



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

**INFLUÊNCIA DA PALHADA RESIDUAL, ESPÉCIE  
FORRAGEIRA E NÍVEL DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO E VALOR  
NUTRICIONAL DA AVEIA E AZEVÉM EM SISTEMA INTEGRADO  
DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

Dissertação de mestrado

Discente: Lueli Fernandes Bragança

Orientadora: Doutora Deise Dalazen Castagnara

**Uruguaiana  
2022**

**LUELI FERNANDES BRAGANÇA**

**INFLUÊNCIA DA PALHADA RESIDUAL, ESPÉCIE  
FORRAGEIRA E NÍVEL DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO E VALOR  
NUTRICIONAL DA AVEIA E AZEVÉM EM SISTEMA INTEGRADO  
DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

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

**Uruguaiiana  
2022**

**LUELI FERNANDES BRAGANÇA**

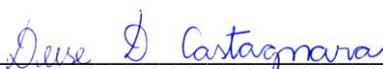
**INFLUÊNCIA DA PALHADA RESIDUAL, ESPÉCIE  
FORRAGEIRA E NÍVEL DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO E VALOR  
NUTRICIONAL DA AVEIA E AZEVÉM EM SISTEMA INTEGRADO  
DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

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.

Área de concentração: Produção de Ruminantes.

Dissertação defendida e aprovada em 07 de março de 2022.

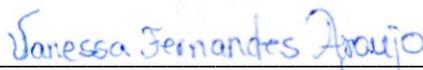
Banca Examinadora:



Dr<sup>a</sup>. Deise Dalazen Castagnara

Orientadora

Universidade Federal do Pampa- UNIPAMPA



Dr<sup>a</sup>. Vanessa Fernandes Araujo

Colégio Agrícola Municipal Dr. Luiz Martins Bastos

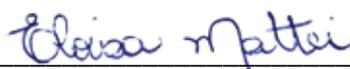
Avaliadora



Dr<sup>a</sup>. Leiliane Cristine de Souza

Instituto Federal do Paraná

Avaliadora



Dr<sup>a</sup>. Eloisa Mattei

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Avaliadora

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus e ao Mestre Jesus, pelo amparo e proteção para seguir minha jornada com esperança e gratidão. Obrigada Senhor por ouvir minhas preces, por colocar em minha vida pessoas fundamentais para minha evolução moral, ética e intelectual.

Aos meus Pais, Luiz e Elaine e Vovó Iolanda, agradeço pelos ensinamentos, apoio e dedicação. Obrigada por serem minha rede de apoio na maternidade, nos estudos e trabalho.

Ao meu esposo Adriel sou grata pela parceria de vida, por ser maior incentivador dos meus sonhos, dando sempre o suporte para que eu possa seguir o foco.

Minha filha Isadora, maior benção concedida por Deus, obrigada por ser minha inspiração diária, para que eu tenha força e ânimo para realizar minhas atividades, buscando sempre evoluir para ser feliz e ser exemplo positivo para você.

À minha orientadora Profe Deise, sou grata pelas oportunidades ao longo do mestrado, por confiar no meu trabalho e ser para mim grande exemplo de positividade e dedicação. Obrigada pelos ensinamentos, paciência e disponibilidade de sempre.

Ao IRGA (Instituto Riograndense do Arroz) e ao Cleiton, eu agradeço a parceria e apoio na condução dos experimentos que geraram os dados para esta dissertação.

Agradeço do fundo do coração pela ajuda e dedicação dos colegas, Luiza, Bruna, Nadine, Rafaela, Eduardo e Mariana que tiveram atuação fundamental para que esta dissertação fosse construída.

À UNIPAMPA, pela oportunidade de realização do mestrado e aos professores do PPGCA pelos ensinamentos nas disciplinas cursadas, às quais proporcionaram momentos enriquecedores de conhecimento.

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

Muito Obrigada!

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o potencial forrageiro da aveia branca (*Avena sativa* L.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam) cultivadas sobre palhada de arroz ou soja e com doses de nitrogênio em um sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) com rotação entre arroz, azevém ou aveia (para pastejo de bovinos) e soja. O estudo foi conduzido nos anos 2020 e 2021 na Estação Experimental do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), na cidade de Uruguaiana-RS. Foi conduzido sob delineamento em blocos casualizados, com arranjo de faixas com parcelas subdivididas e quatro repetições. Foram avaliadas doses de nitrogênio (N) (0; 50; 100 e 150 kg/ha) aplicadas em cobertura, em três ciclos de crescimento forrageiro da aveia e azevém cultivados em área com palhada de soja ou arroz. Avaliou-se a produtividade de matéria seca (MS) e o valor nutricional da forragem produzida. Em 2020 as maiores produtividades de MS das duas forrageiras ocorreram sobre a palhada de soja no primeiro e segundo ciclo de crescimento. Foi no segundo ciclo que se observou maior produtividade de MS por kg de N aplicado, onde o azevém produziu 13,672 kg e a aveia 10,929 kg. Mesmo havendo variações de produção entre os ciclos de crescimento no ano de 2020 o azevém foi superior à aveia. Em 2021 também a maior produtividade das forrageiras se deu na palhada de soja no primeiro e segundo ciclos, onde a aveia foi superior ao azevém em ambos. Devido restrição hídrica ocorrida em 2021, a aveia apresentou maior produção média total de MS no período estudado. A adubação com N também apresentou maiores respostas no segundo ciclo na palhada de soja onde o azevém elevou sua produção em 17,250 kg de MS para cada kg de N aplicado, contra 13,310 kg na aveia. Com relação à valor nutricional no ano de 2020 e 2021, os principais resultados foram a resposta linear positiva para a PB, FDN, FDA e CE, e negativa para o CMSPV, NDT, DIGMS e VRF, CHOT e CNF. Em um SIPA com rotação de culturas em terras baixas, a aveia é uma alternativa viável, assim como o azevém, na diversificação de culturas, assim como a utilização da adubação nitrogenada para potencializar produções de MS e alterar parâmetros nutricionais de pastagens de azevém e aveia.

Palavras- chave: SIPA, parâmetros nutricionais, adubação nitrogenada, soja, arroz.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to assess the forage potential of white oat (*Avena sativa* L.) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) cultivated on rice or soybean straw with nitrogen fertilizer (N) incorporation in a Integrated Crop-Livestock System (ICLS) with rice, ryegrass or oat (pasture) and soybean crop rotation. A randomized block design with four replications was conducted from 2020 to 2021 in the Estação Experimental do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), located in Uruguaiiana-RS, Brazil. Four rates of topdressing N fertilization were evaluated (0; 50; 100; and 150 Kg/ha) for three growth cycles of oat and ryegrass in an area with soybean or rice straw. Forage dry matter (DM) content and nutritional value were both evaluated. In 2020, the greater DM content was observed in soybean straw in the first and second growth cycles. During the second cycle, the highest DM content per each Kg of N applied was observed, where there was a ryegrass and oat yield of 13.672 Kg and 10.929 Kg, respectively. Despite the yield variation among growth cycles in 2020, ryegrass was greater than oat. In 2021, the greater productivity was also in the soybean straw for both the first and second cycles, where oat was superior compared with ryegrass. Due to the drought that occurred in 2021, the oat showed the greater DM content in the studied period. The N fertilization also showed the greater responses during the second cycle in the soybean straw, where the yield per each Kg of N applied of ryegrass was increased to 17.250 Kg compared with 13.310 Kg of oat. Regarding the nutritional value in 2020 and 2021, the main results were the positive linear response for GP, NDF, DAF and EC, and negative for DMCLW, TND, DIGDM and RFV, TCHO and CNF. The oat and ryegrass are alternative for the crop diversification in the Lowlands and the N fertilization can enhance DM content as well as improve the nutritional parameters of ryegrass and oat forage.

Keywords: Integrated crop-livestock systems, nutritional parameters, nitrogen fertilization, soybean, rice.

## LISTA DE ABREVIATURAS

CE- Carboidratos estruturais

CHOT- Carboidratos totais

CMSPV- Consumo de matéria seca por peso vivo

CNF- Carboidratos não fibrosos

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

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para a produção forrageira do azevém e aveia branca (materiais) cultivados em resteva de arroz ou soja (palhadas), com uso de quatro doses de nitrogênio (N) em cobertura (0; 50; 100 e 150 kg/ha) em três ciclos de crescimento das pastagens no ano de 2020 .....	30
Tabela 2 – Produção forrageira (kg de MS) do azevém (Az) e da aveia branca (Ab) cultivados em resteva de arroz ou soja, com uso de doses de N em cobertura em três ciclos de crescimento das pastagens no ano de 2020. ....	31
Tabela 3 – Produção forrageira do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja, com uso de doses de N em cobertura em três ciclos de crescimento no ano de 2020	32
Tabela 4 – Resumo da análise de variância para a produção forrageira do azevém e aveia branca (materiais) cultivados em resteva de arroz ou soja (palhadas), com uso de quatro doses de nitrogênio (N) em cobertura (0; 50; 100 e 150 kg/ha) em três ciclos de crescimento das pastagens no ano de 2021 .....	33
Tabela 5 – Produção forrageira do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja, com uso de doses de N em cobertura em três ciclos de crescimento das pastagens no ano de 2021.....	34
Tabela 6 – Produção forrageira do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja, com uso de doses de N em cobertura em três ciclos de crescimento no ano de 2021	35
Tabela 7 – Valor nutricional do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja no primeiro ciclo de crescimento forrageiro no ano de 2020.....	37
Tabela 8 – Valor nutricional do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja no segundo ciclo de crescimento forrageiro no ano de 2020 .....	38
Tabela 9 – Valor nutricional do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja no segundo ciclo de crescimento forrageiro no ano de 2020 .....	39
Tabela 10 – Valor nutricional do azevém e da aveia branca em resposta à doses de N em cobertura durante três ciclos de crescimento forrageiro no ano de 2020 .....	40
Tabela 11 – Valor nutricional do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja em três ciclos de crescimento forrageiro no ano de 2021 .....	41
Tabela 12 – Valor nutricional do azevém e da aveia branca em resposta à doses de N em cobertura durante três ciclos de crescimento forrageiro no ano de 2021 .....	42

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1	Sistemas Integrados de Produção Agropecuária .....	11
2.2	Azevém anual ( <i>Lolium multiflorum</i> ) e Aveia ( <i>Avena Sativa</i> ) em terras baixas .....	12
2.3	Adubação Nitrogenada .....	14
2.4	Valor nutricional de plantas forrageiras .....	15
3	HIPÓTESE .....	19
4	OBJETIVOS.....	19
4.1	Objetivos Gerais .....	19
4.2	Objetivos Específicos .....	19
5	REFERÊNCIAS .....	20
6	CAPÍTULO 1 – Manuscrito .....	25
6.1	Introdução.....	25
6.2	Materiais e métodos.....	26
6.2.1	Descrição do local do experimento.....	26
6.2.2	Delineamento experimental e preparo da área.....	27
6.2.3	Amostragem e análises laboratoriais .....	28
6.2.4	Análise estatística .....	29
6.3	Resultados.....	29
6.3.1	Palhada residual e relação C:N em 2020 e 2021 .....	29
6.3.2	Produção forrageira no ano de 2020.....	29
6.3.3	Produção forrageira no ano de 2021 .....	33
6.3.4	Valor nutricional da forragem no ano de 2020 .....	36
6.3.5	Valor nutricional da forragem no ano de 2021 .....	41
6.4	Discussão .....	44
6.5	Conclusão .....	53
6.6	Referências .....	54
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	58

## 1 INTRODUÇÃO

A produção agrícola no Rio Grande do Sul está cada vez mais intensificada na primavera-verão, no entanto durante o outono- inverno em apenas 18% do total dessas áreas são cultivadas forragens hibernais (LOPES et al., 2009). Verifica-se nesse contexto um potencial produtivo desperdiçado em áreas de pousio ou apenas com forragem de cobertura, que poderia ser aproveitado com a utilização de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA).

Tendo em vista que o inverno é o período que os animais estão com baixa disponibilidade de pastagens tropicais de boa qualidade (MALAGUEZ et al., 2017), os SIPA podem ser aplicados para utilização das áreas tanto com propósito de atender demanda de alimentação animal quanto na melhora da qualidade do solo, visto que a combinação entre os sistemas associado a um manejo adequado das áreas cultivadas, pode favorecer interações entre solo- planta- animal (CARVALHO et al., 2018). Assim, estudos com ênfase em aspectos produtivos e nutricionais das pastagens são de suma importância, uma vez que a demanda nutricional do animal está diretamente relacionada ao valor nutricional do pasto oferecido (REIS; SILVA, 2011).

Dentre os fatores que interferem na produção e qualidade das plantas forrageiras destacam-se as condições de solo que são modificadas em função da cultura antecessora, a espécie, o nível de adubação utilizado e as condições climáticas no momento da fertilização (ARENHARDT et al., 2015; SILVA et al., 2016; MAROLLI et al. 2017; BOHN et al., 2020; MAMANN et al., 2020; MANTAI et al., 2021). Destes, a utilização de adubação nitrogenada é uma alternativa para aumentar produção de matéria seca, com potencial de melhorar a qualidade nutricional das pastagens (PERETTI et al., 2017). Porém nos modelos de SIPA utilizado em Terras Baixas, as pastagens hibernais não recebem adubação adequada para seu bom desenvolvimento. Assim o potencial produtivo das espécies e o valor nutricional da forragem ficam comprometidas, e por consequência, o desempenho animal. Contudo, o conhecimento acerca das doses de nitrogênio que propiciem o incremento de matéria seca e boa qualidade forrageira nessas áreas são escassos para espécies forrageiras cultivadas em SIPAs em Terras Baixas.

Além disso, por mais que cereais de inverno sejam largamente utilizados na região sul do Brasil para produção forrageira e/ou cobertura do solo, em terras baixas, os cultivos se restringem em grande maioria ao azevém anual, mesmo existindo outras opções forrageiras.

Assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar o potencial forrageiro da aveia branca (*Avena sativa* L.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam) cultivadas sobre palhada de arroz ou soja e com doses de nitrogênio em um Sistema Integrado de Produção Agropecuária em terras baixas.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

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

O Brasil lidera as pesquisas em SIPA's em relação ao restante dos países do mundo, os trabalhos nesse âmbito tiveram início no ano de 1995 no estado do Paraná e no Rio Grande do Sul em 2000 (MORAES et al., 2017). Atualmente institutos de pesquisas fomentam a diversificação de culturas integradas à produção pecuária em manejos conservacionistas do solo, em áreas historicamente destinadas ao cultivo do arroz, a partir da introdução de soja, milho, capim sudão e forrageiras hibernais (MORAES et al., 2017). O que se tem estudado são sistemas de produção de arroz irrigado que variam a diversidade dos cultivos agrícolas e a intensidade temporal da fase pastagem e do cultivo do arroz irrigado (MORAES et al., 2017).

Embora áreas destinadas à sistemas de produção integrada de produção agropecuária possuam potencial para amenizar problemas ambientais, atender demanda de consumo e desenvolvimento econômico, o setor carece de estudos para aplicação de ferramentas e estratégias sustentáveis (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).

Em terras baixas é predominante o cultivo de arroz irrigado na primavera/ verão e azevém no outono inverno. Essa prática ocorre em aproximadamente 1,1 milhão de hectares no Rio Grande do Sul (CONAB, 2019) devido as características do solo nessas regiões. Contudo, sabe-se que o cultivo de 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.

O solo de áreas cultivadas com arroz tende a ter reduzida taxa de infiltração de água, baixa macroporosidade 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.

Um dos conceitos mais recentes estudados em SIPA é adubação de sistemas, ao qual refere-se à ciclagem biológica de nutrientes entre as fases de um sistema de rotação, ou seja, acredita-se que em um sistema que compreenda agricultura e pecuária, possa haver um aproveitamento dos nutrientes depositados no solo para as culturas sucessivas (ASSMANN et al., 2017). Em terras altas esse conceito já é aplicado e estudado (SOUZA, 2008), mas em terras baixas há muito que ser explorado. Segundo Carvalho (2018), a inserção de animais em áreas de SIPA, modifica algumas propriedades do sistema, como a reciclagem de nutrientes e agregação do solo, promovendo a melhora de sua qualidade.

Sabendo que a reciclagem de nutrientes para o solo através de bovinos na pastagem é possível, cabem ainda estudos que comprovem o benefício da adubação nitrogenada em pastagens hibernais para aumentar sua produtividade e que além disso, proporcione um resíduo de N no solo que permita a redução da fertilização na cultura estival.

## **2.2 Azevém anual (*Lolium multiflorum*) e Aveia (*Avena Sativa*) em Terras Baixas**

Pastagens nativas são a principal fonte de alimento de bovinos no Pampa do Rio Grande do Sul, porém elas apresentam melhor valor nutricional nas estações mais quentes do ano (FLORES et al., 2008). Não só na região dos Pampas mas em todo o sul do Brasil, a estação fria bem definida, caracterizada pela redução do foto-período, temperaturas baixas e ocorrência de geadas, limita a produção e qualidade de forrageiras tropicais (PERETTI et al., 2017). A estação fria é a mais restrita em produção forrageira, caracterizada pela escassez e perda de qualidade dos alimentos fornecidos aos animais (PAVINATO et al., 2014). Essa sazonalidade na produção de forragem tem sido um dos principais responsáveis pelos baixos índices de produção na pecuária brasileira, onde fatores climáticos como precipitação e temperatura são os mais importantes (GERDES et al., 2005). Porém, as mesmas condições climáticas que limitam a produção das forrageiras tropicais favorecem a utilização estratégica de espécies forrageiras anuais, adaptadas a estas condições (PERETTI et al., 2017).

O Azevém anual é uma das espécies hibernais mais cultivadas no Rio Grande do Sul (BOHN et al., 2020), além de ser uma boa alternativa para compor sistemas subtropicais de integração lavoura-pecuária (MORAES et al., 2014). Segundo Gerdes et al. (2005), o azevém é caracterizado por alta produtividade e excelente valor nutricional. Esta cultura é resistente ao frio, tem alta capacidade de ressemeadura natural, tem resistência a doenças das culturas e para o animal, a aceitação é grande quando cultivada em consórcio com outras gramíneas e leguminosas (CASSOL et al., 2011). 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) podendo também ser utilizada na forma de silagem e feno (PEDROSO et al., 2004).

Para melhorar ainda mais o seu potencial produtivo, pesquisas voltadas ao melhoramento genético do azevém tem objetivado selecionar cultivares ainda mais produtivas, mais precoces e melhor adaptadas à diferentes condições edafoclimáticas (FLORES et al., 2008). 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). Os animais devem ser retirados da área quando as plantas atingem uma altura residual de 10-15 cm para estimular o rebrote (PERETTI et al., 2017). O período de uso pode durar até 80 dias e depende clima, adubação do solo e principalmente o manejo área (PELEGRINI et al., 2010).

A aveia é um cereal hibernal adaptado à região Sul do país, e seu valor nutricional vai depender do manejo ao qual foi submetida (ALVIN; CÓSER, 2000). Sua utilização pode atender diferentes propósitos, como cobertura de solo, rotação de culturas, produção de grãos ou para alimentação animal como forragem (GAYER et al., 2019). A cultura ainda é pouco disseminada, sob a crença de seu subdesenvolvimento em solos de Terras Baixas. Porém, devido ao seu potencial produtivo e precocidade de pastejo em relação ao azevém, é uma alternativa promissora para alimentação dos rebanhos no outono (MALAGUEZ et al., 2017).

Existem vários trabalhos elucidando o potencial produtivo da aveia e azevém em diversas regiões do Sul do Brasil (LANG et al., 2004; LOPES et al., 2009; BATTISTON et al., 2020, BOHN et al., 2020), porém como é recente a rotação arroz- azevém- soja em Terras Baixas, trabalhos que comparem a produção de azevém com a aveia nesse modelo de SIPA são escassas informações na literatura científica.

### 2.3 Adubação Nitrogenada

A fertilização de pastagens, apesar do reconhecido potencial de expressividade de produção de diversos materiais, ainda não é adotada de forma expressiva em grande parte das propriedades pecuárias principalmente pelo custo e falta de conhecimento acerca de dosagem que proporciona os melhores resultados.

O nitrogênio (N) é considerado um dos macronutrientes mais importantes das plantas (BERGER et al., 2020) e o mais limitante para a produção de cereais (FU et al., 2020). Em gramíneas o aumento da produção forrageira se dá principalmente pelo aumento no perfilhamento e emissão de folhas (PERETTI et al., 2017), bem como, o N estimula o crescimento das raízes e a síntese de clorofila, aumentando a absorção de outros nutrientes e a quantidade de carboidratos produzida pelas plantas (PERETTI et al., 2017) interferindo em seu valor nutricional.

Porém, tanto sob a ótica econômica quanto ambiental, têm-se buscado a redução do uso de N (HUANG et al., 2018) e um manejo mais adequado (BERGER et al., 2020) que aumente a sua eficiência de utilização pelas plantas (NUTINI et al., 2018). A eficiência do N em pastagens foi definida por Ball; Field (1992) como a resposta em unidade de MS produzida por unidade de N aplicado (kg de MS/ kg de N).

Segundo Pedroso (2004) a maior eficiência de N em azevém anual, foi encontrado com doses próximas a 150 kg/ha em adubação fracionada em três aplicações. Enquanto Freitas (2003) verificou melhores resultados de eficiência com 75 kg/ha de N e à medida que a dose foi aumentada a eficiência foi diminuindo, o que demonstra que de acordo com as características particulares do solo de cada região, essas dosagens irão variar e tanto deficiência quanto excesso desse nutriente podem afetar a produtividade e o meio ambiente. Além da dose, o estágio fenológico de aplicação da adubação também contribui com aumento da eficiência de uso do nutriente. As indicações técnicas para cereais de inverno no Brasil recomendam como época de adubação, o período entre o início do perfilhamento (estágio V<sub>3</sub>) e o início do alongamento (estágio V<sub>6</sub>), o que corresponde à um intervalo em torno de 30 a 60 dias após a emergência das plantas (ARENHARDT et al., 2015).

A adubação nitrogenada de culturas hibernais pode aumentar a produtividade das forrageiras, o ganho de peso dos animais e ainda diminuir ou eliminar a necessidade de adubação na cultura de verão (ASSMANN et al., 2002). Mas para isso, se faz necessário o monitoramento do status de nitrogênio nas pastagens afim de verificar deficiência ou excesso do nutriente na planta. A definição da dose de fertilizante N a ser aplicada é derivada do teor

de matéria orgânica do solo, da safra anterior e da expectativa de rendimento da cultura (MANTAI et al., 2015). Segundo Marolli et al. (2017) a cultura antecessora deve ser considerada na recomendação de adubação nitrogenada, devido às diferentes dinâmicas de decomposição da biomassa na liberação de N-residual. Isso ocorre porque dependendo da composição da palhada residual da cultura antecessora, podem ocorrer condições de alta ou baixa liberação de N-residual, que alteram a disponibilidade de N e a eficiência de uso pela planta, implicando na produtividade e qualidade (SCREMIN et al., 2017).

Ainda, além da cultura antecessora, considerando-se a quantidade e composição da palhada residual, deve-se buscar condições favoráveis de umidade do solo no momento da aplicação da adubação (BOHN et al., 2020). Sabe-se que o uso inadequado de fertilizantes nitrogenados é um fator que limita e altera a expressão produtiva das culturas (SONG et al., 2019). Assim, devem ser adotadas estratégias de aplicação visando minimizar as perdas no momento da sua aplicação em cobertura (SILVA et al., 2016), principalmente quando a fonte utilizada é a ureia (MAMANN et al., 2020). Essa observação é relevante pois a escassez hídrica que limita os resultados da adubação nitrogenada devido às perdas no momento da sua aplicação em cobertura (SILVA et al., 2016) e também por afetar a absorção de nitrogênio pelas raízes reduzindo a eficiência do seu uso pelas plantas (MAMANN et al., 2020).

Além dos cuidados na aplicação, a definição das doses deve ser considerada na adubação nitrogenada em cereais de inverno. Avaliando todos os fatores anteriores, determinam-se as doses a serem aplicadas, sempre considerando que doses muito baixas irão limitar o rendimento das culturas, enquanto doses excessivamente elevadas, apesar da possibilidade de potencializarem os rendimentos, aumentam os riscos de contaminação ambiental devido as perdas (MANTAI et al., 2021). A minimização das perdas na adubação nitrogenada é importante, pois estas podem ocorrer por lixiviação de nitrato e emissão dos gases óxido nitroso ( $N_2O$ ) e amônia ( $NH_3$ ). Ambas têm como consequência o aumento da concentração de nitrato em lençóis de água, que nas últimas décadas tem sido motivo de preocupação devido à percepção do potencial de ameaça à saúde humana e às consequências ecológicas (BROWN et al., 2005).

## **2.4 Valor nutricional de plantas forrageiras**

O valor nutricional de uma forragem é definido pela sua composição química e pelo potencial de aproveitamento pelos animais para geração de energia e sua conversão em produção. Assim, o resultado de uma análise química torna-se uma importante ferramenta

para o balanceamento correto da dieta dos animais, com maiores respostas na produção de leite e carne (SERAFIM et al., 2017). Na quantificação analítica do valor nutritivo dos alimentos, são utilizados vários parâmetros, como matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) ou nitrogênio total (N), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina, digestibilidade, entre outros (DE MACÊDO CARVALHO et al., 2021). Entretanto, as estimativas do conteúdo de nitrogênio e proteína bruta, e as frações fibrosas são as mais relevantes. Estas são determinadas por meio da análise de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido que podem ser fracionadas à lignina, celulose e hemicelulose.

Na determinação do valor nutricional de uma espécie forrageira, é necessária a realização de estudos que permitam a avaliação conjunta da composição química (MS, MO, PB, EE, FDN, FDA e lignina), digestibilidade e constituintes secundários que podem interferir na ingestão e utilização da forragem consumida pelos ruminantes (DE MACÊDO CARVALHO et al., 2021). Assim, a partir da composição química, estimativas podem ser realizadas para contribuir com a avaliação nutricional, como as que permitem conhecer os teores de carboidratos totais (CHOT) não fibrosos (CNF) e estruturais (CE) (SNIFFEN et al., 1992). Ainda outros parâmetros podem ser estimados a partir da composição química, como o consumo de matéria seca expresso em percentual do peso vivo (CMSPV) obtido a partir do FDN (MERTENS et al., 1997). A digestibilidade da matéria seca (DIGMS) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) que podem ser estimados a partir do FDA (BOLSEN, 1996), e o valor relativo da forragem (VRF) estimado a partir da DGMS e do CMSPV (BOLSEN, 1996).

Além dos parâmetros descritos, outros podem ser estimados para determinar o valor nutricional de uma forragem em sua forma natural ou conservada, para utilização em ruminantes. Entretanto, ao consideramos a fração proteica e os constituintes fibrosos podemos estimar rapidamente o valor nutricional de uma forragem. O teor de proteína na forragem também é determinante no valor nutricional porque tem correlação positiva com consumo de matéria seca (OLIVEIRA et al., 2017), sendo este efeito proveniente parcialmente do aumento da proteína degradável no rúmen e melhora na digestibilidade dos alimentos (CARDOSO et al., 2014).

Da mesma forma, os teores dos constituintes fibrosos interferem diretamente na capacidade de consumo e na digestibilidade. A FDN é determinante do CMSPV porque quanto maior o teor de FDN de uma forragem, mais lenta será sua digestão, e portanto, maior período de tempo ficará retida no ambiente ruminal, ocasionando o efeito de enchimento (MERTENS et al., 1996). No efeito de enchimento o animal encontra-se saciado pelo efeito físico proporcionado pela fibra da forragem em digestão, limitando desta forma, o consumo

de um volume maior de MS (OLIVEIRA et al., 2017). Por este motivo, quanto maior o teor de FDN de uma forragem, menor será a capacidade de consumo da mesma, e menor o CMSPV (DETMANN et al., 2014). Mertens (1992) propôs o valor máximo de consumo de 1,2% do peso vivo em FDN, no entanto, como o CMSPV é influenciado pelo estado fisiológico dos animais, quando em produção como vacas leiteiras terão uma demanda de CMSPV superior à bovinos de corte em manutenção por exemplo (CARDOSO et al., 2014). Assim, é importante conhecer o CMSPV de cada forragem para equilibrar sua inclusão nas dietas para que não ocorra limitação de consumo por efeito de enchimento, evitando assim a limitação de desempenho dos animais.

Na sua composição a FDN possui lignina, celulose e hemicelulose. Enquanto as duas últimas são potencialmente digestíveis (SILVA; QUEIROZ, 2009) a lignina é indigestível e por ser constituída por compostos fenólicos, é tóxica aos microrganismos ruminais. Assim, além de repelir a aproximação dos microrganismos às partículas, inibe a digestão dos carboidratos fibrosos por impor uma barreira física aos microrganismos, impedindo o ataque à parede celular da forragem ingerida. Estes constituintes da parede celular têm seu conteúdo aumentado com a maturação das plantas, reduzindo o valor nutritivo da forragem. Esse processo ocorre por meio do direcionamento do carbono fotossintético para a estrutura da planta (BATTISTON et al., 2020). Esse acúmulo de parede celular estrutural dilui a proporção representada pelo conteúdo celular com aumento da porção fibrosa e simultânea redução dos carboidratos solúveis do conteúdo celular, por meio do estímulo ao crescimento e do uso de reservas (BATTISTON et al., 2020).

A DIGMS é uma medida da proporção do alimento consumido que é digerido e metabolizado pelo animal (DE MACÊDO CARVALHO et al., 2021). É um importante parâmetro para avaliação do valor nutricional das forragens porque além do potencial de fornecimento de nutrientes, também atuam no CMSPV. Tanto a DIGMS quanto a digestibilidade da FDN interferem no CMSPV (CARDOSO et al., 2014) pois influenciam na taxa de degradação da fibra no ambiente ruminal, reduzindo a sensação de saciedade e estimulando o consumo nos animais (OLIVEIRA et al., 2017).

Estima-se que a máxima ingestão de MS ocorra em forragens com valores de digestibilidade nas dietas 66 e 68% (CARDOSO et al., 2014), porém, dificilmente, uma forrageira tropical apresenta digestibilidade superior a 60%, constatando-se que o consumo nessas condições é sempre limitado por enchimento (NASCIMENTO et al., 2009). Desta forma, a utilização de gramíneas forrageiras de inverno potencializa não somente os SIPA e a

utilização das áreas de pousio no período hibernar, mas também, o desempenho dos animais pelo maior valor nutricional da forragem.

O valor relativo da forragem (VRF) é um índice de qualidade de forragem amplamente aceito na comercialização de feno nos EUA, e tem sido utilizado para caracterizar as pastagens. O VRF é calculado pela combinação de estimativas de digestibilidade e ingestão da forragem que são obtidos a partir dos valores de FDN e FDA (WARD, 2008). O VRF combina as estimativas de digestibilidade e ingestão de forrageiras em um único número calculado a partir dos teores de FDA e FDN (WARD, 2008). O parâmetro de 100% equivaleria ao feno de alfafa, assim, quando estimados o VRF de diferentes forragens, estas são indiretamente comparadas à alfafa. Entretanto, seu uso em forragens sob pastejo deve ser usado com critério, pois como é dependente de parâmetros que se alteram com o crescimento das plantas, está sujeito ao mesmo dinamismo.

### **3 HIPÓTESE**

A utilização de adubação nitrogenada em culturas de inverno aveia e azevém sobre palhada de soja ou arroz altera índices de produção e valor nutricional das forrageiras estudadas.

### **4 OBJETIVOS**

#### **4.1 Objetivo Geral**

- Determinar a produtividade de forragem e valor nutricional de aveia e azevém cultivados sobre palhada de soja ou arroz, submetidos à diferentes doses de nitrogênio em terras baixas.

#### **4.2 Objetivos Específicos**

- Verificar a influência do resíduo da cultura antecessora no desenvolvimento dos materiais estudados.

- Determinar a produtividade das culturas estudadas.

- Quantificar teores de variáveis que estimam qualidade nutricional das forrageiras estudadas.

- Determinar a dose de adubação nitrogenada que possibilite melhor aproveitamento pela planta com intuito de aumentar sua produtividade e melhorar valor nutricional.

## 5 REFERÊNCIAS

ALVIN, J.M.; CÓSER, M.J. Aveia e azevém anual: recursos forrageiros para a época da seca. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J. (Eds.). **Pastagens para gado de leite em regiões de influência da Mata Atlântica**. Coronel Pacheco: EMBRAPA/CNPGL, p.83-107. 2000.

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. .

ARENHARDT, E. G.; SILVA, J. A. G. DA; GEWEHR, E.; OLIVEIRA, A. C. DE; BINELO, M. O.; VALDIERO, A. C.; GZERGORCZICK, M. E.; LIMA, A. R. C. DE. The nitrogen supply in wheat cultivation dependent on weather conditions and succession system in southern Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n. 48, p.4322-4330, 2015. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10038>

ASSMANN, A.L. Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença ou ausência de trevo branco, na produção da pastagem e animal em área de Integração Lavoura Pecuária. **Tese de doutorado em Agronomia- Produção Vegetal**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 100p. 2002.

ASSMANN, T. S.; SOARES, A. B.; ASSMANN, A. L.; HUF, F. L.; LIMA, R. C. Adubação de Sistemas em Integração Lavoura-Pecuária. **1º Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, 4º Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil**, no. December, p. 67–84, 2017. .

BALL, P.R.; FIELD, T.R.O. Responses to nitrogen as affected by pasture characteristics, season and grazing management. In: **Nitrogen Fertilisers in New Zealand Agriculture**. (ed.) LYNCH, P.B. New Zealand Institute of Agricultural Science, p. 45-64, 1992.

BATTISTON, J., HENRIQUE, D. S., MAYER, L. R. R., KÖLLN, R. S., FLUCK, A. C., OLIVEIRA, J. G., ... & FERNANDES, R. A. A. Composição química e cinética de degradação ruminal in vitro de aveia branca cv. URS guapa sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 72, 581-589. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-11131>

BERGER, K.; VERRELST, J.; FÉRET, J. B.; WANG, Z.; WOCHER, M.; STRATHMANN, M.; DANNER, M.; MAUSER, W.; HANK, T. Crop nitrogen monitoring: Recent progress and principal developments in the context of imaging spectroscopy missions. **Remote Sensing of Environment**, vol. 242, no. March, p. 111758, 2020. DOI 10.1016/j.rse.2020.111758. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111758>.

BOHN, A., BORTOLIN, G. S., CASTELLANOS, C. I. S., REIS, B. B. D., SUÑÉ, A. D. S., BONOW, J. F. L., ... & MITTELMANN, A. Nitrogen fertilization of self-seeding Italian ryegrass: effects on plant structure, forage and seed yield. **Ciência Rural**, 50, 2020.

BOLSEN, K.K. **Silage technology**. In: AUSTRALIAN MAIZE CONFERENCE, 2., 1996, Queensland. Anais... Queensland: Gatton College, p.1-30.1996.

BROWN, L.; SCHOLEFIELD, D.; JEWKES, E. C.; LOCKYER, D. R.; DEL PRADO, A. NGAUGE: A decision support system to optimise N fertilisation of British grassland for economic and environmental goals. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, vol. 109, no. 1–2, p. 20–39, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.02.021>.

CARDOSO E.S. et al. Reguladores de consumo de bovinos em pastagem: recentes avanços. *Revista eletrônica Nutritime*. Artigo 271, vol. 11, nº 5, p. 3672-3682. 2014.

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, P. C. de F.; PETERSON, C. A.; NUNES, P. A. de A.; MARTINS, A. P.; FILHO, W. de S.; BERTOLAZI, V. T.; KUNRATH, T. R.; DE MORAES, A.; ANGHINONI, I. Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: Toward sustainable intensification. **Journal of Animal Science**, vol. 96, no. 8, p. 3513–3525, 2018. <https://doi.org/10.1093/jas/sky085>.

CASSOL, L. C. *et al.* Produtividade e composição estrutural de aveia e azevém submetidos a épocas de corte e adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 438-443, 2011.

CASTAGNARA, D. D., MESQUITA, E. E., NERES, M. A., OLIVEIRA, P. S. R., DEMINICIS, B. B., & BAMBERG, R. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. *Archivos de zootecnia*, 60(232), 931-942, 2011.

COLAÇO, A. F.; BRAMLEY, R. G. V. Do crop sensors promote improved nitrogen management in grain crops? **Field Crops Research**, vol. 218, no. December 2017, p. 126–140, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.01.007>.

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

DAVID, D. B.; CONTERATO, I. F.; MARTINS, J. D.; AMARAL, G. A.; FERREIRA, M. M.; AZEVEDO, E. B. Índices de nutrição nitrogenada como estratégia de fertilização em pastagens de azevém anual. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, vol. 25, no. 3, p. 195–204, 2019.

DE MACÊDO CARVALHO, C. B., MACAMBIRA, G. M., DOS SANTOS, A. C. F., DE HOLANDA OLIVEIRA, H. S., DA SILVA, D. A., RIBEIRO, A. G., ... & DE FRANÇA SILVA, G. K. Métodos de análise da composição química e valor nutricional de alimentos para ruminantes. **Research, Society and Development**, v.10, n.10, p. 1-10, 2021.

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.

DETMANN, E., GIONBELLI, M. P., & HUHTANEN, P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. **Journal of Animal Science**, 92(10), 4632-4641. 2014.

FARRUGGIA, A.; GASTAL, F.; SCHOLEFIELD, D. Assessment of the nitrogen status of grassland. **Grass and Forage Science**, vol. 59, no. 2, p. 113–120, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2004.00411.x>.

FLORES, R. A., DALL'AGNOL, M., NABINGER, C., & MONTARDO, D. P. Produção de forragem de populações de azevém anual no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1168-1175, 2008.

FREITAS, T. Comportamento Ingestivo e Produção de Ovinos em Pastagem de Azevém Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) Submetida a Diferentes Doses de Nitrogênio. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 121f. **Dissertação (Mestrado)**, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

GAYER, T.O.; KASPER, N.F.; TADIELO, L. E.; KROLOW, R. H.; BOHRER DE AZEVEDO, E.; OAIGEN, R. P.; CASTAGNARA, D. D. Different dry matters content used for the conservation of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in anaerobic environment. **African Journal of Agricultural Research**, vol. 14, no. 6, p. 369–378, 2019. DOI 10.5897/AJAR2018.13675. Available at: <http://www.academicjournals.org/AJAR>.

GERDES, L. *et al.* Composição química e digestibilidade da massa de forragem em pastagem irrigada de capim-aruaana exclusivo ou sobre-semeado com mistura de aveia preta e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1098- 1108, 2005.

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

LANG, C.R. Pestejo e nitrogênio afetando os atributos químicos do solo e rendimento de milho no sistema de integração lavoura-pecuária. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 89p. 2004.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F. N Uptake and Distribution in Plant Canopies. **Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops**, , p. 3–43, 1997. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-60684-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-60684-7_1).

LEMAIRE, G.; JEUFFROY, M. H.; GASTAL, F. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage. Theory and practices for crop N management. **European Journal of Agronomy**, vol. 28, no. 4, p. 614–624, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.01.005>.

LOPES, M. L. T., CARVALHO, P. C. D. F., ANGHINONI, I., SANTOS, D. T. D., AGUINAGA, A. A. Q., FLORES, J. P. C., & MORAES, A. D. 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**, 39, 1499-1506, 2009.

MALAGUEZ, E. G.; DINARTE, G. V.; TADIELO, L. E.; DOS SANTOS, N. L. T.; CASTAGNARA, D. D. Alternatives for Spring Forage Emptiness in Pampa, Brazil. **Journal of Neotropical Agriculture**, vol. 4, no. 4, p. 58–64, 2017. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i4.1590>.

MANTAI, R. D.; SILVA, J. A. G. DA; SAUSEN, A. T. Z. R.; COSTA, J. S. P.; FERNANDES, S. B. V.; UBESSI, C. A eficiência na produção de biomassa e grãos de aveia pelo uso do nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, p.343-349, 2015. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p343-349>

MERTENS, D. R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. **Simpósio Internacional de Ruminantes**, v. 1, p. 01-32, 1992.

MERTENS, D. R. Formulating dairy rations: using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: **Information conference with dairy and forage industries**. Madison: US Dairy Forage and Research Center, 1996

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>.

NASCIMENTO, P. M. L.; FARJALLA, B. Consumo voluntário de bovinos-Bovines voluntary intake. **RedVet**, v. 10, n. 10, 2009.

NUTINI, F.; CONFALONIERI, R.; CREMA, A.; MOVEDI, E.; PALEARI, L.; STAVRAKOUDIS, D.; BOSCHETTI, M. An operational workflow to assess rice nutritional status based on satellite imagery and smartphone apps. **Computers and Electronics in Agriculture**, vol. 154, no. August, p. 80–92, 2018. DOI 10.1016/j.compag.2018.08.008. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.08.008>.

OLIVEIRA, B. C., DE OLIVEIRA, G., CAETANO, M. B., RAIMUNDO, T., & DE OLIVEIRA, C. B. Mecanismos reguladores de consumo em bovinos de corte. **Nutritime revista eletrônica**, 14(4), 6066-6075. 2017.

PEDROSO, C. E. S.; MEDEIROS, R.B.; da SILVA, M. A.; da JORNADA, J. B. J.; SAIBRO, J. C.; TEIXEIRA, J. R. F. Comportamento de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estágios fenológicos de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1340-1344, 2004.

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.

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>.

REIS, R.A.; SILVA, A.C. da. Consumo de forragens. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G.de. **Nutrição de Ruminantes**. 2ed. Jaboticabal: Funep, p.79-103, 2011.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R.S.; BAIER, A.C. et al. Principais forrageiras para integração lavoura- pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul. Passo Fundo: **Embrapa**, 142p. 2002.

SCREMIN, O. B.; SILVA, J. A. G. DA; MAMANN, A. T. W. DE, MANTAI, R. D.; BREZOLIN, A. P.; MAROLLI, A. Nitrogen efficiency in oat yield through the biopolymer hydrogel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n. 1, p.379-385, 2017. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n6p379-385>.

SERAFIM, R. S., ANTONELLI, A., & SANTOS, M. A. T. Determinação Da Matéria Seca E Proteína Bruta Pelo Método Convencional E Microondas. **Zootecnia Animal Science**, 1(1139–43). 2017.

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

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR J.D.; VAN SOEST P.J.; FOX D.G.; RUSSELL J.B.; A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science** 70 (11): 3562-3577. 1992. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>

SONG, X.; ZHOU, G.; MA, B.; WU, W.; AHMAD, I.; ZHU, G.; YAN, W.; JIAO, X. Nitrogen application improved photosynthetic productivity, chlorophyll fluorescence, yield and yield components of two oat genotypes under saline conditions. **Agronomy**, v.9, p.1-17, 2019. <https://doi.org/10.3390/agronomy9030115>

SOUZA, E. D. D. Evolução da matéria orgânica, do fósforo e da agregação do solo em sistema de integração agricultura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Tese de Doutorado** em Ciência do Solo. Programa de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil. (163p.) 2008.

VAN SOEST PJ. **Nutritional ecology of the ruminant**, 2nd ed. Ithaca: Cornell University press. United States of America, 476p, 1994.

WANG, L.; ZHOU, X.; ZHU, X.; GUO, W. Estimation of leaf nitrogen concentration in wheat using the MK-SVR algorithm and satellite remote sensing data. **Computers and Electronics in Agriculture**, vol. 140, p. 327–337, 2017. DOI 10.1016/j.compag.2017.05.023. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2017.05.023>.

WARD, R. 2008. Relative feed value (RFV) vs. relative forage quality (RFQ). Disponível em: [https://www.foragelab.com/Media/RFV\\_vs\\_RFQ-CVAS%20Perspective.pdf](https://www.foragelab.com/Media/RFV_vs_RFQ-CVAS%20Perspective.pdf) Acesso em 21 fev. 2022.

## **6 CAPÍTULO 1 – Manuscrito**

### **Palhadas, espécies e níveis de nitrogênio sobre o desempenho forrageiro da aveia e azevém em SIPA com sucessão soja ou arroz em terras baixas**

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

#### **6.1 Introdução**

A produção pecuária na região do Pampa brasileiro é baseada no pastejo em campo nativo infestado com capim *annoni*. As espécies que compõe o campo nativo são essencialmente tropicais, o que, associado ao inverno com baixas temperaturas limita a oferta forrageira no período hibernal (MALAGUEZ et al., 2017). Ainda, em parte do Pampa do Brasil é explorada a agricultura, com predominância do cultivo de arroz e mais recentemente a introdução da soja.

Desta forma, alternativas forrageiras para o período hibernal e possíveis de serem rotacionadas com as culturas de grãos são estratégicas porque possibilitam a implantação de sistemas integrados. O modelo de SIPA (Sistema Integrado de Produção Agropecuária) utilizado em terras baixas é a integração temporal de bovinos pastejando gramíneas no período de outono- inverno e cultivo de arroz ou soja na primavera-verão. Além disso, a rotação de culturas com o arroz irrigado em Terras Baixas pode resultar em benefícios relacionados a qualidade do solo (FIN et al., 2018).

Dentre as espécies forrageiras utilizadas nos sistemas SIPA em terras baixas, o azevém é a predominante pela sua adaptação e pela escassez de informações sobre outras forrageiras em cultivo sob as mesmas condições. O cereal é cultivado em todo o sul do Brasil e outros países da América do Sul destacando-se pelo seu elevado valor nutricional (PAVINATO et al., 2014). A aveia devido à sua precocidade, adaptação às baixas temperaturas e umidade do inverno da região sul do Brasil (BATTISTON et al., 2020) é uma alternativa forrageira potencial para complementar a produção forrageira do azevém em terras baixas.

Além da espécie forrageira, outros fatores afetam a produção das pastagens. Dentre estes, a disponibilidade de nutrientes se destaca, onde o nitrogênio é considerado um dos macronutrientes mais importantes das plantas (BERGER et al., 2020) e o mais limitante para

a produção de cereais (FU et al., 2020). Quando ausente ou aplicado em pequenas doses, limita o rendimento das gramíneas forrageiras (MANTAI et al., 2021) e devido aos seus efeitos na produtividade é usado como parâmetro estimador de produção em culturas como a aveia (MAROLLI et al., 2018).

Além da produção, a adubação nitrogenada interfere também no valor nutricional das pastagens, alterando sua composição química. Por incrementar os teores de clorofila, o nitrogênio pode modificar os teores de proteína bruta e carboidratos da forragem, afetando os demais constituintes (PERETTI et al., 2017). Porém, tanto sob a ótica econômica quanto ambiental, têm-se buscado a redução do uso (HUANG et al., 2018) e um manejo mais adequado (BERGER et al., 2020) que aumente a sua eficiência de utilização pelas plantas (NUTINI et al., 2018). Assim, são requeridos avanços estratégicos para aumento da eficiência do uso do N com menor impacto ambiental (ARENHARDT et al., 2017) e maior eficiência agronômica (MANTAI et al., 2021).

A rotação, diversidade de culturas e plantio direto são pilares de SIPA's, mas o foco da maior parte dos trabalhos atuais é voltado apenas para produção agrícola, enquanto pesquisas voltadas à pecuária para produção de forragem de inverno de qualidade são escassas em se tratando de áreas com rotação entre as culturas de verão arroz e soja.

Assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar o potencial forrageiro da aveia branca (*Avena sativa* L.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam) cultivadas sobre palhada de arroz ou soja e com doses de nitrogênio em um Sistema Integrado de Produção Agropecuária 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 Instituto Riograndense do Arroz, unidade de Uruguaiana, RS, Brasil (29°50'44.6"S 57°05'11.6"W) nos anos de 2020 e 2021.

Antes do 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  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 24.9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{CTC} = 21.4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Al} = 0\%$ ;  $\text{K} = 0.37\%$ ;  $\text{Mg/K} = 74.6$ ;  $\text{Ca/Mg} = 2.45$ ;  $\text{Ca/K} = 185$ . 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.

No período experimental entre os meses de abril e setembro em 2020 obteve-se uma média de precipitação pluviométrica mensal de 48 mm e temperatura média mensal de 16 °C. Já no ano de 2021 entre os mesmos meses a média de precipitação pluviométrica mensal foi de 176 mm e temperatura média mensal de 16 °C.

### 6.2.2 *Delineamento experimental e preparo da área*

Foi adotado delineamento experimental blocos casualizados, com arranjo em faixas com parcelas subdivididas. Nas parcelas foram alocadas as restevas das culturas soja ou arroz, enquanto nas faixas foram alocadas as pastagens de inverno aveia branca e o azevém comum. Nas subparcelas foram alocadas as doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 kg/ha) com adoção de quatro repetições.

Como adubação de base utilizou-se 200 kg/ha do formulado 05-30-15 (N:  $\text{P}_2\text{O}_5$ :  $\text{K}_2\text{O}$ ), baseada na análise de solo e nas recomendações para as culturas (CQFS-RS/SC, 2016). A semeadura dos materiais foi realizada em linha e contemplou uma densidade de 80 kg/ha de aveia e 25 kg/há de azevém. Para fertilização de cobertura foi utilizado ureia branca (46% de N) aplicada à lanço, com dose total parcelada em duas vezes, 70 % no estágio vegetativo do terceiro trifólio ( $\text{V}_3$ ) e 30% após o primeiro corte.

Em 2020, a semeadura dos materiais de inverno foi realizada em 23 de abril, com emergência 12 dias após a semeadura. A primeira aplicação de ureia foi realizada 22 dias após a semeadura e a segunda 60 dias após a semeadura.

Em 2021 a semeadura foi realizada em 30 de abril, com emergência nove dias após a semeadura. A primeira aplicação de ureia ocorreu 27 dias após a semeadura e a segunda, 66 dias após a semeadura.

Neste estudo foram simulados com máquina de corte costal, três ciclos de pastejo, aos quais foram determinados altura de entrada para pastejo de 30 cm para aveia e 25 cm para o azevém., quando as culturas atingiam a altura esperada, era realizado o corte. Em 2020 os três cortes ocorreram 60, 102 e 138 dias após a semeadura, enquanto em 2021 foram 65, 100 e 135 dias após a semeadura.

### 6.2.3 Amostragem e análises laboratoriais

Na determinação da produção de palhada nas áreas de cultivo de soja e arroz, antes da implantação dos cereais de inverno realizou-se amostragem de todos os resíduos culturais existentes na superfície do solo utilizando-se unidade amostral com área de 0,25 m<sup>2</sup>. Adotou-se 30 pontos amostrais em cada resteva (soja e arroz). As amostras foram coletadas, acondicionadas em sacos de papel, secadas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C e pesadas para estimativa da produção de matéria seca de palhada residual. Posteriormente foram trituradas em moinho tipo Willey com facas e câmara de inox e peneira de 1 mm e submetidas a procedimentos laboratoriais para determinação do nitrogênio e carbono total. O Nitrogênio foi obtido por digestão sulfúrica e destilação no método semi-micro kjeldal (SILVA; QUEIROZ, 2009). O carbono foi determinado segundo o método descrito por Goldin (1987), com incineração das amostras em mufla para obtenção da matéria orgânica e posterior divisão dos valores obtidos pelo fator de 2,00 conforme proposto por Pribyl (2010) que considera que a matéria orgânica possui 50% de carbono orgânico total.

Posteriormente foram realizadas coletas de biomassa das plantas de aveia e azevém em três ciclos de crescimento dos materiais em cada unidade experimental, para a estimativa da produção de matéria seca e posteriores análises laboratoriais.

Cada amostragem compreendeu 0,75 m linear coletados em três diferentes pontos, escolhidos ao acaso, na área útil de cada unidade experimental. Após a coleta as amostras foram embaladas em sacos de papel identificados e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar sob temperatura de 55°C, até atingirem peso constante. Finalizada a secagem foram pesadas em balança analítica de precisão com posterior transformação da massa seca para kg/ha.

Em todas as coletas, as amostras de aveia e 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).

#### 6.2.4 *Análise estatística*

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com confundimento suprimindo a interação tripla e com comparação de médias pelo teste Tukey usando variância complexa. As doses de N foram comparadas por meio de análise de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático. Para escolha do modelo que melhor explicasse o comportamento dos dados considerou-se a significância dos coeficientes (Teste T de Student ao nível de 5%) e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

### 6.3 **Resultados**

#### 6.3.1 *Palhada residual (kg/ha) e relação C:N em 2020 e 2021*

Nas duas safras, 2020 e 2021 houve significância para a palhada residual ( $P=0,000$ ), onde o arroz foi superior à soja. Os valores obtidos para as restevas de arroz e soja foram de 1805 e 1644 kg/ha no ano de 2020 e 1656 e 1485 kg/ha no ano de 2021, respectivamente.

Em se tratando da relação C:N nas palhadas também houve significância das culturas nos dois anos de avaliações ( $P=0,000$ ). No ano de 2020 a relação C:N foi de 100:1 na palhada de arroz e 69:1 na palhada de soja, enquanto no ano de 2021, a diferença entre as palhadas também se manteve, com 94:1 e 61:1 nas palhadas de arroz e soja, respectivamente.

#### 6.3.2 *Produtividade forrageira no ano de 2020*

Na produtividade forrageira houve significância de todas as fontes de variação estudadas e suas interações em todos os ciclos de crescimento forrageiro com algumas exceções. Estas ocorreram na interação entre as palhadas e adubações no segundo ciclo de crescimento, e nos materiais de forma isolada no acumulado da produtividade forrageira (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para a produtividade forrageira do azevém e aveia branca (materiais) cultivados em resteva de arroz ou soja (palhadas), com uso de quatro doses de nitrogênio (N) em cobertura (0; 50; 100 e 150 kg/ha) em três ciclos de crescimento das pastagens no ano de 2020

Fonte de Variação	GL	Avaliações realizadas							
		1º Ciclo		2º Ciclo		3º Ciclo		Acumulado	
		QM	SIG	QM	SIG	QM	SIG	QM	SIG
Bloco	3	5000	0,271	15459	0,059	2643	ns	33378	0,148
Palhada (P)	1	8323875	0,000	24773188	0,000	76531	ns	66243706	0,000
erro 1	3	2305		1911		2440		8655	
Material (M)	1	7697088	0,000	1331540	0,001	4137408	0,000	171084	0,087
P*M	1	184857	0,005	3036964	0,000	117976	0,000	939466	0,010
erro 2	3	3205		10548		2318		27222	
Adubação (A)	3	1689987	0,000	10208930	0,000	7249591	0,000	36434571	0,000
A*P	3	20165	0,001	708768	0,068	435808	0,000	1286844	0,000
A*M	3	30867	0,000	265771	0,000	788782	0,000	2537376	0,000
erro 3	42	3099		24929		30692		37382	
Total	63								
CV1 (%)		4,31		2,19		2,92		1,94	
CV2 (%)		5,08		5,15		2,84		3,44	
CV3 (%)		5,00		7,92		10,35		4,03	
Média Geral		1114		1994		1693		4802	

GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; SIG: significância pelo teste F de Fisher; CV: coeficiente de variação; ns: não significativo.

No desdobramento das interações entre as palhadas e os materiais, no primeiro ciclo a resteva de soja favoreceu maior produção forrageira dos materiais, no entanto, na comparação destes, a aveia se mostrou mais produtiva (Tabela 2). No segundo ciclo de crescimento forrageiro, as produções também foram maiores na palhada de soja, porém, nesta condição de crescimento, o azevém superou a produção de matéria seca da aveia (Tabela 2). Produções superiores do azevém cultivado em resteva de soja ou arroz foram obtidas no terceiro ciclo de avaliações.

No primeiro ciclo de crescimento forrageiro, a resposta da adubação nos materiais que cresceram sob palhada de arroz e soja foi linear positiva, com aumento de 4,829 e 5,089 kg de MS a cada kg de N aplicado, respectivamente (Tabela 3). A resposta em palhada de soja foi 0,260 kg superior devido ao aporte de N que é proporcionado pela composição da palhada, que não está presente na palhada de arroz, e permite maximizar as respostas ao N obtidos nesta.

Tabela 2 – Produtividade forrageira (kg/ha de MS) do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja, com uso de doses de N em cobertura em três ciclos de crescimento das pastagens no ano de 2020

Palhada	1º Ciclo				2º Ciclo			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	460bB	1047bA	753		1299bB	1446bA	1372	
Soja	1074aB	1875aA	1475	14,15	2979aA	2255aB	2617	25,67
Média	767	1461			2139	1850		
Palhada	3º Ciclo				Acumulado			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	1956aA	1362bB	1659		3715bA	3854bA	3785	
Soja	1939aA	1517aB	1728	12,04	5992aA	5647bA	5819	41,24
Média	1948	1439			4854	4750		

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%).

Na resposta dos materiais às adubações também houve aumento linear, nas proporções de 4,618 e 5,300 kg de MS de azevém e aveia, respectivamente (Tabela 3).

Em todas as doses de N, no primeiro ciclo, quando as forrageiras sobre palhada de soja ou quando a opção de cultivo foi a aveia, as produções foram superiores (Tabela 3).

No segundo ciclo de crescimento as respostas à adubação nitrogenada foram mais expressivas, mas também lineares. Foi possível obter aumentos de 9,371 e 15,230 kg de MS para cada kg de N aplicado em palhada de arroz ou soja, e 13,672 e 10,929 kg de MS para cada kg de N aplicado no azevém ou aveia, respectivamente (Tabela 3).

Em todas as doses de N aplicadas nas forrageiras sob palhada de soja, a produção de MS foi superior, enquanto o azevém superou a produção de MS da aveia no segundo ciclo de avaliações (Tabela 3), com produção média 15% superior.

No terceiro ciclo de crescimento das forrageiras, quando aplicado na palhada de arroz, cada kg de N permitiu um aumento de 12,108 kg/ha de MS para cada kg de N aplicado, enquanto na palhada de soja o aumento foi de apenas 8,500 kg. A partir da dose de 100 kg/ha de N as produtividades foram potencializadas nas palhadas de arroz e soja.

O azevém teve resposta 89% superior à aveia no terceiro ciclo, pois atingiram valores de 13,479 e 7,129 kg de MS, respectivamente, para cada kg de N aplicado, com resposta linear às adubações (Tabela 3). Assim como no segundo ciclo de crescimento, o azevém superou a produtividade de MS da aveia no terceiro ciclo após a dose de 100 kg/ha de

N atingindo produções 114 e 175% superiores à dose zero na aplicação de 100 e 150 kg/ha de N, respectivamente.

Tabela 3 – Produtividade forrageira (kg/ha de MS) do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja, com uso de doses de N em cobertura em três ciclos de crescimento no ano de 2020

	Doses de N					Equação	R <sup>2</sup>	P Value
	0	50	100	150	Média			
1º Ciclo								
<b>Palhadas</b>								
Arroz	366b	674b	867b	1107b	753	Y=391+4,829X	0,99	0,000
Soja	1012a	1437a	1665a	1785a	1475	Y=1093+5,089X	0,93	0,000
<b>Materiais</b>								
Azevém	398b	692b	871b	1108b	767	Y=421+4,618x	0,99	0,000
Aveia	980a	1419a	1661a	1783a	1461	Y=1063+5,300x	0,93	0,000
Média	689	1056	1266	1446				
2º Ciclo								
<b>Palhadas</b>								
Arroz	667b	1138b	1614b	2070b	1372	Y=669+9,371x	0,99	0,000
Soja	1508a	2316a	2737a	3906a	2617	Y=1474+15,230x	0,97	0,000
<b>Materiais</b>								
Azevém	1209a	1758a	2271a	3317a	2139	Y=1113+13,672x	0,97	0,000
Aveia	966b	1696a	2081b	2659b	1850	Y=1030+10,929x	0,99	0,000
Média	1088	1727	2176	2988				
3º Ciclo								
<b>Palhadas</b>								
Arroz	840b	1133b	2139a	2523a	1659	Y=750+12,108x	0,95	0,000
Soja	1189a	1446a	1784b	2493a	1728	Y=1090+8,500x	0,94	0,000
<b>Materiais</b>								
Azevém	1095a	1342a	2346a	3007a	1948	Y=936+13,479x	0,96	0,000
Aveia	934a	1237a	1577b	2009b	1439	Y=904+7,129x	0,99	0,000
Média	1014	1289	1961	2508				
Acumulado								
<b>Palhadas</b>								
Arroz	1873b	3124b	4441b	5700b	3785b	Y=1865+25,595x	0,99	0,000
Soja	3851a	5777a	6656a	6995a	5819a	Y=4273+20,615x	0,89	0,000
<b>Materiais</b>								
Azevém	2845a	3969b	5957a	6644a	4854	Y=2846+26,769x	0,97	0,000
Aveia	2880a	4931a	5139b	6051b	4750	Y=3292+19,444x	0,89	0,000
Média	2862	4450	5548	6347				

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%).

Na produtividade acumulada, os aumentos lineares de 25,595 e 20,615 kg de MS com as palhadas de arroz e soja, e de 26,769 e 19,444 kg de MS nas pastagens de azevém e aveia foram obtidos para cada kg de N aplicado (Tabela 3). O azevém foi mais produtivo que a aveia nas doses de 100 e 150 kg/ha de N, com produtividades 15 e 9% superiores à aveia

recebendo as mesmas adubações, respectivamente. Já em comparação à ausência de adubação, essas doses permitiram ao azevém expressar produtividades 109 e 133% superiores.

### 6.3.3 Produção forrageira no ano de 2021

No segundo ano de avaliações (2021), as produtividades em todos os ciclos de avaliação e a produtividade acumulada de MS foram afetadas pelos fatores isolados e pelas suas interações (Tabela 4). Houve apenas uma exceção na interação entre as palhadas e os materiais, onde o tipo de palhada não interferiu na produtividade de forragem da aveia e azevém (Tabela 4).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para a produção forrageira do azevém e aveia branca (materiais) cultivados em resteva de arroz ou soja (palhadas), com uso de quatro doses de nitrogênio (N) em cobertura (0; 50; 100 e 150 kg/ha) em três ciclos de crescimento das pastagens no ano de 2021

Fonte de Variação	GL	Avaliações realizadas							
		1º Ciclo		2º Ciclo		3º Ciclo		Acumulado	
		QM	SIG	QM	SIG	QM	SIG	QM	SIG
Bloco	3	4130	0,461	1835	0,699	56755	0,587	34082	0,817
Palhada (P)	1	581667	0,001	7554872	0,000	292362	0,141	8824336	0,003
erro 1	3	3648		3544		74771		108672	
Material (M)	1	12474089	0,000	5157418	0,000	1454731	0,000	49125874	0,000
P*M	1	4	0,985	1221620	0,000	6113765	0,000	1875718	0,000
erro 2	3	11794		6528		49307		80370	
Adubação (A)	3	2731465	0,000	15680193	0,000	6534324	0,000	48839484	0,000
A*P	3	55606	0,001	2517687	0,000	261146	0,000	375671	0,011
A*M	3	254905	0,000	487113	0,000	689696	0,004	345834	0,015
erro 3	42	8175		52150		51223		88684	
Total	63								
CV1 (%)		5,35		2,70		4,28		5,59	
CV2 (%)		9,62		4,25		5,42		5,24	
CV3 (%)		8,01		5,10		8,82		5,05	
Média Geral		1129		2206		2566		5901	

GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; SIG: significância pelo teste F de Fisher; CV: coeficiente de variação; ns: não significativo.

Nos desdobramentos das interações entre as palhadas e as forrageiras, no primeiro e segundo ciclos de avaliações e na produtividade acumulada, as maiores produções de MS foram obtidas com a aveia ou quando os materiais cresceram em palhada de soja (Tabela 5). No terceiro ciclo avaliativo, a produtividade do azevém foi maior sobre palhada de soja enquanto a aveia expressou melhor seu potencial produtivo sobre palhada de arroz (Tabela 5).

Tabela 5 – Produtividade forrageira do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja, com uso de doses de N em cobertura em três ciclos de crescimento das pastagens no ano de 2021

Palhada	1º Ciclo				2º Ciclo			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
Azevém	Aveia	Azevém			Aveia			
Arroz	592bB	1475bA	1034		1717bB	2009bA	1863	
Soja	783aB	1665aA	1224	31,96	2128aB	2972aA	2550	
Média	687	1570			1923	2491		
Palhada	3º Ciclo				Acumulado			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
Azevém	Aveia	Azevém			Aveia			
Arroz	2174bB	3094aA	2634		4483bB	6578bA	5531	
Soja	2657aA	2340bB	2499		5568aB	6978aA	6273	
Média	2416	2717			5026	6778		

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%).

Quando aplicadas as doses de N, em todas as dosagens, no primeiro ciclo de avaliações a produção de MS foi superior na palhada de soja, porém, em ambas as palhadas a resposta foi linear positiva (Tabela 6). A resposta à adubação obtida na palhada de arroz foi de 5,775 kg de MS para cada kg de N aplicado, enquanto na palhada de soja esse aumento foi de 7,024 kg.

Na resposta dos materiais à adubação, a linearidade positiva também foi observada, porém, com respostas de 4,555 e 8,244 kg de MS para cada kg de N no azevém e aveia, respectivamente. Essa superioridade da aveia se expressou em todas as doses de N aplicadas, como pôde ser constado no desdobramento da interação (Tabela 6). No segundo ciclo de avaliações, as respostas também foram lineares, e a palhada de soja permitiu aumento de produtividade mais expressivo à cada kg de N aplicado. Essa atingiu 18,924 kg, e foi superior em todas as doses de N aplicadas, enquanto na palhada de arroz a resposta foi de apenas 11,644 kg (Tabela 6).

A aveia manteve sua produtividade de MS superior ao azevém em todas as doses no segundo ciclo de avaliações, exceto para a dose de 150 kg/há (Tabela 6). Entretanto, nas respostas ao N aplicado, o azevém se mostrou mais responsivo, com aumento de 17,252 kg de MS para cada kg de N aplicado, enquanto a aveia elevou sua produtividade em 13,316 kg (Tabela 6).

Produtividades semelhantes foram obtidas nas palhadas de arroz e soja no terceiro ciclo de avaliações nas doses de zero e 50 kg/ha de N (Tabela 6). Entretanto, a partir de 100

kg/ha de N, a produtividade de MS foi superior na palhada de arroz e se confirmou com a resposta linear positiva em ambas as palhadas, porém mais expressiva na palhada de arroz. Nesta, o aumento de MS para cada kg de N aplicado foi de 11,823 kg contra 7,940 kg na palhada de soja (Tabela 6).

Tabela 6 – Produtividade forrageira do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja, com uso de doses de N em cobertura em três ciclos de crescimento no ano de 2021

	Doses de N				Média	Equação	R <sup>2</sup>	P Value
	0	50	100	150				
1° Ciclo								
Pallhadas								
Arroz	648a	829b	1156b	1501b	1034	Y=600+5,775x	0,98	0,000
Soja	665a	1084a	1428a	1720a	1224	Y=697+7,024x	0,99	0,000
Materiais								
Azevém	368b	568b	745b	1069b	687	Y=345+4,555x	0,98	0,000
Aveia	944a	1345a	1840a	2153a	1570	Y=952+8,244x	0,99	0,000
Média	656	956	1292	1611				
2° Ciclo								
Pallhadas								
Arroz	704b	1934a	2286b	2528b	1863	Y=989+11,644x	0,86	0,000
Soja	1416a	1830a	2661a	4294a	2550	Y=1130+18,924x	0,92	0,000
Materiais								
Azevém	690b	1540b	2076b	3386a	1923	Y=628+17,252x	0,97	0,000
Aveia	1431a	2225a	2871a	3435a	2491	Y=1491+13,316x	0,99	0,000
Média	1060	1882	2473	3411				
3° Ciclo								
Pallhadas								
Arroz	1789a	2256a	2969a	3522a	2634	Y=1746+11,823x	0,99	0,000
Soja	1918a	2280a	2692b	3105b	2499	Y=1903+7,940x	0,99	0,000
Materiais								
Azevém	1488b	1983b	2806a	3385a	2416	Y=1438+13,027x	0,99	0,000
Aveia	2219a	2552a	2855a	3242a	2717	Y=2211+6,743	0,99	0,000
Média	1854	2268	2831	3313				
Acumulado								
Pallhadas								
Arroz	3140b	5229b	6201b	7551b	5531	Y=3399+28,471x	0,98	0,000
Soja	4256a	5726a	7073a	8037a	6273	Y=4369+25,381x	0,99	0,000
Materiais								
Azevém	2803b	4410b	5919b	6971b	5026	Y=2923+28,029x	0,99	0,000
Aveia	4594a	6546a	7355a	8617a	6778	Y=4846+25,759x	0,97	0,000
Média	3698	5478	6637	7794				

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%).\*R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; P value: significância pelo teste t de Student (5%).

Nos materiais, nas doses de zero e 50 kg/há de N a aveia teve produção de MS superior, porém, esta equiparou-se à produtividade do azevém nas doses de 100 e 150 kg/ha (Tabela 6). A aplicação do N elevou linearmente as produções de MS, porém, esse aumento foi mais expressivo no azevém (93%), com aumento de 13,027 kg/ha enquanto na aveia cada kg de N aplicado aumentou a produtividade de MS em 6,743 kg (Tabela 6).

A produtividade acumulada foi superior na forragem que cresceu sobre palhada de soja e na cultura da aveia, porém, com o aumento das doses de N aplicadas, a discrepância dessas diferenças foi reduzida (Tabela 6). O aumento de produção de MS foi de 28,471 e 25,381 kg/há nas palhadas de soja e arroz, e de 28,029 e 25,759 na forragem produzida pelo azevém e aveia, respectivamente (Tabela 6).

#### *6.3.4 Valor nutricional da forragem no ano de 2020*

Nas avaliações do valor nutricional da forragem produzida no primeiro ciclo de crescimento os maiores teores de PB foram obtidos na forragem que cresceu sob palhada de soja e foram superiores no azevém (Tabela 7). A FDN foi inferior no azevém que cresceu em palhada de arroz, enquanto, a FDA foi superior na forragem da aveia (Tabela 7). Os menores CMSPV foram possíveis na aveia sobre palhada de arroz (2,87) e no azevém sobre palhada de soja (2,99). O menor NDT e DIGMS foram observados na pastagem de aveia sobre palhada de soja (Tabela 7). O maior VRF ocorreu na pastagem de azevém sobre resteva de soja (Tabela 7). Os CHOT não foram afetados pelos fatores estudados, porém, nas médias gerais os CNF foram menores na palhada de soja, enquanto os CE tiveram os menores teores na forragem de azevém crescendo em palhada de arroz (Tabela 7).

Tabela 7 – Valor nutricional do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja no primeiro ciclo de crescimento forrageiro no ano de 2020

Palhada	PB (g/kg na MS)				FDN (g/kg na MS)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	163,15bA	140,79bB	151,97	3,83	359,43bB	418,50aA	388,97	6,71
Soja	251,35aA	199,96aB	225,65		403,16aA	401,58aA	402,37	
Média	207,25	170,37			381,30	410,04		
Palhada	FDA (g/kg na MS)				CMSPV (%PV)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	250,44aB	258,00bA	254,22	0,87	3,35aA	2,87aB	3,11	0,04
Soja	253,25aB	288,05aA	270,65		2,99bA	3,00aA	3,00	
Média	251,85	273,02			3,18	2,94		
Palhada	NDT (g/kg na MS)				DIGMS (g/kg na MS)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	703,09aA	697,80aB	700,45	0,61	693,91aA	688,02aB	690,96	0,68
Soja	701,12aA	676,76bB	688,94		691,71aA	664,61bB	678,16	
Média	702,11	687,28			692,81	676,31		
Palhada	VRF (%)				CHOT (g/kg na MS)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	180,67aA	153,33aB	167,00	2,28	827,83	832,81	830,32a	11,14
Soja	160,94bA	154,75aA	157,85		786,81	818,81	802,81a	
Média	170,81	154,04			807,32A	825,81A		
Palhada	CNF (g/kg na MS)				CE (g/kg na MS)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	496,00	440,66	468,33a	14,11	331,83bB	392,15aA	361,99	6,71
Soja	411,25	443,58	427,41b		375,56aA	375,23aA	375,40	
Média	453,62A	442,12A			353,70	383,69		

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). EPM: erro padrão da média. PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CMSPV: consumo de matéria seca expresso em % do peso vivo; NDT: nutrientes digestíveis totais; DIGMS: digestibilidade estimada da matéria seca; VRF: valor relativo da forragem expresso em percentual; CHOT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; CE: carboidratos estruturais.

No segundo ciclo de crescimento forrageiro, na PB e FDA houve efeito dos fatores isolados, e estas foram inferiores no azevém, ou quando as forrageiras cresceram em palhada de arroz (Tabela 8). Já no FDN houve interação dos fatores, e este foi inferior no azevém crescendo sobre palhada de soja. Os menores CMSPV ocorreram na forragem de azevém sobre palhada de arroz e de aveia sobre palhada de soja (Tabela 8). O NDT e a DIGMS

também foram afetadas somente pelos fatores isolados, e foram superiores na palhada de arroz e na forragem do azevém (Tabela 8).

Tabela 8 – Valor nutricional do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja no segundo ciclo de crescimento forrageiro no ano de 2020

Palhada	PB (g/kg na MS)				FDN (g/kg na MS)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	111,94	122,87	117,41b	4,41	583,75aA	577,72aA	580,73	4,91
Soja	120,52	146,86	133,69a		541,44bB	589,26aA	565,35	
Média	116,23B	134,86A			562,59	583,49		
EPM								
Palhada	FDA (g/kg na MS)				CMSPV (% PV)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	353,01	393,02	373,01b	6,54	2,07bA	2,08aA	2,08	0,02
Soja	349,53	416,01	382,77a		2,22aA	2,05aB	2,14	
Média	351,27B	404,51A			2,15	2,07		
EPM								
Palhada	NDT (g/kg na MS)				DIGMS (g/kg na MS)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	631,29	603,29	617,29a	1,07	614,00	582,84	598,42a	5,09
Soja	633,73	587,19	610,46b		616,71	564,93	590,82b	
Média	632,51A	595,24B			615,36A	573,89B		
EPM								
Palhada	VRF (%)				CHOT (g/kg na MS)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	98,81bA	94,13aA	96,47	1,28	750,19	734,82	742,51a	3,28
Soja	106,36aA	90,11aB	98,23		746,14	724,39	735,27a	
Média	102,58	92,12			748,17A	729,61B		
EPM								
Palhada	CNF (g/kg na MS)				CE (g/kg na MS)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	194,04bA	183,45aA	188,75	4,12	556,15aA	551,37aA	553,76	5,03
Soja	232,31aA	161,48aB	196,89		513,84bB	562,91aA	538,37	
Média	213,17	172,47			534,99	557,14		

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). EPM: erro padrão da média. PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CMSPV: consumo de matéria seca expresso em % do peso vivo; NDT: nutrientes digestíveis totais; DIGMS: digestibilidade estimada da matéria seca; VRF: valor relativo da forragem expresso em percentual; CHOT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; CE: carboidratos estruturais.

No ciclo final de avaliações (3º ciclo), a PB foi superior na aveia, enquanto os menores teores de FDN foram obtidos na pastagem de azevém em resteva de soja (Tabela 9). Os menores teores de FDA, e maiores de NDT e DIGMS foram obtidos na aveia em resteva de arroz e no azevém em resteva de soja e, enquanto o CMSPV foi maior que 2% do PV apenas

no azevém semeado em palhada de soja (Tabela 9). O maior VRF (99,02%) e menor teor de CE foram obtidos no azevém em resteva de soja, enquanto os CHOT e CNF foram inferiores na aveia e azevém que cresceram sobre palhada de arroz, respectivamente (Tabela 9).

Tabela 9 – Valor nutricional do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja no segundo ciclo de crescimento forrageiro no ano de 2020

Palhada	PB (g/kg na MS)				FDN (g/kg na MS)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	101,79	114,61	108,20a	0,99	613,04aA	623,80aA	618,42	4,19
Soja	103,66	112,57	108,11a		562,59bB	622,31aA	592,45	
Média	102,72B	113,59A			587,82	623,06		
Palhada	FDA (g/kg na MS)				CMSPV (% PV)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	410,64aA	387,62bB	399,13	3,05	1,96bA	1,93aA	1,94	0,01
Soja	373,76bB	414,03aA	393,90		2,14aA	1,94aB	2,04	
Média	392,20	400,83			2,05	1,93		
Palhada	NDT (g/kg na MS)				DIGMS (g/kg na MS)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	590,95bB	607,06aA	599,01	2,13	569,11bB	587,04aA	578,08	2,38
Soja	616,77aA	588,58bB	602,67		597,84aA	566,47bB	582,15	
Média	603,86	597,82			583,47	576,76		
Palhada	VRF (%)				CHOT (g/kg na MS)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	86,53bA	87,82aB	87,18	0,82	762,53aA	750,26bA	756,39	3,20
Soja	99,02aA	85,12aB	92,07		756,25aA	766,42aA	761,33	
Média	92,78	86,47			759,39	758,34		
Palhada	CNF (g/kg na MS)				CE (g/kg na MS)			
	Materiais		Média	EPM	Materiais		Média	EPM
	Azevém	Aveia			Azevém	Aveia		
Arroz	177,08bA	152,81aA	164,95	6,61	585,44aA	597,45aA	591,45	5,58
Soja	221,25aA	170,46aB	195,86		534,99bB	595,96aA	565,48	
Média	199,17	161,63			560,22	596,71		

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). EPM: erro padrão da média. PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CMSPV: consumo de matéria seca expresso em % do peso vivo; NDT: nutrientes digestíveis totais; DIGMS: digestibilidade estimada da matéria seca; VRF: valor relativo da forragem expresso em percentual; CHOT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; CE: carboidratos estruturais.

O maior VRF foi obtido com a forragem do azevém que cresceu em palhada de soja, enquanto nos CHOT houve efeito apenas dos materiais, com maior teor de CHOT na forragem do azevém (Tabela 8). Nos CNF e CE houve interação dos fatores, e estes foram

superiores no azevém e aveia, respectivamente, quando cresceram em resteva de soja (Tabela 8).

No desdobramento das interações entre a adubação e as palhadas e os materiais não houve significância, aplicando-se regressão apenas às doses de N. Nestas, no primeiro ciclo observou-se resposta linear positiva para a PB, FDN, FDA e CE, e negativa para o CMSPV, NDT, DIGMS e VRF, ajuste dos CHOT aos modelos de regressão testados (Tabela 10).

Tabela 10 – Valor nutricional do azevém e da aveia branca em resposta à doses de N em cobertura durante três ciclos de crescimento forrageiro no ano de 2020

	Doses de Nitrogênio (kg/ha)				Equação	R <sup>2</sup>	P Value
	0	50	100	150			
1º Ciclo							
PB	148,44	175,64	203,46	227,71	Y=149+0,531x	0,99	0,000
FDN	364,02	393,60	406,82	418,24	Y=369+0,352x	0,99	0,000
FDA	235,99	254,35	273,23	286,18	Y=237+0,339x	0,99	0,000
CMSPV	3,32	3,06	2,96	2,89	Y=3,27-0,003x	0,99	0,000
NDT	713,21	700,36	687,14	678,07	Y=712-0,237x	0,99	0,000
DIGMS	705,16	690,86	676,16	666,06	Y=704-0,264x	0,99	0,000
VRF	181,34	164,14	155,23	148,98	Y=178-0,212x	0,94	0,005
CHOT	843,98	797,51	820,50	804,26	Y=816	-	0,241
CNF	506,94	430,89	440,65	413,00	Y=488-0,544x	0,73	0,001
CE	337,04	366,63	379,84	391,26	Y=342+0,352x	0,94	0,000
2º Ciclo							
PB	109,44	115,34	128,57	148,84	Y=93+0,131x	0,94	0,000
FDN	537,35	552,05	588,14	614,62	Y=532+0,536x	0,98	0,000
FDA	349,79	365,36	388,94	407,48	Y=348+0,393x	0,99	0,000
CMSPV	2,24	2,18	2,05	1,96	Y=2,25-0,002x	0,98	0,000
NDT	633,55	622,64	606,14	593,17	Y=634-0,275x	0,99	0,000
DIGMS	616,52	604,38	586,01	571,58	Y=617-0,606x	0,99	0,000
VRF	107,06	102,20	93,06	87,08	Y=1,06-0,137x	0,99	0,000
CHOT	746,01	750,91	740,35	718,28	Y=752-0,187x	0,71	0,000
CNF	235,64	225,83	179,18	130,63	Y=245-0,679x	0,94	0,000
CE	510,37	525,08	561,17	587,64	Y=479+2679x	0,98	0,000
3º Ciclo							
PB	95,97	100,32	111,62	124,72	Y=93,5+0,195x	0,96	0,000
FDN	572,49	602,46	615,96	630,84	Y=577+0,377x	0,96	0,000
FDA	382,18	389,82	399,20	414,85	Y=380+0,215x	0,97	0,000
CMSPV	2,10	2,00	1,95	1,91	Y=2,08-0,001x	0,94	0,000
NDT	610,87	605,52	598,96	588,00	Y=612-0,150x	0,97	0,000
DIGMS	591,28	585,33	578,02	565,83	Y=593-0,167x	0,97	0,000
VRF	96,31	90,62	87,60	83,96	Y=95,6-0,080x	0,98	0,000
CHOT	768,59	765,06	755,86	745,95	Y=770-0,154x	0,96	0,001
CNF	223,08	189,57	166,87	142,08	Y=220-0,531x	0,99	0,000
CE	109,44	115,34	128,57	148,84	Y=550+0,377x	0,96	0,000

\*R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; P value: significância pelo teste t de Student (5%). PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CMSPV: consumo de matéria seca expresso em % do peso vivo; NDT: nutrientes digestíveis totais; DIGMS: digestibilidade estimada da matéria seca; VRF: valor relativo da forragem expresso em percentual; CHOT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; CE: carboidratos estruturais.

No segundo ciclo, para os parâmetros citados as respostas foram as mesmas, porém, com resposta linear negativa para os CHOT, ou seja, quanto maior a dose de N, menor o teor de CHOT na forragem produzida (Tabela 10).

### 6.3.5 Valor nutricional da forragem no ano de 2021

No ano de 2021, no primeiro ciclo de avaliações, na PB houve significância apenas das adubações, com aumento de 0,378 g/kg para cada kg de N aplicado (Tabela 12). Já o FDN foi menor no azevém que cresceu em palhada de soja e na aveia semeada em palhada de arroz (Tabela 11).

Tabela 11 – Valor nutricional do azevém e da aveia branca cultivados em resteva de arroz ou soja em três ciclos de crescimento forrageiro no ano de 2021

1º Ciclo de Crescimento forrageiro								
Palhada	FDN (g/kg na MS)				CMSPV (% PV)			
	Materiais				Materiais			
	Azevém	Aveia	Média	EPM	Azevém	Aveia	Média	EPM
Arroz	580,61aA	509,51aB	545,06		2,07bB	2,36aA	2,22	
Soja	520,48bA	533,69aA	527,09	6,69	2,31aA	2,25aA	2,28	0,31
Média	550,55	521,60			2,19	2,31		
Palhada	VRF (%)				CE (g/kg na MS)			
	Materiais				Materiais			
	Azevém	Aveia	Média	EPM	Azevém	Aveia	Média	EPM
Arroz	107,59bB	117,09aA	112,34		553,01aA	483,16aB	518,09	
Soja	118,45aA	111,67bB	115,06	1,12	492,88bA	507,34aA	500,11	6,68
Média	113,02	114,38			522,95	495,25		
2º Ciclo de crescimento forrageiro								
Palhada	FDA (g/kg na MS)				DIGMS (g/kg na MS)			
	Materiais				Materiais			
	Azevém	Aveia	Média	EPM	Azevém	Aveia	Média	EPM
Arroz	459,32aA	435,24aA	447,28		531,19bA	549,95aA	540,57	
Soja	399,61bB	441,77aA	420,69	5,56	577,71aA	544,86aB	561,28	3,90
Média	429,47	438,51			554,45	547,40		
3º Ciclo de crescimento forrageiro								
Palhada	PB (g/kg na MS)				FDA (g/kg na MS)			
	Materiais				Materiais			
	Azevém	Aveia	Média	EPM	Azevém	Aveia	Média	EPM
Arroz	105,93aB	123,96bA	114,95		427,28bA	424,40aA	425,84	
Soja	108,28aB	131,03aA	119,65		452,45aA	410,48aB	431,46	4,73
Média	107,10	127,50			439,87	417,44		

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). EPM: erro padrão da média. PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CMSPV: consumo de matéria seca expresso em % do peso vivo; NDT: nutrientes digestíveis totais; DIGMS: digestibilidade estimada da matéria seca; VRF: valor relativo da forragem expresso em percentual; CHOT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; CE: carboidratos estruturais.

Em resposta ao aumento das doses de N, o FDN elevou-se linearmente (Tabela 12). A FDA não foi influenciada pela interação dos fatores, ocorrendo efeito apenas dos fatores isolados materiais e adubação. Nos materiais, a FDA foi superior ( $P=0,002$ ) na aveia (320,37 g/kg) em relação ao azevém (286,61 g/kg), enquanto a adubação nitrogenada elevou linearmente a FDA (Tabela 12).

Tabela 12 – Valor nutricional do azevém e da aveia branca em resposta à doses de N em cobertura durante três ciclos de crescimento forrageiro no ano de 2021

	Doses de N				Equação	R <sup>2</sup>	P Value
	0	50	100	150			
1º Ciclo de crescimento							
PB	182,92	201,68	226,57	237,65	$Y=183+0,378x$	0,98	0,000
FDN	516,70	531,59	539,86	556,14	$Y=517+0,253x$	0,98	0,000
FDA	290,42	299,35	305,30	318,90	$Y=290+0,183x$	0,97	0,000
CMSPV	2,33	2,27	2,23	2,17	$Y=2,327-0,001x$	0,99	0,000
NDT	675,10	668,86	664,69	655,17	$Y=675-0,128x$	0,97	0,000
DIGMS	662,76	655,81	651,17	640,57	$Y=663-0,142x$	0,97	0,000
VRF	119,67	115,13	112,37	107,62	$Y=119-0,078x$	0,99	0,000
CHOT	675,91	644,70	619,09	595,64	$Y=673-0,533X$	0,99	0,000
CNF	186,19	140,09	106,20	66,47	$Y=184-0,748x$	0,94	0,000
CE	489,72	504,62	512,89	529,17	$Y=490-0,253X$	0,99	0,000
2º Ciclo de crescimento							
PB	129,49	137,25	149,50	180,11	$Y=124+0,328x$	0,91	0,000
FDN	552,99	570,14	587,41	620,32	$Y=549+0,439x$	0,97	0,000
FDA	391,10	408,47	451,39	484,98	$Y=385+0,649X$	0,98	0,000
CMSPV	2,18	2,11	2,09	1,97	$Y=2,18-0,001X$	0,92	0,000
NDT	604,63	592,47	562,42	538,91	$Y=608-0,454x$	0,98	0,000
DIGMS	584,33	570,80	537,36	511,19	$Y=588-0,506X$	0,98	0,000
VRF	98,54	93,46	87,36	78,44	$Y=99,4-0,133x$	0,98	0,000
CHOT	756,25	749,50	746,23	700,74	$Y=763-0,339x$	0,75	0,000
CNF	230,27	206,34	185,7	107,40	$Y=240-0,778x$	0,89	0,000
CE	526,02	543,17	560,43	593,34	$Y=522+0,438x$	0,97	0,000
3º Ciclo de crescimento							
PB	106,27	111,34	117,57	134,01	$Y=103+0,179X$	0,92	0,000
FDN	673,57	682,20	692,84	715,21	$Y=671+0,271x$	0,95	0,000
FDA	390,91	424,59	436,38	462,72	$Y=394+0,454x$	0,97	0,000
CMSPV	1,78	1,71	1,74	1,71	$Y=1,74$	-	0,487
NDT	586,82	561,49	579,06	561,49	$Y=572,21$	-	0,172
DIGMS	564,51	536,33	555,88	536,33	$Y=548,26$	-	0,173
VRF	79,09	71,11	75,23	71,53	$Y=74,21$	-	0,251
CHOT	793,99	786,11	785,16	768,59	$Y=795-0,154x$	0,87	0,005
CNF	128,02	109,01	118,67	90,35	$Y=111,51$	-	0,203
CE	665,97	677,09	666,49	678,24	$Y=671,95$	-	0,729

\*R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; P value: significância pelo teste t de Student (5%). PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CMSPV: consumo de matéria seca expresso em % do peso vivo; NDT: nutrientes digestíveis totais; DIGMS: digestibilidade estimada da matéria seca; VRF: valor relativo da forragem expresso em percentual; CHOT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; CE: carboidratos estruturais.

O menor CMSPV foi obtido na forragem do azevém crescendo sobre palhada de arroz (Tabela 11), com redução linear em resposta ao aumento do N (Tabela 12). A pastagem de azevém (677,77 g/kg) propiciou obtenção de forragem com teor de NDT superior ( $P=0,002$ ) à aveia (654,14 g/kg), porém, este indicador nutricional foi reduzido linearmente com o aumento das doses de N (Tabela 12). Na DIGMS houve significância dos materiais e da adubação, com superioridade ( $P=0,002$ ) do azevém (665,76 g/kg) em relação à aveia (639,43 g/kg) e redução linear em resposta às doses de N (Tabela 12).

O VRF foi inferior no azevém sobre palhada de arroz e na aveia sobre palhada de soja (Tabela 11) com redução linear em resposta ao aumento do N aplicado (Tabela 12). Os CHOT e CNF sofreram efeito apenas da adubação, com redução linear (Tabela 12), enquanto os CE foram alterados pela interação dos materiais com as palhadas. Nesta, os menores teores de CE foram observados no azevém crescendo em palhada de soja e na aveia semeada em palhada de arroz (Tabela 11).

No segundo ciclo de crescimento forrageiro, a FDN foi influenciada pelas palhadas ( $P=0,046$ ), com maior teor de FDN na forragem obtida em resteva de arroz (608,29 g/kg) em comparação com a resteva de soja (557,14 g/kg). Resultado semelhante foi obtido para o VRF da forragem ( $P=0,039$ ), cujo valor foi superior na forragem obtida na palhada de soja (95,60%) em relação à palhada de arroz (83,30%). A FDA e a DIGMS foram afetadas pela interação dos fatores palhada e materiais, onde a menor FDA foi obtida na pastagem de azevem sobre palhada de soja (Tabela 11) enquanto a DIGMS foi menor quando o azevém cresceu em palhada de arroz. Em resposta às doses de N, ocorreu aumento nos teores de PB, FDN, FDA e CE, com redução linear nos demais parâmetros (Tabela 12).

No terceiro ciclo a FDN foi superior ( $P=0,005$ ) na palhada de soja (715,08 g/kg) do que na palhada de arroz (666,83 g/kg), enquanto a pastagem de aveia proporcionou forragem com teores de PB superiores (Tabela 11). A FDA foi inferior no azevém que cresceu em palhada de soja e na aveia que cresceu em palhada de arroz (Tabela 11). O CMSPV foi maior ( $P=0,032$ ) na palhada de arroz (1,79) do que na palhada de soja (1,69). Os demais parâmetros estudados não foram afetados pelas fontes de variação estudadas. Em resposta às doses de N, apenas a PB, FDN, FDA e CHOT se ajustaram aos modelos testados, com resposta linear positiva para os três primeiros parâmetros e negativa para os CHOT (Tabela 12).

## 6.4 Discussão

Os materiais responderam de diferentes formas neste estudo, a aveia apresentou maiores produções em relação ao azevém no primeiro ciclo de crescimento em 2020 e primeiro e segundo ciclo de crescimento em 2021 (Tabela 3). Isso se deve ao fato de a aveia possuir característica de produzir forragem mais cedo que o azevém, porém seu ciclo produtivo é mais curto (MITTELMANN, 2006). A produção de matéria seca acumulada da aveia superou os 8500 kg/há sobre palhada de soja e com a dose de 150 kg/há de N, confirmando o potencial produtivo dessa forrageira que pode ultrapassar os 7000 kg/há segundo Pinto et al. (2021). No estudo, os autores também encontraram produções acima de 8500 kg/há. Devido essas características das plantas de aveia, essa cultura se mostrou como uma boa alternativa de pastagem para ruminantes com o intuito de iniciar o pastejo o mais rápido possível, principalmente se a área precisar ser liberada mais cedo para preparo do solo para culturas de verão, como soja, milho, ou mesmo o arroz. Da mesma forma, o cultivo em consórcio, com aveia e azevém, muito utilizado em outras regiões poderia ser uma alternativa para antecipar o primeiro pastejo, que ocorre tardiamente na semeadura isolada do azevém na Fronteira Oeste do RS (MALAGUEZ et al., 2017).

A redução nas produtividades da aveia no segundo ciclo de crescimento forrageiro em 2020 (Tabelas 2 e 3) pode estar relacionada com a menor disponibilidade hídrica neste período. Essa gramínea é um cereal de inverno que requer adequados volume e distribuição de chuvas ao longo do ciclo da cultura (ARENHARDT et al., 2015) entretanto, a precipitação média mensal durante o período experimental nesse ano foi menor (48 mm) em relação à 2021 (176 mm). Embora Machado (2010) tenha afirmado que essa planta é tolerante à elevadas temperaturas e déficit hídrico, nossos resultados demonstram que a redução de chuvas durante o período de rebrote da aveia podem ter implicado negativamente na redução de produção de MS. Essa redução ocorreu porque a absorção radicular e transporte de N e de outros nutrientes é dependente da quantidade destes que está presente na solução do solo e do fluxo de água pelo xilema, que é afetado pela disponibilidade hídrica. Assim, se há restrição no fluxo de água pelo xilema, há também considerável redução da concentração foliar de N, assim como dos outros minerais (BATTISTON et al., 2020). Ainda, mesmo que o nitrogênio seja o nutriente mais absorvido pela aveia (SILVA et al., 2016), quando aplicado na forma de ureia, a mesma necessita de condições de umidade e temperatura para ser melhor aproveitadas pelas plantas (PERETTI et al., 2017), ou seja, sob condições de restrição hídrica, terá seu potencial de resposta limitado pela falta de água no solo.

As diferenças de produção observadas nos cereais crescendo sobre as diferentes palhadas nos anos de 2020 e 2021 especialmente no primeiro ciclo de avaliações devem-se à quantidade e qualidade da palhada residual da soja e do arroz, pois estas influenciam no ciclo de N no solo. Resíduos culturais são compostos por C, N, O e outros constituintes químicos (PINTO et al., 2021). Entretanto, sua qualidade é determinada com base na relação C:N, fração solúvel e concentrações de celulose+ hemicelulose, lignina, lipídios e polifenóis (NETO, 2016). Sendo que a concentração de N exerce uma importante função nos processos de decomposição dos resíduos e mineralização do N (REDIN et al., 2014).

Resíduos com elevado teor de N (baixa C:N) e ricos em fração solúvel são classificados como de alta qualidade os quais são rapidamente decompostos, aumentando a mineralização do N para aproveitamento da cultura sucessora na fase inicial de desenvolvimento (PRESCOTT et al., 2010), como é o caso da palha de soja. Ainda, segundo (PERETTI et al., 2017), ao ser considerada a resteva da cultura anterior, quando esta é uma leguminosa como a soja, em apenas 30 dias, mais da metade da matéria seca já estaria decomposta, portanto, com a mineralização dos nutrientes nela contidos.

Por isso os resultados expressivos dos materiais na palhada de soja no primeiro e segundo ciclo, não se mantiveram elevados no terceiro. Neste mesmo contexto, sabe-se que a adubação nitrogenada contribui para incremento de MS nas culturas hibernais. Nosso estudo verificou um maior aumento da MS nos materiais adubados em palhada de soja, este diferindo estatisticamente do incremento na palhada de arroz no primeiro e segundo ciclo de crescimento forrageiro.

Na palhada de arroz a produção de azevém foi maior em relação à aveia no terceiro ciclo em 2020 enquanto em 2021 foi mais expressiva a produção de aveia na resteva de arroz. Isso se deu, em função da característica desse resíduo, que possui baixos teores de N (alta C:N) e é pobre fração solúvel, esse material é decomposto lentamente, reduzindo as taxas de liberação de N no início do cultivo e aumentando com o passar dos dias (KRAISIG et al., 2020).

Por isso, embora a resposta à adubação nitrogenada tenha sido linear no primeiro e segundo ciclo, ainda foram inferiores aos ganhos em MS dos materiais na palhada de soja. Devido a redução do contato da palha de arroz com o solo, esse resíduo imobiliza maiores teores de nitrogênio gerando uma baixa mineralização de N no início do cultivo hibernal. Esse fato a longo prazo pode ser benéfico para o solo e para as plantas, pois essa liberação lenta pode ser mais bem aproveitada pelas culturas e pelo solo, evitando perdas por lixiviação.

No primeiro ciclo de crescimento de 2020 e 2021, a aveia obteve maior destaque na produtividade de MS em todas as doses de N utilizadas. Esse fato tem um impacto extremamente importante em se tratando de produção de ruminantes em SIPA terras baixas, pois confirma a possibilidade de antecipação da entrada dos animais na pastagem em relação ao uso de azevém. No entanto o azevém foi mais produtivo que a aveia no segundo e terceiro ciclos em 2020.

Como a cultura da soja tem se expandido para áreas alternativas de cultivo como áreas arenosas (CORDEIRO et al., 2021) ou com dificuldades de drenagem como é o caso das terras baixas, as forrageiras podem contribuir duplamente com o sistema. Além de contribuírem como fonte forrageira justamente em um período de maior escassez nas regiões de terras baixas (MALAGUEZ et al., 2017) melhoram a estrutura do solo através do seu sistema radicular e incorporação de carbono. Esses benefícios resultam em aumento de produção nas culturas de grãos (CORDEIRO et al., 2021) exploradas no sistema integrado.

No primeiro ciclo de crescimento forrageiro a aveia superou o azevém em produção de matéria seca por hectare na resteva de soja tanto em 2020 quanto em 2021. Isso se deve a precocidade da aveia branca em relação ao azevém (BATTISTON et al., 2020) e também ao fato da palha de soja estar com elevados teores de N na palhada residual, favorecendo o desenvolvimento da aveia em seu estágio de maior demanda.

O momento de aplicação de nitrogênio em aveia pode melhorar a eficiência de aproveitamento do nutriente e a expressão da produtividade (KRAISIG et al., 2020). Para a região sul do Brasil recomenda-se a aplicação entre o início do perfilhamento (estágio V<sub>3</sub>) e o início do alongamento (estágio V<sub>6</sub>), intervalo em torno de 30 a 60 dias após a emergência das plantas (ARENHARDT et al., 2017; MAROLLI et al., 2017) considerando-se a cultura antecessora devido aos efeitos na dinâmica do N no solo.

Assim como em 2021, a aveia permaneceu com maior produtividade na resteva de soja em relação ao azevém no segundo ciclo. Porém em 2020 o azevém foi superior a aveia na resteva de soja e isso pode ter ocorrido devido outros fatores relacionados com o bom desenvolvimento da planta, como radiação solar e disponibilidade hídrica (MAROLLI et al., 2018). No ano de 2020 a precipitação foi menor que em 2021, e pelo fato do azevém estar mais adaptado ao tipo de ambiente proporcionado em terras baixas que a aveia, este foi superior na produtividade. Entretanto, em função dos níveis de produtividade obtidos e da adaptação da aveia às condições de baixas temperaturas e umidade (BATTISTON et al., 2020), ela torna-se uma opção interessante para cultivo na Fronteira Oeste do RS.

A eficiência do uso do nitrogênio está associada às condições climáticas, que são fundamentais no desenvolvimento de manejos sustentáveis com produtividade e qualidade (MANTAI et al., 2021). Essa dependência ocorre porque as condições meteorológicas influenciam diretamente as perdas de nitrogênio, seja por lixiviação de nitrato ou volatilização de amônia, afetando a absorção de nitrogênio pelas raízes e reduzindo a eficiência do uso do nitrogênio (MAMANN et al., 2020). Assim, a menor expressividade das respostas em 2020 está relacionada à escassez hídrica que limita os resultados da adubação nitrogenada devido às perdas no momento da sua aplicação em cobertura (SILVA et al., 2016), principalmente quando a fonte utilizada é a ureia (MAMANN et al., 2020).

Ao ser considerado o valor nutricional das forrageiras obtidas, os maiores teores de PB na forragem que cresceu sobre palhada de soja nos primeiros ciclos de cultivo nos anos de 2020 devem-se à maior disponibilização do N nesta contido. A relação C:N na palhada de soja em ambos os cultivos foi menor que na palhada de arroz, o que favorece a mineralização e disponibilização do nutriente pois a concentração de N exerce uma importante função nos processos de decomposição dos resíduos e mineralização do N (REDIN et al., 2014).

Como este resultado não se manteve no ciclo final das avaliações forrageiras, demonstra que a palhada de soja possui um papel crucial na disponibilização de nitrogênio através da mineralização na fase inicial de desenvolvimento das pastagens. Ainda, nesta mesma fase, a adubação nitrogenada não é suficiente para minimizar os efeitos negativos da imobilização que ocorre na fase inicial de decomposição da palhada de arroz, coincidente com a fase inicial de desenvolvimento das culturas.

No decorrer do ciclo cultura, praticamente metade da palhada de soja é decomposta nas primeiras quatro semanas (PERETTI et al., 2017), assim, a disponibilização de nutrientes a partir desta também fica limitado. Essa dinâmica justifica os aumentos no teor de PB e também na produção forrageira dos cereais cultivados em palhada de arroz da metade para o final do seu ciclo, ou seja, quando se tem a decomposição mais intensa da palhada de arroz.

Mesmo que neste ensaio não tenha sido introduzido o componente animal, a dinâmica ocorrida com a decomposição das palhadas assim como os cortes realizados simulando um sistema de pastejo rotacionado são condições que aproximam os experimentos às práticas adotadas na integração lavoura-pecuária (PERETTI et al., 2017).

As diferenças no teor de PB ocorrido entre as forrageiras, com a superioridade do azevém em relação à aveia (Tabela 7) devem-se à característica da própria forrageira, que possui elevado valor nutricional determinado principalmente pelo teor de PB e FDN. No entanto, no ano de 2021, no terceiro ciclo de crescimento a PB foi superior na aveia (Tabela

11) demonstrando que o azevém pode ter sofrido algum estresse de temperatura, hídrico ou radiação solar, que acelerou seu ciclo vegetativo visando a produção de sementes e a perpetuação da espécie. Essa estratégia biológica é adotada pelas plantas quando estão sob condições de estresse, e como o avanço da maturidade implica em redução do valor nutricional, ocorreu redução nos teores proteicos da forragem de azevém. Essa redução decorre da tendência de redução da PB nos tecidos das plantas principalmente sob condições de estresse hídrico devido ao menor fluxo de N do solo para os tecidos das folhas, onde ocorre a formação dos aminoácidos e proteínas. Esse fluxo é prejudicado pelo menor conteúdo de água no solo que prejudica a mobilidade do N na solução do solo impedindo sua chegada à superfícies das raízes para prejudicando a absorção (BATTISTON et al., 2020). Pelo contrário, sob condições adequadas de disponibilidade hídrica ou sob irrigação, as plantas forrageiras tendem a apresentar teores de PB expressivamente superiores (TAHIR et al., 2014).

Da mesma forma, no ano de 2020 (Tabelas 7, 8 e 9) e no primeiro ciclo de crescimento de 2021 (Tabela 11) a FDN foi menor na forragem do azevém por se tratar de uma forrageira menos fibrosa e com alta proporção de folhas, especialmente na fase inicial de desenvolvimento. Também, a cultura do azevém em comparação com a aveia possui plantas com menor estatura, e quanto menor tamanho, menor é a necessidade de carboidratos estruturais para a manutenção da estrutura das plantas e sustentação do peso das mesmas, permitindo assim a obtenção de forragem com menor FDN.

No ano de 2020 observou-se aumento expressivo do FDN no decorrer dos ciclos de crescimento forrageiro, e este componente apresentou valores mais expressivos no segundo ano de avaliações (2021). O aumento do FDN no decorrer dos ciclos decorre da entrada das plantas no estágio reprodutivo. Neste estágio o meristema apical que durante o estágio vegetativo diferenciava-se em tecido foliar, agora passa a diferenciar-se em estruturas reprodutivas.

Assim, além de cessar a emissão das folhas, as gramíneas alongam os entre-nós aumentando sua estatura e portanto, a necessidade de rigidez no colmo para a sustentação da planta. Nessa fase de maturação o valor nutritivo das plantas declina por meio do direcionamento do carbono fotossintético para a estrutura da planta com acúmulo de parede celular estrutural e aumento da porção fibrosa (BATTISTON et al., 2020). Da mesma forma, sob condições de escassez hídrica as plantas intensificam a deposição de parede celular para minimizar a perda de água, enquanto sob condições de disponibilidade hídrica produzem forragem com menor proporção de fibra (TAHIR et al., 2014).

Em todas as avaliações realizadas o teor de FDA foi inferior no azevém em relação à aveia. Assim como no FDN, a FDA faz parte da parede celular e estrutura das plantas, e possui em sua composição lignina e celulose. Assim, quanto maior a estatura das plantas ou quanto mais avançado o estágio de maturação, maior será a proporção de carboidratos estruturais, com maior teor de lignina (BATTISTON et al., 2020) e por consequência de FDA.

O aumento dos teores de lignina visa a manutenção da rigidez da estrutura de sustentação das plantas, ou seja, dos colmos, mantendo as plantas eretas e evitando acamamento (PAVITNATO et al., 2014). Além da maturação das plantas, a disponibilidade hídrica também altera os teores de FDA na forragem obtida. Isso ocorre porque sob condições de restrição hídrica, as mudanças na parede celular incluem também o aumento da polimerização da lignina, como estratégia de enrijecimento e restrição da expansão das células, para evitar a perda de água. Isso implica em redução do crescimento das plantas e redução da produção de MS. Porém, a partir desta estratégia, as células tornam-se menos permeáveis à perda de água, o que mantém a hidratação dos tecidos e permite a continuidade da fotossíntese (HURA et al., 2013), embora em taxas inferiores quando comparadas à condições normais de umidade.

Como os demais parâmetros estão relacionados com a composição fibrosa da forragem, o aumento desta reduz o CMSPV, mais especificamente o aumento do FDN, uma vez que ambos possuem relação inversa (MERTENS, 1997). Os teores de FDN estiveram abaixo de 550 g/kg considerado limitante para o consumo (MERTENS, 1994) apenas no primeiro ciclo de avaliações no ano de 2020, onde também foram obtidos os maiores valores de CMSPV, próximos a 3,00% do PV.

Nas demais avaliações o FDN esteve próximo ou superior ao valor limitante para consumo, enquanto o CMSPV esteve próximo a 2,00% do PV. Como 2,50% do PV é o CMS geralmente indicado para bovinos, a pastagem nas condições do primeiro ciclo de avaliações em 2020 não limitaria o consumo dos animais e permitiria alto desempenho, entretanto, as demais forragens obtidas deveriam ser usadas com critério, especialmente em categorias de alta exigência nutricional. Isso porque se considerarmos um consumo de MS de 2,00% do PV de uma forragem com teor de FDN de 550 g/kg (55%) teríamos um consumo de FDN de 1,10% do PV, muito próximo ao limite de 1,20% sugerido por Mertens (1992). Ou seja, mesmo em se tratando de cereais de inverno, que possuem valor nutricional superior à gramíneas tropicais, devido ao menor conteúdo de carboidratos fibrosos poderia ocorrer limitação de consumo e desempenho devido ao efeito de enchimento ocasionado pelo FDN (CARDOSO et al., 2014).

Essa limitação de consumo ocorre pela maior dificuldade dos microrganismos em acessarem e digerirem os constituintes fibrosos, pois pastagens com alto FDN também possuem elevados teores de lignina (OLIVEIRA et al., 2017). Esta é prejudicial aos microrganismos ruminais pela barreira física imposta (BATTISTON et al., 2020) e pelos compostos fenólicos, e acaba reduzindo a digestibilidade dos demais constituintes da parede celular das plantas.

Em 2020 e 2021, no primeiro ciclo de avaliações, embora houve diferenças significativas para os teores de NDT e DIGMS, estes foram elevados caracterizando pastagens de bom valor nutricional. Essa informação confirma-se ao serem observados os valores do VRF, que nestas avaliações se mantiveram acima de 150% no ano de 2020 e acima de 120% no ano de 2021. Entretanto, nos demais ciclos forrageiros de 2020 e 2021 (2º e 3º) os valores decresceram em relação ao primeiro ciclo de avaliações sendo que este decréscimo foi mais expressivo no ano de 2021.

O decréscimo nestes parâmetros com o avanço do ciclo vegetativo das forrageiras era esperado devido à maior deposição de parede celular mesmo nos rebrotes após os cortes. No entanto, os valores observados em 2021 estão relacionados à estiagem ocorrida, que induziu as plantas à estratégias metabólicas de redução de perda de água como aumento da parede celular e da síntese de lignina (BATTISTON et al., 2020)

O NDT e DIGMS foram inferiores na pastagem de aveia devido à sua precocidade (BATTISTON et al., 2020), que impôs diferenças no ciclo de crescimento das forrageiras. No momento das avaliações a aveia encontrava-se em estágio vegetativo pleno passando para o estágio reprodutivo. Neste ocorre o alongamento dos entre-nós, o aumento da altura das plantas com maior acúmulo de constituintes fibrosos e menor digestibilidade, como confirmado pelos valores de CE. Ainda, devido ao maior teor de CE, o VRF foi inferior à 100% em todas as forragens estudadas, ou seja, a partir do segundo ciclo de crescimento as forrageiras começaram a perder valor nutricional em função das alterações na sua composição química.

No primeiro ciclo de avaliações em 2020 e 2021, nas frações de carboidratos, destacam-se os CNF e CE, com valores acima e abaixo de 400 g/kg, respectivamente, ou seja, indicando forragens com alto potencial de aproveitamento pelos animais em sua fase inicial de desenvolvimento.

O maior teor de CNF está relacionado com a maior ingestão de nutrientes de alta digestibilidade, assim forrageiras de melhor qualidade promovem maior consumo por reduzirem a limitação por enchimento (MERTENS, 1997). Estes, quando associados a teores

de PB superiores a 80 g/kg favorecem a digestão ruminal e a produção microbiana (BATTISTON et al., 2020). Entretanto, ao longo do ciclo de crescimento das forrageiras houve decréscimo nos teores de CNF e aumento nos CE, devido à maturação das plantas. Em 2021 essas mudanças foram mais expressivas devido à menor disponibilidade hídrica, que ocasiona nas planta alterações estruturais para a tolerância à esta condição ambiental (COSGROVE, 2016), dentre estas, espessamento da parede celular.

Nos anos de 2020 e 2021, no terceiro ciclo de avaliações reduções bruscas no valor nutricional foram observadas. A PB foi próxima à 100 g/kg, pouco acima do limite de 80 g/kg para o funcionamento ruminal, enquanto o FDN esteve superior à 600 g/kg, com redução do CMSPV abaixo de 2%, VRF abaixo de 90% e teores de CE expressivamente elevados, acima de 500 g/kg. Essas alterações ocorreram porque com a maturação das plantas ocorre o direcionamento do carbono fotossintético para a estrutura das plantas, elevando os teores de carboidratos, especialmente estruturais e reduzindo o valor nutricional (BATTISTON et al., 2020).

Nas avaliações que contemplaram as respostas à adubação nitrogenada, o aumento da PB observado em resposta às doses de N nos três ciclos de avaliações devem-se à maior disponibilidade de N na solução do solo. Este, ao ser absorvido, não somente se encontra em teores mais elevados no tecido foliar das plantas (PAVINATO et al., 2014) como também, atua diretamente nos processos metabólicos e nas reações fotossintéticas (BATTISTON et al., 2020). Estes processos estimulam a produção de matéria seca (BATTISTON et al., 2020) pelo crescimento das plantas, porém, está associado à maior deposição de carboidratos estruturais para sustentar o peso das folhas e demais estrutura das plantas.

Assim, o aumento nos teores de FDN, FDA e CE é inevitável, e culmina com redução no NDT, DIGMS e VRF. Porém, o maior crescimento das plantas implica em maior possibilidade e seleção das porções mais digestíveis da planta aos animais durante o pastejo. Assim, a possibilidade de seleção acaba por compensar a redução do valor nutricional decorrente do maior teor de constituintes fibrosos na forragem.

O aumento nos teores de PB em resposta às doses de N nos anos de 2020 e 2021 em todos os ciclos avaliados é um resultado positivo para a qualidade nutricional das forragens obtidas, pois a PB tem correlação positiva com consumo de matéria seca (OLIVEIRA et al., 2017). Isso ocorre devido ao aumento da proteína degradável no rúmen que melhora a digestibilidade dos alimentos (CARDOSO et al., 2014). Entretanto, foi observada redução no CSMSPV nas avaliações de 2020 e do primeiro ciclo de 2021, devido ao aumento do FDN em função das doses de N.

A redução de consumo ocorre devido ao efeito de enchimento proporcionado pelo FDN (OLIVEIRA et al., 2017), que faz com que quanto maior o teor de FDN de uma forragem, menor será a capacidade de consumo da mesma, e menor o CMSPV (DETMANN et al., 2014). Ainda, é desejado um equilíbrio entre carboidratos e proteínas das plantas para a saúde e o desempenho do animal, pois a composição química e a degradação dos alimentos no rúmen determinam o crescimento microbiano e a produção de ácidos graxos voláteis, sendo estas, respectivamente, as principais fontes de proteína e energia para os bovinos (PERETTI et al., 2017).

O aumento das frações fibrosas em resposta às doses de N deve-se ao maior fluxo de tecidos e multiplicação celular que ocorre em função da disponibilidade do nutriente (FARIA et al., 2018). Neste processo ocorre uma aceleração do crescimento fisiológico da planta, causando aumento nos constituintes da parede celular para sustentação (MAGALHÃES et al., 2012). Assim, o fornecimento de nitrogênio aliado a condições climáticas favoráveis acelera a maturidade da planta (VITOR et al., 2009), ocasionando alongamento dos colmos (CASTAGNARA et al., 2011) e aumentando a senescência das folhas (VITOR et al., 2009).

Essa dinâmica limitando o efeito benéfico da adubação nitrogenada sobre os valores de FDN (VITOR et al., 2009) ocasionando aumento nos seus teores (MAGALHÃES et al., 2012) com redução da digestibilidade da matéria seca (VITOR et al., 2009). Os efeitos da adubação nitrogenada nos teores de FDN da forragem devem ser considerados para definição da dosagem a ser aplicada, uma vez que o teor de FDN é um importante parâmetro que define a qualidade da forragem, bem como limita a capacidade ingestiva por parte dos animais.

A DIGMS decresceu linearmente em resposta às doses de N em todas as avaliações, exceto para o terceiro ciclo de 2021 devido ao aumento das frações fibrosas. Ainda, exceto para o primeiro ciclo de crescimento dos anos de 2020 e 2021, em todos os demais ciclos avaliados a digestibilidade obtida na forragem foi baixa. Apenas na fase inicial de desenvolvimento das pastagens foram obtidos valores de digestibilidade superiores aos limites sugeridos de 660 e 680 g/kg, onde ocorreriam as máximas ingestões de forragem (CARDOSO et al., 2014). Desta forma, em condições de animais de alta exigência nutricional, as pastagens obtidas a partir do segundo ciclo avaliativo não poderia ser utilizadas como única fonte alimentar na dieta, sob pena de redução de desempenho dos animais devido à redução de consumo imposta.

## 6.5 Conclusão

A palhada residual afeta a produção de matéria seca e valor nutricional na fase inicial de crescimento do azevém e da aveia.

Devido à produção e valor nutricional a aveia é uma opção interessante para cultivo em SIPAs em terras baixas, porém, considerando todo o ciclo forrageiro o azevém mostrou-se mais produtivo.

A adubação nitrogenada até a dose de 150 kg/há potencializou a produção forrageira da aveia e do azevém nos três ciclos de avaliações produtivas e nos dois anos de condução dos experimentos. Entretanto, doses superiores podem ser testadas em ensaios futuros para determinação das doses ótimas para cada cultura.

Dentre as doses utilizadas nesse estudo, as doses a partir de 100 kg/ha de N, são as que potencializam as produções de MS de aveia e azevém principalmente em resteva de soja. Ambas as culturas podem ser alternativas eficientes na diversificação de culturas em SIPA como alimento para ruminantes.

## 6.6 Referências

ARENHARDT, E. G.; SILVA, J. A. G. DA; ARENHARDT, L. G.; SILVA, D. R. DA; GZERGORCZICK, M. E.; CEOLIN, G. P.; FIGUEIREDO, R. G.; OLIVEIRA, A. C. Technical and agronomic efficiency of oat cultivars as a function of nitrogen availability. **Científica**, v.45, n.3, p.257-270, 2017. <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2017v45n3p257-270>

ARENHARDT, E. G.; SILVA, J. A. G. DA; GEWEHR, E.; OLIVEIRA, A. C. DE; BINELO, M. O.; VALDIERO, A. C.; GZERGORCZICK, M. E.; LIMA, A. R. C. DE. The nitrogen supply in wheat cultivation dependent on weather conditions and succession system in southern Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n. 48, p.4322-4330, 2015. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10038>

BATTISTON, J., HENRIQUE, D. S., MAYER, L. R. R., KÖLLN, R. S., FLUCK, A. C., OLIVEIRA, J. G.; FERNANDES, R. A. A. Composição química e cinética de degradação ruminal in vitro de aveia branca cv. URS guapa sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.72, n.2, 581-589. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-11131>

BERGER, K.; VERRELST, J.; FÉRET, J. B.; WANG, Z.; WOCHER, M.; STRATHMANN, M.; DANNER, M.; MAUSER, W.; HANK, T. Crop nitrogen monitoring: Recent progress and principal developments in the context of imaging spectroscopy missions. **Remote Sensing of Environment**, v. 242, n.1, p. 111758, 2020. DOI 10.1016/j.rse.2020.111758. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111758>

BOLSEN, K.K. **Silage technology**. In: AUSTRALIAN MAIZE CONFERENCE, 2., 1996, Queensland. Anais... Queensland: Gatton College, p.1-30.1996.

CARDOSO, E.S.; SANTANA JR, H.A.; SANTANA, E.O.C.; FERREIRA, A.H.C.; MACIEL, M.S.; OLIVEIRA, Z.F.; FIGUEIREDO, C.B.; BRITO, J.M. Reguladores de consumo de bovinos em pastagem: recentes avanços. **Revista eletrônica Nutritime**. v. 11, n. 5, p. 3672-3682, 2014.

CASTAGNARA, D. D., MESQUITA, E. E., NERES, M. A., OLIVEIRA, P. S. R., DEMINICIS, B. B., & BAMBERG, R. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. **Archivos de zootecnia**, v..60, n.232, 931-942, 2011.

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.

CORDEIRO, C. F. D. S., BATISTA, G. D., LOPES, B. P., & ECHER, F. R. Plantas de cobertura aumentam a produtividade da soja cultivada após pastagem degradada em solo arenoso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, n.8, 514-521, 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n8p514-521>

COSGROVE, D.J. Plant cell wall extensibility: connecting plant cell growth with cell wall structure, mechanics, and the action of wall-modifying enzymes. **Journal of Experimental Botany**, v.67, p.463-476, 2016. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv511>

DETMANN E, GIONBELLI MP, HUHTANEN P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 10, p. 4632–4641. 2014. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7717>

FIN, S.S.; MARCHESAN, E.; GUBIANI, P.I.; FARENZENA, J.A.P.; MURARI, M.S.; COELHO, L.L.; CARGNELUTTI, A.; ARAMBURU, B.B. Duration of the effects of scarification and raised bed associated with vegetation cover on soybean yield on a Alfisol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.53, p. 1230-1238, 2018.

FU, Y.; YANG, G.; LI, Z.; LI, H.; LI, Z.; XU, X.; SONG, X.; ZHANG, Y.; DUAN, D.; ZHAO, C.; CHEN, L. Progress of hyperspectral data processing and modelling for cereal crop nitrogen monitoring. **Computers and Electronics in Agriculture**, vol. 172, p. 105321, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105321>.

GOLDIN, A. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. **Commun. Soil Sci. Plant. Anal.**, 18:1111-1116, 1987.

HUANG, Y.; RYU, Y.; JIANG, C.; KIMM, H.; KIM, S.; KANG, M.; SHIM, K. BESS-Rice: A remote sensing derived and biophysical process-based rice productivity simulation model. **Agricultural and Forest Meteorology**, vol. 256–257, no. March, p. 253–269, 2018. DOI [10.1016/j.agrformet.2018.03.014](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.03.014).

HURA, T.; HURA, K.; OSTROWSKA, A. *et al.* The cell wall-bound phenolics as a biochemical indicator of soil drought resistance in winter triticale. **Plant, Soil and Environment**, v.59, n. 1, p.189-195, 2013.

KRAISIG, A. R., DA SILVA, J. A., CARVALHO, I. R., DE MAMANN, Â. T., CORSO, J. S., & NORBERT, L. Time of nitrogen supply in yield, industrial and chemical quality of oat grains. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.24, n.10, p.700-706, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n10p700-706>

MACHADO, L. A. Z. et al. Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens para gado de corte. **Embrapa Pecuária Sudeste-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2010.

MAGALHÃES, J.A.; CARNEIRO, M.S. DE S.; ANDRADE, A.C.; PEREIRA, E.S.; SOUTO, J.S.; PINTO, M.S. DE C.; RODRIGUES, B.H.N.; COSTA, N. DE L.; MOCHEL FILHO, W. DE J.E. Eficiência do nitrogênio, produtividade e composição do capim-andropogon sob irrigação e adubação. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 236, p. 577-588, 2012.

MALAGUEZ, E. G.; DINARTE, G. V.; TADIELO, L. E.; DOS SANTOS, N. L. T.; CASTAGNARA, D. D. Alternatives for Spring Forage Emptiness in Pampa, Brazil. **Journal of Neotropical Agriculture**, vol.4,n4,p.58–64,2017. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i4.1590>.

MAMANN, A. T. W. DE; SILVA, J. A. G. DA; SCREMIN, O. B.; TRAUTMANN, A. P. B.; ARGENTA, C. V.; MATTER, E. M. Diffuse system simulating wheat productivity by nitrogen and temperature in the use of biopolymers. **Revista Brasileira de Engenharia**

**Agricola e Ambiental**, v.24, n.5, p.289-298, 2020. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n5p289-297>

MANTAI, R. D.; SILVA, J. A.G.; CARBONERA, R.; CARVALHO I.R.; LAUTENCHLEGER, F.; PEREIRA, L.M. Technical and agronomic efficiency of nitrogen use on the yield and quality of oat grains. Research developed at Augusto Pestana, RS, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online]** v. 25, n. 8 p. 529-537.2021. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n8p529-537>.

MAROLLI, A.; SILVA, J. A. G. DA; ROMITTI, M. V.; MANTAI, R. D.; SCREMIN, O. B.; FRANTZ, R. Z.; SAWICKI, S.; ARENHARDT, E. G.; GZERGORCZICK, M. E.; LIMA, A. R. C. DE. Contributive effect of growth regulator Trinexapac-Ethyl to oats yield in Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n. 10, p.795-804, 2017. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11784>.

MAROLLI, A.; SILVA, J. A. G. DA; SAWICKI, S.; BINELO, M. O.; SCREMIN, A. H.; REGINATTO, D. C.; DORNELLES, E. F.; LAMBRECHT, D. M. A simulação da biomassa de aveia por elementos climáticos, nitrogênio e regulador de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n. 2, p. 535-544, 2018. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9504>.

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.

MITTELMANN, A. Principais espécies forrageiras. In: PEGORARO, L. M. C. (Ed.). **Noções sobre produção de leite**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p.153, 2006.

NETO, R. L. Dinâmica do nitrogênio-15N de palha de arroz, soja e sorgo em dois solos de várzea. **Dissertação de mestrado**. UFSM. 2016.

NUTINI, F.; CONFALONIERI, R.; CREMA, A.; MOVEDI, E.; PALEARI, L.; STAVRAKOUDIS, D.; BOSCHETTI, M. An operational workflow to assess rice nutritional status based on satellite imagery and smartphone apps. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 154, n.8, p. 80–92, 2018. DOI <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.08.008>.

OLIVEIRA, C.B.; CAETANO, G.A.O.; CAETANO JUNIOR, M.B.; MARTINS, T.R.; OLIVEIRA, C.B. Mecanismos reguladores de consumo em bovinos de corte, **Nutritime Revista Eletrônica**, v.14, n.4, p.6066-6075, 2017.

PAVINATO, P. S., RESTELATTO, R., SARTOR, L. R.; PARIS, W. Production and nutritive value of ryegrass (cv. Barjumbo) under nitrogen fertilization. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n.2, 230-237. 2014 <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000200002>

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. <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402017000100009>

PINTO, C. W., BARTH, G., MOLIN, R., SILVA, D. A. D.; PAULETTI, V. Characterization of oat biomass for energy production. **Revista Caatinga**, v.34, n.3, 537-547. 2021. <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n305rc>

PRESCOTT, C. Litter decomposition: What controls it and how can we alter it to sequester more carbon in forest soils? **Biogeochemistry**, v. 101, n.1, p. 133-149, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10533-010-9439-0>

PRIBYL, D.W. A critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor. **Geoderma**, v.156, n.3-4, p.75-83, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.02.003>

REDIN, M.; RECOUS, S.; AITA, C.; DIETRICH, G.; SKOLAUDE, A.; LUDKE, W.; SCHMATZ, R.; GIACOMINI, S.J. How the Chemical composition and heterogeneity of crop residue mixture decomposing at the soil surface affects C and N mineralization. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 78, n., p.65-75, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.07.014>

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, J. A. G. DA; GOI NETO, C. J.; FERNANDES, S. B.V.; MANTAI, R. D.; SCREMIN, O. B.; PRETTO, R. A eficiência do nitrogênio em aveia na produtividade de grãos com estabilidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n. 1, p.1095-1100, 2016. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n12p1095-1100>

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

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR J.D.; VAN SOEST P.J.; FOX D.G.; RUSSELL J.B.; A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p. 3562-3577, 1992. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>

TAHIR, G.M.; HAQ, A.; KHALIQ, T. et al. Effect of different irrigation levels on yield and forage quality of Oat (*Avena Sativa*). **Applied Science Reports**, v.1, p.42-46, 2014. DOI: <https://doi.org/10.15192/PSCP.ASR.2014.3.1.4246>

VITOR, C.M.T.; FONSECA, D.M.; COSER, A.C.; MARTINS, C.E.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; RIBEIRO JUNIOR, J.I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 435-442, 2009. DOI <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000300006>

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A proposta do presente trabalho foi de contribuir para avanços técnico- científico e atender a demanda de produtores da Fronteira Oeste que buscam melhorar seus sistemas de produção através de alternativas mais sustentáveis e eficientes.

Como se trata de geração de dados de cunho científico, a hipótese testada seguramente irá contribuir para recomendações de adubação em pastagens hibernais cultivadas sob palhada de soja ou arroz. Além disso, o conhecimento obtido neste trabalho poderá ser difundido e explorado para aplicação em outras culturas forrageiras.

O cultivo de aveia tornou-se com o nosso estudo uma alternativa viável para utilização em SIPA'S , com intuito de atender a demanda alimentar dos ruminantes principalmente em períodos desafiadores como épocas de escassez forrageira enfrentados pelos pecuaristas da região.