pastejo, no período entre inverno-primavera de 2013 a 2015, os ganhos médios diários variaram de 0,56 a 0,81 kg animal⁻¹ dia⁻¹, esses valores estão abaixo dos ganhos normalmente encontrados em pastagens de azevém anual, sendo comum desempenhos acima de 0,8 kg de PC dia⁻¹, e em alguns casos chegam a ultrapassar 1,0 kg de PC dia⁻¹ (Aguinaga *et al.*, 2006; Silva, 2009), como nesse estudo foi preconizado a mesma altura de manejo e mesma oferta de forragem para todos os tratamentos, essas diferenças podem estar associadas aos aspectos de qualidade nutritiva e digestibilidade da pastagem. Para as médias de ganho de peso por área, durante os mesmos períodos avaliados, foram encontrados valores entre 200,14 e 293,44 kg PC ha⁻¹, esses desempenhos também estão abaixo do que é encontrado em outros estudos com SIPA em terras altas, onde os ganhos de peso por área estão entre 280 a 440 kg PC ha⁻¹ (AGUINAGA *et al.*, 2006; LOPES *et al.*, 2009). Carvalho *et al.* (2005) comentam que o ganho de peso por área é diretamente influenciado pelo ganho médio diário e pela pressão de pastejo, logo, os baixos ganhos médios diários podem ter influenciado o ganho de peso dos animais refletindo no baixo desempenho por área.

Com relação às forragens, Barros (2016) relata que o azevém anual, consorciado ou não com as leguminosas, obteve bom desenvolvimento e produção de forragem, sendo uma espécie com potencial para ser utilizada nesses sistemas. A massa de forragem média obtida durante as épocas de pastejo foram de 1642,8; 1228,4; 1364,10 e 2025,4 kg MS ha⁻¹ respectivamente para os sistemas analisados, embora o manejo de altura e oferta preconizados fossem o mesmo para todos os tratamentos, as massa de forragem apresentaram diferenças entre si, o autor explica que essa diferença se deve possivelmente ao fato de que não houve pastejo no campo de sucessão no tratamento S4 no primeiro verão, e isto pode ter acarretado maior participação de espécies do campo na pastagem durante o inverno resultando na maior massa de forragem encontrada nesse tratamento. As médias de taxa de acúmulo diário foram de 43,41; 34,07; 42,08 e 34,84 kg MS dia⁻¹ ha⁻¹, respectivamente para os mesmos sistemas, não havendo efeitos de tratamentos para esta variável, demonstrando que independente da cultura de verão, o crescimento do pasto não foi afetado e demonstrou bom desempenho, podendo ser uma boa opção de forrageira em qualquer sistema aplicado. As produções totais de forragem foram de 4605,7; 5589,3; 6363,5 e 7213,8 kg MS ha⁻¹ na devida ordem para os tratamentos S2; S3; S4 e S5; sendo os sistemas 4 e 5 aqueles com maiores produções totais de forragem em consequência do maior número de dias de pastejo obtidos nesses tratamentos.

Com auxílio do Instituto Nacional de Investigación Agropecuária (INIA), o Uruguai tem desenvolvido pesquisas com sistemas integrados utilizando a lavoura arrozeira como base a mais de duas décadas. A ideia inicial surgiu da demanda de produtores locais, que enfrentavam os problemas associados a alta frequência de uso da terra com arroz irrigado, assim o objetivo foi validar novas tecnologias para encontrar o equilíbrio, alternando o uso da terra entre o pecuária e arroz, afim de obter sustentabilidade produtiva, econômica e dos recursos naturais (DEAMBROSI, 2008).

O experimento foi conduzido em uma área de 78 ha, dividida em sete poteiros, que comportavam distintos arranjos de produção de arroz, carne bovina, ovina e lã em pastagens de azevém anual consorciadas com trevo branco e cornichão. A taxa de lotação de bovinos em 10 anos na área de pastagem foi de 0,81 unidade animal por ha (UA), o ganho médio diário em torno de 0,81 kg animal⁻¹ dia⁻¹ e o ganho de peso por área 178 kg ha⁻¹ (DEAMBROSI, 2009). A produtividade média do arroz ao longo dos mesmos 10 anos de avaliações foi de 140 sc/ha, sendo os rendimentos da segunda rodada de rotações superiores com produtividades de até 181 sc/ha. Além disso, Lanfranco (2009) realizou uma análise econômica das atividades durante a execução do projeto, ao observar as margens brutas por atividade e a margem brutal total, o autor afirma que houve um efeito compensatório entre elas, onde as reduções na margem bruta de uma atividade foram consistentemente compensadas por aumentos na outra, reduzindo assim o nível de risco econômico que as atividades apresentam quando conduzidas isoladamente.

Analisando os estudos apresentados é possível concluir que existe um grande potencial para produção animal sob distintos modelos de SIPA no Sul do Brasil em áreas de terras altas. Porém, poucos estudos avaliam a produção animal e de forragens, num contexto de SIPA em plantio direto em áreas de terras baixas associados à lavoura orizícola. Os solos de terras baixas ocupam em média 20% da área total do RS, o que representa em média 5,4 milhões de hectares, as suas principais características são a densidade natural elevada, alta relação micro/macroporos, e dificuldade de drenagem (GOMES *et al.*, 2006). Todos os esses fatores podem ser limitantes para o desenvolvimento de espécies vegetais sensíveis ao estresse hídrico, principalmente em períodos de elevada precipitação pluviométrica, tornando complexo o manejo de SIPA nessas áreas. Nesse contexto, a compreensão do manejo de distintos SIPA nesses ambientes é crucial, para que sejam empregadas as melhores práticas produtivas e conservacionistas, visando obter os elevados ganhos produtivos que foram observados em estudos conduzidos em outras regiões.

1.3 HIPÓTESE DE ESTUDO

A diversificação dos SIPA's altera a produção e a estrutura morfológica da forragem de pastagens hibernais, resultando em diferentes desempenhos de bovinos de corte.

1.4 OBJETIVOS GERAIS

Quantificar a produção de forragem e animal em diferentes SIPA's em terras baixas da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul.

1.4.1 Objetivos específicos

- Quantificar a produção de forragens hibernais em distintos SIPA em terras baixas.
- Analisar a composição bromatológica e quantificar os componentes morfológicos de forragens hibernais em distintos SIPA em terras baixas.
- Quantificar a produção animal, individual e por área, de fêmeas bovinas em fase de recria em forragens hibernais em distintos SIPA em terras baixas.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). Perfil da pecuária no Brasil. **Beef REPORT**, 2019. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>.
- AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; DOS SANTOS, D. T.; DE FREITAS, F. a K.; LOPES, M. T.. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 35, n. 4, p. 1765–1773, 2006.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C. F.; VALADÃO, S. E.; COSTA, G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, vol. 8, n. 2, p. 325–380, 2013.
- ASSMANN, A. L. Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença e ausência de trevo branco, na produção animal e da pastagem, em área de integração lavoura pecuária. **Scientia Agraria**, vol. 4, n. 1, p. 88, 2003.
- ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; ASSMANN, J. M.; SOARES, A. B.; DE BORTOLLI, M. A. Produção de gado de corte e de pastagem de aveia em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 39, n. 7, p. 1387–1397, 2010.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P.; MORAES, A. DE; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 46, n. 10, p. i–xii, 2011.
- BARROS, Thiago. **Pastos hibernais e pastejo animal como forma de inserir diversidade e sustentabilidade ao ambiente de terras baixas do Sul do Brasil**. 2016. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- CARMONA, F. C.; DENARDIN, L. G. O. I.; MARTINS, A. P.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. **Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas: a integração lavoura-pecuária como o caminho da intensificação sustentável da lavoura arrozeira**. Porto Alegre: Editora RJR, 2018.
- CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. DE; TREIN, C. R.; FLORES, J. P. C.; CEPIK, C. T. C.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: GOTTSCHELL, C. S.; SILVA, J. L. S.; RODRIGUES, N. C. (Eds.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas: Ulbra, p. 7–44, 2005.
- CARVALHO, P. C. F.; BARRO, R. S.; KUNRATH, T. R.; SILVA, F.; BARTH NETO, A.; SAVIAN, J. V.; PFEIFER, F. M.; TISCHLER, M. R.; ANGHINONI, I. Experiências de Integração Lavoura-pecuária no Rio Grande do Sul. **Synergismus scyentifica UTFPR**, vol.

6, n.2, 2011.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. De; SOUZA, E. D.; SULC, R. M.; LANG, C. R.; FLORES, J. P. C.; TERRA LOPES, M. L.; SILVA, J. L. S.; CONTE, O.; LIMA WESP, C.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, vol. 88, n. 2, p. 259–273, 2010.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. De; ANGHINONI, I.; BARRO, R. S.; CARMONA, F. C.; NETO, A. B.; MARTINS, A. P.; BARROS, T.; FILHO, W. S. Integração do componente pastoril em sistemas agrícolas. *In: Anais do 27 Simpósio sobre Manejo da Pastagem Sistemas de Produção Intensificação e sustentabilidade ambiental*, vol.27, p. 33–56, 2015.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. De; PONTES, L. S.; ANGHINONI, I.; SULC, R. M.; BATELLO, C.. Definições e terminologias para sistema integrado de produção agropecuária. **Revista Ciencia Agronomica**, vol. 45, n. 5, p. 1040–1046, 2014.

CARVALHO, P. C. F.; PETERSON, C. A.; NUNES, P. A. A.; MARTINS, A. P.; FILHO, W. S.; BERTOLAZI, V. T.; KUNRATH, T. R.; MORAES, A. De; ANGHINONI, I. Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: Toward sustainable intensification. **Journal of Animal Science**, vol. 96, n. 8, p. 3513–3525, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Perspectivas para a agropecuária Safra 2017 / 2018 Produtos de Verão Brasília , 2017. **Perspectiva agropecuária**, vol. 5, p. 1–111, 2018. Disponível em: https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria/item/download/22780_ee707c6e6d44f06fe7b6a86ce6141652.

DEAMBROSI, E. La Unidad de Producción Arroz - Ganadería (UPAG)- INIA Treinta y Tres, p. 37–48, 2008.

DEAMBROSI, E. Presentación de los 10 Años de ejecución de la UPAG. 2009.

FAO. **An international consultation on integrated crop-livestock systems for development The Way Forward for Sustainable Production**. [S. l.: s. n.], 2010. vol. 13.

FRAGOSO, D. B.; CARDOSO, E. A.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, C. M. Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva do arroz no Estado do Tocantins. **Embrapa Arroz e Feijão-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2013.

FRANZLUEBBERS, A. J.; SAWCHIK, J.; TABOADA, M. A. Agronomic and environmental impacts of pasture-crop rotations in temperate North and South America. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, vol. 190, p. 18–26, 2014.

GOMES, A.; DA SILVA, C. A. S.; PARFIT, J. M. B.; PAULETTO, E. A.; PINTO, L. F. S. Caracterização de indicadores da qualidade do solo, com ênfase às áreas de várzea do Rio Grande do Sul. **Embrapa Clima Temperado-Documentos (INFOTECA-E)**, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das**

safras agrícolas no ano civil. vol. 30, n. 12, 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201801/11140847-lspa-pesquisa-mensal-de-previsao-e-acompanhamento-dezembro-2017.pdf>. Acessado em: 30 May 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário**, 2016. Rio de Janeiro, 2016.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **A evolução da colheita 2018/2019.** [S. l.: s. n.], p. 2018–2019, 2019. Disponível em: <https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201906/07134923-colheita-18-19.pdf>.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **Custo de produção safra 2018/19.** [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201905/24135707-custo-revisado-safra-2018-19.pdf>. Acessado em: 24 Jul. 2019.

SILVA, J. L. S. Manejo sustentável de pastagens de estação fria em integração com arroz irrigado em uma Unidade de Transferência de Tecnologias, Santa Vitória do Palmar-RS. **Embrapa Clima Temperado-Documents (INFOTECA-E)**, 2009.

KAY, R. D.; EDWARDS, W. M.; DUFFY, P. A. **Gestão de Propriedades Rurais-7.** [S. l.]: AMGH Editora, 2014.

KUNRATH, T. R.; CADENAZZI, M.; BRAMBILLA, D. M.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. De; BARRO, R.S.; CARVALHO, P. C. F. Management targets for continuously stocked mixed oat×annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop-livestock system. **European Journal of Agronomy**, vol. 57, p. 71–76, 2014.

KUNRATH, T. R.; CARVALHO, P. C. F.; CADENAZZI, M.; BREDEMEIER, C.; ANGHINONI, I. Grazing management in an integrated crop-livestock system: Soybean development and grain yield. **Revista Ciencia Agronomica**, vol. 46, n. 3, p. 645–653, 2015.

KUNRATH, T. R.; NUNES, P. A. A.; DE SOUZA FILHO, W.; CADENAZZI, M.; BREMM, C.; MARTINS, A. P.; CARVALHO, P. C. F. Sward height determines pasture production and animal performance in a long-term soybean-beef cattle integrated system. **Agricultural Systems**, vol. 177, p. 102716, 2020.

LANFRANCO, B. Análisis económico de la “UPAG Comercial”. **Serie Técnica**, , p. 49–76, 2009.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, vol. 190, p. 4–8, 2014.

LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; KUSS, F.; FREITAS, K.; FLORES, J. P. C. Sistema de Integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade da carcaça de novilhos superprecoces terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. **Ciência Rural**, vol. 38, n. 1, p. 178–184, 2008.

LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T.; AGUINAGA,

A. A. Q.; FLORES, J. P. C.; MORAES, A.. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, vol. 39, n. 5, p. 1499–1506, 2009.

LUNARDI, R.; CARVALHO, P. C. F.; TREIN, C. R.; COSTA, J. A.; CAUDURO, G. F.; BARBOSA, C. M. P.; AGUINAGA, A. A. Q. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: Efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, vol. 38, n. 3, p. 795–801, 2008.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 38, n. 1, p. 133–146, 2009.

MALAFAIA, G. C.; SANT'ANNA, J.; LUCAS, M. A.; LAMPERT, V. N.; COSTA, F. P. Sistema e Custo de Produção de Gado de Corte no Estado do Rio Grande do Sul - Bioma Pampa. **Embrapa pecuária sul-Comunidade técnico (INFOTECA-E)**, 2012.

MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T.; ROCHA, M. G.; DIFANTE, G. S.; MARZARI, V. Produção animal em pastagem hibernal, sob níveis de adubação, em área de várzea. **Revista Brasileira de Agrociência**, vol. 11, n. 1, p. 67–71, 2005.

MARCHEZAN, E.; VIZZOTTO, V. R.; ROCHA, M. G.; MOOJEN, E. L.; SILVA, J. H. S. Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, vol. 32, n. 2, p. 303–308, 2002.

MARTINS, A. P.; KUNRATH, T. R.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. **Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil**. UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul: [s. n.], 2015.

MENEZES, V. G.; MARIOT, C. H. P.; KALSING, A.; GOULART, I. C. G. R. Arroz-vermelho (*Oryza sativa*) resistente aos herbicidas imidazolinonas. **Planta Daninha**, vol. 27, n. SPECIAL ISSUE, p. 1047–1052, 2009.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; LANG, C. R.; PARIZ, C. M.; DEISS, L.; SULC, R. M. Integrated Crop-Livestock Systems as a Solution Facing the Destruction of Pampa and Cerrado Biomes in South America by Intensive Monoculture Systems. **Agroecosystem Diversity**, Academic Press, p. 257–273, 2019.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; COSTA, S. E. V. G. A.; KUNRATH, T. R. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, vol. 57, p. 4–9, 2014.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; PELISSARI, A.; ANGHINONI, I.; ARTHUR, NUNES, P. A. A. Sistemas integrados de produção agropecuária: conceitos básicos e histórico no Brasil. **Sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil**. [S. l.: s. n.], 2018. p. 13–28.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; LANG, C. R.; ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; PIVA, J. T.; SCHUSTER, M. Z.; KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P. Avanços técnico-científicos em SIPA no subtrópico brasileiro. 2017. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE**

SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 1.; ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 4. Pato Branco, 2017, Palestras: intensificação com sustentabilidade. Cascavel: UTFPR, 2017.

MOTT, G. O. Relationship of available forage and animal performance in tropical grazing systems. 1984. **Proceedings of the Forage and Grassland Conference (USA)** [...]. [S. l.: s. n.], 1984.

NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K.; CARVALHO, P. C. F.; SANT'ANNA, D. M. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. *In*: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. 2 ed. Brasília: MMA, 2009. p. 175–198.

OLIVEIRA, T. E.; FREITAS, D. S.; GIANEZINI, M.; RUVIARO, C. F.; ZAGO, D.; MÉRCIO, T. Z.; DIAS, E. A.; LAMPERT, V. N.; BARCELLOS, J. O. J. Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome: The reduction of natural grasslands. **Land Use Policy**, vol. 63, p. 394–400, 2017.

OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V. P.; BLANCO, C. C.; BOLDRINI, I. I.; BOTH, R.; FORNECK, E. D. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. *In*: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. 2 ed. Brasília: MMA, 2009. p. 26–41.

PARESYS, L.; SAITO, K.; DOGLIOTTI, S.; MALÉZIEUX, E.; HUAT, J.; KROPFF, M. J.; ROSSING, W. A. H. Feeding the world while reducing farmer poverty? Analysis of rice relative yield and labour productivity gaps in two Beninese villages. **European Journal of Agronomy**, vol. 93, p. 95–112, 2018.

ROCHA, L. M.; CARVALHO, P. C. F.; BAGGIO, C.; ANGHINONI, I.; LOPES, M. L. T.; MACARI, S.; SILVA, J. L. Desempenho e características das carcaças de novilhos superprecoces em pastos hibernais submetidos a intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, vol. 46, n. 10, p. 1379–1384, 2011.

SANDINI, I. E.; MORAES, A. DE; PELISSARI, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWISKI, J. H. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, vol. 41, n. 8, p. 1315–1322, 2011.

2 CAPÍTULO II

Produção animal em sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas da Fronteira Oeste do RS

Resumo — O objetivo deste trabalho foi quantificar a produção de forragens hibernais e de bovinos de corte em diferentes arranjos de SIPA's na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Foram utilizados 9 piquetes (~1 ha), em um delineamento em blocos casualizados para avaliar os seguintes tratamentos: 1) AAPAL: Arroz – Azevém anual – Pousio – Azevém + Leguminosas; 2) SASA: Soja – Azevém anual – Soja – Azevém anual; e 3) AAPA: Arroz – Azevém anual – Pousio – Azevém) em dois anos de avaliação. Três fêmeas Braford (150 kg de peso vivo e 6 meses de idade) foram utilizadas em cada piquete (unidade experimental) para avaliar o desempenho animal. Em ambos os anos foram avaliadas a produção de matéria seca, a estrutura do dossel forrageiro e a composição química das forragens. Assim como o ganho médio diário (GMD), taxa de lotação e o ganho de peso corporal $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ dos animais. O SASA apresentou a maior massa de forragem e taxa de acúmulo diário, com as médias de 1718 kg MS ha^{-1} e 50,1 kg MS $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Com relação ao desempenho animal, o maior ganho médio diário e ganho de peso corporal $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ observados também foram no SASA, com médias de 0,9 kg $\text{animal}^{-1} \text{dia}^{-1}$ e 340 $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$. O tratamento SASA obteve o melhor desempenho forrageiro e melhor produção animal.

Palavras-chave: azevém anual, forragem, integração lavoura pecuária, leguminosas, sustentabilidade.

Beef cattle production in integrated crop-livestock system in lowlands of the Western Frontier of RS

Abstract – The objective of this study was to quantify the production of hiberna forage and beef cattle in different arrangements of SIPA in the Western Frontier of Rio Grande do Sul. Nine paddocks (~ 1 ha) were used, in a randomized block design to evaluate the following parameters : 1) AAPAL: Rice - annual ryegrass - Fallow - ryegrass + Legumes; 2) SASA: Soybeans - annual ryegrass - Soybeans - annual ryegrass; and 3) AAPA: Rice - Annual Azevém - Pousio - Azevém) in two years of evaluation. Three Braford children (150 kg live weight and 6 months old) were used in each device (experimental unit) to assess animal performance. In both years the production of dry matter, a structure of the forage canopy and a chemical composition of the forages were evaluated. Thus, as average daily gain (GMD), stocking rate and body weight gain ha⁻¹ year⁻¹ of the animals. The SASA showed a higher forage mass and daily accumulation rate, with media of 1718 kg DM ha⁻¹ and 50.1 kg DM ha⁻¹ day⁻¹, respectively. With regard to animal performance, the highest average daily gain and body weight gain ha⁻¹ year⁻¹ were also not observed in SASA, with media of 0.9 kg animal⁻¹ day⁻¹ and 340 ha⁻¹ year⁻¹. The SASA treatment used to obtain better performance and better animal production.

Keywords: annual ryegrass, forage, integration crop-livestock, legumes, sustainability.

2.1 INTRODUÇÃO

A pecuária de corte e o arroz irrigado são importantes atividades agropecuárias desenvolvidas no RS, favorecidas pelas características culturais e condições edafoclimáticas da região (NABINGER *et al.*, 2009). Na safra de 2018/2019 o estado do Rio Grande do Sul (RS) obteve uma produção de 7,2 milhões de toneladas, representando cerca de 58% do total produzido no Brasil (IRGA, 2019). Assim como a orizicultura, a pecuária gaúcha também possui destaque frente ao mercado nacional, em termos numéricos, em 2018 o rebanho gaúcho atingiu a marca de 13 milhões de cabeças (ABIEC, 2019).

Contudo, a forma com que ambas as atividades são conduzidas no RS tem causado uma série de consequências econômicas e ambientais. O cultivo de arroz irrigado no estado baseia-se nos sistemas convencionais e de monocultura, com baixa adoção de práticas conservacionistas, alta mobilização dos solos e elevada dependência de insumos e defensivos agrícolas (MORAES *et al.*, 2019). Já na pecuária, o uso inadequado das pastagens, com elevada pressão de pastejo, e ausência de reposição dos nutrientes resultam na diminuição da cobertura do solo e aumentam os riscos de erosão (OVERBECK *et al.*, 2009).

Nesse caso, a transição para Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) é uma alternativa, pois facilita a adoção de práticas conservacionistas, como o plantio direto e a rotação de culturas com espécies leguminosas, sendo reconhecidamente uma via de intensificação sustentável para assegurar a produção de alimentos com menor impacto ambiental (FAO, 2010). Os SIPA são modelos planejados no espaço e no tempo, na mesma área ou em áreas distintas, de forma conjunta ou sequencial, com propósito de associar a produção agrícola com a pecuária, beneficiando-se do sinergismo entre as atividades para aumentar os níveis de produtividade e diversificar a renda das propriedades (SANDINI *et al.*, 2011; ANGHINONI *et al.*, 2013).

Os principais benefícios da adoção de SIPA são o melhor equilíbrio dos ecossistemas, aumento da diversidade biológica, eficiência na ciclagem de nutrientes e água, redução da erosão do solo, incremento do aporte de matéria orgânica, sequestro de carbono, entre outros (FRANZLUEBBERS *et al.*, 2014). Além dos benefícios ambientais, uma série de estudos anteriores demonstram que a adoção desses sistemas, sobretudo em ambientes de terras altas, favorece a produção animal em pastagens de azevém anual, com ganho médio diário (GMD) variando de 0,9 a 1,2 kg kg animal⁻¹ dia⁻¹ e os ganhos de peso por área foram de 250 a 650 kg PC ha⁻¹, dependendo do manejo aplicado (ASSMANN, 2003; ASSMANN *et al.*, 2010; KUNRATH *et al.*, 2020; MORAES *et al.*, 2014). No entanto, ainda são escassos resultados de

pesquisa sobre a produção animal em SIPA em terras baixas, enfatizando a necessidade de ensaios experimentais mais robustos e de longo prazo para se definir um manejo confiável. A hipótese do estudo era de que a diversificação dos SIPA's altera a produção e a estrutura morfológica da forragem de pastagens hibernais, resultando em diferentes desempenhos de bovinos de corte Assim, o objetivo do presente trabalho foi quantificar produção de forragem e animal em diferentes SIPA's em terras baixas da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido nos anos 2018 (ano 1), e 2019 (ano 2), na Estação Experimental Regional do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), em Uruguaiana – RS. A área experimental está localizada na região fisiográfica da Campanha, Oeste do RS, Fronteira do Brasil com a Argentina. Situa-se em uma altitude de 80 m, latitude 29° 50' S e longitude 57° 06' W. O clima da região é do tipo Cfa subtropical sem estação seca definida, com precipitação pluviométrica média anual de 1113,7 mm, a média de temperatura dos meses mais quentes é 32,5 ° C e a dos meses mais frios é de 14,4 ° C, sendo a temperatura média anual de 19,7 °C (WREGE *et al.*, 2017). A temperatura média e a precipitação (Figura 1) durante o período experimental (ano 1 e ano 2) foram coletadas na estação meteorológica do município de Uruguaiana, mantida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada a 5 km do local do estudo. O solo é classificado como Chernossolo Ebânico Carbonático vertissólico (STRECK *et al.*, 2008). As características químicas do solo da área experimental antes do início do período experimental são apresentadas na Tabela 1.

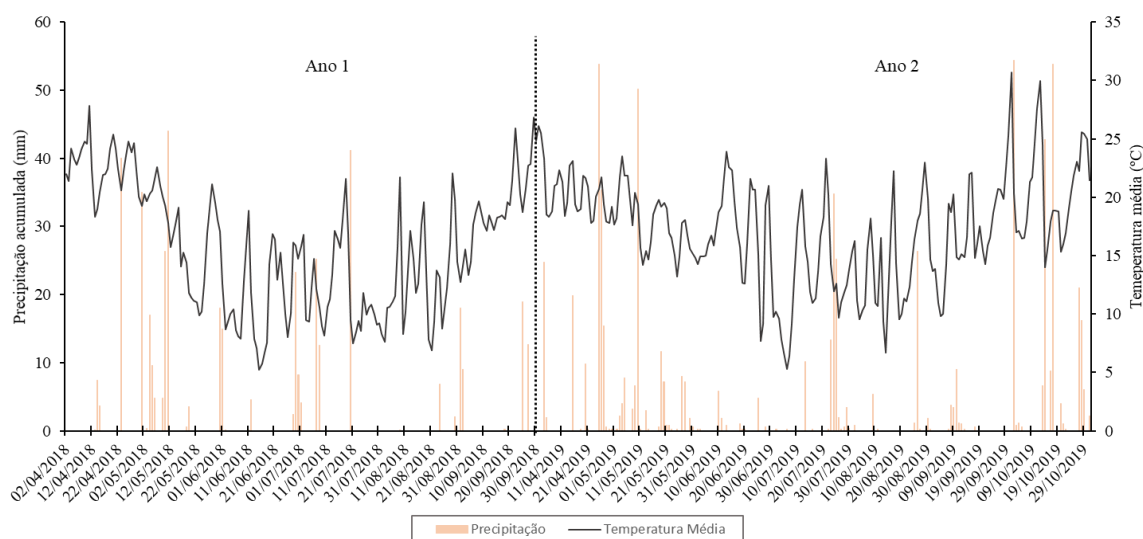


FIGURA 1 – Precipitação pluviométrica acumulada (mm) e temperaturas médias durante os dois anos de condução do experimento, Uruguaiiana – RS, 2018/2019, Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia

TABELA 1 - Características químicas do solo na área experimental antes da implantação dos tratamentos, Uruguaiiana - RS, 2018

Profundidade (cm)	pH	P ¹	K ²	MO ³	Ca ⁴	Mg ⁵	Al ⁶	CTC ph7	V ⁷	Al ⁸
	H ₂ O	mg/dm ³		%	-----	-----	Cmol/dm ³ -----		%	
0-20	5,8	5,0	28,0	1,2	9,3	5,9	0,3	17,6	89,1	1,8

¹ Fósforo; ² Potássio; ³ Matéria orgânica; ⁴ Cálcio; ⁵ Magnésio; ⁶ Alumínio; ⁷ Saturação por bases; ⁸ Saturação por alumínio

Historicamente a área experimental vinha sendo utilizada com cultivos de arroz irrigado e soja no verão, e pousio no inverno. Somente no inverno do ano 1 que foi realizado a semeadura de pastagens hibernais, dando início ao sistema integrado de produção agropecuária.

2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

Os tratamentos corresponderam a três sistemas de produção agropecuária planejados no espaço e tempo para compor um ciclo de dois anos de avaliações (Tabela 2). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com medidas repetidas no tempo e três repetições de área, resultando em nove unidades experimentais (piquetes), com tamanho aproximado de um ha. O croqui da área experimental é apresentado no Apêndice 1. Em cada piquete foram colocados três animais teste, os quais seus dados foram considerados

como triplicatas para compor a média de dados de produção animal tomados em cada piquete. Foram acomodados cochos em cada UE para o fornecimento de sal mineral e água *ad libitum*.

TABELA 2 - Sistemas integrados de produção agropecuária conduzidos no município de Uruguaiana - RS, 2018 e 2019

Tratamentos ¹	2018		2019	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
AAPAL	Arroz	Azevém	Pousio	Azevém + Leg ² .
SASA	Soja	Azevém	Soja	Azevém
AAPA	Arroz	Azevém	Pousio	Azevém

¹Tratamentos: AAPAL - Arroz, Azevém, Pousio, Azevém + Leguminosas; SASA - Soja, Azevém, Soja, Azevém; AAPA - Arroz, Azevém, Pousio, Azevém

²Leg: leguminosa

2.2.3 Animais experimentais

Durante o período experimental do ano 1, foram utilizadas fêmeas da raça Braford, desmamadas em maio, com aproximadamente 180 dias de idade e média de 150 kg de peso corporal no início do experimento. No ano 2, os animais foram da mesma raça, sexo e idade, no entanto a média do peso corporal inicial era de 130 kg. Em ambos os anos de avaliação foram utilizando três animais teste por piquete, totalizando 54 animais. Adicionalmente foram incluídos animais reguladores da mesma categoria para manter a oferta de pasto preconizada.

Em ambos os anos, os animais foram tratados contra endo e ectoparasitas antes do início das avaliações, e monitorados durante o período de experimental quanto à ocorrência de doenças, sendo tratados sempre que necessário.

2.2.4 Estabelecimento da pastagem e culturas de verão

2.2.6.1 Culturas de verão

Nos tratamentos AAPAL e AAPA foi realizada a semeadura do arroz irrigado em outubro de 2018, em sistema de plantio direto, com mínimo de revolvimento do solo, sendo realizado somente a restauração de taipas quando foi necessário. A variedade utilizada foi a IRGA 424 RI, na densidade de 80 kg ha⁻¹ de sementes.

Fez-se a adubação de base no momento da semeadura com aplicação de 300 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 4-17-17, totalizando 12 kg de N ha⁻¹, 51 kg de P ha⁻¹ e 51 kg de K ha⁻¹. Também

foi realizada a adubação de cobertura em duas aplicações, a primeira foi no dia 5 de novembro com 100 kg de N ha⁻¹ na forma de ureia, e a segunda foi no dia 27 de dezembro com 44 kg de N ha⁻¹ também na forma de ureia. O controle de plantas daninhas foi realizado em três momentos distintos: 06/10/2018 – aplicação de 5 L ha⁻¹ do herbicida glifosato; 16/10/2018 - aplicação de 5 L ha⁻¹ do herbicida glifosato + 400 ml ha⁻¹ do herbicida Gamit[®]; e 05/11/2018 – aplicação de 180 g ha⁻¹ do herbicida Kifix[®].

No tratamento SASA, a semeadura da soja foi realizada no dia 30 de outubro, também em plantio direto com mínimo de revolvimento do solo. A variedade utilizada foi a Bs Irga 1642 Ipro, e a densidade de sementes foi de 75 kg ha⁻¹. As sementes foram tratadas com 100 ml do inseticida/fungicida Standak[®] top, com 50 ml do fungicida Vitavax[®] Thiran, e inoculadas com *Rhizobium* específico para a espécie. Na adubação de base foi aplicado na linha 250 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 4-17-17, 100 kg ha⁻¹ de 18-46-00 a lanço e 100 kg ha⁻¹ de 00-00-60 também a lanço, totalizando 28 kg de N ha⁻¹, 88,5 kg de P ha⁻¹ e 102,5 kg de K ha⁻¹. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi realizado em cinco momentos distintos: 06/10/2018 – aplicação de 5 L ha⁻¹ do herbicida glifosato; 22/11/2018 – aplicação de 4 L ha⁻¹ do herbicida glifosato + 200 ml ha⁻¹ do inseticida Engeo pleno[®]; 26/12/2018 - aplicação de 4 L ha⁻¹ do herbicida glifosato + 150 ml ha⁻¹ do inseticida Karate Zeon[®] 50 CS; 08/01/2019 – aplicação de 250 ml ha⁻¹ do inseticida Karate Zeon[®] 50 CS + 200 g ha⁻¹ do fungicida Elatus[®]; 22/01/2019 – aplicação de 200 ml ha⁻¹ do inseticida Engeo pleno[®] + 200 ml ha⁻¹ do fungicida Nativo[®].

2.2.6.2 Forragens

No ano 1 a semeadura de azevém anual (*Lolium multiflorum*) foi realizada a lanço no dia 20 de abril, utilizando-se 40 kg ha⁻¹ de sementes da cultivar São Gabriel. No dia 8 de junho, foi realizada a primeira adubação nitrogenada de cobertura, na quantidade de 50 kg de N ha⁻¹, na forma de ureia. No dia 10 de agosto, fez-se outra adubação nitrogenada, na mesma quantidade da anterior, totalizando 100 kg de N ha⁻¹.

A semeadura de azevém anual no ano 2 também foi realizada a lanço, no dia 26 de abril, utilizando a mesma densidade de sementes e cultivar do ano 1. No momento da semeadura, fez-se adubação de base utilizando 100 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 4-17-17, totalizando 4 kg de N ha⁻¹, 17 kg de P ha⁻¹ e 17 kg de K ha⁻¹. No dia 19 de julho, foi realizada a primeira adubação nitrogenada de cobertura, utilizando a mesma quantidade e fonte de

adubo do ano 1. No dia 6 de setembro, fez-se outra adubação nitrogenada, também na mesma quantidade e fonte de adubo do ano 1, totalizando 100 kg de N ha⁻¹.

No tratamento AAPAL, no ano 2, fez-se a semeadura no dia 31 de maio de 2019 de cornichão (*Lotus corniculatus* L.) cultivar São Gabriel e trevo branco (*Trifolium repens* L.) cultivar BRS Entrevero, utilizando-se, respectivamente, 9 e 4 kg ha⁻¹ de sementes. A semeadura foi realizada a lanço e manualmente, e ambas as espécies foram previamente inoculadas com *Rhizobium* específico.

2.2.7 Avaliações

O início das avaliações foi em julho de 2018 e o término em outubro de 2019 com intervalos de 20 a 30 dias cada. Ao total foram contabilizados sete períodos de avaliações (Tabela 3), sendo três períodos no ano 1 e quatro períodos no ano 2.

TABELA 3 - Ordem cronológica das datas de avaliações realizadas, Uruguaiana - RS, 2018 e 2019

Ano	Avaliações da pastagem				Avaliações dos animais			
	Massa de forragem e Taxa de acúmulo				Pesagem, Coleta de fezes e Simul. de pastejo			
	Período	Início	Fim	Dias de avaliação	Período	Início	Fim	Dias de avaliação
1	1	13/jul.	05/ago.	23	1	18/jul.	10/ago.	23
1	2	05/ago.	27/ago.	22	2	10/ago.	01/set.	22
1	3	27/ago.	19/set.	23	3	01/set.	22/set.	21
2	4	20/jun.	17/jul.	27	4	30/jun.	20/jul.	20
2	5	17/jul.	13/ago.	27	5	20/jul.	17/ago.	28
2	6	13/ago.	12/set.	30	6	17/ago.	14/set.	28
2	7	12/set.	08/out.	26	7	14/set.	08/out.	24

2.2.7.1 Avaliações das forragens

Realizaram-se a cada período, avaliações de massa de forragem (kg ha⁻¹ de MS) altura do dossel (cm) e a composição morfológica. Para a estimativa de massa de forragem foram realizados de três cortes aleatórios de forragem ao nível do solo, em quadrantes de 0,25 m² por piquete (WILM *et al.*, 1944). As amostras de forragem coletadas foram acondicionadas em estufa com ventilação forçada de ar, com temperatura de 55 °C por 72 horas, e após este período foram pesadas para determinação da matéria seca (MS). Depois de secas em estufa de

ventilação forçada de ar, as amostras foram utilizadas para determinação dos componentes morfológicos, sendo eles: frações de lâminas verdes, material morto, colmo e inflorescência.

Foi realizada a avaliação da taxa de acúmulo diário da forragem (kg MS dia ha⁻¹), com o uso de três gaiolas de exclusão de pastejo por piquete (KLINGMAN *et al.*, 1943). No início de cada período, a amostragem foi realizada ao nível do solo com quadrantes de 0,25 m² e em três locais aleatórios e as gaiolas foram colocadas nas proximidades. No período subsequente, a forragem no interior das gaiolas foi coletada, e a diferença na quantidade de matéria seca entre as datas de amostragem foi considerada como forragem acumulada. A taxa de acúmulo diário de cada período foi obtida dividindo a forragem acumulada pelo número de dias entre os cortes. A produção de matéria seca de forragem total foi obtida pelo somatório das taxas de acúmulo em cada período, mais a massa de forragem no início do pastejo.

O método de pastoreio utilizado foi o contínuo com taxa de lotação variável (MOTT; LUCAS, 1952). A taxa de lotação (kg PC ha⁻¹) foi ajustada, semanalmente, considerando que a altura da pastagem ao longo do período experimental fosse coerente com às recomendadas pela literatura. Nesse caso, adotou-se a altura de manejo entre 15 e 20 cm sugerida por Kunrath *et al.* (2020). Para o ajuste da taxa de lotação, considerou-se uma oferta de forragem de 4 kg de MS por kg de peso corporal, conforme metodologia proposta por (SOLLENBERGER *et al.*, 2005). Para verificar se a oferta de forragem preconizada foi alcançada, calculou-se a oferta de forragem real, conforme a equação 1.

$$OFR (kg MS kg PC) = \frac{((\text{Massa de forragem} \div n) + TAD)}{LOT} \quad (1)$$

Onde: n= número de dias do período avaliado; TAD taxa de acúmulo diário de MS, em kg MS ha⁻¹; e LOT= taxa de lotação, kg PC ha⁻¹.

Para a avaliação qualitativa da pastagem, a cada período foram coletadas amostras de forragem em todos os piquetes utilizando a técnica de simulação de pastejo (JOHNSON, 1978). As amostras foram pré-secas a temperatura de 55 °C por 72 horas em estufa de ventilação forçada de ar, e posteriormente processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade de 1 mm. As análises realizadas foram teor de matéria seca (MS), determinada por secagem em estufa a 105 °C por 12 h, matéria mineral (MM) por incineração em forno mufla a 550 °C por 4 h, sendo por diferença que obteve-se o teor de matéria orgânica (MO), também a proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl, sendo obtida pelo nitrogênio total (NT) × 6,25 (AOAC, 2000).

Ademais foram analisadas fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA), sendo posteriormente corrigidos para cinzas (VAN SOEST; ROBERTSON, 1985). Os valores de FDN, FDA e LDA foram utilizados para o cálculo de hemicelulose e celulose. Os nutrientes digestíveis totais foram calculados (NDT) conforme proposto por Cappelle *et al.* (2001).

2.2.7.2 Avaliações dos animais

Todos os procedimentos experimentais realizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Pampa (030/2017 e 015/2019). Os animais foram pesados no início e final das avaliações de cada período, com jejum prévio de sólidos e líquidos de 14 horas. O ganho de peso médio diário (GMD, kg animal⁻¹ dia⁻¹) foi obtido pela diferença de peso dos animais teste entre duas pesagens sucessivas dividido pelo número de dias do intervalo entre os períodos, conforme equação 2.

$$GMD \text{ (kg dia}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Peso final do período} - \text{Peso dia 0}}{n^{\circ} \text{ de dias do período}} \quad (2)$$

O ganho de peso por área (GPA, kg ha⁻¹) foi obtido conforme apresentado na equação 3.

$$GPA \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = GMDT \times NDA \times n^{\circ} \text{ dias do período} \quad (3)$$

Onde: GMDT= ganho médio diário dos animais testes, em kg dia⁻¹; e NDA= número de animais que permaneceram na área, incluindo animais reguladores. Já o ganho de peso total foi obtido pelo somatório do ganho de peso por área (kg PC ha⁻¹) de todos os períodos de pastejo. Enquanto que a taxa de lotação média (LOT, kg ha⁻¹) foi calculada conforme apresentado na equação 4.

$$LOT \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{PMT + (PMR \times N)}{n^{\circ} \text{ dias período}} \quad (4)$$

Onde: PMT= peso médio dos animais testes, em kg ha⁻¹; PMR= peso médio dos animais reguladores, em kg ha⁻¹; e N= número de dias que cada regulador permaneceu na área.

Foi realizada a estimativa da digestibilidade da matéria orgânica (DMO, g/kg) a partir da concentração de proteína bruta fecal (Lukas *et al.*, 2005). Para isso, no dia da pesagem

final de cada período foram coletadas, diretamente da ampola retal, amostras de fezes de cada animal teste. As amostras foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 55 °C por 72 horas, e processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade de 1 mm. Foi determinada a proteína bruta fecal (PBf) pelo método de Kjeldahl (AOAC, 2000), e os seus valores foram convertidos em g/kg de matéria orgânica, para serem utilizados para calcular a estimativa de digestibilidade de matéria orgânica, a partir das equações $DMO = 0,94 - (44900000 * e^{-0,2255 * PBf}) - (36,97 / PBf)$ com $R^2 = 0,74$ (ROSA, 2016).

2.8 Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando o PROC MIXED do SAS (versão 9.4), de acordo com o seguinte modelo: $Y_{ijk} = \mu + T_i + b_j + \omega_{ij} + P_k + P \times T_{ik} + e_{ijk}$.

Com $b_j \approx N(0, \sigma_b^2)$, $\omega_{ij} \approx N(0, \sigma_\omega^2)$, e $e_{ijk} \approx MVR(0, R)$; em que: Y_{ijk} é o valor observado da variável dependente; μ é a média geral; T_i é o efeito fixo do tratamento ($i = 1$ à 3); b_j é o efeito aleatório do bloco ($j = 1$ à 3); ω_{ij} é o erro aleatório associado às parcelas (piquetes); P_k é o efeito fixo do período de avaliação ($k = 1$ à 7); $P \times T_{ik}$ é o efeito fixo da interação entre tratamento e período; e_{ijk} é o erro experimental; N indica distribuição Gaussiana; σ_b^2 e σ_ω^2 são as variâncias associadas aos efeitos aleatórios de bloco e parcela, respectivamente; MVR indica análise multivariada com distribuição normal; R é a matriz de variância e covariância em razão das medidas repetidas no tempo. Foram avaliadas as seguintes matrizes de acordo com o critério bayesiano: CS, CSH, AR, ARH, TOEP, TOEPH, UM, FA, ANTE e VC. Os dados de produção de forragem e ganho de peso total foram analisados considerando o efeito de ano em substituição ao efeito de período de avaliação (P_k ; $k = 1$ e 2). O efeito de tratamento foi decomposto em contrastes ortogonais: C1: efeito da rotação de cultura com soja no verão (SASA vs. AAPAL+AAPA); C2: efeito do consórcio com leguminosas hibernais (AAPAL vs. AAPA). Para todas as análises foi considerado um nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS

3.1 Características da pastagem

Não houve ($P = 0,084$) interação entre os SIPA e período de avaliação para a taxa de acúmulo diário (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) (Tabela 4). De modo geral o tratamento SASA aumentou ($P = 0,014$) taxa de acúmulo em relação aos tratamentos AAPAL e AAPA. Também não houve ($P = 0,159$) efeito da interação entre sistemas e períodos sobre a altura (cm) e massa de forragem (kg MS ha⁻¹). A altura da pastagem e a massa de forragem aumentaram ($P \leq 0,020$) quando houve rotação com soja no verão. No entanto, a altura e a massa de forragem não foram influenciadas ($P \geq 0,448$) pelo consórcio com leguminosas nas pastagens hibernais.

TABELA 4 - Taxa de acúmulo diário (TAD), altura do pasto, massa de forragem (MF), razão massa de forragem:altura e composição morfológica de pastagens hibernais, cultivados em distintos sistemas integrados de produção agropecuária, Uruguiana-RS, 2018 e 2019

Item	Tratamentos ¹			EPM ²	P ³				
	AAPAL	SASA	AAPA		Trat.	Per.	Trat.×Per.	C1	C2
TAD, kg ha dia ⁻¹	40,2	50,1	40,6	1,8	0,042	<0,001	0,084	0,014	0,916
Altura, cm	18,4	24,2	18,3	0,4	<0,001	<0,001	0,311	<0,001	0,931
MF, kg MS ha	1459,2	1717,6	1362,1	58,9	0,048	0,455	0,159	0,020	0,448
massa:altura, kg MS/cm/ha	86,0	91,0	78,9	1,7	0,015	0,001	0,667	0,016	0,070
<i>Comp. morf. (g/kg da MS)</i>									
Folha	534,7	529,9	559,3	9,1	0,394	<0,001	0,047	0,390	0,294
Colmo	243,3	266,6	225,8	5,6	0,028	<0,001	0,030	0,015	0,202
Inflorescência	10,2	17,3	8,1	1,5	0,107	0,005	0,582	0,044	0,574
Matéria morta	194,4	170,3	191,7	6,9	0,344	<0,001	0,305	0,160	0,876
Outros	30,4	7,1	26,2	2,1	0,006	0,006	0,079	0,002	0,424

¹Tratamentos: AAPAL - Arroz, Azevém, Pousio, Azevém + Leguminosas; SASA - Soja, Azevém, Soja, Azevém; AAPA - Arroz, Azevém, Pousio, Azevém

²Erro padrão da média

³ Probabilidades: Trat.: efeito de tratamento; Per.: efeito de período; Trat.×Per.: interação entre tratamento e período; Análise de contrastes ortogonais - C1: SASA vs. AAPAL+ AAPA; C2: AAPAL vs. AAPA.

Houve efeito de interação ($P = 0,047$) entre os SIPA e período de avaliação para as variáveis morfológicas de folhas e colmo (g/kg MS). No período 3 e 4, o SASA reduziu ($P = 0,01$) a proporção de folhas em relação aos AAPAL e AAPA (Figura 2). A proporção de colmos foi maior no tratamento SASA nos períodos 3 ($P = 0,01$) e 5 ($P = 0,03$). Não houve ($P = 0,079$) efeito de interação entre sistemas e períodos para inflorescência, matéria morta e

outros (Tabela 4). A inclusão de soja no SIPA aumentou a proporção de inflorescências ($P = 0,044$), no entanto as proporções de outros materiais diminuiram ($P = 0,002$).

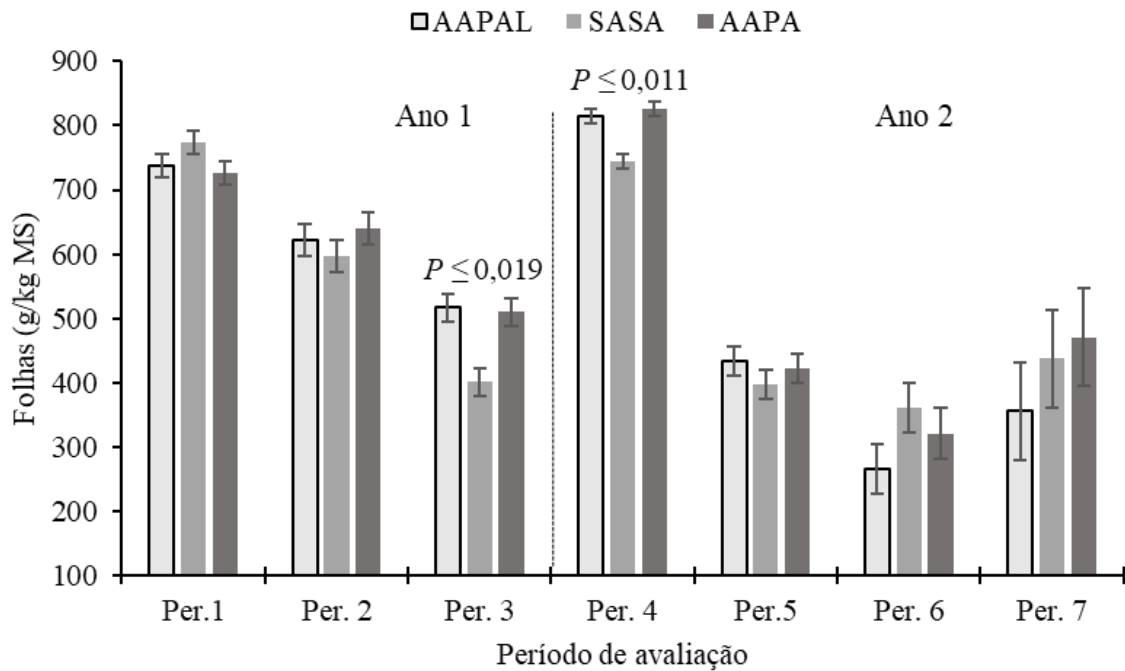


FIGURA 2 - Proporção de folhas (g/kg MS) de pastagens hibernais em distintos períodos de avaliação ao longo do período experimental, Uruguaiana-RS, 2018 e 2019; tratamentos: AAPAL – Arroz, Azevém, Pousio, Azevém + leguminosas; SASA – Soja, Azevém, Soja, Azevém; AAPA – Arroz, Azevém, Pousio, Azevém

3.1.1 Composição química da pastagem

Não houve interação ($P = 0,095$) entre os efeitos de tratamentos e períodos de avaliação sobre as variáveis relacionadas à composição química (Tabela 5). Com a inclusão de soja no sistema durante o verão, foram superiores os teores de MO, FDN, FDA e celulose da pastagem ($P = 0,030$), enquanto que o NDT foi inferior ($P = 0,001$). No entanto, quando houve consórcio de leguminosas com a pastagem no inverno não se observou influência ($P = 0,166$) destas na composição química das pastagens hibernais.

TABELA 5 - Composição química de pastagens hibernais cultivadas sob distintos sistemas integrados de produção agropecuária em Uruguaiana - RS, 2018 e 2019

Item	Sistemas ¹			EPM ²	<i>P</i> ³				
	AAPAL	SASA	AAPA		Trat.	Per	Trat. × per.	C1	C2
Comp. bromatológica, g/kg MS									
Matéria seca, g/kg MN ⁴	208,4	214,2	210,8	2,9	0,724	0,002	0,095	0,476	0,743
Matéria orgânica	866,6	876,6	865,4	2,2	0,074	<0,001	0,153	0,030	0,784
Fibra em detergente neutro	507,0	536,5	508,8	2,5	<0,001	<0,001	0,456	<0,001	0,656
Fibra em detergente ácido	422,9	445,9	417,7	3,1	0,023	<0,001	0,536	0,009	0,516
Celulose	334,4	348,9	328,7	3,1	0,059	<0,001	0,607	0,024	0,474
Lignina detergente ácido	88,5	97,0	88,9	3,2	0,421	0,003	0,588	0,207	0,950
Hemicelulose	84,1	90,6	91,2	2,0	0,302	0,096	0,594	0,497	0,166
Proteína bruta	161,0	170,0	152,8	3,7	0,094	<0,001	0,317	0,056	0,259
Nutrientes digestíveis totais	647,3	631,5	642,5	1,9	<0,001	<0,001	0,182	<0,001	0,206

¹Tratamentos: AAPAL - Arroz, Azevém, Pousio, Azevém + Leguminosas; SASA - Soja, Azevém, Soja, Azevém; AAPA - Arroz, Azevém, Pousio, Azevém

²Erro padrão da média

³ Probabilidades: Trat.: efeito de tratamento; Per.: efeito de período; Trat.×Per.: interação entre tratamento e período; Análise de contrastes ortogonais - C1: SASA vs. AAPAL+ AAPA; C2: AAPAL vs. AAPA.

⁴Matéria natural

3.2 Desempenho animal

A OFR não foi alterada ($P = 0,830$) com a inclusão da soja no sistema no período estival, e nem com o consórcio das leguminosas nas pastagens de azevém anual (Tabela 6). Não houve efeito de interação ($P = 0,165$) entre tratamentos e períodos de avaliação para a taxa de lotação, ganho médio diário e ganho de peso por área. No entanto, a inclusão de soja no SIPA aumentou o ganho médio diário, o ganho de peso por área e a taxa de lotação ($P \leq 0,014$). Na figura 3 é possível observar o comportamento do ganho médio diário ao longo dos períodos avaliados, de maneira geral, o SASA propiciou os maiores ganhos ao longo dos períodos em relação aos AAPAL e AAPA.

Houve interação ($P = 0,033$) entre os efeitos de tratamentos e períodos de avaliação sobre a variável de DMO. No período 3, o tratamento SASA obteve a menor DMO ($P = 0,000$) e no período 7, o AAPA foi inferior ($P = 0,016$) (Figura 4).

TABELA 6 - Oferta real de forragem, parâmetros nutricionais e desempenho de fêmeas bovinas em distintos sistemas integrados de produção agropecuária em Uruguaiiana – RS, 2018 e 2019

Item	Sistemas ¹			EPM ²	P ³				
	AAPAL	SASA	AAPA		Trat.	Per.	Trat.×Per.	C1	C2
Oferta real (kg MS/ kg PC/dia)	2,6	2,5	2,5	0,1	0,974	0,070	0,079	0,975	0,830
Taxa de lotação, kg/ha	584,9	702,3	548,7	18,0	0,011	0,015	0,165	0,004	0,407
GMD ⁴ , kg animal ⁻¹ dia ⁻¹	0,8	0,92	0,82	0,0	0,043	<0,001	0,870	0,014	0,899
Ganho por área, kg/ha/período	69,3	97,1	68,6	2,9	<0,001	0,008	0,686	<0,001	0,901
Digestibilidade matéria orgânica	0,780	0,765	0,773	<0,001	0,014	<0,001	0,033	0,009	0,128

¹Tratamentos: AAPAL - Arroz, Azevém, Pousio, Azevém + Leguminosas; SASA - Soja, Azevém, Soja, Azevém; AAPA - Arroz, Azevém, Pousio, Azevém

²Erro padrão da média

³ Probabilidades: Trat.: efeito de tratamento; Per.: efeito de período; Trat.×Per.: interação entre tratamento e período; Análise de contrastes ortogonais - C1: SASA vs. AAPAL+ AAPA; C2: AAPAL vs. AAPA.

⁴GMD: Ganho médio diário

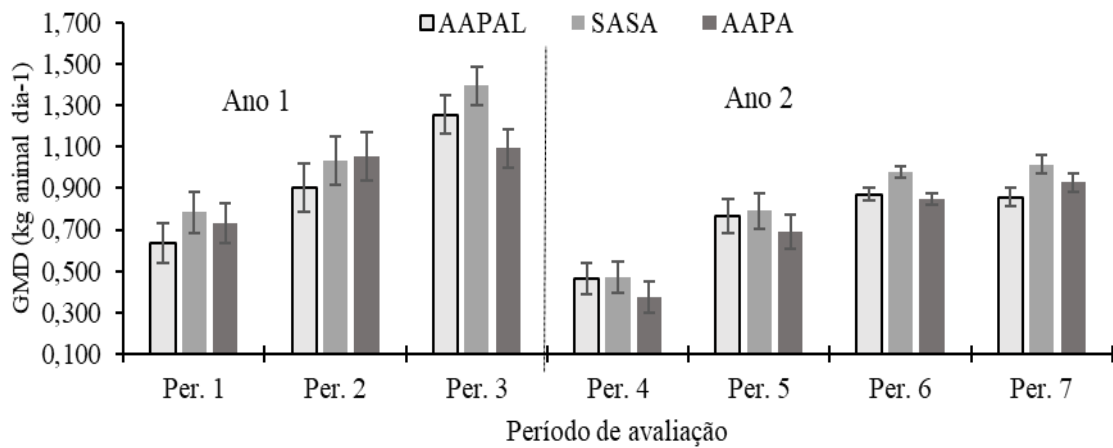


FIGURA 3 - Ganho médio diário (GMD) de fêmeas em pastagens hibernais cultivadas sob distintos sistemas integrados de produção agropecuária, Uruguaiiana 2018 e 2019; tratamentos: AAPAL – Arroz, Azevém, Pousio, Azevém + leguminosas; SASA – Soja, Azevém, Soja, Azevém; AAPA – Arroz, Azevém, Pousio, Azevém

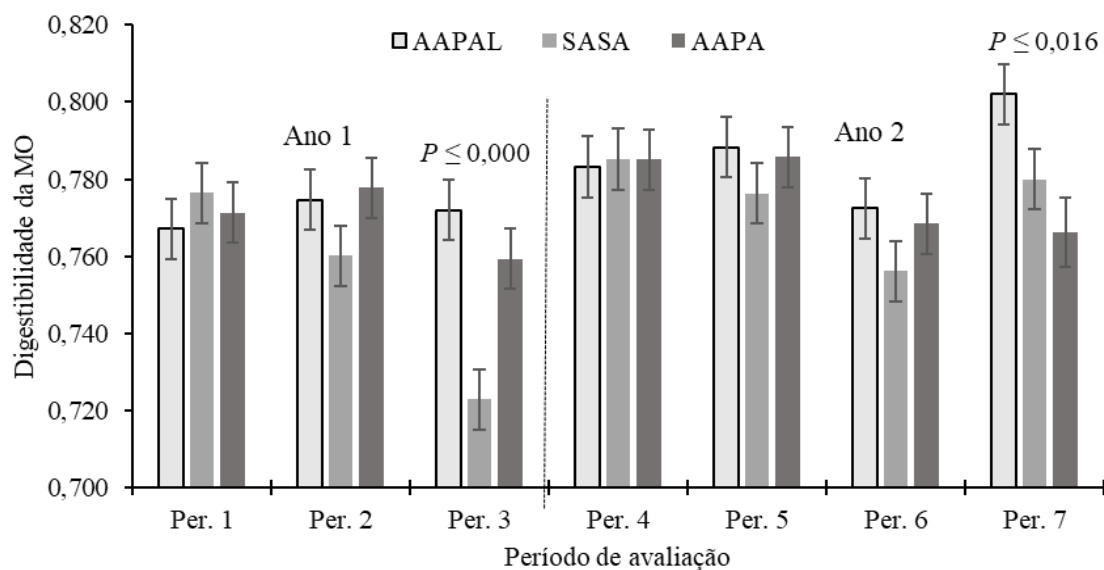


FIGURA 4 - Digestibilidade de matéria orgânica de pastagens hibernais cultivadas sob distintos sistemas integrados de produção agropecuária e em diferentes períodos de avaliação ao longo do período experimental, Uruguaiana-RS, 2018 e 2019; tratamentos: AAPAL – Arroz, Azevém, Pousio, Azevém + leguminosas; SASA – Soja, Azevém, Soja, Azevém; AAPA – Arroz, Azevém, Pousio, Azevém

3.3 Produção total

Não houve ($P = 0,555$) efeito de interação entre tratamento e ano, para as variáveis de produção de forragem e ganho de peso (Tabela 7). A introdução de soja no sistema não alterou ($P = 0,340$) a produção de forragem, independente do mês ou ano, assim como o consórcio de leguminosas nas pastagens hibernais também não influenciou a produção de forragem, independente do mês e ano. O cultivo da soja aumentou o ganho de peso por área de fêmeas bovinas, propiciando o aumento no ganho de peso por mês e consequentemente por ano. No entanto, a inclusão de leguminosas forrageiras consorciadas ao azevém anual no período hibernar não influenciou ($P = 0,910$) o ganho de peso dos animais.

TABELA 7- Produção de forragem e desempenho de fêmeas bovinas por área, em distintos sistemas integrados de produção agropecuária em Uruguaiana - RS, 2018 e 2019

Item	Sistemas ¹			EPM ²	Probabilidades ³				
	AAPAL	SASA	AAPA		Trat.	Ano	Trat.×Ano	C1	C2
Prod. de forragem									
Kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	5202,6	5544,1	4964,6	209,6	0,558	0,005	0,555	0,340	0,659
Kg ha ⁻¹ mês ⁻¹	1994,1	2069,8	1905,6	104,1	0,794	<0,001	0,693	0,585	0,723
Ganho de peso									
Kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	242,6	339,9	240,3	8,5	0,011	0,001	0,559	0,004	0,910
Kg ha ⁻¹ mês ⁻¹	87,6	123,5	87,5	3,2	0,010	0,545	0,841	0,004	0,995

¹Tratamentos: AAPAL - Arroz, Azevém, Pousio, Azevém + Leguminosas; SASA - Soja, Azevém, Soja, Azevém; AAPA - Arroz, Azevém, Pousio, Azevém

²Erro padrão da média

³ Probabilidades: Trat.: efeito de tratamento; Per.: efeito de período; Trat.×Per.: interação entre tratamento e período; Análise de contrastes ortogonais - C1: SASA vs. AAPAL+ AAPA; C2: AAPAL vs. AAPA.

4.DISCUSSÃO

O arranjo SASA aumentou a taxa de acúmulo diário de forragem em relação aos demais SIPA avaliados. A taxa de acúmulo diário de forragem observada (50,1 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) foi superior ao encontrado por Marchezan *et al.* (2005), em pastagens hibernais constituídas por azevém, trevo branco e cornichão, cultivados em solos de terras baixas. A inclusão da soja no SASA pode ter favorecido o crescimento do pasto, devido à capacidade das leguminosas de fixação biológica de nitrogênio (N), além da menor relação carbono: nitrogênio (C:N), que favorece o processo de mineralização dos nutrientes, tornando-os mais prontamente disponíveis no solo (MENEZES *et al.*, 2001; BRATTI *et al.*, 2005; CARMONA *et al.*, 2018). Além disso, a palhada residual do arroz nos tratamentos AAPAL e AAPA pode ter servido como barreira física e prejudicado a germinação do azevém nesses tratamentos. Comportamento semelhante foi relatado por Barros (2016) em distintos SIPA em terras baixas, evidenciado a necessidade de melhorar o manejo da palhada residual deixada pela lavoura orizícola.

Embora no tratamento AAPA tenha havido a inclusão de trevo branco e cornichão, consorciados a pastagem de azevém anual no ano 2, não foi observada significativa presença dessas espécies durante este estudo, as quais representaram menos do que 1% da massa de forragem. Resultados semelhantes foram encontrados por Marchezan *et al.* (2002), que avaliaram o consórcio de trevo branco e cornichão em pastagens de azevém anual em solos de

terras baixas. Os autores encontraram uma participação de 1,92% e 0,97% do total, para trevo branco e cornichão, respectivamente, enquanto o azevém representou em torno de 80%. A baixa participação das leguminosas pode ser atribuída ao lento desenvolvimento inicial no primeiro ano de cultivo, em virtude da energia utilizada para o enraizamento, sendo, portanto, pouco provável a participação dessas espécies no primeiro ano, como foi observado neste estudo.

O aumento da taxa de acúmulo diário de forragem foi tão significativo no SASA, que mesmo com o aumento da taxa de lotação, esse tratamento ainda obteve aumento nas ofertas de forragem e consequentemente da altura. Segundo Hodgson (1990), aumentos na altura da pastagem alteram a estrutura do pasto, bem como o processo de pastejo, podendo afetar o consumo de MS e refletir indiretamente no desempenho de diferentes categorias animais.

Pode-se dizer que a altura da pastagem é considerada uma medida preditora da massa de forragem disponível, logo, também houve diferença entre os SIPA's para essa variável, sendo o SASA novamente superior aos demais arranjos avaliados no presente estudo, com médias de 1718 kg MS ha⁻¹ de massa de forragem. Esse valor está de acordo com o encontrado por Barros (2016) em um SIPA em terras baixas, e com Kunrath *et al.* (2014) em terras altas. A superioridade do SASA reforça o fato de que a decomposição mais rápida dos resíduos da soja, bem como a fixação biológica de nitrogênio podem ter favorecido o estabelecimento da pastagem e a manutenção da massa de forragem nesse tratamento, uma vez que o manejo e a oferta real de forragem foi o mesmo para todos (BRATTI *et al.*, 2005; CARMONA *et al.*, 2018).

Uma série de estudos relatam a redução na proporção de folhas e aumento da participação de colmos à medida que aumenta altura de plantas e o ciclo das plantas avança (PONTES *et al.*, 2004; MEDEIROS *et al.*, 2007;). Portanto, no presente estudo, a menor proporção de folhas e a maior participação de colmos obtidas no período 3, pode ser explicada pelo avançado estágio fenológico que as plantas se encontravam, principalmente, no tratamento SASA, que tiveram o desenvolvimento mais precoce. Da mesma forma, no período 4, o SASA, obteve a menor proporção de folhas que os demais tratamentos, e como esse era o início do pastejo no Ano 2, este comportamento pode ser explicado pela maior altura de plantas. Essa mudança morfológica ocorre devido ao alongamento dos entrenós nas maiores alturas do pasto (CANTO *et al.*, 2008). No período 5, o tratamento SASA também apresentou a maior proporção de colmos, este comportamento se deve ao avançado estágio de desenvolvimento deste tratamento, e também da maior altura de plantas.

O tratamento SASA também apresentou a maior proporção de inflorescência quando comparado aos demais. Assim como o estágio fenológico das plantas afeta a proporção de folhas e colmos, há também alteração na participação das inflorescências, uma vez que, ao passar da fase vegetativa para a reprodutiva há o estímulo do florescimento. No momento que a planta reduz a produção de folhas ela realoca os nutrientes das folhas mais velhas e a produção de fotoassimilados para o alongamento dos entrenós e para as inflorescências (CAUDURO *et al.*, 2006).

Os componentes estruturais da pastagem afetam diretamente a sua composição química, pois as folhas, além de maior teor de PB, possuem menores teores de FDN, FDA e LDA, em comparação aos colmos e inflorescências (GRISE *et al.*, 2001). Como o tratamento SASA apresentou a menor proporção de folhas, e maior participação de colmos e inflorescências em função do seu avançado estágio de desenvolvimento, esse obteve menor valor nutricional e conseqüentemente menor DMO (Tabela 5 e 6). Outros estudos, como o de Miguel *et al.* (2012), reforçam que o avanço no ciclo das pastagens de azevém anual aumenta a proporção dos componentes fibrosos e diminuem a qualidade química das pastagens. Estes autores atingiram níveis que vão de 332 a 504 g/kg de MS para FDN, e 174 a 280 g/kg de MS para FDA. Os valores de FDN são semelhantes ao observado neste estudo (de 507 a 536 g/kg de MS), no entanto, os de FDA são superiores (418 a 423 g/kg de MS). As temperaturas elevadas observadas nos últimos períodos de pastejo nesse (Figura 1), podem ter influenciado a concentração do conteúdo fibroso, pois resultam no aumento da lignificação dos tecidos celulares, explicando assim nossos teores de FDA mais elevados (PACIULLO *et al.*, 2001).

A DMO é uma medida que caracteriza a qualidade da forragem, e representa a proporção do alimento consumido que foi digerido e direcionado para os processos metabólicos (LUKAS *et al.*, 2005). Assim como o NDT, a DMO é uma medida nutricional influenciada pela proporção de folhas, colmos e inflorescência, logo esta variável também é induzida pelo do ciclo das plantas, sendo reduzida à medida que aumenta a concentração dos componentes fibrosos (FDN, FDA e lignina) e diminui a proteína bruta com o avanço da idade da planta. Isto explica o porquê de a DMO neste estudo ter no SASA apresentado a menor DMO no período 3, e o AAPA a menor DMO no período 7 (Figura 5).

O principal determinante do desempenho e produtividade de animais em pastejo é o consumo, este por sua vez, é influenciado por fatores nutricionais e não nutricionais, que são aqueles relacionados ao comportamento ingestivo dos animais, e diretamente influenciados por mudanças na estrutura da pastagem (REIS; SILVA, 2011). Embora variáveis comportamentais não tenham sido avaliadas no presente estudo, pode-se pressupor que a

estrutura da pastagem, principalmente a massa de forragem, altura e proporção de folhas, podem ter influenciado o comportamento dos animais em pastejo, mudando a sua estratégia de alimentação, pois o ganho médio diário observados no tratamento SASA foi superior aos demais SIPAs avaliados, e este tratamento obteve menores valores nutricionais quando comparados ao AAPAL e AAPA. Neste estudo, o ganho médio diário obtido no SASA foi de $0,92 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Tabela 6), e estão de acordo com os achados de Aguinaga *et al.* (2006) e Kunrath *et al.* (2020) em bovinos mantidos em forragens hibernais com alturas médias de 25 cm. Da mesma forma que estudos anteriores demonstram que ganho médio diário entre 0,9 e $1,0 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ obtidos em pastagens de azevém anual, consorciado com aveia preta, propiciaram maior peso ao abate de novilhos precoces e melhoram a qualidade da carcaça (LOPES *et. al.*, 2008).

As ofertas reais de forragem foram próximas das ofertas de forragem pretendidas e não se diferiram entre os tratamentos (Tabela 6). O tratamento SASA apresentou maior taxa de lotação (Tabela 6) em relação aos demais, como a oferta real de forragem foi semelhante para todos os tratamentos, pode-se atribuir esse resultado à maior taxa de acúmulo encontrada neste tratamento. Da mesma forma, Barros (2016), relata em pastagem de azevém anual cultivada em sucessão a soja uma taxa de lotação de $704 \text{ kg PC ha}^{-1}$, o que é semelhante aos valores observados no presente estudo ($702 \text{ kg PC ha}^{-1}$).

O tratamento SASA obteve o maior ganho de peso por área por período, com uma média de $97 \text{ kg ha}^{-1} \text{ período}^{-1}$, isto demonstra maior estabilidade de produção que os demais, independente da variação climática ocorrida entre os diferentes períodos de avaliação. Segundo Carvalho *et al.* (2005) o ganho de peso por área (kg ha^{-1}) é diretamente influenciado pelo ganho médio diário e pelo número de animais por hectare suportado pela pastagem. Logo, como o ganho médio diário e a taxa de lotação foram superiores no SASA, era esperado que a produtividade animal neste tratamento fosse superior.

A produção total de forragem não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 7) como era esperado, uma vez que esta variável é relacionada com a taxa de acúmulo diário da forragem e, esta foi superior no SASA. A média da produção por ano dos tratamentos foi de aproximadamente $5234 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, e está de acordo com o encontrado por Barros (2016), em um SIPA em terras baixas, no entanto, este valor está em desacordo com os observados por Rocha *et al.* (2011) em terras altas (de 7758,30 a 9212,70 kg MS ha^{-1}). Esta diferença nos resultados pode ser causada por variações das condições climáticas de cada região, assim como diferentes características de solo, pois uma das principais características dos solos de terras baixas é a dificuldade de drenagem, estando

sujeitos ao excesso hídrico, temporariamente, em períodos críticos no inverno, fator este que pode ter limitado o acúmulo de MS das pastagens (STRECK *et al.*, 2008).

A taxa de lotação utilizada para manter a oferta de forragem preconizada foi o principal determinante no ganho de peso por hectare por mês e, conseqüentemente, por ano obtido no SASA (Tabela 7). O maior ganho médio diário observados no SASA, em função da maior taxa de acúmulo diário e massa de forragem, também foram fatores importantes para que este obtivesse a maior produtividade animal. A média de ganho de peso por área para o SASA foi de 340 kg PC ha⁻¹ ano⁻¹, e está de acordo com os valores encontrados por Barros (2016) em terras baixas, no entanto, Marchezan *et al.* (2002), também em terras baixas obtiveram ganhos mais elevados, em torno de 469 kg PC ha⁻¹, este ganho superior pode estar correlacionado pelo maior número de dias de pastejo, do que do presente estudo. Além disso as distintas condições edafoclimáticas também podem ter influenciado o desempenho animal, explicando as diferenças obtidas entre estes estudos.

5. CONCLUSÕES

A diversificação dos SIPA's alterou a estrutura morfológica das forragens hibernais e propiciou diferentes produções de forragem e desempenho animal. Quando houve inclusão da soja nos sistemas de produção obtiveram-se maiores produções de forragem de azevém anual no período hibernar refletindo diretamente no maior desempenho animal obtido nesse sistema. A inclusão de leguminosa de inverno não foi efetiva em melhorar os índices produtivos do pasto e do rebanho.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). Perfil da pecuária no Brasil. **Beef REPORT**, 2019. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>.

AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; DOS SANTOS, D. T.; DE FREITAS, F. a K.; LOPES, M. T.. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 35, n. 4, p. 1765–1773, 2006.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C. F.; VALADÃO, S. E.; COSTA, G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, vol. 8, n. 2, p. 325–380, 2013.

ASSMANN, A. L. Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença e ausência de trevo branco, na produção animal e da pastagem, em área de integração lavoura pecuária. **Scientia Agraria**, vol. 4, n. 1, p. 88, 2003.

ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; ASSMANN, J. M.; SOARES, A. B.; DE BORTOLLI, M. A. Produção de gado de corte e de pastagem de aveia em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 39, n. 7, p. 1387–1397, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC**. 17th ed. Arlington, VA, EUA: Association of Official Analytical Chemists, 2000.

BARROS, T. **Pastos hibernais e pastejo animal como forma de inserir diversidade e sustentabilidade ao ambiente de terras baixas do Sul do Brasil**. 2016. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

BARTHAM, G T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. *In: The hill farming research organization biennial report 1984/1985*. Penicuik:HFRO, 1985. p. 29–30.

BRATTI, A. E.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; MARTINS, C. M.; ZILLI, J. E.; GUERRA, J. G.; ALMEIDA, D. L.; NEVES, M.C. Levantamento de rizóbios em adubos verdes cultivados em sistema integrado de produção agroecológica (SIPA). **Embrapa Agrobiologia-Documentos (INFOTECA-E)**, [S. l.], 2005.

REIS, R. A.; SILVA, S. C. Consumo de forragens. *In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de ruminantes*. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 83–114.

CANTO, M. W.; JOBIM, C. C.; GASPARINO, E.; HOESCHL, A. R. Características do pasto e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia submetido a alturas de manejo do pasto. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, vol. 43, n. 3, p. 429–435, 2008.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A DE; TREIN, C. R.; FLORES, J. P.

C.; CEPIK, C. T. C.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. *In*: GOTTSCHELL C. S.; SILVA, J. L. S.; RODRIGUES, N. C. (Eds.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas: Ulbra, p. 7–44, 2005.

CAUDURO, G. F.; CARVALHO, P. C. F.; BARBOSA, C. M. P.; LUNARDI, R.; NABINGER, C.; GONÇALVES, E. N.; DEVINCENZI, T. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 35, n. 4, p. 1298–1307, 2006.

FAO. **An international consultation on integrated crop-livestock systems for development The Way Forward for Sustainable Production**. [S. l.: s. n.], 2010. vol. 13.

FRANZLUEBBERS, A. J.; SAWCHIK, J.; TABOADA, M. A. Agronomic and environmental impacts of pasture-crop rotations in temperate North and South America. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, vol. 190, p. 18–26, 2014.

GRISE, M. M.; CECATO, U.; MORAES, A. De; CANTO, M. W. Do; MARTINS, E. N.; PELISSARI, A.; MIRA, R. T. Avaliação da composição química e da digestibilidade in vitro da mistura aveia IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb) + ervilha forrageira (*Pisum arvense* L.) em diferentes alturas sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 30, n. 3, p. 659–665, 2001.

HODGSON, J. **Grazing management: Science into practice**. [S. l.]: Longman Handbooks in Agriculture, 1990. p. 2003.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **A evolução da colheita 2018/2019**. [S. l.: s. n.], p. 2018–2019, 2019. Disponível em: <https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201906/07134923-colheita-18-19.pdf>.

JOHNSON, A D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. *In*: t'MANEJET, L. **Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p. 96–102.

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

KUNRATH, T. R.; CADENAZZI, M.; BRAMBILLA, D. M.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. De; BARRO, R.S.; CARVALHO, P. C. F. Management targets for continuously stocked mixed oat×annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop-livestock system. **European Journal of Agronomy**, vol. 57, p. 71–76, 2014.

KUNRATH, T. R.; NUNES, P. A. A.; DE SOUZA FILHO, W.; CADENAZZI, M.; BREMM, C.; MARTINS, A. P.; CARVALHO, P. C. F. Sward height determines pasture production and animal performance in a long-term soybean-beef cattle integrated system. **Agricultural Systems**, vol. 177, p. 102716, 2020.

LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHIONI, I.; KUSS, F.; FREITAS, K.; FLORES, J. P. C. Sistema de Integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade da

carcaça de novilhos superprecoce terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. **Ciência Rural**, vol. 38, n. 1, p. 178–184, 2008.

LUKAS, M.; SÜDEKUM, K. H.; RAVE, G.; FRIEDEL, K.; SUSENBETH, A. Relationship between fecal crude protein concentration and diet organic matter digestibility in cattle. **Journal of Animal Science**, vol. 83, n. 6, p. 1332–1344, 2005.

MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T.; ROCHA, M. G.; DIFANTE, G. S.; MARZARI, V. Produção animal em pastagem hibernal, sob níveis de adubação, em área de várzea. **Revista Brasileira de Agrociência**, vol. 11, n. 1, p. 67–71, 2005.

MARCHEZAN, E.; VIZZOTTO, V. R.; ROCHA, M. G.; MOOJEN, E. L.; SILVA, J. H. S. Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, vol. 32, n. 2, p. 303–308, 2002.

MEDEIROS, R. B.; PEDROSO, C. E. S.; DA JORNADA, J. B. J.; ABREU DA SILVA, M.; DE SAIBRO, J. C. Comportamento ingestivo de ovinos no período diurno em pastagem de azevém anual em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 36, n. 1, p. 198–204, 2007.

MENEZES, V. G.; HENRIQUE, C.; MARIOT, P.; CRISTINA, M.; LOPES, B. Semeadura direta de genótipos de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, vol. 36, n. 1, p. 1107–1115, 2001.

MIGUEL, M. F.; FILHO, H. M. N. R.; CRESTANI, S.; RAMOS, F. R.; GENRO, T. C. M. Pasture characteristics of Italian ryegrass and milk production under different management strategies. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, vol. 47, n. 6, p. 863–868.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; LANG, C. R.; PARIZ, C. M.; DEISS, L.; SULC, R. M. Integrated Crop-Livestock Systems as a Solution Facing the Destruction of Pampa and Cerrado Biomes in South America by Intensive Monoculture Systems. **Agroecosystem Diversity**, Academic Press, p. 257–273, 2019.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; COSTA, S. E. V. G. A.; KUNRATH, T. R. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, vol. 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: International grassland congress*, 6, 1952, State College. **Proceedings...State College : Pennsylvania State College**, 1952. vol. 6, p. 1380–1395.

NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K.; CARVALHO, P. C. F.; SANT'ANNA, D. M. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. *In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade*. 2 ed. Brasília: MMA, 2009. p. 175–198.

OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V. P.; BLANCO, C. C.; BOLDRINI, I. I.; BOTH, R.; FORNECK, E. D. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. *In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.;*

JACQUES, A. V. A. **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. 2 ed. Brasília: MMA, 2009. p. 26–41.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A. M. Composição química e digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 30, n. 3, p. 964–974, 2001.

PENNING, P. D. Animal-based techniques for estimating herbage intake. In: PENNING, P. D. **Herbage intake handbook**, 2 ed. Reading: The British Grassland Society, 2004. p. 53–93.

PONTES, L. S.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C.; SOARES, A. B. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 33, n. 3, p. 529–537, 2004.

CAPPELLE, E. R.; DE CAMPOS, S.; FILHO, V.; DA SILVA, F. C.; CECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 30, n. 6, p. 1837–1856, 2001.

ROCHA, L. M.; CARVALHO, P. C. F.; BAGGIO, C.; ANGHINONI, I.; LOPES, M. L. T.; MACARI, S.; SILVA, J. L. Desempenho e características das carcaças de novilhos superprecoces em pastos hibernais submetidos a intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 46, n. 10, p. 1379–1384, 2011.

ROSA, F. Q. **Consumo e digestibilidade de pastagem nativa do bioma pampa e inclusões de azevém**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pampa, Uruguaiiana, 2016.

SANDINI, I. E.; MORAES, A. DE; PELISSARI, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWISKI, J. H. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, vol. 41, n. 8, p. 1315–1322, 2011.

SOLLENBERGER, L. E.; MOORE, J. E.; ALLEN, V. G.; PEDREIRA, C. G. S. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, vol. 45, n. 3, p. 896–900, 2005.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. [S. l.]: UFRGS: EMATER/RS-ASCAR, Porto Alegre, 2008.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 1985. p. 202.

WILM, H. G.; COSTELLO, D. F.; KLIPPLE, G. E. Estimating forage yield by the double-sampling method. **Journal of the American Society of Agronomy**, 1944.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. **Atlas climático da Região Sul do Brasil : Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Colombo: Embrapa Florestas, 2017. p. 333.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Croqui da área experimental, Uruguaiana 2018

