



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO ANIMAL

**DESEMPENHO FORRAGEIRO E ANIMAL EM AZEVÉM  
PASTEJADO POR NOVILHAS DE CORTE EM SISTEMAS  
INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA COM LAVOURA  
DE ARROZ EM TERRAS BAIXAS**

Dissertação de mestrado

Discente: Gabriela Maidana Valença  
Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Deise Dalazen Castagnara  
Coorientador: Dr. Eduardo Borher de Azevedo

**Uruguaiana  
2024**

GABRIELA MAIDANA VALENÇA

**DESEMPENHO FORRAGEIRO E ANIMAL EM AZEVÉM  
PASTEJADO POR NOVILHAS DE CORTE EM SISTEMAS  
INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA COM LAVOURA  
DE ARROZ EM TERRAS BAIXAS**

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

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Deise Dalazen Castagnara  
Coorientador: Dr. Eduardo Borher de Azevedo

**Uruguaiana  
2024**

**GABRIELA MAIDANA VALENÇA**

**DESEMPENHO FORRAGEIRO E ANIMAL EM AZEVÉM PASTEJADO POR NOVILHAS DE CORTE EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA COM LAVOURA DE ARROZ EM TERRAS BAIXAS**

Dissertação/Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal.

Dissertação defendida e aprovada em: 04 de outubro de 2024.

Banca examinadora:

---

Prof. Dra. Deise Dalazen Castagnara

Orientador

UNIPAMPA

---

Prof. Dra. Eloisa Mattei

UNIOESTE

---

Prof. Dra. Luciane Segabinazzi Thiesen

UNIPAMPA

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) .

V152d Valença, Gabriela Maidana

DESEMPENHO FORRAGEIRO E ANIMAL EM AZEVÉM PASTEJADO POR  
NOVILHAS DE CORTE EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO  
AGROPECUÁRIA COM LAVOURA DE ARROZ EM TERRAS BAIXAS / Gabriela  
Maidana Valença.

36 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Pampa, MESTRADO  
EM CIÊNCIA ANIMAL, 2024.

"Orientação: Deise Dalazen Castagnara".

1. SIPA. 2. ARROZ. 3. PASTAGEM. 4. AZEVEM. 5. PASTEJO. I.  
Título.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a todos os orixás por me ajudarem a nunca desistir e por sempre me protegerem e ampararem durante todas as dificuldades no trajeto.

Ao meu pai Elzevir e a minha mãe Jaqueline (in memoriam), por me orientarem e ensinarem a dar meus passos sozinha. Obrigada por dedicarem suas vidas inteiras à nossa família, onde sempre priorizaram meu conforto, estudo, saúde, dignidade, respeito e que acima de tudo me ensinaram o que é amor verdadeiro e infinito. Vocês são e sempre serão os meus melhores amigos e meu porto seguro. Amo vocês para todo o sempre. Obrigada mãezinha por ter sido meu maior exemplo de mulher guerreira e mãe exemplar, onde estiveres verás minhas conquistas dedicadas a ti.

Aos meus avós Elzevir e Eloisa (in memoriam), por me fazerem descobrir e sentir que amor de vô e vó é tão puro e tão imenso quanto o de pai e mãe. Sempre me acolheram em seus braços quando eu precisei de colo, nunca me negaram nada, mas souberam ser firmes quando precisou e com isso participaram diretamente de minha formação como pessoa. Cada vitória que conquisto em minha vida é por eles e para eles.

Ao meu namorado Wagner por sempre me dar forças e fazer eu acreditar que tudo iria dar certo, me apoiando em todos os momentos difíceis do caminho e não deixando com que eu desistisse dos meus sonhos. Te amo e muito obrigada.

A minha amiga e colega de pós-graduação Gabriela Trindade, por sempre me apoiar e ajudar quando necessário, por estar comigo em todos os momentos sempre me incentivando e fazendo melhorar a cada dia. Obrigada por levar teus alunos para ajudarem nas lidas de campo durante o experimento, que sabemos que muitas vezes não eram nada fáceis.

A todos os estagiários do Laboratório de Nutrição Animal e Forragicultura, principalmente a minha amiga Luiza Unamuzaga, que estiveram junto a mim nesta trajetória sempre em busca de crescimento profissional e pessoal. Levo vocês comigo para sempre e desejo a todos que tenham muito sucesso!

As minhas colegas de pós-graduação e amigas Lueli Fernandes e Mariana Trindade, por me ajudarem a adquirir conhecimento e agregarem tanto na minha vida pessoal quanto profissional.

A professora Deise por mesmo distante fisicamente, nunca ter solto a minha mão e ter me dado diversas oportunidades e principalmente ter depositado sua confiança em mim ao

longo desses anos, desde a graduação até agora na pós-graduação. Obrigada por ser muito mais que uma orientadora e sim uma grande amiga que serei eternamente grata.

Ao professor Eduardo por sua valiosa coorientação durante a realização desta dissertação. Suas orientações precisas, disponibilidade e conhecimento especializado foram fundamentais para o aprimoramento deste trabalho. Agradeço por sua paciência, pelos esclarecimentos em momentos de dificuldade e por contribuir de maneira significativa para o meu crescimento acadêmico e profissional.

A Universidade Federal do Pampa, pela oportunidade de cursar uma pós-graduação de qualidade e a todo o corpo docente do PPGCA, que nos passaram tantos conhecimentos acadêmicos e de vida.

A capes por apoiar e financiar este projeto e acreditar no nosso sonho.

Ao professor Rodrigo Holz Krolow pelo apoio durante todos os ciclos do experimento e pelo empréstimo dos animais utilizados.

Ao IRGA (Instituto Riograndense do Arroz) por toda a parceria ao longo desses anos, em especial ao Engenheiro Agrônomo Cleiton Ramão, por toda a dedicação, paciência e conhecimentos divididos conosco.

A toda equipe de campo que nos auxiliavam durante os dias de pesagem, em especial ao Sr. Wagner Pereira, funcionário do Colégio Agrícola. Obrigada por sempre estarem dispostos a nos ajudar independente da situação climática e por sempre priorizarem o bem-estar animal.

Muito obrigada!

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho forrageiro do azevém e o desempenho animal de novilhas de corte em sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas. Para tal, foi conduzido ensaio experimental em um delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e três repetições. Foram utilizadas novilhas de corte da raça Braford, pesando em torno de 150kg e com idade média de sete meses. Os tratamentos consistiram de diferentes sistemas integrados de produção agropecuária contemplando (I) monocultura do arroz; (II) sucessão arroz – azevém; (III) sucessão arroz-azevém-soja-azevém; e (IV) sucessão azevém - capim Sudão. Nas pastagens avaliou-se a produtividade de matéria seca (MS) e o valor nutricional da forragem produzida, a carga animal suportada e a taxa de acúmulo de forragem. Nas novilhas avaliou-se o ganho de peso no período experimental, o ganho médio diário e o comportamento ingestivo. O desempenho forrageiro do azevém foi semelhante nos diferentes sistemas estudados. A introdução de pastagens de azevém para pastejo com novilhas de corte, em terras baixas sob cultivo de soja ou arroz é uma alternativa promissora para produção de forragem com qualidade. São possíveis expressivos ganhos de peso em novilhas de corte consumindo pastagens de azevém cultivadas em diferentes modelos SIPA's em terras baixas.

**Palavras-chave:** consórcio, integração, soja, sustentabilidade, rotações de culturas.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the forage performance of ryegrass and the animal performance of beef heifers in integrated agricultural production systems in lowlands. To this end, an experimental trial was conducted in a randomized block design, with four treatments and three replications. Braford beef heifers were used, weighing around 150kg and with an average age of seven months. The treatments consisted of different integrated agricultural production systems including (I) rice monoculture; (II) rice – ryegrass succession; (III) rice-ryegrass-soybean-ryegrass succession; and (IV) ryegrass succession - Sudan grass. In the pastures, dry matter productivity (DM) and the nutritional value of the forage produced, the animal load supported and the forage accumulation rate were evaluated. In heifers, weight gain during the experimental period, average daily gain and ingestive behavior were evaluated. The forage performance of ryegrass was similar in the different systems studied. The introduction of ryegrass pastures for grazing with beef heifers in lowlands under soybean or rice cultivation is a promising alternative for producing quality forage. Significant weight gains are possible in beef heifers consuming ryegrass pastures cultivated in different SIPA models in lowlands.

**Keywords:** consortium, integration, soy, sustainability, crop rotations.



## LISTA DE ABREVIATURAS

CMSPV- Consumo de matéria seca por peso vivo  
DIGMS- Digestibilidade estimada da matéria seca  
FDN- Fibra em detergente neutro  
FDA- Fibra em detergente ácido  
MS- Matéria seca  
N- Nitrogênio  
NDT- Nutrientes digestíveis totais  
PB- Proteína Bruta  
PV- Peso vivo  
SIPA- Sistema Integrado de Produção Agropecuária  
VRF- Valor relativo de forragem  
GMD – Ganho médio diário  
CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais  
DMO – Digestibilidade de Matéria Orgânica  
FDA – Fibra em Detergente Ácido  
FDN – Fibra em Detergente Neutro  
g — Gramas  
GMD – Ganho Médio Diário  
GPC – Ganho de Peso Corporal  
IRGA – Instituto Rio Grandense de Arroz  
Kg - Quilograma  
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  
SIPA – Sistema Integrado de Produção Agropecuária  
UE – Unidade Experimental

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Sistemas integrados de produção agropecuária propostos. CP IRGA – Uruguaiana/RS. ....	24
Tabela 2. Resultados de taxa de acúmulo média (TAC MÉDIA), massa de forragem inicial (MF INICIAL), massa de forragem média (MF MÉDIA), produção de matéria seca total (PMS TOTAL) e altura (ALT), nos diferentes sistemas, pós arroz (II), pós soja (III) e pós sorgo (IV). ....	28
Tabela 3. Ganho médio diário (GMD) de terneiras Braford pastejando em pastagem de azevem sob sistemas de ILP .....	30
Tabela 4. Taxa de lotação (kg PV/ha) de terneiras Braford pastejando em pastagem de azevem sob sistemas de ILP. ....	30
Tabela 5. Avaliação de comportamento ingestivo diurno em novilhas Bradford foi realizada no dia 11/09/2021, para as atividades de pastejo (P), outras atividades (O) e ruminação (R). 31	

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1	Sistemas Integrados de Produção Agropecuária.....	13
2.2	Componentes forrageiro em SIPA's.....	14
2.3	Componente animal em SIPA's.....	16
2.4	Componente agrícola em SIPA's .....	16
2.5	Componente econômico em SIPA's.....	17
3	HIPÓTESE.....	18
4	OBJETIVOS.....	18
4.1	Objetivo Geral .....	18
4.2	Objetivos Específicos .....	19
5	REFERÊNCIAS .....	19
6	CAPÍTULO 1 – Manuscrito.....	22
6.1	Introdução.....	22
6.2	Materiais e métodos.....	23
6.2.1	Descrição do local do experimento .....	23
6.2.2	Delineamento experimental e detalhamento dos tratamentos .....	24
6.2.3	Manejos de implantação e condução do experiento.....	25
6.2.4	Animais experimentais e manejo dos mesmos.....	25
6.2.5	Avaliações do comportamento ingestivo .....	26
6.2.6	Amostragem e análises laboratoriais.....	26
6.2.7	Avaliação econômica dos sistemas .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.2.8	Análise estatística.....	27
6.3	Resultados e discussão .....	27
6.3.1	Ciclo de inverno de 2021 .....	27
6.4	Conclusão .....	32
6.5	Referências .....	33
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

Na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul as principais atividades desenvolvidas são a pecuária extensiva e o cultivo do arroz irrigado. Entretanto, para ambas as atividades as margens de lucro têm se tornado menores desafiando os produtores a adotar estratégias de melhorias na eficiência e na qualidade dos processos produtivos.

Ademais, as atividades possuem desafios isolados como a escassez forrageira para o gado no período hibernar, e a degradação do solo devido ao revolvimento, irrigação e uso intenso de insumos na lavoura do arroz. Como os sistemas integrados permitem a associação entre as atividades agrícola e pecuária com benefícios à ambas, seriam uma alternativa para mitigação dos desafios propostos.

Por se tratar de uma cultura estival, o arroz é cultivado apenas na primavera/verão, abrindo uma lacuna para cultivo de forrageiras de inverno. Estas, com destaque para o azevém poderiam suprir a escassez forrageira que ocorre nesse período e ainda fornecer alimento de qualidade para os rebanhos de bovinos de corte.

O cultivo de pastagens e a introdução de bovinos em áreas agrícolas sob sistemas integrados e com manejo adequado proporciona benefícios a estrutura do solo e às culturas de verão. Gramíneas forrageiras possuem um sistema radicular extenso e profundo, que desempenha um papel crucial na melhoria da estrutura do solo. Já a presença dos animais acentua a produção de raízes das forrageiras por meio da desfolha o mesmo tempo que promove a ciclagem de nutrientes por meio das fezes e urina.

Os benefícios acima citados foram mensurados e estão consolidados para sistemas de integração implantados em áreas tropicais e subtropicais no Brasil. Entretanto, para terras baixas as informações ainda são escassas, carecendo demais de indicadores para subsidiar as recomendações técnicas.

Ainda, apesar dos ganhos ambientais e sociais já terem sido mensurados em pesquisas com sistemas integrados, avaliações econômicas ainda são incipientes ou incompletas. Porém, são tão relevantes quanto as demais para validar os sistemas propostos e subsidiar sua disseminação nas propriedades.

A introdução de pastagens e animais para o pastoreio em sucessão a lavouras de arroz ou soja para composição de sistemas integrados de produção permite produção forrageira e animal somadas à produção agrícola em uma mesma área, com ganhos econômicos. Assim, objetivou-se por meio deste estudo mensurar o desempenho forrageiro do azevém (*Lolium*

*multiflorum* Lam) e o desempenho animal de novilhas de corte em diferentes SIPA's conduzidos em terras baixas.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Sistemas Integrados de Produção Agropecuária**

Os SIPA's consistem em cultivar culturas produtoras de grãos com culturas forrageiras na mesma área, em rotação, sucessão ou consórcio (BARBOSA et al., 2022a). Estes sistemas, além de diversificar a produção agrícola, beneficiando as lavouras e a pecuária são práticas agrícolas mais sustentáveis, economicamente viáveis e voltadas para a conservação dos solos (COSER et al, 2018).

Devido à sua capacidade de proporcionar benefícios econômicos e ambientais (BARBOSA et al., 2022b) os SIPA's têm recebido atenção especial de pesquisadores e vêm sendo adotadas por agricultores no Brasil (BONETTI et al., 2015). Assim, o Brasil lidera as pesquisas em SIPA's em relação ao restante dos países do mundo (MORAES et al., 2017), com aproximadamente 11,5 milhões de hectares são ocupados por diferentes arranjos de SIPA's. Destes, a região subtropical é responsável por 44% dessa área (SKORUPA E MANZATTO, 2019). Entretanto sua adoção em lavouras destinadas ao cultivo de arroz irrigado ainda é incipiente, especialmente no que tange à disponibilidade de dados para subsidiar as recomendações de manejo.

Nestas áreas, denominadas terras baixas, é predominante o cultivo de arroz irrigado na primavera/ verão e azevém no outono inverno. No Rio Grande do Sul cerca de 1,1 milhão de hectares são cultivados com arroz irrigado por inundação (CONAB, 2019) devido as características do solo nessas regiões. Estes possuem reduzida taxa de infiltração de água, baixa macro porosidade e elevada compactação próximo da superfície, o que dificulta a inserção de outras culturas (DENARDIN, et al., 2019) para que se possa obter resultados positivos em SIPA.

Portanto, torna-se um desafio implantar e conduzir sistemas em SIPA's e terras baixas. Contrapondo esse desafio, como o cultivo do arroz é oneroso e caro em termos de mão de obra, água, energia, e como estes recursos estão se tornando cada vez mais escassos, essa atividade está se tornando menos lucrativa (KUMAR; LADHA, 2011). Por isso a implantação

de SIPA nos modelos atuais de produção agrícola podem ajudar na geração de renda na entressafra das culturas de verão, e/ou aumentos de produtividade na lavoura de arroz.

Esse aumento seria possível pois os SIPA's preconizam a adoção do plantio direto como sistema de cultivo, assim, a ausência ou mínimo revolvimento do solo minimizam sua degradação (COSER et al., 2018). Da mesma forma, a manutenção constante de cobertura viva ou morta no solo contribui com o aumento na produção de matéria seca por unidade de área (MAZZUCHELLI et al., 2020) que pode ser utilizada como cobertura do solo (SKORUPA; MANZATTO, 2019). Esta também contribui com o aumento dos estoques de carbono (C) do solo (GUESMI et al., 2019) que atuam como subsídio para fornecimento de nutrientes (SOARES et al. 2019) com consequente aumento de produtividade das culturas (SOUSA et al. 2020).

Como os SIPA's podem ser ter seus arranjos de tempo-cultura-espaco ajustados segundo as necessidades de cada realidade (BARBOSA et al., 2022a), pesquisas contemplando ambientes de terras baixas podem ser conduzidas sob os princípios dos SIPA's. Ademais, embora sejam conhecidos os beneficios da adoção dos SIPA's, em terras baixas estas ainda são incipientes, e requerem mais estudos para geração de recomendações técnicas mais consistentes (CARMONA et al., 2018).

Vale salientar ainda, que o modelo de sistema agrícola convencional está em evidência, pois ao longo dos anos a perda da diversidade forrageira e poluição do ambiente por excesso de nutrientes e resíduos de defensivos agrícolas (ANGHINONI et al., 2013) fez com que atualmente a sociedade exija que os modelos especializados de produção se comprometam em produzir alimento da forma mais conectada possível com a natureza (CARMONA et al., 2018).

## **2.2 Componentes forrageiro em SIPA's**

Assim como no restante do Brasil, na região sul a atividade baseia-se na utilização das pastagens como principal recurso alimentar para os animais ruminantes. Ainda que, a estação fria bem definida, caracterizada pela redução do fotoperíodo, temperaturas baixas e ocorrência de geadas, limita a produção e qualidade de forrageiras tropicais (PERETTI et al., 2017), dessa forma, estratégias forrageiras devem ser adotadas para suprir essa lacuna alimentar gerada por esses fatores supracitados.

Os SIPA's no Brasil compreendem uma grande número de espécies forrageiras devido à diversidade das nossas condições edafoclimáticas. Entretanto, das pastagens cultivadas no inverno, a espécie mais utilizada é o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) (BOHN et al., 2020) devido ao seu potencial produtivo e boa adaptação às condições ambientais da região (DOTTO et al., 2022). Além de ser uma boa alternativa para compor sistemas subtropicais de integração lavoura-pecuária (MORAES et al., 2014), por possuir elevado potencial de produção de matéria seca (PETERSON et al., 2019) pode ser usado tanto para pastejo quanto para cobertura do solo (BOHN et al., 2020).

Como os SIPA's visam a sustentabilidade social, ambiental e econômica, dentre os desafios, a adoção de estratégias de manejo de pastagens que visam maximizar a produção vegetal e animal, que são de extrema importância (DOTTO et al., 2022). Assim, além da escolha da espécie forrageira, o método de pastejo e a estratégia de adubação devem ser definidas visando atender os princípios citados.

Na lotação contínua, os animais têm acesso ilimitado e ininterrupto a toda a área a ser pastoreada durante todo o período de pastejo e na lotação rotacionada ocorre alternância entre desfolha e descanso (DOTTO et al., 2022). Devido à intercalação dos períodos de descanso e pastejo, na lotação rotativa, o processo de rebrota ocorre de forma isolada do processo de pastejo (ONGARATTO et al., 2020). Por outro lado, a lotação contínua é caracterizada por mudanças mais brandas na condição do pasto ao longo do período (DOTTO et al., 2022). Esta é opção mais indicada para adoção em sistemas SIPA's pois a constante cobertura do solo mantida pela maior altura residual de pastejo proporciona o efeito esponja minimizando a possibilidade de compactação do solo (COSER et al., 2018).

No azevém, quando usado para pastejo, no seu manejo recomenda-se a entrada de animais na área quando o azevém estiver com aproximadamente 30 cm de altura, para uma melhor aproveitamento da pastagem (FLORES et al., 2008). Entretanto, o manejo de pastejo deve priorizar uma altura da pastagem sempre superior a 10-15 cm para estimular o rebrote (PERETTI et al., 2017). O período de uso de pastagens de azevém pode durar até 80 dias, condicionado ao clima, adubação do solo e principalmente o manejo forrageiro (PELEGRINI et al., 2010).

Apesar de tratar-se de uma espécie forrageira extensamente estudada na região Sul do Brasil, sua dinâmica em SIPA's em terras baixas ainda não está totalmente elucidada. Assim, estudos contemplando o desempenho do azevém inserido em sistemas SIPA's alternativos em terras baixas subsidiarão recomendações técnicas para o manejo desta pastagem.

### 2.3 Componente animal em SIPA's

A fase pecuária dos SIPA's nas regiões subtropicais do Brasil é comumente adotada no período de inverno e as principais espécies vegetais utilizadas são as gramíneas forrageiras hibernais (BERTOL et al., 2022). Destas, o azevém é o predominante em terras baixas, com produções de matéria seca que podem atingir 10 ton/ha e concentração de nutrientes digestíveis totais que pode chegar a mais de 80%, proporcionando ótimo desempenho animal (FONTANELI et al., 2016).

Entretanto, este é dependente do manejo da intensidade de pastejo na fase pecuária, que determina a quantidade de forragem disponível para o animal: maiores intensidades de pastejo irão proporcionar menor disponibilidade de forragem e vice-versa (BERTOL et al., 2022). Este está diretamente ligado à carga animal utilizada, que constitui um dos principais desafios para o aumento da área de SIPA's no Sul do Brasil. Existem paradigmas ligados ao consumo de material forrageiro que cobriria o solo e à potencial compactação do solo pelo pisoteio animal (CARVALHO et al., 2021), ou seja, ambos estão ligados à intensidade de pastejo da fase pecuária (BERTOL et al., 2022).

Embora o pastejo deva ser moderado para minimizar a compactação do solo e maximizar a produção forrageira, deve estar presente pois é o responsável pelo crescimento radicular das plantas. Ou seja, o componente animal é fundamental para a sustentabilidade do sistema, pois além de promover a desfolha com crescimento radicular das plantas forrageiras ainda proporciona a ciclagem dos nutrientes por meio das fezes e urina.

Os sistemas integrados lavoura-pecuária partem da premissa de que a atividade pecuária pode contribuir com resíduos orgânicos, melhoria das características físicas e químicas do solo, rotação de culturas, interrupção do ciclo de doenças de plantas e redução das perdas decorrentes da variabilidade climática. Além disso, esses sistemas podem fornecer forragens frescas e altamente nutritivas para o gado, inclusive no inverno, enquanto em outros sistemas a forragem pode ser escassa (VINHOLIS et al., 2021).

Por este motivo a adoção de animais com potencial genético pode enfatizar os SIPA's proporcionando maior ganho animal e maior eficiência no uso das forragens ofertadas.

### 2.4 Componente agrícola em SIPA's

Nas regiões subtropicais do Brasil, a fase de cultivo agrícola dos SIPA's é comumente adotada no período de verão, e contempla as culturas do arroz irrigado (*Oryza sativa*), ou soja



(*Glycine max*) e/ou milho (*Zea mays*). Em terras baixas o milho raramente é cultivado, exceto quando destinado a produção de silagem para alimentação animal.

O arroz cultivado na forma irrigada é a cultura predominante em terras baixas na fase agrícola. Entretanto, a sustentabilidade do seu cultivo vem decaindo safra após safra, com aumento dos custos de produção redução da disponibilidade hídrica.

A soja é a commodity econômica mais importante do Brasil e amplamente utilizada em todo o mundo. Nos últimos anos, novas áreas têm sido utilizadas para a produção de soja, principalmente nas terras baixas dos campos agrícolas do sul do Brasil historicamente manejados pela pecuária (MARANHÃO et al., 2019). No entanto, a maioria das áreas apresentou fatores limitantes para a produção, como baixa fertilidade do solo e reduzida retenção de água, reduzindo o potencial de rendimento de grãos.

Entretanto, os ganhos relacionados à cultura da soja não seriam diretamente econômicos. Por se tratar de uma cultura leguminosa possui a capacidade de fixação biológica de nitrogênio. Além disso, seu sistema radicular pivotante poderia contribuir com a descompactação das camadas superficiais do solo, contribuindo no longo prazo com a melhoria da sua estrutura. Associadas, estas características poderiam contribuir para uma condição de solo mais favorável ao azevém, proporcionando maior produtividade de matéria seca e maior carga animal (SILVA et al., 2019).

## **2.5 Análise econômica em SIPA's**

A adoção de tecnologias possibilita ganhos de produtividade e/ou menores custos de produção por meio do uso de novos insumos e novas combinações dos recursos (VINHOLIS et al., 2023). Esses ganhos têm sido observados na agricultura brasileira. Nas décadas recentes, a geração e adaptação de tecnologias agrícolas para as condições tropicais possibilitaram que o país sustentasse um aumento consistente na produção de alimentos. Em 2020, o PIB do agronegócio alcançou 26,6% de participação no PIB nacional (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2020).

A produção agrícola em monocultivo e a pecuária convencional não integrada com culturas foram desenhadas para um aumento rápido da produtividade e da oferta de alimentos (VINHOLIS et al., 2021). Assim, a monocultura é o sistema de produção vegetal e animal predominante no Brasil, baseado no uso intenso de recursos naturais, fórmulas químicas e energia não renovável (MENDONÇA et al., 2020).

Entretanto, alguns destes sistemas de produção têm mostrado sinais de saturação e impactos ambientais negativos (VINHOLIS et al., 2021). No entanto, diante de uma iminente escassez de recursos naturais, os sistemas produção precisam ser repensados (MENDONÇA et al., 2020). Sistemas de integração lavoura-pecuária têm sido desenvolvidos como uma alternativa que oferece aumento de produtividade e maior sustentabilidade ambiental (VINHOLIS et al., 2021). Esses sistemas possibilitam a exploração econômica das áreas de produção durante o ano todo, permitindo maior produção de grãos, leite e carne, a custos menores em função da interação lavoura e pastagem.

Na teoria econômica, eventuais ganhos econômicos obtidos com a diversificação dos sistemas de produção são justificados pela chamada “economia de escopo”, que ocorre quando o custo de produção de dois itens em um determinado sistema de produção é menor do que quando os mesmos itens são produzidos separadamente (MENDONÇA et al., 2020).

No entanto, mensurar e demonstrar a economia de escopo em sistemas de produção não é tão simples (GAMEIRO et al., 2016), provavelmente pela dificuldade em calcular o custo de produção de um sistema integrado, principalmente para os agricultores (MENDONÇA et al., 2020). Isso pode ser explicado porque não existe um “protocolo” para estimar o custo de um sistema integrado, o que significa que existem várias maneiras de conceituar custos em sistemas de produção relacionados à natureza (MENDONÇA et al., 2020).

### **3 HIPÓTESE**

A introdução de pastagens e animais para o pastoreio em sucessão a lavouras de arroz ou soja para composição de sistemas integrados de produção permite produção forrageira e animal somadas à produção agrícola em uma mesma área, com ganhos econômicos.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo Geral**

- Determinar o desempenho forrageiro do azevém e o desempenho animal de novilhas de corte em pastejo de azevém em diferentes sistemas de integração lavoura pecuária em terras baixas.

## 4.2 Objetivos Específicos

- Verificar a influência da cultura antecessora no desenvolvimento e produção do azevém.
- Determinar a taxa de acúmulo de forragem e a carga animal suportada pelas pastagens.
- Mensurar o consumo de forragem e o comportamento ingestivo, assim como o ganho médio diário de novilhas de corte mantidas nas áreas de pastagens.

## 5 REFERÊNCIAS

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. D. F.; VALADÃO, S. E.; COSTA, G. de A. Abordagem sistêmica do solo em Sistemas Integrados de Produção Agrícola e Pecuária no subtropical brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, vol. 8, no. 2, p. 325–380, 2013. .

BARBOSA, L. R., DE OLIVEIRA, F. P., DE SOUZA, H. A., LEITE, L. F. C., & NUNES, L. A. P. L.. Physical-hydraulic properties of an ultisol under no-tillage and crop-livestock integration in the cerrado. *Revista Caatinga*, v. 35, n. 2, p. 460–469. 2022b

BARBOSA, L. R., SOUZA, H. A. DE ., TEIXEIRA NETO, M. L., & LEITE, L. F. C.. Organic matter compartments in an Ultisol under integrated agricultural and livestock production systems in the Cerrado. **Ciência Rural**, v.52, n.10, p. 1-14, 2022a.

BERTOL, Felipe Dalla-Zen *et al.* Liming and grazing intensities effects on soil mineral nitrogen throughout the pasture cycle in a subtropical integrated crop-livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.L.]Porto Alegre, v. 46, n. 4, p. 1-15, 25 jan. 2022. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*. <http://dx.doi.org/10.36783/18069657rbcs20210042>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/bhYsRn6ftgHKYjycGPvFF8g/>. Acesso em: 20 mar. 2023.

BOHN, Alberto *et al.* Nitrogen fertilization of self-seeding Italian ryegrass: effects on plant structure, forage and seed yield. **Ciência Rural**, [S.L.] Santa Maria, v. 50, n. 6, p. 1-10, nov. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20190510>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/vxkT3Vr3XkL9YRbWv4qp7kK/?lang=en>. Acesso em: 20 mar. 2023.

BONETTI, J. A. et al. Influência do sistema integrado de produção agropecuária no solo e na produtividade de soja e braquiária. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, 45: 104-112, 2015.

CARMONA, F.; DENARDIN, L.; MARTIN, A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F. **Sistemas Integrados em Produção Agropecuária em Terras Baixas**. [S. l.: s. n.], 2018.

CARVALHO PCF, SAVIAN JV, CHIESA TD, SOUZA FILHO W, TERRA JA, PINTO P, MARTINS AP, VILLARINO S, TRINDADE JK, NUNES PAA, PIÑEIRO G. Land-use intensification trends in the Rio de la Planta region of South America: Toward specialization or recoupling crop and livestock production. **Frontiers of Agricultural Science and Engineering**, v.8, p.97-110, 2021.

CONAB, 2019. Acompanhamento da Safra Brasileira- Grãos. Obs. Agrícola 1, 1-60.

COSER, T. R. et al. Short-term buildup of carbon from a low-productivity pastureland to an agrisilviculture system in the Brazilian savannah. **Agricultural Systems**, 166: 184-195, 2018.

DENARDIN, L. G.O.; CARMONA, F.C.; VELOSO M.G.; MARTINS, A.P.; FREITAS, T.F.S.; CARLOS, F.S.; MARCOLIN, É.; CAMARGO, F.A.O.; ANGHINONI, I. No- tillage increases irrigated rice yield through soil quality improvement along time. **Soil and Tillage Research**. v. 186, p. 64-69, 2019.

DOTTO, L. R., ROCHA, M. G., VICENTE, J. M., BERGOLI, T. L., SEVERO, P. O., MACHADO, J. M., ROSA, V. B., OLIVEIRA, E. P., & PÖTTER, L.. Morphogenic, structural characteristics and population stability index of ryegrass tillers submitted to stocking methods. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia**, v. 74, n.6, p.1134–1142, 2022

FONTANELI RS, MEINERZ GR, FONTANELI RS, SANTAS HP, BIAZUS B, FÁVERO D, REBECHI IA. A contribuição das forrageiras de inverno para a pecuária de leite. In: Vilela D, Ferreira RP, Fernandes EN, Juntolli FV, editores. Pecuária de leite no Brasil: Cenários e avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa; 2016. p. 239-53.

GAMEIRO, S.; TEIXEIRA, C. P. B.; SILVA NETO, T. A.; LOPES, M. F. L.; DUARTE, C. R.; SOUTO, M. V. S.; ZIMBACK, C. R. L. Avaliação da cobertura vegetal por meio de índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF) na sub-bacia hidrográfica do Baixo Jaguaribe, CE. **Terrae**, v. 13, n. 1/2, p. 15-22, 2016.

GUESMI, H. et al. Crop-livestock integration under conservation agriculture system. **Journal of New Sciences**, v.65, n.1, p.4061- 4065, 2019

KUMAR, VIRENDER; LADHA, JAGDISH K. Direct seeding of rice: recent developments and future research needs. **Advances in agronomy**, v. 111, p. 297-413, 2011.

MARANHÃO RLA, CARVALHO JÚNIOR OA, HERMUCHE PM, GOMES RAT, MCMANUS PIMENTEL CM & GUIMARÃES RF The spatiotemporal dynamics of soybean and cattle production in Brazil. **Sustainability**, v.11, p. 2150, 2019.

MAZZUCHELLI, R. de C. L. et al. Changes in Soil Properties and Crop Yield as a Function of Early Desiccation of Pastures. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.20, p.840-848, 2020.

MENDONÇA, G.G.; SIMILI, F.F.; AUGUSTO, J.G.A.; BONACIM, P.M.; MENEGATTO, L.S.; GAMEIRO, A.H. gains from crop-livestock integration in relation to conventional systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 49, 2020.

MORAES, A. de et al. Avanços técnico-científicos em SIPA no subtropico brasileiro. In: Congresso Brasileiro De Sistemas Integrados De Produção Agropecuária, 1.; **Encontro De**

**Integração Lavoura-Pecuária No Sul Do Brasil, Cascavel. Palestras: intensificação com sustentabilidade.** Pato Branco: UTFPR. p. 102–124, 2017. ISBN - 978-85-99584-10-1. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1082244/1/SIPA.p.102124.pdf>

MORAES, A. et al. Integrated crop–livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, v.57, p.4-9, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.004>.

ONGARATTO, F.; ROCHA, M.G.; PÖTTER, L. et al. Canopy structure and morphogenesis of Italian ryegrass intercropped with red clover under cutting intervals determined by thermal sum. *Cienc. Rural*, v.50, p.e20190989, 2020.

PELLEGRINI, L. G. *et al.* Produção e qualidade de azevém anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1894-1904, 2010.

PERETTI, J., HENRIQUE, D. S., MAYER, L. R. R., MILITÃO, E. R., SCHIMITZ, R., BOGER, D. T., & RÖSLER, J. A. Chemical composition and ruminal degradability of white oat (“*Avena sativa*” L.) cv. IPR 126 under different nitrogen levels. *Revista Brasileira De Saúde E Produção Animal*, v.18, n.1, p.89-102. 2017.

PETERSON, C. A. et al. Winter grazing does not affect soybean yield despite lower soil water content in a subtropical croplivestock system. **Agronomy for Sustainable Development**, v.39, n.26, 2019. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0573-3>.

SILVA FAM, NAUDIN K, CORBEELS M, SCOPEL E & AFFHOLDER F (2019) Impact of conservation agriculture on the agronomic and environmental performances of maize cropping under contrasting climatic conditions of the Brazilian Cerrado. **Field Crops Research**, v.230, p.72-83, 2019.

SKORUPA LA, MANZATTO CV. Avaliação da adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Brasil. In: Skorupa LA, Manzatto CV, editores. : Estratégias regionais de transferência de tecnologia, avaliação da adoção e de impactos. Brasília, DF: Embrapa; 2019. p. 340-79

SOARES, D. dos S. et al. How diversity of crop residues in longterm no-tillage systems affect chemical and microbiological soil properties. **Soil & Tillage Research**, v.194, n.104316, p.1-12, 2019.

SOUSA, H. M. et al. Dynamics of soil microbiological attributes in integrated crop-livestock systems in the cerrado-amazonônia ecotone. **Revista Caatinga**, v.33, n.1, p.09-20, 2020.

VINHOLIS, M. DE M. B., SOUZA FILHO, H. M. DE ., & CARRER, M. J Preditores da adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária em São Paulo e o papel dos intermediários da inovação. **Revista De Economia E Sociologia Rural**, 61(3), 2023.

VINHOLIS, M. DE M. B., SOUZA FILHO, H. M. DE ., SHIMATA, I., OLIVEIRA, P. P. A., & PEDROSO, A. DE F.. (2021). Economic viability of a crop-livestock integration system. **Ciência Rural**, 51(2), 2021.

## **6 CAPÍTULO 1 – Manuscrito**

### **Desempenho forrageiro do azevém e de novilhas de corte em sistemas integrados de produção em terras baixas**

Os resultados que fazem parte desta dissertação estão apresentados em formato de artigo científico. As seções Introdução, Materiais e Métodos, Resultados e Discussões e Referências Bibliográficas, encontram-se a seguir. O manuscrito será enviado para periódico científico selecionado após sugestões da banca.

#### **6.1 Introdução**

Nos SIPA's (Sistemas Integrados de Produção Agropecuária) as culturas são cultivadas de forma integrada, com cultivo de culturas de grãos forrageiras na mesma área, em rotação, sucessão ou consórcio e com a presença de animais para pastejo (BARBOSA et al., 2022). São sistemas que devido as características supracitadas permitem a diversificação agrícola nas propriedades, e contribuindo com a sustentabilidade econômica, social e ambiental (COSER et al, 2018).

Paralelamente a estas possibilidades, no Pampa Brasileiro, localizado na extremidade sul do país e denominado também de terras baixas, as atividades da pecuária e produção de arroz irrigado são desenvolvidas de forma predominantemente isoladas. A pecuária de corte é desenvolvida no sistema extensivo, com uso dos campos naturais infestados pelo capimannoni e com intenso crescimento na primavera verão. Assim, a atividade é severamente limitada pela escassez forrageira que se inicia no outono e perdura por todo o inverno ocasionando inclusive a morte de animais em algumas fazendas.

Já as lavouras de arroz cultivadas na primavera/verão a monocultura com intenso revolvimento do solo e uso de insumos tem sido questionada quanto ao potencial de degradação ambiental. Estes solos denominados terras baixas possuem reduzida taxa de infiltração de água, baixa macro porosidade e elevada compactação próximo da superfície, o que dificulta a inserção de outras culturas (DENARDIN, et al., 2019).

Neste sentido, a adoção de SIPA's nestas regiões poderia ser uma alternativa promissora para mitigar dois dos principais desafios: escassez forrageira e impacto ambiental da lavoura de arroz. Como este é cultivado na primavera verão, no outono inverno os solos ficam em pousio e podem ser destinados a implantação de forrageiras de inverno como o

azevém para o pastejo do gado. O cultivo de forrageiras promove a descompactação do solo e incorporação de carbono através da matéria orgânica, enquanto a presença dos animais, além de promover o crescimento das forrageiras devido a desfolha, contribuem com a ciclagem de nutrientes por meio das fezes e urina.

Entretanto os benefícios somente poderão ser obtidos quando premissas de manejo como carga animal, adubações, densidade de semeadura e altura de pastejo forem respeitadas. Para terras baixas essas recomendações ainda não estão padronizadas, e requerem estudos para geração de indicadores. Mas, como os SIPA's podem ter seus arranjos de tempo-cultura-espaço ajustados segundo as necessidades de cada realidade (BARBOSA et al., 2022), pesquisas contemplando ambientes de terras baixas podem ser conduzidas sob os princípios dos SIPA's.

Assim, objetivou-se por meio deste estudo mensurar o desempenho forrageiro do azevém (*Lolium multiflorum* Lam), o desempenho animal de novilhas de corte, bem como o desempenho econômico dos sistemas em diferentes ambientes SIPA's conduzidos em terras baixas.

## 6.2 Materiais e métodos

### 6.2.1 Descrição do local do experimento

O ensaio experimental foi conduzido em área situada na estação experimental do Colégio Agrícola Municipal Luiz Martins Bastos, unidade de Uruguaiana, RS, Brasil (29°50'44.6"S 57°05'11.6"W). O experimento foi iniciado em 2018, no entanto os dados que compuseram este trabalho compreendem os obtidos a partir do ciclo de verão de 2021/2022.

Previamente ao início do experimento, a área que possui solo caracterizado como Chernossolo Ebânico (SANTOS et al., 2018) foi amostrada para análise química e o solo apresentou as seguintes características: P (Mehlich extractor) 1.4 mg dm<sup>-3</sup>; MO 2 %; pH (H<sub>2</sub>O) 5,7 mol L<sup>-1</sup>; H + Al = 4.15 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0.0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K = 0.23 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 15.12 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 24.9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 21.4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0%; K = 0.37%; Mg/K = 74.6; Ca/Mg = 2.45; Ca/K = 185. Nos manejos culturais, estava submetida à sucessão anual das culturas de verão (soja e arroz) e entre os meses de abril e setembro, o cultivo de azevém para pastejo de bovinos de corte.

### 6.2.2 Delineamento experimental e detalhamento dos tratamentos

Foi adotado delineamento experimental blocos casualizados, com três repetições, onde os tratamentos consistiram dos diferentes sistemas de produção agropecuária. Os sistemas foram dimensionados para contemplar sistemas ILP em terras baixas, partindo de um sistema tradicional de produção de arroz irrigado e sem ILP para sistemas em terras baixas baseados em atividade pecuária. Dessa forma os Sistemas são mais simples em relação aos inicialmente propostos e correspondem a distintas estratégias de sucessão de pastagens e agricultura em terras baixas (Tabela 1).

Tabela 1. Sistemas integrados de produção agropecuária propostos. CP IRGA – Uruguaiana/RS.

SISTEMA	ILP	Plantio direto	2021		2022	
			Entressafra	Safra	Entressafra	Safra
<b>I</b>	Sem	Sem	Pousio	Arroz	Pousio	Arroz
<b>II</b>	Com	Com	Azevém	Arroz	Azevém	Arroz
<b>III</b>	Com	Com	Azevém	Soja	Azevém	Soja
<b>IV</b>	Sem	Com	Azevém	Capim Sudão	Azevém	Capim Sudão

Os sistemas compreendem diferentes estratégias de manejo que podem ser adotadas em sistemas SIPA's no Pampa brasileiro. O primeiro sistema listado na tabela é o manejo mais comumente utilizado em propriedades essencialmente agrícolas, onde não há a introdução de pastagens nem de gado nas áreas de cultivo. O sistema II, por sua vez, inclui o cultivo de espécies forrageiras de inverno (como o azevém) durante o período de frio, permitindo a produção de forragem e o pastejo dos animais. Esse sistema é adotado por propriedades que desenvolvem tanto atividades pecuárias quanto agrícolas, embora sem adubação, com o retorno do arroz à mesma área a cada 2-3 anos. Para introduzir o sistema II no experimento, ele foi ajustado, e a área passou a ser cultivada anualmente com espécies de verão e inverno, intensificando o uso do solo. O sistema III tem o mesmo nível de intensificação do sistema II, mas com a alternância anual entre as culturas de soja e arroz. No sistema IV, o foco é isolar o efeito da agricultura, cultivando-se apenas espécies forrageiras e permitindo o pastejo de bovinos tanto no inverno quanto no verão.



### 6.2.3 Manejos de implantação e condução do experimento

O experimento iniciou-se com a implantação do capim Sudão para pastejo em 2021. Este foi semeado a lanço com incorporação com grade leve adotando-se densidade de sementes de 35 kg ha<sup>-1</sup>. Como adubação de base utilizou-se 100 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 05-30-15 (N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O), baseada na análise de solo e nas recomendações para as culturas (CQFS-RS/SC, 2016). Para fertilização de cobertura foi utilizado ureia branca (46% de N) aplicada à lanço no estágio vegetativo da cultura.

As culturas nos diferentes sistemas foram manejadas de acordo com suas recomendações técnicas oficiais, quanto à inoculação e/ou tratamento de sementes, densidade e forma de semeadura, calagem, adubação, fungicidas, inseticidas, herbicidas, entre outros. A soja no Sistema III, sempre que necessário, recebe irrigação. No arroz, foi adotado o sistema de irrigação por inundação contínua.

Já o azevém em 2022 foi implantado também a lanço, com uso de 40 kg ha<sup>-1</sup> de sementes. Na base utilizou-se 100 kg do formulado 4:17:17 e como cobertura, aos 90 dias após a semeadura (DAS) aplicou-se adubação nitrogenada na forma de ureia e dosagem de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Para manejo das pastagens adotou-se o método de pastoreio contínuo com taxa de lotação variável (MOTT; LUCAS, 1952). Para o manejo dos pastos com azevém anual, a meta preconizada foi manter a altura do dossel entre 15 a 20 cm, considerada a estrutura de pasto que potencializa a ingestão de forragem de bovinos em azevém (AMARAL et al., 2013). Já para a pastagem de capim Sudão, a altura preconizada do pasto foi de 45 cm, para evitar a remoção do meristema apical e favorecer a formação de folhas e recomposição do dossel forrageiro.

### 6.2.4 Animais experimentais e manejo dos mesmos

Para o pastejo foram utilizados bovinos, fêmeas, da raça Bradford, com peso vivo médio de 150 kg. Estas novilhas foram desmamadas no outono, quando então entraram no experimento. Foram três animais por parcela, denominados animais testers, aos quais, foram aplicadas avaliações de ganho de peso e comportamento ingestivo. Ainda, para manutenção das alturas preconizadas dos pastos foram utilizados animais reguladores adicionados ou retirados das parcelas segundo necessidade.

As pesagens foram realizadas por ocasião do início dos pastejos e a cada 21 dias, nas quais procedeu-se também a coleta de fezes para posterior avaliação da digestibilidade da forragem ofertada. Durante a fase pastagem, todos os animais foram pesados a cada 21 dias, após jejum de 14 horas de sólidos e de líquidos.

O ganho de peso vivo médio diário (GMD) foi calculado pela diferença entre o peso médio final dos animais-testers e o seu peso médio inicial, dividido pelo número de dias de cada período. O ganho de peso por área (GPV/ha) foi obtido pela seguinte equação ( $GPV/ha = GMD \times n^\circ \text{ animais/dia/ha} \times n^\circ \text{ dias em cada período}$ ). O GPV total foi obtido pelo somatório dos ganhos de peso vivo/ha de todos os períodos de pastejo.

#### 6.2.5 *Avaliações do comportamento ingestivo*

O comportamento ingestivo foi determinado, em intervalos de cinco minutos, do nascer ao pôr-do-sol, por meio de observação visual (MEZALLIRA et al., 2011), por um observador em cada unidade experimental. Foram mensurados os tempos de pastejo, tempo de ruminação e tempo de outras atividades, os quais foram registrados em planilha, as atividades dos animais-testers, com posterior expressão em minutos.

O tempo de pastejo foi considerado como o tempo gasto com as atividades de procura e colheita de forragem na pastagem, com o animal em atividade de ingestão. O tempo de ruminação foi considerado como o período em que o animal não está pastejando, mas está mastigando o bolo alimentar retornado do rúmen, caracterizado por movimentos mandibulares cíclicos e repetitivos, onde o animal normalmente encontra-se parado. Por outras atividades entende-se o período em que o animal não está pastejando nem ruminando e inclui os períodos de descanso e em que o animal está bebendo água, ingerindo sal, ou interagindo com os demais membros do grupo etc (MEZALLIRA et al., 2011).

#### 6.2.6 *Amostragem e análises laboratoriais*

Nas avaliações da pastagem foram mensuradas a oferta de forragem (kg MS/kg peso vivo (PV)), bem como as características bromatológicas. A massa de forragem (MF - kg MS/ha<sup>-1</sup>) foi estimada por tripla amostragem com quadros metálicos (0,25m<sup>2</sup>), com o corte das plantas forrageiras ao nível do solo em intervalos de aproximadamente 21 dias. As amostras

foram secas em estufa (60°C por 72 h) e pesadas para estimar a MF e o teor de matéria seca (MS). Desses valores foi calculada a produção total de forragem ao longo do período de pastejo (kg MS/ ha<sup>-1</sup>).

Em todas as coletas, as amostras azevém pós secagem foram trituradas em moinho tipo Willey, com facas e câmara de inox, em peneira de um milímetro para determinação do valor nutricional de toda forragem disponível. Neste, foram estimados valores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), conforme descrito em (SILVA; QUEIROZ, 2009) e carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos estruturais (CE). Enquanto as frações de carboidratos foram estimadas segundo Sniffen et al., (1992), a porcentagem de nutrientes digestíveis totais da forragem (%NDT) foi obtida pela equação  $\%NDT = 87,84 - (0,70 \times \% FDA)$  proposta por Bolsen (1996). O consumo de matéria seca em percentual do peso vivo (CMSPV) foi estimado pela equação  $1200/FDN$ , proposta por Mertens (1994). A DIGMS (% digestibilidade estimada da MS) foi obtida pela equação  $DMS = 88,9 - (0,779 * FDA)$  (BOLSEN, 1996). O valor relativo da forragem (VRF) foi obtido pelo estimador  $VRF = (DIGMS * CMSPV) / 1,29$ , conforme BOLSEN (1996).

### 6.2.7 *Análise estatística*

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F de Fisher e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 6.3 **Resultados e discussão**

### 6.3.1 *Ciclo de inverno de 2021*

O período de pastejo do ciclo de inverno se deu de 12/07/2021 a 01/10/2021, totalizando 81 dias de pastejo, para os sistemas III e IV, enquanto para o sistema II foi de 12/07/2021 a 10/09/2021, totalizando 60 dias de pastejo. Este menor período de pastejo no sistema II, se deu, devido a necessidade de um maior período para preparação do solo na implantação da cultura do arroz.

Na Tabela 2 é apresentado os valores de produção de forragem obtidas nos diferentes sistemas. Considerando-se as cinco amostragens realizadas na pastagem com intervalos de 21 dias, podemos observar uma produção muito semelhante entre os sistemas tornando evidente que é possível a obtenção de uma produtividade satisfatória de MS de forragem de azevém cultivado após gramíneas, demonstrando então que desde que seguidas as recomendações mínimas de adubação para a cultura os resultados podem ser muito satisfatórios. Ao observarmos a PMS total, o sistema II apresenta uma menor quantidade, esta devido a necessidade de ser realizado um ciclo a menos para poder fazer a implantação correta da cultura do arroz.

Tabela 2. Resultados de taxa de acúmulo média (TAC MÉDIA), massa de forragem inicial (MF INICIAL), massa de forragem média (MF MÉDIA), produção de matéria seca total (PMS TOTAL) e altura (ALT), nos diferentes sistemas, pós arroz (II), pós soja (III) e pós sudão (IV).

	TAC MÉDIA	MF INICIAL	MF MÉDIA	PMS TOTAL	ALT
Sistema	(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg MS/ ha <sup>-1</sup> )	(cm)
II (pós arroz)	75,63	946,44	1470,01	5635,56	22,32
III (pós soja)	77,16	736,53	2233,45	6986,84	22,73
IV(pós sudão)	62,89	1706,09	2182,54	6799,97	27,76

Estes ganhos expressivos na produção forrageira devem-se à diversos benefícios proporcionados pelos sistemas integrados. A introdução de uma espécie leguminosa (nesse estudo a soja) contribui além da fixação biológica de nitrogênio, com a descompactação do solo especialmente nas camadas superficiais, além da incorporação de N ao sistema e no perfil do solo. Além do N, a cultura da soja em um sistema exclusivamente de gramíneas, incorpora também carbono ao solo e modifica a dinâmica de decomposição dos resíduos culturais. Essa modificação acontece pela sua relação C:N que é mais baixa quando comparada aos resíduos culturais de gramíneas. Por ser mais baixa, ocorre maior disponibilização de N aos microrganismos que vivem no solo, reduzindo a imobilização de N para a multiplicação destes durante a decomposição dos resíduos e modificando a dinâmica de disponibilização deste nutriente ao longo do ciclo da cultura subsequente. Como todas as plantas e especialmente as gramíneas são responsivas ao N, a modificação da dinâmica da decomposição da matéria orgânica (resíduos culturais), com disponibilização de N para a cultura do azevém ao longo do ciclo da cultura certamente contribuiu para a produtividades de matéria seca de forragem.

Já em se tratando dos benefícios proporcionados pelo sistema IV, com sorgo forrageiro, os ganhos devem-se à dois aspectos principais: (1) melhoria da estrutura do solo devido ao sistema radicular fasciculado das plantas do sorgo e (2) ganhos com a adubação aplicada na pastagem de verão, que ficou no solo como adubação residual complementando a adubação de inverno aplicada ao azevém. O sistema radicular das gramíneas é em formato de cabeleira, possui grande potencial para melhoria da estrutura do solo. Além do rompimento do solo formando canalículos que auxiliam na infiltração de água no solo, após a morte destas raízes assim como na incorporação de carbono, cada raiz emitida pela planta libera em sua superfície mucilagens, que proporcionarão estabilidade dos agregados do solo e da superfície destes canalículos.

A formação destas estruturas, além da infiltração de água contribui também com a areação do solo podendo modificar especialmente a densidade do solo, assim como os macro e microporos, principalmente na camada superficial que foi colonizada por estas raízes. Estes aspectos fazem com que os benefícios incorporados ao solo durante o ciclo da cultura permaneçam por longos períodos mesmo sob condições de pastejo como neste experimento, pois a estabilidade proporcionada pelo carbono incorporado e pelas mucilagens mantém os ganhos ao perfil do solo estáveis por mais tempo. Esse tempo, possivelmente se estendeu ao longo do ciclo da cultura do azevém, proporcionando melhores condições de desenvolvimento da cultura, e embora numa proporção menor do que o ocorrido no sistema com introdução da soja, também é provável que tenha havido maior disponibilização de nutrientes ao azevém.

Ainda, ao pensarmos num sistema integrado que visa atender um dos princípios da integração que é a rotação de culturas, ao acrescentarmos culturas de sequeiro no período de verão, além de todos os benefícios descritos, podemos obter a vantagem ambiental do uso racional da água e menor necessidade de uso de drenagens para posterior implantação da cultura do azevém. Isso ocorre, porque após um ciclo de cultura do arroz, além de todos os prejuízos ocasionados à estrutura do solo devido aos revolvimentos e à irrigação, após a colheita da cultura as áreas encontram-se encharcadas, e necessitam de drenagens para viabilizar minimamente a implantação do azevém. O uso de culturas que não requerem irrigação, ao menos não por inundação como a soja, além de proporcionar melhor estrutura do solo para o desenvolvimento da cultura do azevém não irão requerer este custo adicional de drenagem das áreas.

Porém, os resultados do sistema II, não deixam a desejar, mostrando que mesmo em uma sucessão de gramíneas, quando bem adubada a pastagem subsequente pode apresentar resultados satisfatórios como os expressados na tabela 2. Isso nos mostra que os diferentes

sistemas apresentam seus pontos fortes e fracos, mas todos deixam evidente que quando bem manejados, respeitando todas as recomendações técnicas, estes pode trazer um incremento positivo ao sistema de integração, fazendo assim que muitas vezes o melhor sistema seja definido pela afinidade e habilidade de manejo do produtor e não pela cultura propriamente dita.

Os GMD médios obtidos (Tabela 3) aproximaram-se ou superaram a marca de 1,0 kg/dia para todos os sistemas estudados demonstrando o potencial de produção de carne contido nestes sistemas de integração. No primeiro e segundo ciclo de pastejo, do sistema IV os ganhos foram inferiores, este pode ter ocorrido devido a presença de animais menos dóceis neste sistema apresentando assim uma certa dificuldade dos animais em se adaptar ao sistema, limitando o desempenho dos animais.

Tabela 3. Ganho médio diário (GMD) de terneiras Braford pastejando em pastagem de azevém sob sistemas de ILP.

	30/07/2021	20/08/2021	10/09/2021	01/10/2021	Média (kg)
Sistema	GMD (kg)	GMD (kg)	GMD (kg)	GMD (kg)	GMD (kg)
II (pós arroz)	0,840	0,94	1,27	-	<b>1,02</b>
III (pós soja)	0,930	1,12	1,12	0,93	<b>1,02</b>
IV (pós sudão)	0,240	0,62	1,00	0,76	<b>0,65</b>

Os resultados da taxa de lotação obtidos (Tabela 4) ficaram na média de 675,53 Kg PV/ha, o que podemos considerar satisfatório, visto que muitas vezes na fronteira oeste em áreas de terras baixas esta taxa fica em torno de 450 kg PV/ha, assim conseguimos fazer um incremento de 225,53 kg PV/ ha<sup>-1</sup>, também foi possível observar uma maior taxa nos sistemas III e IV, está se deu devido a uma maior produção de matéria seca (Tabela 2) e melhor ambiente pastoril apresentada pelos sistemas.

Tabela 4. Taxa de lotação (kg PV/ha) de terneiras Braford pastejando em pastagem de azevém sob sistemas de ILP.

	30/07/2021	20/08/2021	10/09/2021	01/10/2021	Média (kg)
Sistema	(kg PV/ ha <sup>-1</sup> )	(kg PV/ha <sup>-1</sup> )	(kg PV/ ha <sup>-1</sup> )	(kg PV/ ha <sup>-1</sup> )	(kg PV/ ha <sup>-1</sup> )
II (pós arroz)	477,67	537,17	617,33	-	<b>544,06</b>
III (pós soja)	637,83	731,67	825,67	904,00	<b>774,79</b>
IV (pós sudão)	619,00	666,67	743,33	802	<b>707,75</b>

Na tabela 5 são apresentados os resultados da avaliação de comportamento ingestivo. Os resultados da análise demonstram que não houve diferença significativa nas atividades de

comportamento registradas entre os sistemas. O tempo que os animais dedicam ao pastejo se configura com um indicador qualitativo do ambiente alimentar (CARVALHO, 2005), por estar relacionado com a taxa de ingestão e o consumo diário de forragem, e pode ser afetado pela extensão da atividade de ruminação (relacionada às características nutricionais da dieta) e outras atividades (relacionadas ao status nutricional e social dos animais) (HODGSON et al., 1997).

Tabela 5. Avaliação de comportamento ingestivo diurno em novilhas de corte foi realizada no dia 11/09/2021, para as atividades de pastejo (P), outras atividades (O) e ruminação (R).

Sistema	Tempo horas			Tempo %		
	P	O	R	P	O	R
II (pós arroz)	7,7	3,0	1,3	64	25	11
III (pós soja)	7,6	2,5	1,9	63	21	16
IV (pós sudão)	6,9	3,6	1,5	58	30	12

Durante as avaliações de comportamento ingestivo verificou-se que os animais gastam mais tempo pastejando, sendo em média este tempo alocado de 7,4 horas durante o período diurno. O animal em pastejo está sob o efeito de muitos fatores, que podem influenciar a ingestão de forragem; entre eles, sobressai a oportunidade de selecionar a dieta, pois o pastejo seletivo permite compensar a baixa qualidade da forragem, permitindo a ingestão de partes mais nutritivas das plantas (MODESTO et al., 2004). Em situações de stress alimentar condicionadas pela limitação do consumo de forragem, o tempo dedicado ao pastejo pode superar as 10 horas diárias estendendo até 14 horas, na tentativa de o animal compensar a baixa taxa de ingestão de forragem. Não é o caso do presente estudo, reportado na tabela 5, indicando tempos de pastejo que permitem inferir sobre a boa qualidade do ambiente pastoril proporcionado aos animais.

No presente estudo, observa-se que os animais não apresentaram diferença significativas entre os sistemas devido a todos apresentarem uma oferta forrageira semelhante durante todo o período experimental (Tabela 2). Ainda, com uma boa oferta forrageira, a eficiência de colheita é maior, e em cada bocado o animal consegue apreender maior quantidade de gramas de forragem, fazendo com em intervalos mais curtos de tempo consiga colher maior quantidade de matéria seca de forragem. Esse processo faz com que o animal atinja a saciedade mais rapidamente e busque os locais tranquilos para ruminação e descanso, gastando menos energia com a colheita de forragem. Nestas condições, além de menor gasto energético, a ingestão de uma dieta com maior qualidade nutricional (maior proporção de

folhas devido à oportunidade de seleção) fez com que os animais apresentassem melhor desempenho (Tabela 3) durante o período experimental.

A segunda atividade que animais mais dedicaram tempo foi de outras atividades que não pastejo ou ruminação. Outras atividades ocuparam mais tempo que a atividade de ruminação. A atividade de ruminação em animais adultos ocupa entorno de 8 horas por dia com variações entre 4 e 9 horas, divididas em 15 a 20 períodos (FRASER, 1980; VAN SOEST, 1994), entretanto é uma atividade que se concentra no período noturno. A ruminação é influenciada pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos alimentos volumosos (VAN SOEST, 1994). Entretanto, WELCH e HOOPER (1982) afirmam que o aumento de fibra indigestível não incrementa a ruminação por mais de 9 horas/dia (PHILLIPS; RIND, 2001). O processo de ruminação ficou na média de 1,56 horas, em parte, essa menor dedicação dos animais na ruminação permite inferir sobre a boa qualidade da dieta proporcionada aos animais e indicando excelente bem-estar pela boa eficiência em adquirir os nutrientes no pasto (i.e., necessitando baixo tempo de pastejo para saciar-se) e dedicando tempo a outras atividades de menor gasto energético (i.e., atividades àquelas que não pastejo ou ruminação que demanda maior gasto energético) (OSUJI, 1974).

#### **6.4 Conclusões**

Com base dos dados obtidos e analisados, é possível concluir que o desempenho forrageiro do azevém foi semelhante nos diferentes sistemas estudados.

A introdução de pastagens de azevém para pastejo com novilhas de corte, em terras baixas sob cultivo de soja ou arroz é uma alternativa promissora para produção de forragem com qualidade.

São possíveis expressivos ganhos de peso em novilhas de corte consumindo pastagens de azevém cultivadas em diferentes modelos SIPA's em terras baixas.



## 6.5 Referências (parciais)

- AMARAL, M.F. et al. Sward structure management for a maximum short-term intake rate in annual ryegrass. *Grass. Forage Sci.* 68,271–277, 2013.
- BOLSEN, K.K. **Silage technology**. In: AUSTRALIAN MAIZE CONFERENCE, 2., 1996, Queensland. Anais... Queensland: Gatton College, p.1-30.1996.
- CARVALHO, P.C.F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: PEDREIRA, C.G.S. et al (Ed.). Teoria e prática da produção animal em pastagens. Piracicaba: Fealq. P.7-32. 2005.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul. UFRGS, 2016.
- BARBOSA, L. R., SOUZA, H. A. DE ., TEIXEIRA NETO, M. L., & LEITE, L. F. C.. Organic matter compartments in an Ultisol under integrated agricultural and livestock production systems in the Cerrado. **Ciência Rural**, v.52, n.10, p. 1-14, 2022a.
- COSER, T. R. et al. Short-term buildup of carbon from a low-productivity pastureland to an agrisilviculture system in the Brazilian savannah. **Agricultural Systems**, 166: 184-195, 2018.
- DENARDIN, L. G.O.; CARMONA, F.C.; VELOSO M.G.; MARTINS, A.P.; FREITAS, T.F.S.; CARLOS, F.S.; MARCOLIN, É.; CAMARGO, F.A.O.; ANGHINONI, I. No-tillage increases irrigated rice yield through soil quality improvement along time. **Soil and Tillage Research**. v. 186, p. 64-69, 2019.
- FRASER, A.F. Comportamiento de los animales de la granja. Zaragoza: Acribia, p. 291, 1980.
- HODGSON, J. et al. Research on foraging behavior: progress and priorities. In: International Grassland Congress, 18., 1997. Calarary. Proceedings... Calagary: Association Management Centre, 1997. CD-ROM.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Winsconsin: American Society of Agronomy. p.450-493, 1994.
- MEZZALIRA, J. C. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa , v. 40, n. 5, p. 1114-1120, 2011.
- MODESTO, E. C.; TEIXEIRA, M. C.; ANDRADE, P. B.; BOZZI, R.; MOURA, A. A. A.; MORENO, G. M. B.; CASIMIRO, M. Comportamento de novilhas suplementadas a pasto no semi-árido nordestino. In: In: XLI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Anais... Campo Grande –MS, 2004;
- MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: IGC, 6, 1952. Proceedings... Pennsylvania, State College Press, p.1380-1395. 1952.

OSUJI, P. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. *Journal of Range Management*, v. 27, p.437-443, 1974.

PHILLIPS, C.J.; RIND, M.I. The effects of social dominance on the production and behavior of grazing dairy cows offered forage supplements. *Journal of Dairy Science*, v.85, n.1, p.51-59, 2001.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. Brasília, DF, EMBRAPA, 2018. 356p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3ª edição. Viçosa: [s. n.], 2009.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell: Ithaca, p, 476, 1994.

WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion de alimentos y agua. In: CHURCH, D.C. *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza : Acribia, p. 117-126, 1982.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos confirmam a hipótese inicialmente proposta, de que a implantação de SIPA's e terras baixas consistiria de uma promissora alternativa para aumento da sustentabilidade na produção de gado e arroz, quer seja em sistema proprietário ou de arrendamento.

Sob sistema integrado o azevém possui expressiva produção forrageira com elevada qualidade nutricional, o que contribui para um elevado ganho animal mensurado pelo GMD.

Devido a características genéticas e à quantidade/qualidade da forragem ofertada, novilhas de corte representam uma categoria/raça promissora para introdução em áreas SIPA's com cultivo do azevém como componente forrageiro.