

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

VITOR ANDRÉ

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E FORRAGEIRO DE CULTIVARES DE AVEIA NO
SUL DO BRASIL**

PATO BRANCO

2021

VITOR ANDRÉ

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E FORRAGEIRO DE CULTIVARES DE AVEIA NO
SUL DO BRASIL**

**Evaluation of the agronomic and forage performance of oat cultivars in
Southern Brazil**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Nome do Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Betania Brum de Bortoli.

Coorientadora: Tangriani Simioni Assmann.

PATO BRANCO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

VITOR ANDRÉ

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E FORRAGEIRO DE CULTIVARES DE AVEIA NO
SUL DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 26/novembro/2021

Betania Brum de Bortolli
Doutora (Agronomia)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco

Tangriani Simioni Assmann
Doutora (Agronomia)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco

Marcos Antonio de Bortolli
Doutor (Agronomia)
Produtor Rural

PATO BRANCO
2021

Dedico este trabalho à minha família, em especial a minha mãe e irmãs, as quais nunca mediram esforços para me proporcionar uma educação de qualidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Maria de Lourdes Stella André e Matias André (*in memoriam*), pelos ensinamentos, por ter mostrado o valor do trabalho, por ter apresentado a vida no campo e por não ter medido esforços para dar condições de vida melhores para mim e minhas irmãs.

Em especial, agradeço a minha mãe por ser quem és. Minha inspiração de luta, persistência e perseverança. Exemplo de mulher que sempre colocou os filhos e a família em primeiro lugar. Foi ela que, por caminhos árduos, me conduziu para esse momento. O título de Engenheiro Agrônomo é por ela e para ela.

Agradeço também as minhas irmãs, Adriele André e Franciele André. Apesar de irmãs, por muitas vezes foram minhas mães. Me ensinaram e me educaram. Me trouxeram até aqui por meio de muito acolhimento, suporte e auxílio.

À minha orientadora Prof^a Dr^a Betania Brum de Bortolli, agradeço a oportunidade, por encarar esse desafio junto comigo, por me orientar, transmitir um pouco de seu vasto conhecimento e acreditar no meu potencial. Uma professora excepcional, a qual transborda amor pelo Agro e pela formação de novos profissionais. Também sou grato à minha coorientadora Prof^a Dr^a Tangriani Simioni Assmann, a qual confiou em mim, me orientou e me mostrou o potencial da integração lavoura-pecuária.

Ao Dr Marcos Antonio de Bortolli, agradeço por compartilhar seus conhecimentos e por disponibilizar seu tempo, sua propriedade, estrutura e insumos para a realização deste trabalho. Também agradeço a Dr^a pesquisadora Angela Bernardon que mesmo a distância, sempre esteve disponível para sanar minhas dúvidas, repassar um pouco de seu conhecimento e me orientar.

Agradeço os meus colegas de faculdade Karine Zanata, Mariana Parzianello, Mateus Ruan Panis, Felipe Zandona Angheben e Sabrina Nespolo por todo companheirismo e auxílio na condução e avaliação do experimento.

À Central de Análises (LAQUA) da UTFPR – Campus Pato Branco por permitir a realização de análises químicas em suas dependências.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pela oportunidade de realização da graduação com ensino gratuito e de qualidade.

*O fardo é proporcional às forças, como
a recompensa será proporcional
à resignação e à coragem.*
(KARDEC, 1864)

RESUMO

Apesar da aveia forrageira ser amplamente utilizada pelos agricultores na região sul do Brasil para cobertura de solo e bovinocultura, muitos produtores utilizam sementes salvas e têm pouco conhecimento sobre as características dessas sementes e das cultivares certificadas disponíveis no mercado. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a avaliação agrônômica e forrageira de cultivares de aveia branca e preta utilizadas na região. Buscando também, verificar a relação entre as variáveis teor de nitrogênio na planta e clorofila, visto que em muitas culturas essa correlação é utilizada para definir o manejo da adubação nitrogenada. O experimento foi realizado em uma propriedade particular de Vitorino-PR em 2021 com quatro cultivares de aveia, sendo duas de aveia branca (AF 1340 e URS F FLETE) e duas de aveia preta (SALVA e BRS 139), no delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições. As variáveis analisadas foram altura do pasto, massa seca de forragem média e acumulada, densidade populacional de perfilhos, relação folha/colmo, densidade de forragem, teores de nitrogênio nas plantas e teores de clorofila a e b, em diferentes períodos (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Para fins de análise foram consideradas as combinações de quatro cultivares de aveia x quatro períodos de avaliação. As variáveis matéria seca por período, densidade populacional de perfilhos da área pastejada, densidade de forragem da área pastejada, matéria seca de forragem média da área pastejada e matéria seca de forragem média das gaiolas foram analisadas com uso de análise de medidas repetidas no tempo, já para teor de nitrogênio na área pastejada e relação folha/colmo da área pastejada foi utilizado um esquema fatorial tradicional e para a variável teor de nitrogênio das gaiolas utilizou-se o modelo de parcelas subdivididas no tempo. O desdobramento das interações entre os fatores períodos e cultivares foi feito pelo teste de Tukey ($\alpha= 5\%$). Para a verificação das relações lineares entre as os teores de nitrogênio e de clorofila na área pastejada e nas gaiolas de exclusão utilizou-se a análise de Correlação de Pearson ($\alpha= 5\%$). A aveia preta proveniente de sementes salvas apresentou produtividade de massa seca de forragem similar as cultivares de sementes certificadas (AF 1340, URS F FLETE e BRS 139). As cultivares de aveia branca apresentaram maior relação Folha/Colmo do que a das cultivares de aveia preta durante todo o ciclo vegetativo da cultura. Para as cultivares de aveia branca (AF 1340 e URS F FLETE) e aveia preta (SALVA e BRS 139) não se deve utilizar o clorofilômetro para estimar os teores de N na planta.

Palavras-chave: *Avena sativa* L.; *Avena strigosa*; integração lavoura-pecuária; pastagem.

ABSTRACT

Besides the oat forage being widely used by agriculturists in Southern Brazil in the winter as soil cover and for cattle farming, many of them use stored seeds and have little knowledge about the characteristics of these seeds and of certified cultivars available in the market. Thus, this paper aimed to assess the agronomic and forage performance of white and black oats used in the region. Also searching, to verify the relation between the nitrogen and chlorophyll content, since in many cultivars this correlation is used to define the nitrogen fertilization management. The experiment was performed in a private property in Vitorino-PR in 2021 with 4 oat cultivars, 2 white oat (AF 1340 and URS F FLETE) and two black oat ones (Stored seeds and BRS 139), in the randomized blocks outlining, with 4 repetitions. The analyzed variables were pasture height, average and cumulative forage dry mass, tillers population density, relation leave/stem, forage density, nitrogen content of the plant and chlorophyll a and b content during different periods (Period 1: June 11th -July 10th; Period 2: July 7th - August 7th; Period 3: August 8th - September 9th and Period 4: September 4th - October 2nd). For analysis purposes, four oat cultivars combinations were considered X four evaluation periods. The dry mass variables by period, tillers population density in the pasture area, forage density in the pasture area, average forage dry mass in the pasture area and the average forage dry mass in the cages were analyzed with the use of repeated measures overtime, for the nitrogen content in the pasture area the relation between leave/stem it was used a traditional factor scheme and for the nitrogen content in the cages plots subdivided in time. The interaction outcome between the factors periods and cultivars was done by the Tukey test ($\alpha= 5\%$). The Pearson correlation analysis was used to verify the linear relationship between the nitrogen and chlorophyll content in the pasture and the exclusion cages. The black oat coming from stored seeds presented similar production of forage dry mass to certified seeds cultivars (AF 1340, URS F FLETE e BRS 139). The white oat cultivars presented higher relation leave/stem than the black oat cultivars during the whole vegetative cycle of the crop. For the white oat cultivars (AF 1340 and URS F FLETE) and the black oat (Stored and BRS 139) the chlorophyll meter mustn't be used to estimate the N content in the plant.

Keywords: *Avena sativa* L.; *Avena strigosa*; crop-livestock system; pasture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Temperatura do ar e precipitação na região de Vitorino - PR, 2021	29
Figura 2 – Croqui do experimento em Vitorino - PR, 2021	31
Figura 3 – Gaiolas de exclusão na área experimental em Vitorino - PR, 2021	32
Figura 4 – Coleta de massa de forragem na área experimental em Vitorino - PR, 2021	33
Figura 5 – Lâminas foliares e colmos de uma subamostra, Pato Branco – PR. 2021	34
Figura 6 – Pesagem de MS em uma balança de precisão, Pato Branco – PR. 2021	35
Figura 7 – Utilização do clorofilômetro ClorofiLOG Falker em Vitorino – PR, 2021...	36
Figura 8 – Diagramas de dispersão e Coeficiente de Correlação Linear de Pearson entre as variáveis Matéria Seca de Forragem Média na Área Pastejada (MSFAP, em Kg ha^{-1}) e a Matéria Seca de Forragem Média nas Gaiolas de Exclusão (MSG, em Kg ha^{-1}) de 16 amostras das cultivares de aveia branca, AF 1340 e URS F FLETE. Vitorino, PR, 2021	53
Figura 9 – Diagramas de dispersão e Coeficiente de Correlação Linear de Pearson entre as variáveis Matéria Seca de Forragem Média na Área Pastejada (MSFAP, em Kg ha^{-1}) e a Matéria Seca de Forragem Média nas Gaiolas de Exclusão (MSG, em Kg ha^{-1}) de 16 amostras das cultivares de aveia preta, SALVA e BRS 139. Vitorino, PR, 2021	54
Figura 10 – Concentração de N (g kg^{-1}) na biomassa aérea acumulada em relação a concentração de N calculado e expresso na curva de diluição proposta por Lemaire (1997) conforme o acúmulo de massa seca de forragem das cultivares SALVA, AF 1340, URS F FLETE e BRS 139. Vitorino-PR, 2021	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 centímetros: teor de matéria orgânica (M. O.), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), pH em CaCl ₂ , soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação de bases (V%)	30
Tabela 2 – Resumo da análise de variância de medidas repetidas no tempo ($\alpha= 5\%$) com estrutura da matriz de covariâncias componente de variância (VC: variâncias desiguais entre cortes (σ^2 , $i; i=1,2,\dots,p$ períodos de tempo; e, observações independentes) em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10) das variáveis: Matéria Seca Acumulada por período (MSAp, em Kg de MS ha ⁻¹), Densidade de Perfilhos na Área Pastejada (DPAP, em perfilhos m ⁻²) e Densidade de Forragem na Área Pastejada (DFAP, em Kg de MS ha ⁻¹ cm ⁻¹). Vitorino – PR, 2021	41
Tabela 3 – Resumo da análise de variância de medidas repetidas no tempo ($\alpha= 5\%$) para a variável Matéria Seca de Forragem Média na área pastejada (MSFAP, em Kg de MS ha ⁻¹) com estrutura da matriz de covariâncias simetria composta [CS: variâncias ($\sigma^2 + \sigma^1$) e covariâncias (σ^1) homogêneas]; e para a variável Matéria seca média de Forragem nas gaiolas (MSFG, em Kg de MS ha ⁻¹), com componente de variância (VC: variâncias desiguais entre cortes (σ^2 , $i; i=1,2,\dots,p$ períodos de tempo; e, observações independentes), em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021	42
Tabela 4 – Resumo da análise de variância da matéria seca acumulada total de quatro cultivares de aveia forrageira em um experimento conduzido no DBA em Vitorino-PR, 2021	42
Tabela 5 – Resumo da análise de variância ($\alpha= 5\%$) para a variável Teor de Nitrogênio nas Gaiolas (TNG, em %) em parcelas subdivididas, em um experimento conduzido no DBA com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021	43
Tabela 6 – Resumo da análise de variância para as variáveis: relação Folha/colmo de aveia na área pastejada (FCAP) e Teor de Nitrogênio das plantas na Área Pastejada (TNAP, em %), em um experimento fatorial conduzido no DBA com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021.....	43
Tabela 7 – Médias da variável Matéria Seca Acumulada por período (MSAp, em Kg de MS ha ⁻¹) em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021	45

Tabela 8 – Médias de Matéria Seca Acumulada total (Kg MS ha ⁻¹) de quatro cultivares de aveia forrageira em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso em Vitorino-PR, 2021.....	47
Tabela 9 – Médias da variável Densidade de Perfilhos (DPAP, em perfilhos m ⁻²) em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021	48
Tabela 10 – Médias da variável Relação Folha/Colmo na Área Pastejada (FCAP) em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021	50
Tabela 11 – Médias das variáveis: Matéria seca de Forragem média na Área Pastejada (MSFAP, em Kg de MS ha ⁻¹) e Matéria Seca de Forragem média nas Gaiolas (MSFG, em Kg de MS ha ⁻¹ em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021	52
Tabela 12 – Médias de Densidade de Forragem na Área Pastejada (DFAP) de quatro cultivares de aveia forrageira em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021	55
Tabela 13 – Médias de Densidade de Forragem de aveia na Área Pastejada (DFAP) em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10) em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira avaliadas nos quatro períodos. Vitorino – PR, 2021	56
Tabela 14 – Médias das variáveis Teor de nitrogênio nas amostras da Área Pastejada (TNAP, em %) e Teor de nitrogênio nas amostras das gaiolas (TNG, em %) em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021.....	57
Tabela 15 – Teor de nitrogênio de plantas de aveia na área pastejada (TNAP, em %) e nas gaiolas de exclusão (TNG, em %) em 64 amostras de aveia, cultivares AF 1340, URS F FLETE, SALVA e BRS 139. Vitorino, PR, 2021	58
Tabela 16 – Coeficientes de correlação linear de Pearson entre as variáveis: Teor de nitrogênio nas gaiolas (TNG, em %), Teor de Clorofila A do extrato inferior do dossel nas amostras das gaiolas (CAIG, em ICF), Teor de Clorofila B do extrato inferior do dossel nas amostras das gaiolas (CBIG, em ICF), Teor de Clorofila A do extrato médio do dossel nas amostras das gaiolas (CAMG, em ICF), Teor de Clorofila B do extrato médio do dossel nas amostras das gaiolas (CBMG, em ICF), Teor de Clorofila A do extrato superior do dossel nas amostras das gaiolas (CASG, em ICF), Teor de Clorofila B do extrato superior do dossel nas amostras das gaiolas (CBSG, em ICF) e Teor de Clorofila A média dos extratos do dossel nas amostras das gaiolas (CAAG, em ICF) para a cultivares de aveia SALVA, AF 1340, URS F FLETE	

e BRS 139, com n= 48 amostras, no interior de gaiolas de exclusão. Vitorino – PR, 2021	61
Tabela 17 – Coeficientes de correlação linear de Pearson entre as variáveis: Teor de Nitrogênio das plantas na Área Pastejada (TNAP, em %), Teor de Clorofila A do extrato inferior do dossel das amostras na Área Pastejada (CAIAP, em ICF), Teor de Clorofila B do extrato inferior do dossel das amostras na Área Pastejada (CBIAP, em ICF), Teor de Clorofila A do extrato médio do dossel das amostras na Área Pastejada (CAMAP, em ICF), Teor de Clorofila B do extrato médio do dossel das amostras na Área Pastejada (CBMAP, em ICF), Teor de Clorofila A do extrato superior do dossel das amostras na Área Pastejada (CASAP, em ICF), Teor de Clorofila B do extrato superior do dossel das amostras na Área Pastejada (CBSAP, em ICF), Teor de Clorofila A média dos extratos do dossel das amostras na Área Pastejada (CAAAP, em ICF) e Teor de Clorofila B média dos extratos do dossel das amostras na Área Pastejada (CBAAP, em ICF) para a cultivares de aveia SALVA, AF 1340, URS F FLETE e BRS 139, com n= 48 amostras, nas áreas pastejadas. Vitorino – PR, 2021	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C/N	Relação entre carbono e nitrogênio
CAAAP	Teor de Clorofila A média dos extratos do dossel das amostras na área pastejada
CAAG	Teor de Clorofila A média dos extratos do dossel nas amostras das gaiolas
CAIAP	Teor de Clorofila A do extrato inferior do dossel das amostras na área pastejada
CAIG	Teor de Clorofila A do extrato inferior do dossel nas amostras das gaiolas
CAMAP	Teor de Clorofila A do extrato médio do dossel das amostras na área pastejada
CAMG	Teor de Clorofila A do extrato médio do dossel nas amostras das gaiolas
CASAP	Teor de Clorofila A do extrato superior do dossel das amostras na área pastejada
CASG	Teor de Clorofila A do extrato superior do dossel nas amostras das gaiolas
CBAAP	Teor de Clorofila B média dos extratos do dossel das amostras na área pastejada
CBIAP	Teor de Clorofila B do extrato inferior do dossel das amostras na área pastejada
CBIG	Teor de Clorofila B do extrato inferior do dossel nas amostras das gaiolas
CBMAP	Teor de Clorofila B do extrato médio do dossel das amostras na área pastejada
CBMG	Teor de Clorofila B do extrato médio do dossel nas amostras das gaiolas
CBSAP	Teor de Clorofila B do extrato superior do dossel das amostras na área pastejada
CBSG	Teor de Clorofila B do extrato superior do dossel nas amostras das gaiolas
CTC	Capacidade de troca catiônica
CV	Coeficiente de variação
DAE	Dias após emergência
DBA	Delineamento Blocos ao Acaso
DFAP	Densidade de forragem na área pastejada
DPAP	Densidade de perfilhos na área pastejada
FCAP	Relação Folha/Colmo de aveia na área pastejada
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICF	Índice de Clorofila Falker

M.O.	Matéria Orgânica
MF	Massa de forragem
MS	Matéria Seca
MSAp	Matéria seca acumulada por período
MSAt	Matéria seca acumulada total
MSFAP	Matéria seca de forragem média na área pastejada
MSFG	Matéria seca de forragem média nas gaiolas
SB	Soma de bases trocáveis
TAD	Taxa de Acúmulo Diário
TNAP	Teor de nitrogênio das plantas na área pastejada
TNG	Teor de nitrogênio nas gaiolas

LISTA DE SÍMBOLOS

σ^1	Desvio padrão populacional
σ^2	Variância populacional
C	Carbono
Ca	Cálcio
CaCl ₂	Cloreto de cálcio
H ⁺ /Al	Acidez potencial
H ₂ O ₂	Peróxido de hidrogênio
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
K	Potássio
KCl	Cloreto de potássio
Mg	Magnésio
N	Nitrogênio
NH ₄ ⁺	Amônio
°C	Graus Celsius
P	Fósforo
pH	Potencial Hidrogeniônico
V	Saturação de bases
α	Probabilidade de erro tipo I

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	16
1.1.1	Objetivo geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	17
2.1	Pastagem de inverno e produção de bovinos	17
2.2	Cultura da aveia	18
2.3	Adubação nitrogenada na cultura da aveia	20
2.4	Manejo de corte e pasto de aveia	22
2.5	Liberação de nitrogênio da palhada de aveia	24
2.6	Uso do clorofilômetro na determinação de clorofila nas plantas de aveia forrageira e relações lineares entre teores de clorofila e de N	26
3	MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1	Local do experimento	29
3.2	Delineamento experimental e condução do experimento	30
3.3	Variáveis coletadas	32
3.3.1	Altura do pasto	32
3.3.2	Massa de forragem.....	32
<u>3.3.2.1</u>	<u>Densidade populacional de perfilhos</u>	<u>34</u>
<u>3.3.2.2</u>	<u>Matéria seca de folha e colmo</u>	<u>34</u>
<u>3.3.2.3</u>	<u>Matéria seca de forragem</u>	<u>34</u>
<u>3.3.2.4</u>	<u>Relação folha/colmo</u>	<u>35</u>
<u>3.3.2.5</u>	<u>Densidade de forragem</u>	<u>35</u>
<u>3.3.2.6</u>	<u>Matéria seca acumulada por período</u>	<u>35</u>
<u>3.3.2.7</u>	<u>Matéria seca acumulada total</u>	<u>36</u>
3.3.3	Teores de clorofila a, b e total	36
3.3.4	Teor de nitrogênio na planta.....	37
3.4	Análises estatísticas	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1	Comparação de cultivares de aveia preta e branca forrageiras em diferentes períodos de avaliação	40
4.1.1	Matéria Seca Acumulada por período e total	44
4.1.2	Densidade de perfilhos na área pastejada	48

4.1.3	Relação Folha/Colmo na área pastejada	49
4.1.4	Massa de forragem média na área pastejada e nas gaiolas	51
4.1.5	Densidade de Forragem na Área Pastejada	55
4.1.6	Teor de nitrogênio nas amostras da área pastejada e das gaiolas	56
4.2	Curva de Diluição de Nitrogênio	59
4.3	Relação entre os teores de nitrogênio na área pastejada e nas gaiolas com os teores de clorofila a e b em cultivares de aveia forrageira.....	60
5	CONCLUSÕES	64
	REFERÊNCIAS.....	65

1 INTRODUÇÃO

A pecuária de bovinos no Brasil é globalmente reconhecida por sua capacidade produtiva e de participação no mercado internacional. Hoje, a bovinocultura de corte e de leite são de grande relevância para a economia brasileira. Segundo o IBGE (2020), a pecuária de bovinos é responsável pela maior ocupação territorial do país, tendo em 2020, um rebanho de aproximadamente 218,2 milhões de cabeça, o qual representa o segundo maior produtor dessa carne e o principal exportador do mundo. Em paralelo, nesse mesmo ano a produção nacional de leite atingiu 35,4 bilhões de litros, mantendo o Brasil como o quinto maior produtor de leite do mundo, sendo a região Sul responsável por 34,0% dessa produção.

É possível notar o aumento da produtividade das pastagens ao verificar a taxa de lotação dos animais por hectare. A taxa de lotação de 1996 para 2006 foi de 0,86 animais ha⁻¹ para 1,08 animais ha⁻¹, demonstrando que o aumento do rebanho bovino não foi proporcional ao aumento das áreas de pastagens. Hoje, na bovinocultura, espera-se que o gado ganhe o maior peso possível na menor quantidade de tempo e usando a menor quantidade de recursos. Ao dar importância para a qualidade agrônômica e forrageira das pastagens hibernais, tem-se uma das variáveis mais importantes para o atual objetivo da bovinocultura, bem como a resposta para a explicação da taxa de lotação desses animais (TILP, 2009).

Plantas forrageiras cultivadas durante o inverno são amplamente utilizadas para a alimentação de ruminantes, como bovinos, pela sua viabilidade, bem como, por minimizarem o déficit alimentar que esses animais podem vir a passar durante essa estação (LUPATINI *et al.*, 2013). Lopes *et al.* (2008) afirmam em suas pesquisas que a utilização de pastagens hibernais é essencial para a terminação de bovinos superprecoces durante a entressafra, visto que o ciclo produtivo é reduzido e portanto, eleva-se a rentabilidade para o agricultor. No Paraná, as gramíneas anuais de inverno chegaram a produzir seis toneladas de matéria seca por hectare por ano (MOREIRA *et al.*, 2005). Ainda, experimentos realizados por Piazzetta *et al.* (2009) em Campo Mourão – PR demonstraram ótimos teores de proteína bruta nas pastagens de aveia e azevém, com médias que variaram de 20,80 a 23,80%. Tais teores permitiram expressar, para a categoria de novilhas de cruzamento Nelore e Red Angus, o máximo ganho de peso.

Visto a importância da produção de gramíneas hibernais na suplementação alimentar de bovinos, deve-se enfatizar os sistemas de integração lavoura-pecuária que vieram para demonstrar como a produção de forrageiras no inverno pode auxiliar não somente na pecuária como também na melhoria do desempenho produtivo de grandes culturas. A aveia preta e azevém são muito utilizadas na integração lavoura-pecuária, pois são ótimas coberturas de solo em áreas com semeadura direta, que acabam tornando a atividade pecuária economicamente viável para o agricultor (LOPES *et al.*, 2009). Por muito tempo a possibilidade de compactação de solo em decorrência da utilização de carga animal nessas áreas foi uma preocupação, atualmente pesquisas como a de Baggio *et al.* (2009) demonstram que pastagens conduzidas da maneira correta não trazem problemas; mais do que isso, que quando são conduzidas em intensidades moderadas de pastejo, entre 15 até 30 centímetros de altura da pastagem, é visto um aumento da cobertura do solo e acúmulo de carbono sem reduzir a quantidade de grãos da lavoura subsequente.

Ainda sobre o manejo de altura das pastagens, Levinski-Huf (2018) conclui que a manutenção dos pastos em altura baixa intensifica a ciclagem de nutrientes no solo. Essa conclusão é importante visto que justifica a adubação nitrogenada na pastagem, por favorecer o fornecimento de nitrogênio de forma eficiente para culturas subsequentes. Em concordância com esses resultados, Bortolli (2016) comprova que os efeitos da altura do pasto e a presença ou não de N na pastagem influencia até na decomposição da cultura subsequente, no caso estudado, na palhada do milho. De forma que estes fatores são importantes ferramentas para a melhoria da eficiência da adubação nitrogenada, seja para obter melhores produtividades como também para a redução de impactos ambientais causados por adubações exacerbadas.

A aveia preta (*Avena strigosa*) tem grande importância no sul do Brasil e no estado de São Paulo como planta de cobertura. No sistema de semeadura direta, que é amplamente adotado, essa espécie é largamente utilizada como adubo verde de inverno, favorecendo a implantação das culturas de verão. O emprego dessa cultura é resultante das características que a destacam do restante das plantas de cobertura, como a capacidade de perfilhamento, a resistência a pragas e doenças, a formação de cobertura do solo e sua produção de matéria verde (BORTOLINI; SILVA; ARGENTA, 2000). Além disso, Machado (2000) afirma que a aveia preta suporta estresse hídrico, geada e baixas temperaturas, tolera a presença de alumínio no solo

e tem um desenvolvimento rápido, o que prejudica o desenvolvimento de plantas indesejáveis na lavoura.

A utilização dessa espécie forrageira e da aveia branca (*Avena Sativa* L.) na alimentação de bovinos de corte e de leite se dá pelo alto nível de proteínas e teor energético, além de apresentar boa palatabilidade e digestibilidade. A aveia branca também é utilizada para a produção de forragem, feno, silagem e grãos em virtude de sua alta produtividade de matéria verde e seca. A matéria verde varia entre dez a trinta toneladas por hectare, enquanto a matéria seca varia de entre duas a seis toneladas por hectare (CECCON; GRASSI FILHO; BICUDO, 2004; MAZOCCO, 2019).

A aveia possui uma ampla adaptabilidade e é cultivada em diversos estados como no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo (NORO *et al.*, 2003). Essa variabilidade geográfica faz com que a aveia seja cultivada em diferentes variações de temperatura, em diferentes relevos, níveis pluviométricos, radiação solar e outros fatores edafoclimáticos. No entanto, na região de Vitorino – Paraná, muitos produtores ainda têm utilizado sementes salvas para a semeadura e têm pouco conhecimento sobre as características agrônômicas e forrageiras das referidas sementes e das cultivares certificadas disponíveis no mercado. Além disso, no cultivo da aveia nem sempre os produtores se preocupam com as quantidades indicadas de nutrientes importantes para a cultura, tais como o nitrogênio em cobertura. Embora se saiba que a adubação nitrogenada aumenta a produção de forragem e o teor de N na biomassa aérea acumulada, além de aumentar a disponibilidade do N mineral para as plantas na camada 0-5 cm abaixo da superfície do solo (BERNARDON, 2016).

Então, percebe-se que há necessidade de estudar e conhecer as plantas provenientes de cultivares disponíveis no mercado e de sementes salvas quanto ao seu desempenho na região mencionada. Portanto, o objetivo deste trabalho é realizar a avaliação agrônômica e forrageira de cultivares de aveia branca e preta, provenientes de sementes salvas e certificadas no município de Vitorino - Paraná, visando a busca pelas cultivares que apresentem maiores rendimentos de matéria seca, quando utilizadas para pastejo e cobertura do solo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é realizar a avaliação agronômica e forrageira de cultivares de aveia branca e preta provenientes de sementes salvas e certificadas na região sul do Brasil.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a produção de forragem de cultivares de aveia branca e preta provenientes de sementes salvas e certificadas.
- Analisar e comparar as características morfológicas e a qualidade da forragem de cultivares de aveia branca e preta.
- Verificar as relações entre os teores de clorofila aferido pelo clorofilômetro em diferentes cortes da pastagem e o nível de nitrogênio na planta.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Pastagem de inverno e produção de bovinos

As pastagens naturais são extensivamente utilizadas na produção de bovinos na região sul do Brasil, uma vez que a região apresenta um grande número de espécies com alto potencial forrageiro. Além de ser um alimento nutritivo para esses animais, essas pastagens são exploradas sem a aplicação de um investimento financeiro alto. Isso, faz com que o sistema de produção fique mais barato e economicamente viável. Contudo, grande parte dessas espécies são de verão, o que faz com que devido às baixas temperaturas e geadas nas estações frias do ano, seja constatada diminuição na disponibilidade e qualidade dessas pastagens, provocando um déficit alimentar para o rebanho bovino. O cultivo de pastagens de estação fria vem para suprir essa carência alimentar, que caso não seja solucionado, pode trazer problemas como baixas taxas de natalidade, baixos índices de repetição de cria, altas taxas de mortalidade de bezerros e idade avançada de acasalamento de fêmeas (TAFERNABERRI JUNIOR, 2010).

Para o cultivo de pastagens de inverno deve-se buscar espécies com boas características nutricionais, agronômicas e forrageiras, as quais permitem que os animais expressem um desempenho ideal de ganho de peso e condição corporal na fase de recria, reduzindo os custos de produção e idade de abate dos animais ao antecipar a fase de terminação (PEREIRA, 2015).

Pereira (2015) ressalta que a velocidade de crescimento das novilhas é o fator que deve prever a intensidade de pastejo nas pastagens de inverno. Porém, como a intensa utilização da pastagem está associada com a baixa disponibilidade de matéria seca, deve-se fazer um bom manejo da área para que esses fatores não prejudiquem o desempenho animal e/ou o desempenho da espécie forrageira. Ademais, Pilau *et al.* (2005) afirmam que existe uma melhoria significativa no ganho de peso de novilhas de corte nos períodos inicial e final do pastejo quando essas são submetidas em pastagem de aveia + azevém com disponibilidade de forragem entre 1.200 a 1.500 kg ha⁻¹ de MS. França (2018) reforça que aveia e azevém, quando manejadas da forma correta, apresentam alta capacidade produtiva.

A capacidade fotossintética de espécies forrageiras é ampliada com o aumento da massa de forragem, isso ocorre em decorrência da maior interceptação de luz por conta da área foliar. Pela maior assimilação de carbono, a produção de forragem e o crescimento das plantas é intensificado. Mas, caso essa massa de forragem atinja níveis muito elevados, a produção de forragem tende a diminuir por conta do material morto presente que interfere na produção de fotoassimilados (PEREIRA, 2015).

A produção de pastagem é influenciada por diversos fatores, como a carga animal a ser utilizada e o momento em que o pastejo é iniciado, uma vez que se for feito pastejo enquanto as plantas ainda não desenvolveram um sistema radicular relativamente forte, o rebanho de bovinos pode provocar o arranquio dessas plantas. Ainda, se o pastejo for realizado antes da pastagem acumular uma boa quantidade de carboidratos, o rebrote pode ser afetado negativamente. Em contrapartida, caso o pastejo seja muito tardio, ocorrerá o acamamento e a elevação do meristema apical, o qual é facilmente eliminado pelo pastejo (PEREIRA, 2015).

2.2 Cultura da aveia

A cultura da aveia preta é utilizada no inverno com a finalidade de reduzir o vazio forrageiro, visto que essa é uma planta que se popularizou devido ao seu manejo, resistência a doenças e fácil aquisição de sementes. Outrossim, apresenta elevada produção de matéria seca, se desenvolvendo rapidamente proporcionando excelente produção de massa de forragem nos primeiros cortes/pastejos. Em contrapartida, produz menos nos pastejos subsequentes (CERETTA *et al.*, 2002). Em paralelo, a aveia branca, que apesar de ser menos rústica do que a aveia preta, também é amplamente utilizada para essa finalidade, por ser mais tolerante ao frio, ser bem aceita pelos animais e ter uma expressiva produção de massa seca a partir do segundo pastejo (FONTANELI *et al.*, 2012).

A aveia preta tem um sistema radicular bastante desenvolvido, o qual tem um crescimento incrementado quando aplicado corretivos de acidez do solo no sistema de plantio direto (CORRÊA *et al.*, 2008). Concomitantemente, a aveia branca também responde positivamente à calagem, sendo observado por Marques (2008) um acréscimo na produtividade quando aplicado calcário isoladamente. Soratto e Crusciol

(2008) reforçam essa correlação entre aplicação de corretivos no solo e melhoria das características fisiológicas da aveia preta ao comprovar que a calagem em superfície aumenta a produtividade de grãos da aveia preta em ano com deficiência hídrica. Em paralelo, Ramos Junior *et al.* (2013) comprovam que a aveia preta apresenta raízes mais finas que milho, sorgo granífero e sorgo-de-guiné. Tal característica é importante pois raízes mais finas são mais eficientes na absorção de água e conferem à planta maior tolerância em situações de estresse. Esse conceito foi verificado nessa pesquisa ao ser constatado que a aveia preta não foi afetada pela disponibilidade de água no solo quando analisado a produção de matéria seca, tanto da parte aérea quanto das raízes.

O uso da aveia como planta de cobertura é amplamente adotado na região sul do país, visto que o sistema de semeadura direta é predominante na agricultura moderna e essa tem como princípio básico o manejo conservacionista do solo. Dentre os diversos benefícios desse sistema, tem-se o controle da erosão do solo como também a ciclagem de nutrientes na sucessão de culturas (AMADO; SANTI; ACOSTA, 2003; KUBO *et al.*, 2007). Em correlato, Bernardon (2016) notou um aumento na taxa de acúmulo diário do Nitrogênio Pastagem durante o período de utilização da pastagem. Tal incremento na TAD foi observado até 178 dias após a adubação nitrogenada da pastagem, o que corrobora o conceito de que a adubação nitrogenada da aveia, dentro da integração lavoura-pecuária, promove o aumento da taxa de reciclagem do N em razão da deposição de urina e fezes dos animais, tornando-o disponível às plantas. Ainda, Rhoden (2019) indica em sua pesquisa que os restos culturais da pastagem alavancam a ciclagem de N entre o período de pastagem e cultura de grãos, quando essa pastagem é manejada em altura alta, visto que promove maiores teores de amônio no solo e maior índice nutricional nitrogenado do feijoeiro.

A utilização de pastos anuais apresenta elevado rendimento de forragem, ganho de peso vivo por unidade de área e de peso por animal. A aveia preta pode ser utilizada para que os animais criados a pasto atinjam tais rendimentos e ganhos (GRISE *et al.*, 2002). Segundo Restle *et al.* (2000), a aveia preta apresenta excelente potencial de produção de forragem e ganho de peso, com um consumo de matéria seca relativamente bom pelos animais. Já a aveia branca, quando submetida a pastejo controlado, de até quatro semanas, aumenta o rendimento de grãos e de matéria seca, o que confirma a existência de cultivares dessa espécie que apresentam alta aptidão a sistemas de duplo propósito (BORTOLINI; MORAES; CARVALHO, 2005).

As pesquisas de Restle *et al.* (1998) indicam que novilhos, quando em pastejo contínuo de aveia preta + azevém, apresentam maior ganho de peso médio diário (1,598 kg), ganho de peso vivo por hectare (598 kg) e melhor eficiência de transformação do pasto em ganho de peso, quando comparado ao desempenho de bezerros e vacas de descarte. Tais resultados demonstram que essas espécies forrageiras apresentam um ótimo potencial de produção. Já no sudoeste do Paraná, Hirai *et al.* (2014) constatam a importância da aveia branca para a obtenção de uma melhor qualidade de carcaça e carne mais macia quando esses animais são mantidos em pastagem com suplementação a base de milho.

Apesar do cultivo rotineiro de aveia no inverno, pelos agricultores da região sul do Brasil, verifica-se que, muitas vezes, nem sempre é alcançado todo potencial produtivo de matéria verde para pastagem e matéria seca para cobertura do solo no sistema de semeadura direta. Isso ocorre, principalmente por dois motivos: 1) muitos agricultores economizam ao escolher a semente de aveia, optando por usar sementes salvas, ao invés de certificadas; e, 2) visando reduzir gastos com insumos, o produtor não aplica nitrogênio em cobertura na aveia, embora, diversos trabalhos, tem comprovado que a aplicação de nitrogênio em cobertura na aveia gera ganhos em produção de grãos nas culturas subsequentes, como na soja (TATTO, 2017), milho (BORTOLLI, 2016; LEVINSKI-HUF, 2018) e feijão (LEVINSKI-HUF, 2018; RHODEN, 2019). Esses dois fatores resultam em emergência desuniforme da pastagem e baixa produção de matéria verde para pastejo do gado e matéria seca para cobertura do solo, base do sistema de semeadura direta.

2.3 Adubação nitrogenada na cultura da aveia

Ao avaliar a intensidade de pastejo e a antecipação da adubação nitrogenada em pastagem de aveia preta, Rissi (2015) constatou que a oferta de forragem teve acréscimo de 20% quando as plantas forrageiras receberam adubação nitrogenada, destacando que para maiores produções de forragem é fundamental proceder a adubação da pastagem, pois o efeito residual da adubação da cultura de grãos anterior à pastagem praticamente não ocorre, o que compromete a produção de pasto. Ao mesmo tempo que Maccari (2016) comprova que a adubação nitrogenada em

conjunto com altura de dossel, influencia os valores dos teores de proteína bruta de pastagem com aveia preta.

O nitrogênio é um dos fertilizantes que gera maior custo na produção da aveia-branca. Contudo, este custo é justificável pelo fato de que as cultivares mais recentes e modernas dessa espécie vem apresentando maior eficiência no uso desse nutriente, o qual faz parte da biossíntese de clorofila, proteínas e enzimas (WOLFF; FLOSS, 2008). Isso corrobora com as pesquisas de Kolchinski e Schuch (2003), que demonstram a aplicação de tal fertilizante pode influenciar não só o crescimento das plantas, como aumentar produtividade e rendimento de grãos.

Lupatini *et al.* (1998) afirmam que a utilização de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionou o aumento médio de 122% na taxa de acúmulo de matéria seca da pastagem, além de provocar um aumento linear do teor e produção de proteína bruta com a adubação nitrogenada. Ao passo que Ferreira *et al.* (2009) demonstraram que o aumento dessa dose de nitrogênio reduz a requeima das folhas e propicia um ótimo suprimento de nitrogênio para as plantas de milho, independentemente da quantidade de matéria seca de aveia preta depositada no solo. Em concordância às pesquisas anteriores, Amado, Santi e Acosta (2003) relatam que a adubação nitrogenada na aveia preta aumentou, de forma quadrática e linear respectivamente, a produção de matéria seca e a quantidade de nitrogênio acumulado na massa verde. Demonstrando ainda que os maiores incrementos na produção de matéria seca ocorreram com aplicações de até 120 kg ha⁻¹, obtendo o ponto de eficiência máxima aos 180 kg ha⁻¹.

Na cultura da aveia branca, o perfilhamento é uma característica importante na determinação do rendimento de grãos, pois afeta o número de panículas por área. Mais do que isso, Mantai *et al.* (2017) ressaltam que elevadas doses de N-fertilizante podem aumentar o número e a permanência dos perfilhos férteis.

Ao verificar a relação C/N dos resíduos produzidos pela aveia preta, tem-se o decréscimo dessa quando a disponibilidade de nitrogênio é aumentada (AMADO; SANTI; ACOSTA, 2003), ou seja, a adubação nitrogenada é inversamente proporcional à relação C/N dos resíduos produzidos. Visto que associação promoveu um incremento linear no rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão. Apesar de não ser suficiente para atender completamente a demanda de N pela cultura do milho.

A eficiência da aveia preta em ciclar nutrientes para a cultura subsequente é ampliada pela adubação nitrogenada da pastagem. Visto que essa adubação

oportuniza que, com o aumento da matéria verde e seca, esses permaneçam protegendo a superfície do solo nas culturas subsequentes, como no milho. Ainda, os nutrientes observados que são, quantitativamente, mais ciclados são potássio e cálcio (AMADO; SANTI; ACOSTA, 2003). Bortolli (2016) obteve conclusões que entram em concordância com essas pesquisas, visto que o autor comprovou, por meio da avaliação dos componentes de rendimento da cultura subsequente, que a adubação da pastagem forneceu, pelos resíduos da aveia preta, nitrogênio para o estabelecimento inicial da cultura do milho e ainda, promoveu melhor sincronia com os períodos de maior necessidade da cultura.

Bernardon (2016) indica que, de acordo com as altas taxas encontradas de recuperação de N pela pastagem, o nitrogênio aplicado contribuiu para a mineralização da matéria orgânica do solo, o que provocou o aumento da disponibilidade deste nutriente no sistema solo-planta. De forma que, nos tratamentos de alta e baixa altura do pasto, a pastagem absorveu e recuperou um valor acima do N que havia sido aplicado.

Assim como a aplicação de fertilizantes nitrogenados, a disponibilidade de nitrogênio no solo é de suma importância, visto que as plantas buscam no solo todos os nutrientes que precisam. Essa disponibilidade de N é influenciada pelas condições hídricas e químicas do solo, fatores que são extremamente instáveis e que podem levar a má estimativa dos teores de N (COLAÇO; BRAMLEY, 2018). Isso ocorre pelo fato de que o solo está sujeito a perdas significativas de nutrientes, principalmente por lixiviação (KOLCHINSKI; SCHUCH, 2003). Em função dos fatos pontuados, vem sendo realizados diversos estudos com a finalidade de otimizar o manejo da adubação nitrogenada.

2.4 Manejo de corte e pasto de aveia

A altura de manejo de corte da aveia preta determina a quantidade de matéria seca que é produzida e reciclada no sistema, uma vez que a proporção de tecido removido, o grau de desfolha das plantas, a intensidade da desfolha e o tempo de recomposição foliar são fatores que influenciam no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de espécies forrageiras (DEMÉTRIO; COSTA; OLIVEIRA, 2012; MILITÃO, 2014). Durante o crescimento vegetativo da aveia, é esperado uma alta proporção de

folhas, altos teores de proteína bruta e baixo conteúdo de fibra. Enquanto na fase reprodutiva tem-se a queda da digestibilidade e consumo da forrageira pelo animal. Portanto, a indicação é que o primeiro corte ou pastejo seja realizado quando a planta atinge de 30 a 40 cm de altura, após isso, as rebrotas tendem a atingir novamente essa altura em aproximadamente 30 dias, podendo realizar outro corte ou pastejo (MAZURKIEVICZ, 2014).

Moreira *et al.* (2005) realizaram o corte manual das plantas de diferentes cultivares de aveia a uma altura de 10 cm, sendo o primeiro corte aos 64 dias após a semeadura e o segundo corte 56 dias após o primeiro. Foi observado maior produção de matéria seca, teores mais elevados de proteína bruta e menores valores de constituintes da parede celular nas plantas no primeiro corte, comparado ao segundo. Já Piazzetta *et al.* (2009), que simularam o pastejo de animais, concluíram que a utilização da pastagem de aveia preta e azevém em alturas baixas provocou o aumento dos teores de proteína bruta de forragem. Enquanto Demétrio, Costa e Oliveira (2012) demonstraram que a aveia preta manejada com três cortes no estágio vegetativo, maximiza a produção de forragem. Contudo, ao buscar pela alta produção de palhada, o melhor manejo é realizar até dois cortes na fase vegetativa, ou corte único no florescimento.

Os resultados evidenciados por LOPES *et al.* (2008) apontam que o manejo do pasto com altura próxima a 30 cm possibilita a obtenção de um nível adequado de palhada residual para o cultivo de verão. Entretanto, Maccari (2016) afirma que a adubação nitrogenada em cobertura em aveia preta com alta altura de dossel deixa as plantas mais vulneráveis aos danos provocados pela geada, diminuindo a quantidade de folhas verdes da pastagem, da mesma forma que se tem o aumento de material morto. Visto que a região de Vitorino – PR tem condições edafoclimáticas que favorecem a incidência de geadas durante os meses frios, esse é um fator importante a ser considerado para decidir qual é o melhor manejo com relação à altura das plantas.

Outras pesquisas desenvolvidas nas proximidades de Vitorino – PR demonstram os lados positivos da adoção da manutenção da aveia em altura baixa. Bernardon (2016) mostra que pastos manejados dessa forma e com adubação nitrogenada favorecem o aumento da densidade de forragem, além de acumular um teor maior de N na biomassa aérea da pastagem. De acordo com a autora, é possível manejar a aveia preta com uma altura média de 11 cm. Concomitantemente, Bortolli

(2016) observou que o pasto manejado em alturas baixas (15 cm) alcançou, utilizando doses menores de N quando comparado ao pasto manejado em altura alta, o ponto de máxima eficiência técnica para o uso de nitrogênio na cobertura do milho. Outrossim, Levinski-Huf (2018) constatou que a ciclagem de nutrientes é intensificada com o manejo da pastagem em baixa altura, uma vez que a massa seca fornece N rapidamente para a cultura subsequente em decorrência da menor relação C/N dos resíduos vegetais.

2.5 Liberação de nitrogênio da palhada de aveia

A semeadura direta não é novidade no Brasil, esse sistema de manejo de solo começou a ser implantado no país há décadas com o objetivo principal de conservar o solo. Hoje, estudos comprovam que ao fazer o recobrimento do solo com a matéria seca de culturas antecedentes conserva a umidade, pois influencia o regime hidrotérmico do solo, como também controla indiretamente as ervas daninhas e aumenta a infiltração de água (PRIMAVESI *et al.*, 2004).

Em condições edafoclimáticas favoráveis, as plantas de cobertura podem desenvolver sistemas radiculares adequados capazes de retirar os nutrientes das camadas profundas do solo. Na semeadura direta essa característica é importante, visto que a matéria verde permanece na lavoura como massa seca. A decomposição das plantas de cobertura disponibiliza os nutrientes na camada superficial do solo, o que auxilia no desenvolvimento da cultura subsequente (OLIVEIRA; CARVALHO; MORAES, 2002).

Crusciol *et al.* (2008) mostram que a liberação de nitrogênio pela massa seca de aveia preta é rápida até, aproximadamente, dez dias após o manejo. Depois disso, passa-se a ter uma redução contínua até os vinte dias após manejo e posteriormente tende a estabilizar em valores próximos de zero. Sendo que a relação é inversamente proporcional entre a quantidade de nutriente acumulado no resíduo em processo de degradação e a quantidade disponibilizada no solo.

O nitrogênio é um fator limitante na produção de forragem de aveia branca. Parcelas que recebem maiores doses de N apresentam produção de 2 t ha⁻¹ a mais de matéria seca de aveia em relação a parcelas sem adição de N fertilizante. Tal produtividade é impulsionada pelo sistema de semeadura direta, visto que ocorre

melhor uso de água e a perda de N por lixiviação ou desnitrificação é significativamente menor (PRIMAVESI *et al.*, 2004).

Na aveia preta, Ceretta *et al.* (2002) obtiveram resultados que mostraram que em trinta dias após a dessecação, foi liberado, por meio de resíduo, 33 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Sendo que nesse mesmo cultivo foi apresentado produtividade de 4 t ha⁻¹ de matéria seca.

A adubação nitrogenada garante que os níveis nutricionais da aveia preta se mantenham adequados. Quando a adubação é realizada na fase de pastagem, a produção de grãos na fase sucessora em integração lavoura pecuária aumenta consideravelmente (BORTOLLI, 2016; LEVINSKI-HUF, 2018; MACCARI, 2016; RHODEN, 2019; TATTO, 2017). Ferreira *et al.* (2009) afirmam que o N possibilita melhor desenvolvimento e produção das plantas, mostrando que o diagnóstico do estado nutricional das pastagens nos estágios mais precoces de desenvolvimento da cultura constitui uma ferramenta adequada para determinar a aplicação de N.

Bortolli (2010) demonstrou que a semeadura de cereais de inverno é favorável pois evita perdas de nutrientes, proporciona cobertura vegetal após as culturas de verão, e ainda, quando utilizado para pastejo, aumenta a produção de carne, leite e outros derivados. É importante ressaltar que o autor constatou que para a cultura do trigo duplo propósito, os valores de N remanescentes na palhada nos primeiros 15 dias variaram pouco entre as áreas com e sem pastejo, contudo, a velocidade em que a matéria seca dos resíduos foi decomposta aumentou nos períodos de pastejo.

Estudos recentes de Bortolli (2016) estabelecem que a decomposição da palhada de milho é mais rápida quando o pasto da mesma área é manejado com altura baixa e com adubação nitrogenada. A justificativa para essa ocorrência é que ao proporcionar um ambiente nutricional melhor para a cultura sucessora, esta resultará em uma palhada residual com menor relação de C/N e menores teores de celulose e lignina. Mais do que isso, o autor estabelece que além dessa decomposição mais rápida da palhada de milho e liberação dos nutrientes nela contidos, é provável que a produção de grãos e qualidade da palhada do milho sejam melhores. Em paralelo, foi verificado que a aplicação de N na pastagem de aveia preta resultou em uma aceleração cinética da liberação desse nutriente por meio de seus resíduos, como também foi possível constatar que essa mesma palhada atingiu uma meia vida de 693 dias. Por outro lado, quanto a aveia branca, Bortoli e Simonetti (2019) demonstraram em sua pesquisa que a palhada dessa cultivar provocou um desenvolvimento maior

da parte aérea e radicular de soja, quando comparada com palhada de brachiaria, trigo mourisco e milho.

2.6 Uso do clorofilômetro na determinação de clorofila nas plantas de aveia forrageira e relações lineares entre teores de clorofila e de N

Pesquisas realizadas vêm mostrando que em uma grande quantidade de espécies vegetais, as taxas fotossintéticas são proporcionais aos teores de N nas folhas. Principalmente em culturas como arroz, trigo e milho, inter-relações como índice de área foliar, produtividade, atividade fotossintética, teores de clorofila e o acúmulo de N na biomassa vegetal são moduladas pela influência dos fatores ambientais ou pela disponibilidade de nutrientes para as plantas (ARGENTA,; SILVA; BORTOLINI, 2001). Barbieri Junior (2009) encontrou tal influência em pastagens de campim-Tifton 85.

Argenta *et al.* (2001) constataram que na cultura do milho a leitura no clorofilômetro foi o melhor indicativo do nível de nitrogênio na planta, levando em consideração o teor e acúmulo de N, produção de matéria seca e área foliar. Essa forma de monitoramento se mostra muito eficiente para identificar, em diferentes estádios fenológicos, as plantas que estão com um nível adequado de nitrogênio daquelas que apresentam deficiência nutricional.

Nas plantas de cobertura esse método de monitoramento do N vem sendo amplamente estudado por influenciar a produtividade de culturas subsequentes, como também ser um fator de grande importância na integração lavoura-pecuária. Visto isso, Coelho *et al.* (2018) mostram que os clorofilômetros aferem o teor de clorofila (a, b e total) de forma não destrutiva, dado que grande parte do nitrogênio da planta está presente na biossíntese de clorofila (SILVA *et al.*, 2013).

Na aveia branca, Coelho *et al.* (2018) constataram que plantas em déficit hídrico apresentam maior relação de clorofila a e b. Mais do que isso, que os maiores índices de clorofila para essa cultura ocorrem quando as doses de N em cobertura são fornecidas por água residuária.

Contudo, Barbieri Junior (2009) evidencia que existem situações em que o N não é correlacionado de forma linear com o teor de clorofila na planta. Uma das justificativas é que a aplicação de grandes concentrações de N fertilizante induzem o acúmulo de nitrato nas folhas. Outra razão é que parte do nitrogênio é encontrado

alocado nos complexos clorofila-proteína para tornar a captura de luz eficiente. Por fim, destaca-se que existem enzimas foliares que além da atividade fotossintética, fazem o armazenamento de N nas folhas, portanto, uma fração dessas enzimas pode não realizar a catálise enzimática, não sendo aferida pelo clorofilômetro (ARGENTA *et al.*, 2001; ARGENTA, Gilber; SILVA; BORTOLINI, 2001; EICHELMANN *et al.*, 2005).

A utilização do clorofilômetro para monitorar o nível de N nas plantas é uma técnica que vem sendo adotada na agricultura de precisão. Apesar dessa técnica não estabelecer a quantidade exata de N-fertilizante necessário para aplicação, auxilia no diagnóstico da lavoura e conduz a uma tomada de decisão com maior acurácia. De modo que, se a aferição levar a interpretação de que o nível do nutriente está baixo para aquele estágio vegetativo, deve-se considerar os outros fatores determinantes para estimar a quantidade de N fertilizante a ser aplicado, tais como, tipo e quantidade de resíduo da cultura anterior, anos de semeadura direta, condições climáticas, estágio da cultura, teto de rendimento da cultivar e resposta a adubação nitrogenada. Por outro lado, quando o nível de N for considerado adequado para a planta no estágio vegetativo aferido, não há a necessidade da adubação (ARGENTA *et al.*, 2003).

Existem diversas pesquisas que procuram verificar a existência de relação entre duas variáveis, procurando estudar quais são as consequências que a alteração de uma variável pode ocasionar em outra variável. Mas a correlação é mais do que isso, já que duas variáveis podem ser altamente correlacionadas sem existir uma relação de causa e efeito.

Quando se trata de correlação em estatística paramétrica, um dos métodos mais utilizados são as correlações lineares de Pearson. Bulegon *et al.* (2014) comprovaram que existe um incremento na produção de palhada de aveia ao aumentar a dose de cama de aviário. Mais do que isso, a pesquisa demonstrou que o aumento dessa palhada leva a redução do índice de valor de importância das plantas daninhas. Tais conclusões foram determinadas após o estudo de correlações de Pearson entre a massa seca de aveia, e a população de plantas daninhas, a massa seca de plantas daninhas, a densidade relativa e a densidade absoluta.

As relações lineares entre diversas variáveis em aveia preta foram avaliada por Cargnelutti Filho *et al.* (2015), os quais também usaram análise de trilha para desdobrar os efeitos diretos e indiretos de variáveis morfológicas das plantas sobre a produção de massa verde e seca. Os resultados encontrados mostraram que o

número de folhas por planta e a altura de planta têm relação linear com as massas verde e seca, podendo ser utilizadas como variáveis para a seleção indireta.

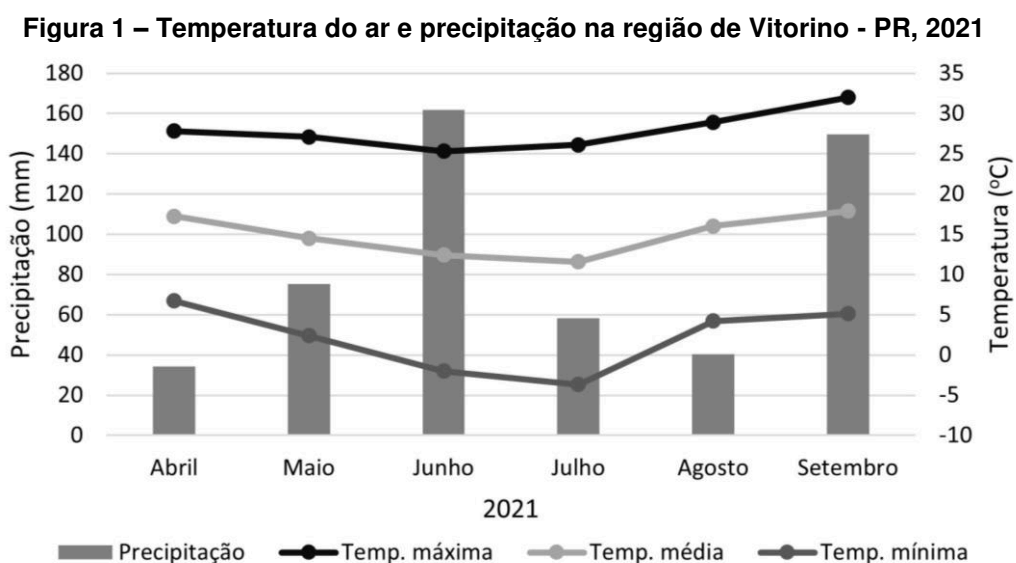
Para determinar o comportamento espectral da *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Uroclhoa brizantha* cv. Marandú em função das diferentes doses de nitrogênio, Garcia (2019) utilizou análises multivariadas. Com as curvas médias de cada tratamento, buscou-se identificar as variáveis que caracterizam determinados grupos. Os resultados mostraram que as doses de nitrogênio influenciam positivamente no comportamento espectral dessas duas forrageiras, visto que a resposta espectral das forrageiras sofreu alterações conforme as aplicações de N, atestando que estas são responsivas à adubação.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido, do dia 15 de abril até o dia 02 de outubro de 2021, em uma propriedade rural particular localizada no município de Vitorino - PR, nas coordenadas 26°17'39.4" S e 52°40'24.8" W. O clima da região é classificado como Cfb (subtropical úmido), segundo classificação de Köppen (NITSCHKE *et al.*, 2019). O solo do local, por sua vez, é um Latossolo Vermelho Distroférico (SANTOS, *et al.*, 2018), com relevo ondulado.

Os dados meteorológicos da região, observados durante o período experimental, são apresentados na Figura 1. O inverno de 2021 foi marcado por temperaturas baixas, pouca precipitação pluviométrica e geadas frequentes. Vale ressaltar que no mês de implantação do experimento, as chuvas foram pouco frequentes, apresentando um índice pluviométrico de cerca de 34 mm. Junho e setembro foram os meses com o maior índice pluviométrico durante o período experimental, sendo constatado cerca de 161 mm e 149 mm em cada mês. Além disso, foram registradas temperaturas abaixo de zero nos meses de junho e julho, sendo a temperatura mínima registrada em cada mês de, respectivamente, -2 °C e -3,7 °C.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2021)

A coleta de solo foi realizada antes da semeadura de aveia forrageira para a obtenção da análise química da área. Os atributos químicos da área experimental apresentaram os valores dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 centímetros: teor de matéria orgânica (M. O.), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), pH em CaCl₂, soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação de bases (V%)

pH	M. O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
(CaCl ₂)	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	----- (Cmol _c dm ⁻³) -----			-----			%
5,3	37,28	3,23	0,13	9,99	3,56	4,96	13,68	13,68	73,39

Fonte: Autoria Própria (2021)

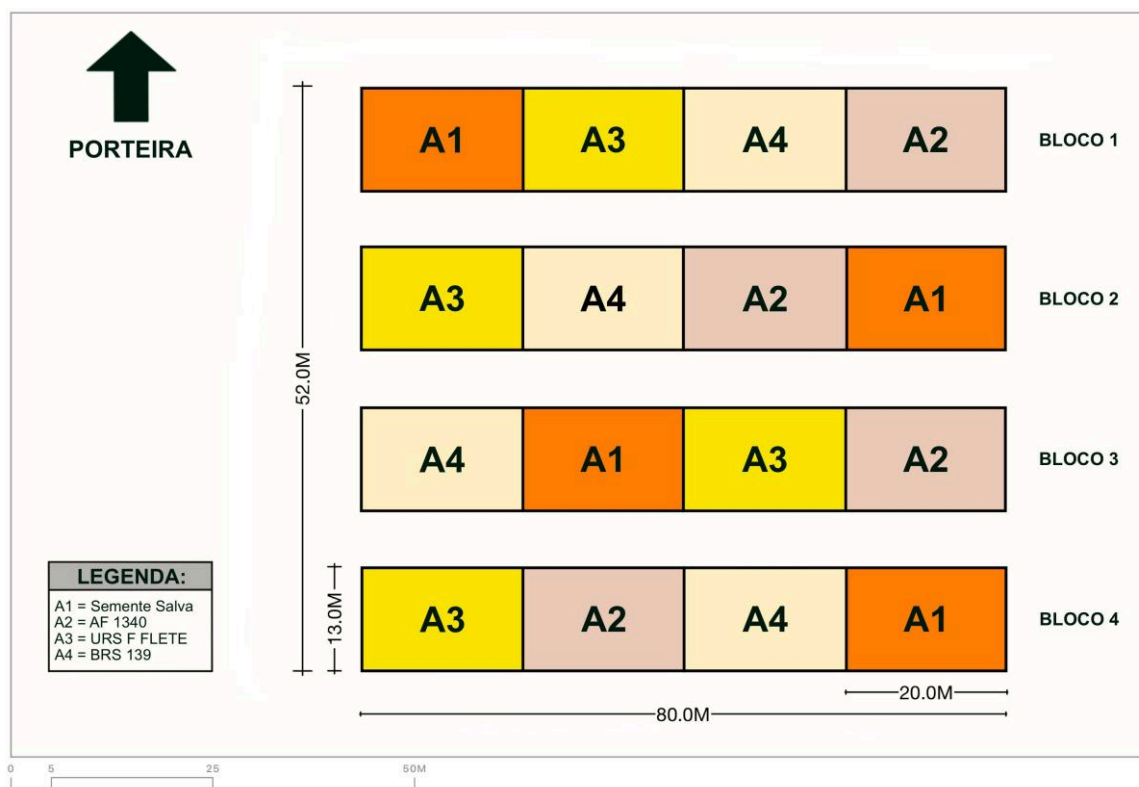
3.2 Delineamento experimental e condução do experimento

O experimento com quatro cultivares de aveia foi instalado no delineamento blocos ao acaso com quatro repetições (Figura 2). As quatro cultivares de aveia (duas cultivares de aveia branca forrageira: AF 1340 e URS F FLETE; e, duas cultivares de aveia preta: Salva e BRS 139) foram avaliadas em quatro períodos de tempo (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Dessa forma, para fins de análise foram consideradas as medidas dos períodos de avaliação como medidas repetidas no tempo. Portanto, o experimento foi composto pela combinação de quatro cultivares de aveia x quatro períodos de avaliação (16 tratamentos).

As parcelas experimentais tiveram a dimensão de 13 m de largura e 20 m de comprimento, totalizando 260 m². Dessa forma, cada bloco teve 80 m de comprimento e 13 m de largura, totalizando 1040 m². O experimento foi contornado por uma bordadura de 13 m. A área total do experimento foi de 4160 m². O croqui experimental está representado na planta baixa da Figura 2.

A semeadura das cultivares de aveia ocorreu no dia 15 de abril de 2021 utilizando uma semeadora de grãos de fluxo contínuo de 19 linhas para plantio direto, com espaçamento de 17 cm entre linhas, totalizando 80 Kg ha⁻¹ de sementes de aveia por hectare. Simultaneamente, foi realizada a adubação na base com 189 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico (MAP), o qual garante 12% de nitrogênio e 54% de fósforo.

Figura 2 – Croqui do experimento em Vitorino - PR, 2021



Fonte: Autoria Própria (2021)

Quando a pastagem atingiu uma altura média de 30 cm, no dia 03 de junho de 2021, o pastejo foi iniciado e bovinos da raça Brangus, com uma média de 450 kg de peso vivo, foram alocados na área. O método de pastejo foi o de lotação contínua com taxa de lotação variável, procurando manter uma altura média da pastagem de 20 cm.

A adubação nitrogenada (300 kg ha^{-1}) foi aplicada em cobertura, na forma de ureia, no início do perfilhamento da aveia, no dia 23 de junho, em condições de clima e umidade favoráveis para propiciar o máximo aproveitamento do N pela cultura. Conjuntamente, foi aplicado 150 kg ha^{-1} de cloreto de potássio (KCl).

Em decorrência de uma alta incidência de nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) na área experimental, foi realizada a aplicação de herbicida no dia 19 de julho, para o controle da planta daninha. Foi constatado que a infestação teve uma maior intensidade nas parcelas com as cultivares de aveia branca.

3.3 Variáveis coletadas

3.3.1 Altura do pasto

A altura do pasto (cm) foi monitorada semanalmente com o objetivo de controlar o pastejo dos bovinos na área experimental, visto que esse é manejado pelo método de lotação contínua com taxa de lotação variável. Com uma régua graduada em centímetros, foi medido a altura de cinco plantas aleatórias por parcela, possibilitando o cálculo da altura média por parcela e por cultivar.

3.3.2 Massa de forragem

A massa de forragem foi coletada aos 0, 29, 57, 85 e 113 dias após a instalação das gaiolas de exclusão. Foi coletada em quatro pontos da área útil de cada parcela, sendo dois desses pontos dentro de gaiolas de exclusão. A escolha do local das gaiolas de exclusão foi realizada de forma aleatória, já o local das coletas das amostras em área pastejada foi escolhido levando em consideração a densidade, massa e altura da forragem e a composição morfológica e botânica do pasto. Esses fatores precisaram ser considerados visto que cada amostra de área pastejada deveria representar a situação de cada uma das amostras localizadas dentro das gaiolas recém posicionadas.

Figura 3 – Gaiolas de exclusão na área experimental em Vitorino - PR, 2021



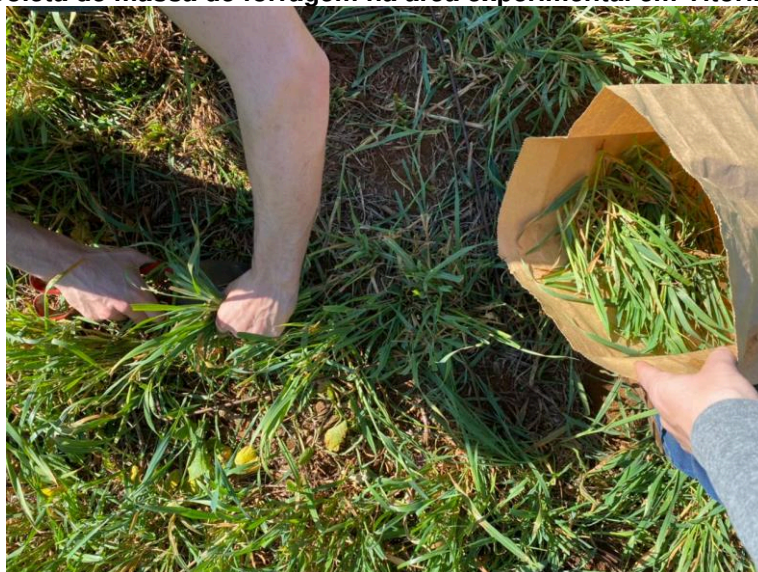
Fonte: Autoria Própria (2021)

As gaiolas de exclusão tinham um formato trapezoidal com 1 m² de base e 90 cm de altura, rodeadas por uma tela de arame de aço galvanizado nas laterais e parte superior, como pode ser visto na Figura 3.

De forma explicativa, no dia em que as gaiolas de exclusão foram instaladas, foi realizada apenas a coleta de massa de forragem das amostras da área pastejada, que representavam a massa, altura e densidade da forragem do pasto inserido dentro das gaiolas de exclusão. Após 29 dias, foi realizada a coleta das amostras de massa de forragem dentro das gaiolas de exclusão que já estavam instaladas. Então, realocado as gaiolas para outros pontos aleatórios dentro da parcela e por fim, realizada a coleta da massa de forragem das áreas pastejadas, que deveriam representar o pasto de dentro das novas posições das gaiolas de exclusão. Em suma, as amostras das áreas pastejadas representam o pasto sob condições normais de pastejo, enquanto as amostras de dentro das gaiolas representam o quanto o pasto desenvolveu em um determinado período.

Conforme é possível ver na Figura 4, foi utilizado um quadrado de ferro de área conhecida (0,25 m²) e uma tesoura de esquila para realizar o corte da forragem, rente ao solo. Consequente, cada amostra de dentro das gaiolas foi embalada em um saco de papel Kraft, já as amostras de área pastejada foram divididas em duas subamostras, sendo uma delas utilizada para avaliação botânica e morfológica.

Figura 4 – Coleta de massa de forragem na área experimental em Vitorino - PR, 2021



Fonte: Autoria Própria (2021)

3.3.2.1 Densidade populacional de perfilhos

Com as amostras de forragem da área pastejada coletadas, ainda úmidas, foi realizada a contagem dos perfilhos das subamostras, que representam uma área de 0,15 m² cada. Após a contagem, o valor foi extrapolado para número de perfilhos por metro quadrado (perfilhos m²).

3.3.2.2 Matéria seca de folha e colmo

Após a contagem dos perfilhos das subamostras (amostras de área pastejada), as lâminas foliares foram separadas dos colmos, como é representado na Figura 5, e armazenadas em diferentes pacotes de papel Kraft. Esse material foi mantido em estufa de ar forçado (55 °C) até atingir o peso constante. As amostras foram pesadas em balança de precisão e os valores estimados em kg ha⁻¹.

Figura 5 – Lâminas foliares e colmos de uma subamostra, Pato Branco – PR. 2021



Fonte: Autoria Própria (2021)

3.3.2.3 Matéria seca de forragem

As amostras das gaiolas, logo após coletadas no campo, foram colocadas na estufa de ar forçado (55 °C) por aproximadamente 72 horas. Já as amostras de área pastejada, que foram divididas em subamostras, passaram por todo o processo de separação e avaliação morfológica e botânica antes de serem secadas.

Figura 6 – Pesagem de MS em uma balança de precisão, Pato Branco – PR. 2021



Fonte: Autoria Própria (2021)

Depois que todas as amostras estavam secas, essas foram pesadas em uma balança de precisão para a obtenção da matéria seca total de forragem (Figura 6). A matéria seca total de forragem de área pastejada foi determinada pela soma das subamostras (colmo, folha e a subamostra que não passa pela avaliação morfológica e botânica). Esses valores foram extrapolados para Kg MS ha^{-1} .

3.3.2.4 Relação folha/colmo

A relação folha/colmo, que está relacionada com a maior quantidade de proteína, melhor digestibilidade e consumo, foi calculada por meio da relação entre a massa das folhas e massa dos colmos.

3.3.2.5 Densidade de forragem

A densidade de forragem foi obtida por meio do cálculo da razão entre a massa de forragem das amostras de área pastejada (Kg MS ha^{-1}) e a altura média do pasto da parcela, sendo expressa em $\text{Kg MS ha}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

3.3.2.6 Matéria seca acumulada por período

Para encontrar a matéria seca acumulada por período (28 dias), foi calculada a diferença entre a matéria seca total da amostra de área pastejada (inicial) e a matéria

seca total da amostra da gaiola (final). Deve-se ressaltar que a amostra de área pastejada compreende ao "instante i" e a amostra da gaiola se refere ao "instante i + 28 dias". Os valores foram estimados em Kg MS ha⁻¹.

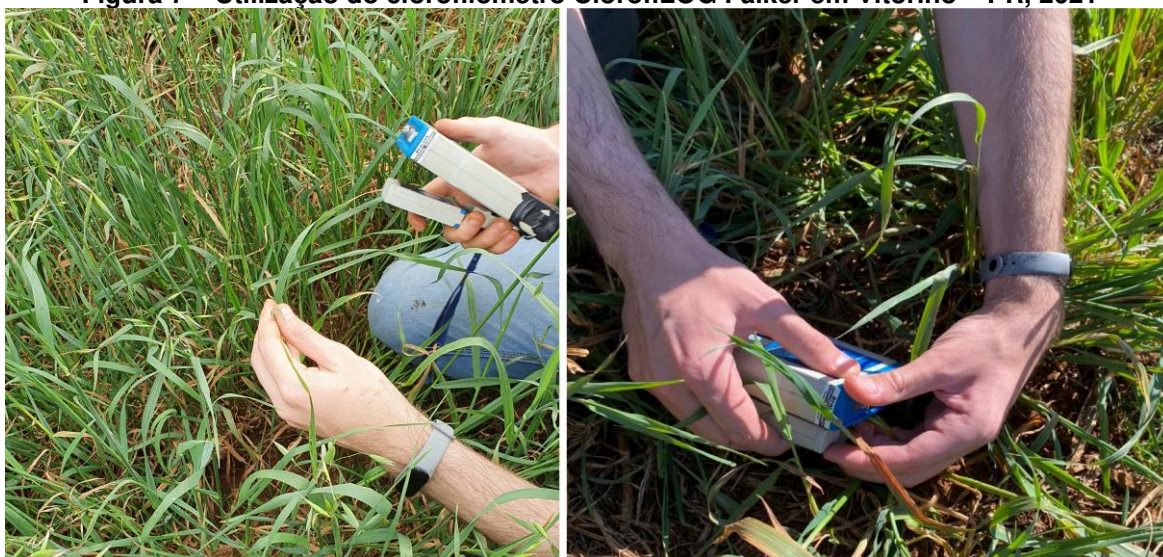
3.3.2.7 Matéria seca acumulada total

A matéria seca acumulada total corresponde ao somatório da matéria seca acumulada por período de todos os períodos avaliados no experimento. Os valores são expressos em Kg MS ha⁻¹.

3.3.3 Teores de clorofila a, b e total

Para a quantificação dos teores de clorofila a e b existentes nas folhas, foi utilizado o clorofilômetro ClorofiLOG Falker (Figura 7), o qual fornece os valores expressos na unidade Índice de Clorofila Falker (ICF). As leituras foram realizadas, das 11 horas até as 14 horas do dia, no terço médio da lâmina foliar de três folhas por planta, sendo que cada folha deveria ser, respectivamente, do extrato inferior, médio e superior do dossel. Além disso, essas leituras foram realizadas em três plantas por unidade experimental.

Figura 7 – Utilização do clorofilômetro ClorofiLOG Falker em Vitorino – PR, 2021



Fonte: Autoria Própria (2021)

Uma vez que em cada parcela e avaliação, foi coletado duas amostras de massa de forragem de dentro das gaiolas de exclusão e duas amostras de massa de forragem condicionadas aos fatores normais de pastejo (área pastejada), foi aferido separadamente os teores de clorofila dentro e fora das gaiolas.

Foi elaborado um protocolo para definir a ordem das aferições em cada planta, tornando possível a identificação dos teores de clorofila após a exportação dos dados. Portanto, as leituras deveriam começar pelo Bloco 1 e após isso, Bloco 2, Bloco 3 e Bloco 4, sucessivamente. Quanto à ordem das parcelas, foi respeitado a disposição dessas no croqui do experimento (Figura 2). As aferições deveriam iniciar, dentro de cada parcela, pela Amostra 1 e depois Amostra 2. Por fim, a primeira aferição, em cada planta, deveria ser da folha do extrato inferior do dossel, seguido pelo extrato médio e então, extrato superior.

As leituras ocorreram aos 17, 45 e 73 dias após adubação nitrogenada. Sendo que, essas aferições ocorreram nos mesmos dias e amostras que foram cortadas para coleta de massa de forragem. Portanto, as leituras do teor de clorofila a, b e total antecederam as coletas de massa de forragem. O valor médio de clorofila a, b e total, de cada extrato, foi obtido pela média da avaliação de seis plantas por unidade experimental.

3.3.4 Teor de nitrogênio na planta

O teor de nitrogênio das plantas foi determinado, em laboratório, utilizando a metodologia descrita por Tedesco e Clesio (1979).

As amostras, depois de secas, foram trituradas em um moinho estacionário "Thomas Willey" utilizando uma peneira com malha de 1 mm. Então, separado 200 g de massa seca triturada por amostra para digeri-las utilizando H_2O_2 e H_2SO_4 com mistura de digestão.

As amostras, após serem digeridas, foram destiladas em micro-destilador (BREMNER; EDWARDS, 1965; TEDESCO *et al.*, 1995) e determinado o NH_4^+ por meio de titulação com H_2SO_4 diluído.

3.4 Análises estatísticas

Antes de efetuar a análise de variância, foram verificadas a presença de outliers e o atendimento aos pressupostos da referida análise para cada uma das variáveis e quando não atendidos, realizada a transformação de dados.

Experimentos com avaliação de tratamentos em diferentes tempos geralmente apresentam interdependência das observações devido as medidas repetidas que são coletadas sobre as mesmas unidades experimentais, muitas vezes, infringindo o pressuposto de independência dos erros da análise de variância tradicional (matriz de variância-covariâncias de erros independentes).

Dessa forma, para escolher o modelo de análise correto, optou-se por verificar a estrutura das matrizes de variâncias-covariâncias residuais utilizando-se análise de medidas repetidas no tempo, a qual permite verificar/incluir a estrutura da interdependência das observações das unidades experimentais possibilitando a escolha da estrutura mais adequada para representar a correlação entre as observações coletadas sobre a mesma unidade experimental no tempo (FREITAS *et al.*, 2008; QUINTAL, 2013).

Foram testadas as seguintes estruturas de matrizes de variâncias-covariâncias residuais: componentes de variância (VC, na qual se pressupõe variâncias iguais e observações independentes), simetria composta (CS, igualdade de variâncias e covariâncias, ou seja covariâncias constantes entre quaisquer observações de uma mesma unidade experimental devido aos erros independentes), simetria composta heterogênea (CSH, parâmetros de variâncias diferentes para cada elemento da diagonal principal e raiz quadrada desses parâmetros nos elementos fora da diagonal principal), auto-regressiva (AR1, a covariância entre duas observações decresce a medida que aumenta o intervalo de tempo entre elas), auto-regressiva de heterogênea (AR1H, dados de séries temporais com variâncias e covariâncias desiguais) e não estruturada (UN, todas as variâncias e covariâncias podem ser desiguais) (FREITAS *et al.*, 2008; QUINTAL, 2013).

A escolha da estrutura da matriz de variância-covariância mais adequada foi feita observando-se os menores valores dos critérios de informação de Akaike – AIC (Akaike's Information Criterion) e o de Schwarz – BIC (Bayesian Information Criterion).

As variáveis MSA_t, DPAP e DFAP foram analisadas com uso de análise de medidas repetidas no tempo, utilizando-se a estrutura de matriz de variâncias e covariâncias VC (componentes de variância). Já para as variáveis MSFAP e MSFG a estrutura adequada foi simetria composta (CS). Para as variáveis TNAP e FCAP, a melhor estrutura foi a em esquema fatorial tradicional. Por fim, para a variável TNG o modelo escolhido foi o de parcelas subdivididas no tempo.

Após a escolha da melhor estrutura das matrizes de variância covariância, o desdobramento das interações entre os fatores períodos de tempo e cultivares foi feito pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

Para a verificação das relações lineares entre os teores de nitrogênio e os teores de clorofila na área pastejada e nas gaiolas de exclusão utilizou-se a análise de Correlação de Pearson, cujo significância dos coeficientes foi testada pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro. Essas análises foram precedidas pela verificação da normalidade dos erros utilizando-se o teste de Lilliefors ($\alpha = 5\%$). As variáveis CAIG, CBIG, CBMG, CASG, CBSG, TNAP, CBIAP, CAMAP, CASAP, CBSAP, CBAAP foram transformados utilizando-se a transformação Box-Cox.

As análises foram realizadas nos programas estatísticos R (R CORE TEAM, 2019) e Rbio (BHERING, 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Comparação de cultivares de aveia preta e branca forrageiras em diferentes períodos de avaliação

A variabilidade geral do experimento, representada pelo coeficiente de variação (CV) para todas as variáveis variou de 3,81% a 22,31%. Sendo que, Ambrosano e Schammas (1994) afirmam, após o levantamento das análises de variância de 1050 experimentos publicados no Brasil, que o coeficiente de variação médio todas as variáveis analisadas em experimentos com forrageiras da família das gramíneas foi 16,59%.

Contudo, há diversos fatores a serem considerados para interpretar o CV de uma análise de variância, dentre elas, além da família da forrageiras, se o experimento foi conduzido no campo ou em casa de vegetação, bem como qual é a variável estudada. Ademais, os autores relatam que experimentos conduzidos no campo com delineamento experimental inteiramente ao acaso apresentam CV médios maiores do que experimentos conduzidos em casa de vegetação, justificando que experimentos, quando executados no campo, apresentam grandes variações entre as unidades experimentais devido a fatores como relevo e condições químicas, físicas e biológicas do solo.

Baseado na avaliação dos coeficientes de variação para a variável Matéria Seca de Forragem (MSF) de 91 experimentos conduzidos em campo com forrageiras da família das gramíneas Ambrosano e Schammas (1994) determinaram que o CV médio para essa variável foi de 12,04%. Entretanto, enfatiza-se que a atividade de ruminantes em áreas experimentais aumenta a variabilidade das variáveis.

Para as variáveis MSAp, DPAP, MSFAP, MSFG, TNG, FCAP e TNAP houve interação significativa entre as cultivares de aveia forrageira e os períodos de avaliação (Tabela 2, Tabela 3, Tabela 5 e Tabela 6), em nível de 5% de probabilidade de erro. Esse resultado indica que o comportamento das referidas variáveis modifica-se de acordo com os períodos de avaliação.

A densidade de perfilhos (DPAP, Tabela 2) das cultivares de aveia tem seu comportamento modificado de acordo com os períodos de avaliação, visto que existem fatores que influenciam no processo de perfilhamento da aveia forrageira.

Dentre esses fatores, tem-se a disponibilização de N para a planta por meio de adubação nitrogenada, que quando aplicada no início do perfilhamento, proporciona um melhor desenvolvimento inicial das plantas (CARVALHO *et al.*, 2001; MUNDSTOCK; BREDEMEIER, 2001). Bernardon (2016) também observou interação significativa entre os fatores altura do pasto, adubação nitrogenada e os períodos de avaliação para essa variável.

No entanto, a densidade de forragem (DFAP, Tabela 2) não apresentou interação significativa entre as cultivares de aveia forrageira e os períodos de avaliação ($\alpha = 5\%$); apenas efeito significativo dos efeitos principais de cultivares e períodos. Dessa forma, para a densidade de forragem avaliada em área pastejada, o comportamento das cultivares independe do período de avaliação.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância de medidas repetidas no tempo ($\alpha = 5\%$) com estrutura da matriz de covariâncias componente de variância (VC: variâncias desiguais entre cortes (σ^2 , $i = 1, 2, \dots, p$ períodos de tempo; e, observações independentes) em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10) das variáveis: Matéria Seca Acumulada por período (MSAp, em Kg de MS ha⁻¹), Densidade de Perfilhos na Área Pastejada (DPAP, em perfilhos m⁻²) e Densidade de Forragem na Área Pastejada (DFAP, em Kg de MS ha⁻¹ cm⁻¹). Vitorino – PR, 2021

Causa de variação	GL	MSAp		DPAP		DFAP*	
		FC	Valor de p	FC	Valor de p	FC	Valor de p
Intercepto	1	1524,49	<0,0001	3908,60	< 0,0001	2622,96	<0,0001
Bloco	3	0,05	0,9851	1,72	0,1764	0,51	0,6760
Cultivar	3	4,92	0,0049	99,72	< 0,0001	3,82	0,0160
Tempo	3	55,48	<0,0001	23,65	< 0,0001	5,25	0,0030
Períodos*Cultivar	9	2,99	0,0070	9,14	< 0,0001	1,63	0,1360
QME	45	47079,27		14433,93		0,86	
Média geral		1058,98		938,89		36,46	
CV(%)		20,49		12,80		15,62	

Transformação raiz quadrada de $Y_{ijk} = Y_{ijk}^ = \sqrt{Y_{ijk}}$; sendo Y_{ijk} o valor observado na unidade experimental que recebeu o nível i do fator Período, nível j do fator Cultivar, no bloco k .

Fonte: Autoria Própria (2021)

A Interação significativa entre as cultivares de aveia forrageira e os períodos de avaliação para as variáveis MSAp, MSFAP e MSFG (Tabela 2 e Tabela 3) é atestada por outras pesquisas (BEN *et al.*, 1998; CASSOL *et al.*, 2011; DEMÉTRIO; COSTA; OLIVEIRA, 2012; MILITÃO, 2014). Uma vez que a produção de forragem está associada a fatores como, por exemplo, temperatura, disponibilidade de nutrientes, estágio de desenvolvimento da planta e fotoperíodo, entende-se que com

o avanço do ciclo da cultura, as cultivares enfrentam condições diferentes para seu desenvolvimento, que por sua vez, alteram a produção de forragem. Além disso, diferentes cultivares de aveia branca e preta apresentam diferenças genotípicas e fenotípicas, as quais respondem aos fatores supracitados de maneira diferente (MACHADO, 2000).

Tabela 3 – Resumo da análise de variância de medidas repetidas no tempo ($\alpha= 5\%$) para a variável Matéria Seca de Forragem Média na área pastejada (MSFAP, em Kg de MS ha⁻¹) com estrutura da matriz de covariâncias simetria composta [CS: variâncias ($\sigma^2 + \sigma^1$) e covariâncias (σ^1) homogêneas]; e para a variável Matéria seca média de Forragem nas gaiolas (MSFG, em Kg de MS ha⁻¹), com componente de variância (VC: variâncias desiguais entre cortes (σ^2 , $i; i=1,2,\dots,p$ períodos de tempo; e, observações independentes), em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021

Causa de variação	GL	MSFAP		MSFG	
		FC	Valor de p	FC	Valor de p
Intercepto	1	625,48	<0,0001	1647,63	<0,0001
Bloco	3	1,57	0,2104	0,92	0,4393
Cultivar	3	43,06	<0,0001	21,91	<0,0001
Períodos	3	33,82	<0,0001	61,43	<0,0001
Períodos*Cultivar	9	4,70	0,0002	3,54	0,0021
QME	45	35146,61		117960,50	
Média geral		840,49		1742,64	
CV(%)		22,31		19,71	

Fonte: Autoria Própria (2021)

Para a MSA_t (Tabela 4), a qual representa o acúmulo total de massa seca de forragem produzida pelas cultivares de aveia forrageira, não houve diferença significativa entre as cultivares, o que evidencia que as cultivares de aveia branca e preta não produziram quantidades de matéria seca de forragem significativamente diferentes entre si.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância da matéria seca acumulada total de quatro cultivares de aveia forrageira em um experimento conduzido no DBA em Vitorino-PR, 2021

Causa de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios
Blocos	3	139311,28 ^{ns}
Cultivares de aveia	3	1076645,46 ^{ns}
Resíduo	9	343040,34
Média	4336,66	
CV(%)	13,51	

^{ns} não-significativo em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F.

Fonte: Autoria Própria (2021)

O TNG e TNAP (Tabela 5 e Tabela 6) estão relacionados diretamente com a disponibilidade desse nutriente para a planta, por consequência, o teor de N nas plantas é influenciado pela adubação nitrogenada na área cultivada. De modo que, à medida que o nutriente é extraído pela planta e consumido pelos animais, é observado uma redução do teor de N na pastagem (BERNARDON, 2016; WOLFF; FLOSS, 2008). Em outras palavras, como a disponibilidade do nutriente varia conforme o tempo, o teor de nitrogênio extraído pelas espécies forrageiras varia também.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância ($\alpha= 5\%$) para a variável Teor de Nitrogênio nas Gaiolas (TNG, em %) em parcelas subdivididas, em um experimento conduzido no DBA com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021

Causa de variação	GL	TNG		
		QM	FC	Valor de p
Bloco	3	0,080	1,609	0,2042
Cultivar	3	0,095	1,908	0,1458
Períodos	3	6,025	120,546	0,0000
Bloco*Períodos (Erro a)	9	0,097	1,943	0,0767
Períodos*Cultivar	9	0,276	5,520	0,0001
Erro d	36	0,050		
Média geral			2,19	
CV-PP(%)			14,22	
CV-SP(%)			10,21	

Fonte: Autoria Própria (2021)

Tabela 6 – Resumo da análise de variância para as variáveis: relação Folha/colmo de aveia na área pastejada (FCAP) e Teor de Nitrogênio das plantas na Área Pastejada (TNAP, em %), em um experimento fatorial conduzido no DBA com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021

Causa de variação	FCAP*			TNAP	
	GL	FC	Valor de p	FC	Valor de p
Bloco	3	1,16	0,334000	0,73	0,542000
Cultivar	3	121,35	2,00E-16	16,07	3,07E-07
Períodos	3	240,03	2,00E-16	38,31	1,89E-12
Períodos*Cultivar	9	3,33	0,003400	28,31	1,11E-15
Erro	45	-	-	-	-
QME			0,0020		0,0417
Média geral			1,3800		1,2400
CV(%)			3,8100		18,3200

Transformação recíproca de Y_{ijk} : $Y_{ijk}^ = 1/(Y_{ijk} + 1)$; sendo Y_{ijk} o valor observado na unidade experimental que recebeu o nível i do fator Período, nível j do fator Cultivar, no bloco k.

Fonte: Autoria Própria (2021)

Em suas pesquisas, Dalpizzol (2016) e Mazurkiewicz (2014) observaram que a relação folha/colmo de diferentes cultivares de aveia branca e preta modificam-se de acordo com os períodos de avaliação, assim como nesse trabalho (FCAP, Tabela 6). Esse resultado era esperado, uma vez que o desenvolvimento foliar e dos colmos é influenciado pelo estágio de desenvolvimento das plantas de aveia. Tal afirmação pode ser validada ao constatar que a aveia forrageira, quando entra no estágio reprodutivo, desloca energia e substratos para o alongamento dos colmos, o que provoca a redução da relação folha/colmo (MARANHÃO *et al.*, 2010)

Visto que, de acordo com as análises de variância (ANOVA), as variáveis MSAP, DPAP, MSFAP, MSFG, TNG, FCAP e TNAP apresentaram interação significativa entre os períodos de avaliação e as cultivares de aveia forrageira ($\alpha= 5\%$), as médias dessas puderam ser testadas para compreender o desempenho das cultivares ao longo dos períodos avaliados (Tabela 7, Tabela 9, Tabela 10, Tabela 11 e Tabela 14).

4.1.1 Matéria Seca Acumulada por período e total

Não houve diferença entre as cultivares de aveia forrageira quanto a produção de matéria seca acumulada de aveia (MSAp, em Kg MS ha⁻¹) no período 1 (11/06-10/07), no período 2 (10/07-07/08) e no período 4 (04/09-02/10) de avaliação (Tabela 7). No entanto, no período 3 (07/08-04/09) verificou-se que a cultivar com maior produção de MSAp foi a SALVA, que não diferiu significativamente da cultivar BRS 139 ($\alpha= 5\%$). Ainda, no referido período, a cultivar com menor produção de MSAp foi a AF 1340, que diferiu de todas as demais. Para as cultivares Salva, URS F FLETE e BRS 139, o período com maior produção de MSAp foi o período 3, que diferiu de todos os demais. Para a cultivar AF 1340, também foi observada maior produção de MSAp, a qual não diferiu do período 2 e 4. As menores produções de MSAp para as cultivares AF 1340 E BRS 139 foram observadas no período 1, diferindo apenas do período 3. A Cultivar Salva apresentou menor produção de MSAp no período 4, diferindo apenas do período 3; enquanto que, para a cultivar URS F FLETE foi observada menor MSAp no período 2, o qual diferiu somente do período 3.

Tabela 7 – Médias da variável Matéria Seca Acumulada por período (MSAp, em Kg de MS ha⁻¹) em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021

Cultivar	Matéria Seca Acumulada (MSAp, em Kg de MS ha ⁻¹)							
	Período 1		Período 2		Período 3		Período 4	
SALVA	995,70	a ¹ B	888,40	a B	2094,93	a A	751,71	a B
AF 1340	808,10	a B	853,15	a AB	1228,26	c A	891,80	a AB
URS F FLETE	803,70	a B	756,50	a B	1528,25	bc A	779,10	a B
BRS 139	837,50	a B	937,20	a B	1808,60	ab A	980,74	a B

¹Médias não seguidas por mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria Própria (2021)

Avaliando a produtividade de aveia e azevém submetidos a épocas de corte e adubação nitrogenada, Cassol *et al.* (2011), demonstraram que ao adiar o primeiro corte da pastagem para 60 dias após emergência (DAE), aumenta-se significativamente a percentagem de meristemas apicais removidos dos perfilhos, provocando um novo processo de diferenciação das gemas axilares e perfilhamento, que tornam o desenvolvimento foliar mais lento e por consequência, reduzem a produtividade. Além disso, esses constataram que os 75 DAE corresponderam ao pleno desenvolvimento vegetativo da pastagem, o que leva a uma maior produção de MS. Por esses motivos, os autores afirmam que a maior produção de MS em pastagem de aveia preta e azevém ocorre quando combinado adubação nitrogenada com dois períodos de corte do pasto, sendo o primeiro corte aos 45 dias após emergência (DAE) e o segundo aos 75 DAE. Ao comparar esses resultados com os resultados da Tabela 7, percebe-se que a indução do primeiro pastejo aos 45 DAE, manutenção da pastagem em altura média de 20 cm e adubação nitrogenada proporcionaram um maior acúmulo de MS (MSAp) no período 3, o qual ocorre entre 110 e 138 DAE.

Entende-se que o manejo indicado pelos autores (CASSOL *et al.*, 2011), os quais trabalharam com simulação de pastejo, foram determinantes para demonstrar o melhor momento para introduzir o fator animal na área, bem como o intervalo de tempo entre os cortes, quando o objetivo é ter maior produtividade de massa de forragem. Desta forma, apesar do período de maior produção de MS nesse experimento ter sido mais tardio, a condução do pastejo, que partiu deste mesmo princípio, atingiu bons resultados. Contudo, deve-se ressaltar que a reduzida

precipitação pluviométrica nas primeiras semanas após a semeadura da aveia (Figura 1) influenciou neste resultado, o qual retardou o período de maior disponibilidade de MSAp.

Quanto ao acúmulo de massa seca (MSAp), Demétrio (2009) mostra que a cultivar de Aveia Preta Comum produziu no primeiro, segundo e terceiro período, respectivamente, 970, 1339 e 1596 kg MS ha⁻¹. Os períodos diferiram estatisticamente entre eles, concluindo então, que o primeiro período correspondeu ao menor acúmulo de MS e o terceiro ao maior acúmulo de MS. Enquanto Ben *et al.* (1998) observaram que ao aplicar 160 kg de N ha⁻¹ em cobertura, obteve-se um rendimento de MS de aveia preta de 1128, 605 e 1165 kg de MS ha⁻¹ no primeiro, segundo e terceiro período. Portanto, o terceiro período representou o maior acúmulo de massa de seca de aveia preta (MSAp) nesses dois experimentos e neste trabalho. Apesar disso, deve-se ressaltar que estas coletas foram realizadas em diferentes dias após emergência (DAE), sendo 75 DAE na pesquisa de Demétrio (2009), 108 DAE na de Ben *et al.* (1998) e 138 DAE neste trabalho. O que indica um desenvolvimento mais tardio das duas cultivares de aveia preta.

Militão (2014) avaliou a produção de matéria seca de três cultivares de aveia branca em três períodos diferentes, no qual a cultivar URS Taura apresentou o maior acúmulo de massa de forragem (MSAp). Essa cultivar apresentou 1041,8 kg MS ha⁻¹ no primeiro corte, 275 kg MS ha⁻¹ no segundo e 384,8 kg MS ha⁻¹ no terceiro. Comparado com a MSA observada na cultivar AF 1340 (período 1 – 808,10 kg MS ha⁻¹; período 2 – 853,15 kg MS ha⁻¹; período 3 – 1228,26 kg MS ha⁻¹; e período 4 – 891,80 kg MS ha⁻¹) e na cultivar URS F FLETE (período 1 – 803,70 kg MS ha⁻¹; período 2 – 756,50 kg MS ha⁻¹; período 3 – 1528,25 kg MS ha⁻¹; e período 4 – 779,10 kg MS ha⁻¹), nota-se uma diferença considerável. Visto isso, ressalta-se que este experimento foi realizado em um inverno rigoroso com temperaturas muito baixas (Figura 1), do mesmo modo que o experimento de Militão (2014), o qual foi realizado no inverno de 2013, que também enfrentou condições climáticas semelhantes. Assim sendo, evidencia que, apesar das cultivares sofrerem um impacto negativo quanto à MSAp por conta das temperaturas baixas, as cultivares AF 1340 e URS F FLETE apresentaram resultados melhores quando comparado aos de Militão (2014). Isso corrobora com as pesquisas de Fontaneli *et al.* (2012), que afirmam que cultivares de aveia branca são tolerantes ao frio e geadas.

De maneira geral, constata-se que em comparação com a literatura supracitada, o desenvolvimento das quatro cultivares de aveia branca e preta demoraram mais para atingir o ápice de acúmulo de massa seca de forragem (período 3 - 07/08-04/09). Isso pode ser justificado pela baixa incidência de chuvas na segunda quinzena de abril, período em que foi realizado a semeadura da pastagem. Logo, as cultivares de aveia forrageira demoraram para atingir a altura média desejada para a introdução do gado para pastagem.

Como evidenciado na Tabela 4, não houve diferença significativa da Matéria Seca Acumulada total (MSAt) entre as cultivares de aveia forrageira. Contudo, tais valores são apresentados na Tabela 8 para compará-los com a MSAt das cultivares de aveia preta dos experimentos de Ben *et al.* (1998) e Demétrio (2009), sendo, respectivamente, 3905 e 2898 kg de MS ha⁻¹. Verifica-se, portanto, que a cultivar SALVA produziu 5023,16 kg de MS ha⁻¹ e a cultivar BRS 139 produziu 4443,01 kg de MS ha⁻¹ ao longo dos meses, demonstrando maiores produtividades do que a das cultivares avaliadas pelos autores citados.

Tabela 8 – Médias de Matéria Seca Acumulada total (Kg MS ha⁻¹) de quatro cultivares de aveia forrageira em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso em Vitorino-PR, 2021

Cultivar	Médias de MSAt
SALVA	5023,16
BRS 139	4443,01
AF 1340	4012,90
URS F FLETE	3867,55

Fonte: Autoria Própria (2021)

A cultivar SALVA apresentou a maior matéria seca acumulada total (MSAt), mas esse valor não diferiu significativamente das demais cultivares. Isso significa que a aveia preta de sementes salvas pelo produtor (SALVA) não perde em produtividade para as demais cultivares de sementes certificadas (BRS 139, AF 1340 e URS F FLETE). De modo que a sua utilização é justificada e não oferece perdas produtivas aos produtores quando comparada as demais cultivares. Ainda, levando em consideração que as cultivares não apresentaram diferenças significativas quanto a MSAt, pode-se afirmar que, de forma geral, tanto as cultivares de aveia branca quanto as de aveia preta responderam, no aspecto produtivo, da mesma forma às adversidades climáticas.

4.1.2 Densidade de perfilhos na área pastejada

A maior média de densidade de perfilhos (Tabela 9) observada foi no período 3 pela cultivar BRS 139, a qual diferiu das outras cultivares nesse período, bem como dos demais períodos para essa mesma cultivar. Além disso, a BRS 139 ainda apresentou maior média de densidade de perfilhos no período 1 e 4, não diferindo das cultivares SALVA e AF 1340. Já no período 2, a cultivar SALVA teve uma maior densidade de perfilhos, não diferindo da cultivar AF 1340. Em contrapartida, a cultivar URS F FLETE apresentou a menor densidade de perfilhos em todos os períodos, não diferindo entre os períodos, mas apresentando diferença significativa entre as demais cultivares em todos os períodos.

Estatisticamente, as cultivares SALVA e AF 1340 não diferiram entre si em nenhum dos quatro períodos e apresentaram as suas maiores densidades de perfilhos no período 2, diferindo dos demais períodos. Ademais, a densidade de perfilhos das cultivares de aveia branca forrageira (AF 1340 e URS F FLETE) diferiram em todos os períodos. Enquanto as duas cultivares de aveia preta diferiram apenas no período 2 e 3.

Tabela 9 – Médias da variável Densidade de Perfilhos (DPAP, em perfilhos m⁻²) em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021

Densidade de perfilhos na Área Pastejada (DPAP, em perfilhos m⁻²)								
Cultivar	Período 1		Período 2		Período 3		Período 4	
SALVA	952,89	a¹ B	1455,33	a A	1068,86	b B	1019,06	a B
AF 1340	844,49	a B	1414,23	a A	936,83	b B	846,16	a B
URS F FLETE	404,95	b A	545,88	c A	617,63	c A	416,60	b A
BRS 139	1015,59	a B	999,52	b B	1453,93	a A	1030,21	a B

¹Médias não seguidas por mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria Própria (2021)

A densidade populacional de perfilhos (DPAP) está diretamente relacionada com condições edafoclimáticas favoráveis (temperatura, luminosidade e pluviosidade). Além disso, outro fator que provoca o aumento do perfilhamento nas espécies forrageiras é a disponibilidade de N nas pastagens (CARVALHO *et al.*,

2001). Percebe-se que a maior DPAP para as cultivares SALVA e AF 1340 ocorreu no período 2, coleta que corresponde dos 17 aos 45 dias após a adubação nitrogenada. Enquanto a cultivar BRS 139 teve sua maior DPAP no período 3, que corresponde aos 45 até 73 dias após a aplicação de N. Mundstock e Bredemeier (2001) afirmam que o N influencia o desenvolvimento das plantas de aveia nos estádios iniciais, incluindo, portanto, a formação dos perfilhos.

Pastagens apresentam um mecanismo de compensação e auto-desbaste que regula o perfilhamento, a massa e dimensão dos perfilhos. De modo que pastagens manejadas em alturas mais altas apresentam menor densidade populacional de perfilhos, mas perfilhos maiores e mais pesados, enquanto pastos manejados em alturas mais baixas tendem a apresentar maior densidade populacional de perfilhos, mas perfilhos menores e mais leves (SBRISSIA; SILVA, 2008). Além disso, existe um terceiro fator que se associa com a correlação estabelecida pelos autores, Bernardon (2016) afirma que a constante remoção de área foliar das espécies forrageiras, em virtude do pastejo, aumenta a densidade populacional de perfilhos. Isso é explicado pela constante entrada de luz na base do dossel forrageiro, bem como a maior disponibilidade de N, os quais provocam o aumento do número de meristemas ativos. Uma vez que esses fatores tem relação com o manejo do experimento, é possível observar que em todas as cultivares e períodos as plantas emitiram um grande número de perfilhos, sendo acima de 300 perfilhos m^{-2} (MUNDSTOCK; BREDEMEIER, 2001).

4.1.3 Relação Folha/Colmo na área pastejada

Quanto a relação Folha/Colmo (Tabela 10), as menores relações ocorreram no período 4, sendo que todas as cultivares, com exceção da SALVA, diferiram dos demais períodos. Contudo, foi a SALVA que apresentou a menor FCAP no período 4, não diferindo da relação Folha/Colmo do período 1, onde também foi observado a menor FCAP, mas que, neste primeiro período, diferiu das demais cultivares.

A cultivar AF 1340 apresentou o maior FCAP no período 1, não diferindo dos períodos 2, 3 e 4, e da URS F FLETE nesses períodos. Portanto, pode-se dizer que as cultivares de aveia branca forrageira apresentaram as maiores relações Folha/Colmo, apesar de que no período 2 a cultivar URS F FLETE não diferiu da

cultivar BRS 139, que por sua vez, não diferiu da cultivar SALVA. Observa-se ainda, que as cultivares apresentaram as maiores relações Folha/Colmo no período 2, diferindo do período 4.

Tabela 10 – Médias da variável Relação Folha/Colmo na Área Pastejada (FCAP) em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021

Folha/colmo na Área Pastejada ² (FCAP)								
Cultivar	Período 1		Período 2		Período 3		Período 4	
SALVA	0,7229	c ¹ AB	1,2051	c A	0,9081	b A	0,1899	b B
AF 1340	3,5427	a A	3,0925	a AB	2,7096	a B	0,6180	a C
URS F FLETE	1,3769	a B	2,0230	ab A	1,7271	a AB	0,4777	a C
BRS 139	0,9255	b B	1,5389	bc A	0,7878	c B	0,1949	b C

¹Médias não seguidas por mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro. ² Transformação recíproca de Y_{ijk} : $Y_{ijk}^* = 1/(Y_{ijk}+1)$; sendo Y_{ijk} o valor observado na unidade experimental que recebeu o nível i do fator Período, nível j do fator Cultivar, no bloco k.

Fonte: Autorial Própria (2021)

A relação folha/colmo é amplamente utilizada como parâmetro indicativo da qualidade nutricional de pastagens, visto que as folhas, estrutura vegetal com os maiores teores nutricionais para bovinos, são determinantes na composição da matéria seca. Em outras palavras, as folhas provocam alteração no valor nutritivo da forragem consumida pelo animal. De forma que uma alta relação folha/colmo corresponde a uma forragem com melhores teores de proteína, digestibilidade e consumo (MARANHÃO *et al.*, 2010).

Ao avaliar a relação folha/colmo em aveia preta com adubação de 100 kg de N ha⁻¹, Dalpizzol (2016) registrou os valores de 3,01, 2,82 e 2,67 na primeira, segunda e terceira coleta, respectivamente. Enquanto Mazurkiewicz (2014), no ano de 2012, avaliou a relação folha/colmo de cultivares de aveia forrageira em quatro períodos diferentes, sendo que para a cultivar de aveia preta IAPAR 61, os valores encontrados foram 3,5 (período 1), 2,6 (período 2), 1,8 (período 3) e 1,6 (período 4). Já para a cultivar de aveia branca, a relação folha/colmo foi de 6,8 (período 1), 5,8 (período 2), 3,3 (período 3) e 2,5 (período 4). Ambos os experimentos evidenciam relações folha/colmo mais altas do que as observadas neste experimento (Tabela 10), contudo, ressalta-se que os trabalhos de Dalpizzol (2016) e Mazurkiewicz (2014) não contaram com interferência animal, ao contrário deste experimento que dispôs de pastejo em

lotação continua. De modo que, a relação folha/colmo tendeu a ser menor em consequência da constante ação animal na área experimental, o qual se alimenta, preferencialmente, das folhas das espécies forrageiras.

Mazurkiewicz (2014) também constatou que as relações folha/colmo da cultivar de aveia preta IAPAR 61 foram, estatisticamente, menores do que as da cultivar de aveia branca IPR Suprema. Tais resultados corroboram com os desse experimento, visto que a FCAP das cultivares de aveia branca também foram, estatisticamente, maiores do que as cultivares de aveia preta, com exceção do período 2, onde a cultivar BRS 139 não diferiu da URS F FLETE. Esses resultados eram esperados, posto que aveia branca apresentam folhas mais largas (MACHADO, 2000).

No período 4 a FCAP de todas as cultivares foi muito baixa, o que reflete plantas com colmos expressivos e alongados. Isso se deve ao fato das cultivares de aveia estarem entrando no estágio reprodutivo, o que faz com que as plantas aloquem energia para a formação dos grãos e conseqüentemente, no alongamento dos colmos (SANTOS *et al.*, 2014). Outro fator que acelerou esse processo de desenvolvimento dos colmos foi o aumento de temperatura e maior precipitação pluviométrica, dado que o ambiente influencia a relação folha/colmo e, de modo geral, a qualidade da forragem (BUXTON, 1996).

4.1.4 Massa de forragem média na área pastejada e nas gaiolas

As cultivares AF 1340 e URS F FLETE, ambas aveias brancas, apresentaram as menores MSFAP em todos os períodos, diferindo das cultivares de aveia preta SALVA e BRS 139. Ainda, a MSFAP dessas duas cultivares não diferiram entre os períodos de avaliação (Tabela 11).

Por outro lado, as cultivares de aveia preta, SALVA e BRS-139 apresentaram as maiores MSFAP em todos os períodos, não diferindo entre elas. Com relação aos períodos, a cultivar SALVA apresentou a menor massa de forragem média no período 1, que diferiu dos demais, os quais não diferiram entre eles. A cultivar BRS 139 também apresentou a menor MSFAP no período 1, o qual diferiu dos períodos seguintes. Contudo, a MSFAP da cultivar BRS 139 não diferiu nos períodos 2 e 4, sendo que o período 4 não diferiu do período 3, o qual teve o maior valor de MSFAP.

Tabela 11 – Médias das variáveis: Matéria seca de Forragem média na Área Pastejada (MSFAP, em Kg de MS ha⁻¹) e Matéria Seca de Forragem média nas Gaiolas (MSFG, em Kg de MS ha⁻¹ em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021

Massa de Forragem média na Área Pastejada (MSFAP, em Kg de MS ha⁻¹)								
Cultivar	Período 1		Período 2		Período 3		Período 4	
SALVA	721,75	a¹ B	1237,60	a A	1398,00	a A	1315,35	a A
AF 1340	349,15	b A	558,55	b A	550,10	b A	350,05	b A
URS F FLETE	289,95	b A	534,25	b A	586,80	b A	464,00	b A
BRS 139	751,20	a C	1225,55	a B	1631,45	a A	1484,10	a AB
Massa de Forragem média nas Gaiolas (MSFG, em Kg de MS ha⁻¹)								
SALVA	1391,60	a B	1479,35	a B	3624,95	a A	2006,25	ab B
AF 1340	1030,40	a B	1202,30	a B	1920,40	b A	1539,90	b AB
URS F FLETE	1000,40	a B	1046,45	a B	2062,50	b A	1365,90	b B
BRS 139	1241,10	a C	1558,35	a C	3034,15	a A	2378,30	a B

¹Médias não seguidas por mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro. ² Transformação recíproca de Y_{ijk} : $Y_{ijk}^* = 1/(Y_{ijk} + 1)$; sendo Y_{ijk} o valor observado na unidade experimental que recebeu o nível i do fator Período, nível j do fator Cultivar, no bloco k .

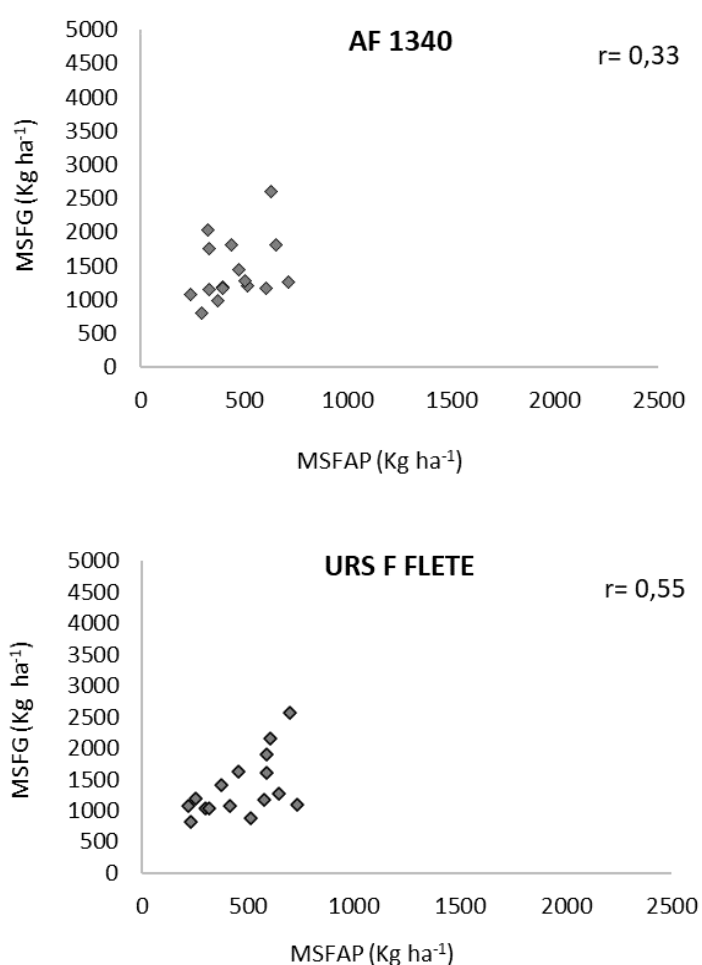
Fonte: Autoria Própria (2021)

A MSFG das cultivares SALVA, AF 1340, URS F FLETE e BRS 139 não diferiram entre si nos períodos 1 e 2 (Tabela 11). No período 3, as cultivares AF 1340 e URS-FLETE diferiram das cultivares de aveia preta (URS 136 e SALVA). Já no período 4, a cultivar SALVA não diferiu das demais cultivares, enquanto a cultivar URS F FLETE e AF 1340 diferiram da BRS 139. Ainda, observa-se que os maiores valores de MSFG foram no período 3, o qual diferiu de todos os outros, com exceção da cultivar AF 1340 que não apresentou diferença significativa entre o período 3 e 4.

Essas duas variáveis (MSFAP e MSFG, Tabela 11) foram utilizadas para obter a Matéria Seca Acumulada por período e total (MSAp e MSA_t), como indicado na metodologia do trabalho. Todavia, a discussão sobre as variáveis de forma isolada é feita para justificar e demonstrar uma observação de campo. A área experimental não foi piqueteada e o gado tinha acesso a todas as unidades experimentais. Em outros termos, os animais tinham liberdade para se alimentar de quaisquer cultivares de aveia forrageira ali instaladas. Logo, foi constatado uma preferência dos bovinos pelo pastejo das cultivares de aveia branca (AF 1340 e URS F FLETE). Isso pode ser observado ao verificar que a MSFAP das cultivares de aveia branca foi significativamente menor do que a das cultivares de aveia preta. Enquanto a MSFG das quatro cultivares de aveia não diferiram até o período 3.

A fim de aprofundar a interpretação sobre essa constatação, a relação linear entre a MSFAP e a MSG foi obtida. Sendo que para a cultivar de aveia AF1340 essa relação linear foi regular e não significativa pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro (Figura 8). Já para a cultivar de aveia URS F FLETE houve relação linear significativa entre a MSFAP e a MSG, que apesar de significativa, essa relação também é considerada regular (CARVALHO; LORENCETTI; BENIN, 2004).

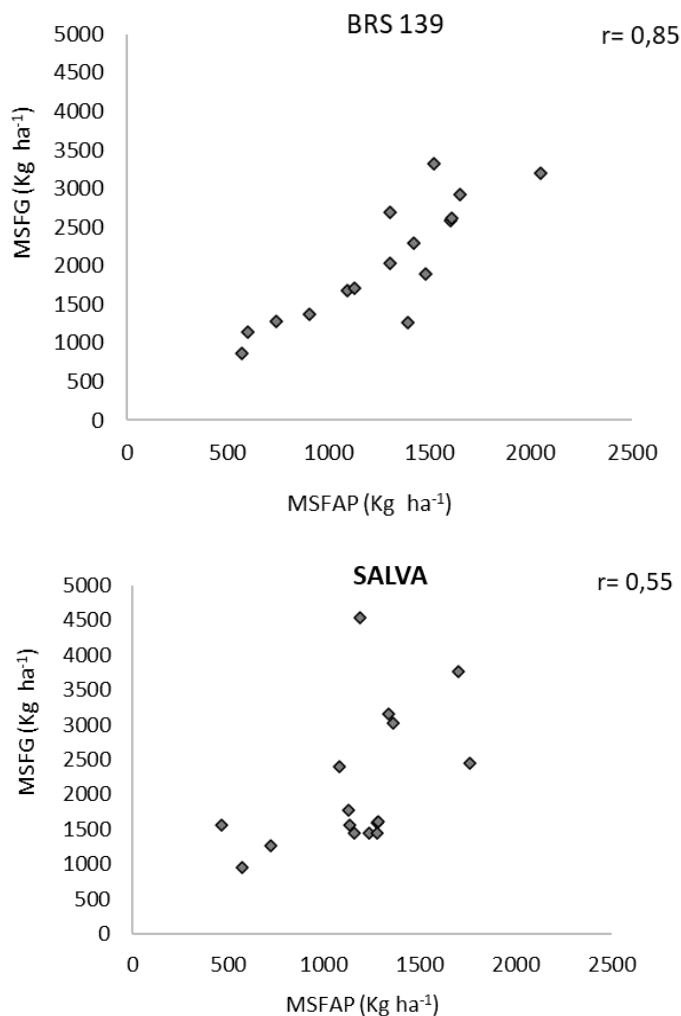
Figura 8 – Diagramas de dispersão e Coeficiente de Correlação Linear de Pearson entre as variáveis Matéria Seca de Forragem Média na Área Pastejada (MSFAP, em Kg ha⁻¹) e a Matéria Seca de Forragem Média nas Gaiolas de Exclusão (MSG, em Kg ha⁻¹) de 16 amostras das cultivares de aveia branca, AF 1340 e URS F FLETE. Vitorino, PR, 2021



Fonte: Autoria Própria (2021)

Para as cultivares de aveia preta, BRS 139 e SALVA ambos os coeficientes de correlação foram significativos (Figura 9). A magnitude da relação entre as referidas variáveis para a cultivar de aveia SALVA também foi regular. No entanto, verificou-se relação forte positiva entre a MSFAP e a MSFG para a cultivar BRS 139.

Figura 9 – Diagramas de dispersão e Coeficiente de Correlação Linear de Pearson entre as variáveis Matéria Seca de Forragem Média na Área Pastejada (MSFAP, em Kg ha⁻¹) e a Matéria Seca de Forragem Média nas Gaiolas de Exclusão (MSG, em Kg ha⁻¹) de 16 amostras das cultivares de aveia preta, SALVA e BRS 139. Vitorino, PR, 2021



Fonte: Autoria Própria (2021)

Esses resultados (Figura 8 e Figura 9) indicam que o rebanho bovino deu preferência ao consumo da aveia branca AF 1340, seguido pelas cultivares URS F FLETE e SALVA e, por fim, pela cultivar BRS 139. Essa preferência pela cultivar AF 1340 pode ser justificada ao resgatar os resultados obtidos para a variável relação folha/colmo na área pastejada (FCAP, Tabela 10), nos quais as cultivares de aveia branca apresentaram FCAP maiores, diferindo das cultivares de aveia preta. Maranhão *et al.* (2010) afirmam que forrageiras com maiores relações folha/colmo indicam pastagens mais nutritivas, portanto, justificando tal comportamento dos bovinos.

4.1.5 Densidade de Forragem na Área Pastejada

Maior média de densidade de forragem foi observada para a cultivar BRS 139, a qual não diferiu das cultivares Salva e AF 1340 (Tabela 12). A Cultivar URS F FLETE apresentou menor densidade de forragem, mas também não diferiu das cultivares SALVA e AF1340 (Tabela 12).

Tabela 12 – Médias de Densidade de Forragem na Área Pastejada (DFAP) de quatro cultivares de aveia forrageira em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021

Cultivar	Médias de DFAP ²
SALVA	39,02 ab
AF 1340	33,33 ab
URS F FLETE	31,65 b
BRS 139	41,87 a

¹Médias não seguidas por mesma letra diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro. ²Transformação raiz quadrada de $Y_{ijk} = \sqrt{Y_{ijk}}$; sendo Y_{ijk} o valor observado na unidade experimental que recebeu o nível i do fator Período, nível j do fator Cultivar, no bloco k.

Fonte: Autoria Própria (2021)

Cassol *et al.* (2011) afirmam que, para pastagens de aveia preta e azevém, quanto maior for a relação folha/colmo e a produção de biomassa e de perfilhos, maior será a densidade de forragem. Embora as cultivares AF 1340 e SALVA não tenham diferido entre si e entre as demais cultivares, enfatiza-se que a cultivar de aveia branca URS F FLETE obteve densidade de forragem (DFAP) significativamente menor do que a cultivar de aveia preta BRS 139. Tal resultado era esperado, visto que a cultivar URS F FLETE apresentou valores significativamente menores em todos os períodos avaliados para a variável densidade populacional de perfilhos (DPAP, Tabela 9), quando comparada a cultivar BRS 139.

O período 2 apresentou maior média de densidade de forragem de aveia (DFAP), diferindo dos demais períodos de avaliação (Tabela 13). Menor média de densidade de forragem foi observada no período 3, mas não diferiu do período 1 e 4.

Bernardon (2016) verificou que a densidade de forragem é influenciada pela adubação nitrogenada e pelo manejo da altura do pasto, uma vez que a disponibilidade do nitrogênio provoca o aumento da eficiência fotossintética, que por sua vez, amplia a taxa de aparecimento e alongação de folhas, intensifica a produção

de perfilhos e aumenta a porcentagem de folhas na pastagem. Esse argumento justifica a maior densidade de forragem no período 2, uma vez que a adubação nitrogenada foi realizada no final do período 1 e as análises de teor de N nas plantas (TNG, Tabela 14) apresentaram uma maior concentração de N no período 2.

Tabela 13 – Médias de Densidade de Forragem de aveia na Área Pastejada (DFAP) em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10) em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira avaliadas nos quatro períodos. Vitorino – PR, 2021

Período	Médias de DFAP ¹
Período 1:11/06-10/07	32,98 b ¹
Período 2: 10/07-07/08	46,33 a
Período 3: 07/08-04/09	32,29 b
Período 4: 04/09-02/10	34,26 b

¹Médias não seguidas por mesma letra diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro ²Transformação raiz quadrada de $Y_{ijk} = Y_{ijk}^* = \sqrt{Y_{ijk}}$; sendo Y_{ijk} o valor observado na unidade experimental que recebeu o nível i do fator Período, nível j do fator Cultivar, no bloco k.

Fonte: Autoria Própria (2021)

4.1.6 Teor de nitrogênio nas amostras da área pastejada e das gaiolas

Com relação a variável TNAP, constata-se que a cultivar AF 1340 apresentou o maior teor de nitrogênio nas amostras no período 1, a qual diferiu das demais cultivares e dos demais períodos (Tabela 14). O período 2 foi o de menor TNAP para as cultivares SALVA, AF 1340 e URS F FLETE, que não diferiram entre si. Em compensação, o período 2 foi o de maior valor de TNAP para a cultivar BRS 139, a qual não diferiu do período 4. As cultivares URS F FLETE e SALVA tiveram os teores de nitrogênio mais altos no período 4, diferindo dos demais períodos, mas não diferindo das outras duas cultivares.

Já para a variável TNG (Tabela 14), os teores mais elevados de nitrogênio nas amostras das quatro cultivares ocorreu no período 1, diferindo dos demais períodos, com exceção da cultivar SALVA, que não apresentou diferença significativa entre o primeiro e segundo período. Ainda no primeiro período, a cultivar AF 1340 apresentou o maior TNG, que diferiu apenas da cultivar SALVA, de forma que as cultivares URS F FLETE e BRS 139 não diferiram das demais. À medida que os períodos foram avançando, o TNG foi reduzindo, sendo que ao chegar no período 4,

o TNG de todas as cultivares já diferem do período 1 e do período 2, com exceção da cultivar BRS 139 que não apresentou diferença significativa entre o período 4 e 2.

Tabela 14 – Médias das variáveis Teor de nitrogênio nas amostras da Área Pastejada (TNAP, em %) e Teor de nitrogênio nas amostras das gaiolas (TNG, em %) em um experimento conduzido no delineamento blocos ao acaso com quatro cultivares de aveia forrageira (Salva, AF 1340, URS F Flete, BRS 139) avaliadas em quatro períodos de coleta (Período 1: 11/06-10/07; Período 2: 10/07-07/08; Período 3: 07/08-04/09; e, Período 4: 04/09-02/10). Vitorino – PR, 2021

Teor de nitrogênio nas amostras da Área Pastejada (TNAP, em %)								
Cultivar	Período 1		Período 2		Período 3		Período 4	
SALVA	0,98	b B	0,55	b C	1,16	ab B	1,69	a A
AF 1340	2,62	a A	0,52	b C	1,49	a B	1,38	A B
URS F FLETE	1,16	b B	0,73	b C	0,78	b BC	1,59	a A
BRS 139	1,08	b B	1,74	a A	0,87	b B	1,55	a A
Teor de nitrogênio nas amostras das gaiolas (TNG, em %)								
SALVA	2,63	b A	2,61	a A	1,70	b B	1,64	ab B
AF 1340	3,22	a A	2,45	a B	1,49	b C	1,36	b C
URS F FLETE	2,95	ab A	2,36	a B	2,16	a B	1,73	ab C
BRS 139	2,96	ab A	2,36	a B	1,50	b C	1,94	a B

¹Médias não seguidas por mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro. ² Transformação recíproca de Y_{ijk} : $Y_{ijk}^* = 1/(Y_{ijk} + 1)$; sendo Y_{ijk} o valor observado na unidade experimental que recebeu o nível i do fator Período, nível j do fator Cultivar, no bloco k .

Fonte: Autoria Própria (2021)

Wolff e Floss (2008) conduziram um experimento para avaliar as correlações entre os teores de N e de clorofila da parte aérea de aveia branca. Os pesquisadores determinaram que o teor médio de N, dentre 21 cultivares de aveia branca, foi de 3,1% na folha bandeira e 2,5% na folha bandeira-1. Ainda, esses afirmam que tais teores estão dentro do padrão para a cultura da aveia. Comparado com os teores aqui obtidos, percebe-se que os teores de N das amostras das gaiolas (TNG) do período 1 e período 2 são similares aos recém citados, enquanto os teores de N das amostras da área pastejada (TNAP) são expressivamente menores.

Com o avanço da utilização da pastagem, verifica-se uma diluição dos teores de N na planta concomitante ao acúmulo de biomassa aérea. De modo que, o nitrogênio absorvido na emergência das plantas e início do perfilhamento, após a adubação nitrogenada, fica mais concentrado na MS acumulada, quando comparado aos períodos seguintes de avaliação (BERNARDON, 2016). Esse mesmo fenômeno foi verificado na TNG deste experimento, em que é possível ver diferença significativa entre os teores de N do período 1 e 2 quando comparados ao TNG do período 3 e 4.

Ainda, a autora afirma que os teores de N na MS são reduzidos à medida que as avaliações avançam para o final do ciclo vegetativo da pastagem, visto que ocorre o acúmulo de materiais estruturais e redução da relação folha/colmo. Em conformidade, da mesma maneira em que a TNG reduziu no decorrer das avaliações, também foi observado uma redução da relação folha/colmo (Tabela 10), reforçando as determinações de Bernardon (2016).

Foi encontrada diferença significativa entre as médias de o teor de nitrogênio das plantas coletadas na área pastejada (TNAP) e teor de nitrogênio das amostras provenientes do interior das gaiolas de exclusão (TNG), sendo observada maior média nas gaiolas (Tabela 15).

Tabela 15 – Teor de nitrogênio de plantas de aveia na área pastejada (TNAP, em %) e nas gaiolas de exclusão (TNG, em %) em 64 amostras de aveia, cultivares AF 1340, URS F FLETE, SALVA e BRS 139. Vitorino, PR, 2021

Estatísticas	TNAP (%)	TNG (%)
Média	11,24b	2,19a
Variância conhecida	0,31	0,38

¹ Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste Z para a diferença entre duas médias populacionais.

Fonte: Autoria Própria (2021)

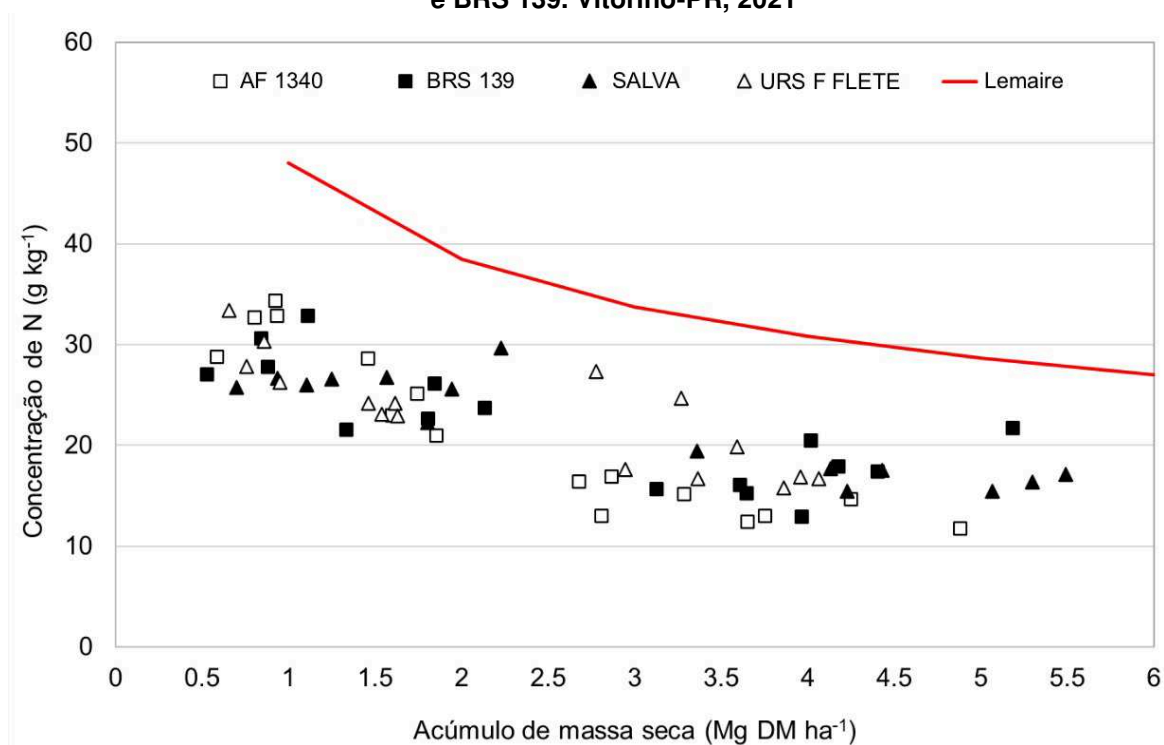
A diluição do N absorvido e o aumento da sua concentração na MS acumulada explica também o motivo pelo qual os valores de TNAP são inferiores aos de TNG, como pode ser observado na Tabela 15 (BERNARDON, 2016). As plantas presentes na área de pastagem são submetidas constantemente ao pastejo, reduzindo a MS acumulada, e por sua vez, o teor de nitrogênio ali presente. Por outro lado, as plantas presentes dentro das gaiolas de exclusão não passam por essa interferência animal durante cada período de avaliação.

Ressalta-se que os valores de TNAP não significam que pastagens submetidas ao pastejo apresentam menores teores de N, mas sim, que tanto a massa de forragem quanto o teor de N estão sendo consumidos pelos animais. Portanto, a metodologia adotada para a obtenção dos valores de TNG passam maior confiabilidade quando se busca verificar os teores de nitrogênio absorvido pelas plantas em um determinado período.

4.2 Curva de Diluição de Nitrogênio

Para avaliar a condição nutricional nitrogenada das cultivares de aveia forrageira foi utilizado o modelo proposto por Lemaire *et al.* (1984) (Figura 10), o qual relaciona o teor de N na planta com o acúmulo de matéria seca de forragem, com o objetivo de entender se o fornecimento de N para a pastagem foi suficiente para o seu pleno desenvolvimento ou não. Essa relação é embasada pelo conceito de que a quantidade de nitrogênio absorvida pelas plantas é regulada, em grande parte, pela taxa de crescimento e acúmulo de biomassa das pastagens.

Figura 10 – Concentração de N (g kg^{-1}) na biomassa aérea acumulada em relação a concentração de N calculado e expresso na curva de diluição proposta por Lemaire (1997) conforme o acúmulo de massa seca de forragem das cultivares SALVA, AF 1340, URS F FLETE e BRS 139. Vitorino-PR, 2021



Fonte: Autoria Própria (2021)

Lemaire *et al.* (1984) afirmam que concentrações de N abaixo da curva indicam que os teores de N foram limitantes ao crescimento da pastagem e, portanto, a produção de massa de forragem. Desta forma, ao observar a Figura 10 é possível perceber que o fornecimento de nitrogênio para as quatro cultivares de aveia forrageira não foi suficiente para seu pleno desenvolvimento, demonstrando uma deficiência de N na pastagem.

A adubação nitrogenada no início do perfilhamento é fundamental para plantas forrageiras, visto que esse nutriente é de extrema importância para o desenvolvimento de área foliar das pastagens, que por sua vez, representam o componente morfológico responsável pela fotossíntese (BERNARDON, 2016). Por esse motivo foi realizada a aplicação em cobertura de 300 kg ha⁻¹ de ureia na área experimental, de modo que em condições normais essa adubação nitrogenada seria suficiente para condução das pastagens.

O fornecimento inadequado de nitrogênio para as cultivares de aveia forrageira nesse experimento, apesar da elevada adubação nitrogenada, se deve ao fato de que o talhão desse experimento foi utilizado nas últimas três safras para o cultivo de soja. Sabe-se que para essa cultura, produtores não costumam realizar adubação nitrogenada. Além disso, Barth Neto *et al.* (2013) afirmam que a quantidade de N residual da cultura da soja não é suficiente para sustentar produções elevadas de massa de forragem. Percebe-se então que o sistema estava exigindo uma quantidade muito maior de N do que a quantidade recomendada para a cultura da aveia.

Tal constatação é confirmada pelos resultados obtidos para matéria seca acumulada total (Tabela 8) das quatro cultivares, que não diferiram entre si. Essas cultivares tem potencial para atingir cerca de 10 toneladas ha⁻¹ de massa seca de forragem de acordo com seus fornecedores, contudo, as condições edafoclimáticas desfavoráveis e a deficiência de N constatada pela curva de diluição do N influenciaram e impediram o ganho máximo de produtividade.

4.3 Relação entre os teores de nitrogênio na área pastejada e nas gaiolas com os teores de clorofila a e b em cultivares de aveia forrageira

A verificação das relações entre dos teores de clorofila e de nitrogênio na área pastejada e nas gaiolas de exclusão permite a verificação da eficiência do uso do clorofilômetro na estimativa dos teores de N nas plantas de aveia forrageira (Tabelas Tabela 16 e Tabela 17).

Para as amostras das gaiolas (Tabela 16), não foi identificada correlação significativa entre TNG e CAIG, CBIG, CAMG, CBMG, CASG, CBSG e CAAG ($\alpha=5\%$), da mesma forma que para as amostras das áreas de pastejo (Tabela 17) não foi

constatado correlação significativa entre TNAP e CAIAP, CBIAP, CAMAP, CBMAP, CASAP, CBSAP, CAAAP e CBAAP ($\alpha= 5\%$).

Tabela 16 – Coeficientes de correlação linear de Pearson entre as variáveis: Teor de nitrogênio nas gaiolas (TNG, em %), Teor de Clorofila A do extrato inferior do dossel nas amostras das gaiolas (CAIG, em ICF), Teor de Clorofila B do extrato inferior do dossel nas amostras das gaiolas (CBIG, em ICF), Teor de Clorofila A do extrato médio do dossel nas amostras das gaiolas (CAMG, em ICF), Teor de Clorofila B do extrato médio do dossel nas amostras das gaiolas (CBMG, em ICF), Teor de Clorofila A do extrato superior do dossel nas amostras das gaiolas (CASG, em ICF), Teor de Clorofila B do extrato superior do dossel nas amostras das gaiolas (CBSG, em ICF) e Teor de Clorofila A média dos extratos do dossel nas amostras das gaiolas (CAAG, em ICF) para a cultivares de aveia SALVA, AF 1340, URS F FLETE e BRS 139, com n= 48 amostras, no interior de gaiolas de exclusão. Vitorino – PR, 2021

	TNG	CAIG ¹	CBIG ¹	CAMG	CBMG ¹	CASG ¹	CBSG ¹	CAAG
TNG	1,00							
CAIG¹	-0,21 ^{ns}	1,00						
CBIG¹	-0,27 ^{ns}	0,87*	1,00					
CAMG	-0,02 ^{ns}	0,26	0,33*	1,00				
CBMG¹	0,08 ^{ns}	0,38*	0,58*	0,81*	1,00			
CASG¹	-0,14 ^{ns}	0,47*	0,56*	0,45*	0,60*	1,00		
CBSG¹	-0,03 ^{ns}	0,48*	0,59*	0,49*	0,71*	0,87*	1,00	
CAAG	-0,19 ^{ns}	0,76*	0,76*	0,71*	0,75*	0,83*	0,81*	1,00

* Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t. ^{ns} Não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t. ¹Variáveis transformadas com transformação Box-Cox.

Fonte: Autoria Própria (2021)

Por outro lado, as variáveis teores de clorofila das amostras das gaiolas (CAIG, CBIG, CAMG, CBMG, CASG, CBSG, CAAG) apresentaram correlações significativas entre si (Tabela 16), assim como as variáveis teores de clorofila das amostras nas áreas de pastejo (CAIAP, CBIAP, CAMAP, CBMAP, CASAP, CBSAP, CAAAP e CBAAP) também apresentaram correlações significativas entre si (Tabela 17). Desta forma, pode-se afirmar, que para as cultivares de aveia preta (SALVA e BRS 139) e aveia branca (AF 1340 e URS F FLETE) existe dependência entre os teores de clorofila a e b das folhas dos extratos inferiores, médios e superiores.

A inexistência de correlação entre os teores de nitrogênio e clorofila para as cultivares de aveia branca e preta pode ser explicada pela elevada quantidade de adubação nitrogenada no manejo da pastagem, visto que foi realizado a aplicação de 300 kg N ha⁻¹. Argenta, Silva e Bortolini (2001) afirmam que níveis de N mineral elevado provocam a indução do acúmulo de N inorgânico (nitrato) nas folhas, processo denominado como consumo de luxo de N. Como consequência, esse nitrato, que não se associa às clorofilas, não é identificado pelo clorofilômetro.

Tabela 17 – Coeficientes de correlação linear de Pearson entre as variáveis: Teor de Nitrogênio das plantas na Área Pastejada (TNAP, em %), Teor de Clorofila A do extrato inferior do dossel das amostras na Área Pastejada (CAIAP, em ICF), Teor de Clorofila B do extrato inferior do dossel das amostras na Área Pastejada (CBIAP, em ICF), Teor de Clorofila A do extrato médio do dossel das amostras na Área Pastejada (CAMAP, em ICF), Teor de Clorofila B do extrato médio do dossel das amostras na Área Pastejada (CBMAP, em ICF), Teor de Clorofila A do extrato superior do dossel das amostras na Área Pastejada (CASAP, em ICF), Teor de Clorofila B do extrato superior do dossel das amostras na Área Pastejada (CBSAP, em ICF), Teor de Clorofila A média dos extratos do dossel das amostras na Área Pastejada (CAAAP, em ICF) e Teor de Clorofila B média dos extratos do dossel das amostras na Área Pastejada (CBAAP, em ICF) para a cultivares de aveia SALVA, AF 1340, URS F FLETE e BRS 139, com n= 48 amostras, nas áreas pastejadas. Vitorino – PR, 2021

	TNAP ¹	CAIAP	CBIAP ¹	CAMAP ¹	CBMAP	CASAP ¹	CBSAP ¹	CAAAP	CBAAP ¹
TNAAP¹	1,00								
CAIAP	0,04 ^{ns}	1,00							
CBIAP¹	0,05 ^{ns}	0,89*	1,00						
CAMAP¹	-0,06 ^{ns}	0,33*	0,34*	1,00					
CBMAP	-0,06 ^{ns}	0,33*	0,51*	0,75*	1,00				
CASAP¹	0,03 ^{ns}	0,22*	0,36*	0,18*	0,39*	1,00			
CBSAP¹	0,00 ^{ns}	0,34*	0,54*	0,33*	0,64*	0,81*	1,00		
CAAAP	-0,11 ^{ns}	0,67*	0,66*	0,54*	0,70*	0,52*	0,61*	1,00	
CBAAP¹	0,02 ^{ns}	0,64*	0,82*	0,59*	0,85*	0,59*	0,82*	0,78*	1,00

* Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t. ^{ns} Não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t. ¹Variáveis transformadas com transformação Box-Cox.

Fonte: Autoria Própria (2021)

Eichelmann *et al.* (2005) atestam que em condições de radiação solar abundante, as plantas tendem a deslocar o armazenamento de uma parte significativa de N para proteínas não-fotossintéticas e para proteínas fixadoras de carbono. De modo que, enzimas foliares como a Rubisco, que tem como função principal a fixação de carbono, podem funcionar apenas parcialmente durante a catálise enzimática, entende-se como mais um motivo para a falta de linearidade entre teores de clorofila e nitrogênio.

Ainda, Lawlor, Lemaire e Gastal (2001) afirmam que apenas 2% do nitrogênio total da folha está compreendido nas moléculas de clorofila. O que demonstra e explica a inexistência de uma correlação entre os teores de nitrogênio e clorofila das plantas nesta pesquisa. Mais do que isso, evidencia como a estimativa de teor de N na planta a partir do teor de clorofila seria extremamente sensível as variações das características das cultivares, condições ambientais e nutricionais.

Assim como nesse experimento, Wolff e Floss (2008) também não encontraram correlações entre os teores de clorofila e teores de N para aveia branca. Fundamentando a hipótese de que para aveia branca e preta, não se deve utilizar o

clorofilômetro para estimar os teores de N na planta com o objetivo de definir a quantidade de N-fertilizante a ser aplicado.

5 CONCLUSÕES

A aveia preta proveniente de sementes salvas apresentou produtividade de massa seca de forragem similar as cultivares de sementes certificadas (AF 1340, URS F FLETE e BRS 139).

As cultivares de aveia branca apresentaram maior relação Folha/Colmo do que a das cultivares de aveia preta durante todo o ciclo vegetativo da cultura.

Para as cultivares de aveia branca (AF 1340 e URS F FLETE) e aveia preta (SALVA e BRS 139) não se deve utilizar o clorofilômetro para estimar os teores de N na planta.

REFERÊNCIAS

- AMADO, T. J. C.; SANTI, A.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. II - Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1085–1096, dez. 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000600013>. Acesso em: 06 nov. 2021.
- AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMASS, E. A. Avaliação dos coeficientes de variação em experimentos com forrageiras. **Boletim de Indústria Animal**, v. 51, p. 13–20, 1994. <http://iz.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/817>. Acesso em: 06 nov. 2021.
- ARGENTA, G. *et al.* Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 1, p. 109–119, fev. 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000100012>. Acesso em: 06 nov. 2021.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 715–722, ago. 2001. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000400027>. Acesso em: 06 nov. 2021.
- ARGENTA, G. *et al.* Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 158–167, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0103-31312001000200005>. Acesso em: 06 nov. 2021.
- BAGGIO, C. *et al.* Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 215–222, fev. 2009. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000200001>. Acesso em: 06 nov. 2021.
- BARBIERI JUNIOR, É. **Características estruturais, teores de clorofila e suas relações com o nitrogênio foliar e a biomassa em capim-Tifton 85**. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2009. Disponível em: <https://tede.ufrrj.br/jspui/handle/tede/588>. Acesso em: 18 out. 2021.
- BARTH NETO, A. *et al.* Perfilhamento em pastagens de azevém em sucessão a soja ou milho, sob diferentes métodos e intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 3, p. 329–338, mar. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000300012>. Acesso em: 06 nov. 2021.
- BEN, J. R. *et al.* Resposta da aveia-preta à adubação nitrogenada em semeadura direta sobre pastagens nativas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p. 723–730, dez. 1998. <https://doi.org/10.1590/S0100-06831998000400018>. Acesso em: 06 nov. 2021.

BERNARDON, A. **Altura do pasto e adubação nitrogenada sobre a produção de forragem e eficiência no uso de nutrientes em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1622>. Acesso em: 17 out. 2021.

BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 187–190, jun. 2017. <https://doi.org/10.1590/1984-70332017v17n2s29>. Acesso em: 06 nov. 2021.

BORTOLI, A. L. de; SIMONETTI, A. P. M. M. Desenvolvimento inicial da soja sob o efeito da palhada de diferentes culturas. **Cultivando o Saber**, v. 12, n. 3, p. 62–69, 2019. <http://177.53.200.37/index.php/cultivando/article/view/945>. Acesso em: 06 nov. 2021.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Efeito de resíduos de plantas jovens de aveia preta em cobertura de solo no crescimento inicial do milho. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 6, p. 83–88, 31 ago. 2000. <http://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/448/414>. Acesso em: 06 nov. 2021.

BORTOLINI, P. C.; MORAES, A. de; CARVALHO, P. C. de F. Produção de forragem e de grãos de aveia branca sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6 suppl, p. 2192–2199, dez. 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000700005>. Acesso em: 06 nov. 2021.

BORTOLLI, M. A. de. **Adubação de sistemas: antecipação de adubação nitrogenada para a cultura do milho em integração lavoura-pecuária**. 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1729>. Acesso em: 17 out. 2021.

BORTOLLI, M. A. de. **Influência de períodos de pastejo em trigo duplo propósito sobre a decomposição e liberação de nutrientes da palhada em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2010. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/247>. Acesso em: 18 out. 2021.

BREMNER, J. M.; EDWARDS, A. P. Determination and Isotope-Ratio Analysis of Different Forms of Nitrogen in Soils: I. Apparatus and Procedure for Distillation and Determination of Ammonium¹. **Soil Science Society of America Journal**, v. 29, n. 5, p. 504, 1965. <https://doi.org/10.2136/sssaj1965.03615995002900050011x>. Acesso em: 06 nov. 2021.

BULEGON, L. G. *et al.* Incidência e dinâmica de populações de plantas daninhas na sucessão aveia/milho com uso de cama de aviário. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 2, p. 155–163, 30 jun. 2014. <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/374>. Acesso em 06 nov. 2021.

BUXTON, D. R. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. **Animal Feed Science and Technology**, v. 59, n. 1–3, p. 37–49, jun. 1996. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00885-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00885-3). Acesso em: 06 nov. 2021.

CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Relações lineares entre caracteres de aveia preta. **Ciência Rural**, v. 45, n. 6, p. 985–992, jun. 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140500>. Acesso em: 06 nov. 2021.

CARVALHO, C. A. B. *et al.* Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em coastcross submetido a pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 567–575, mar. 2001. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000300023>. Acesso em: 06 nov. 2021.

CARVALHO, F. I. F. de; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: UFPel, 2004.

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, ago. 2011. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000400006>. Acesso em: 06 nov. 2021.

CECCON, G.; GRASSI FILHO, H.; BICUDO, S. J. Rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) em densidades de plantas e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1723–1729, dez. 2004. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000600009>. Acesso em: 06 nov. 2021.

CERETTA, C. A. *et al.* Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 163–171, mar. 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832002000100017>. Acesso em: 06 nov. 2021.

COELHO, A. P. *et al.* Clorofilômetro portátil como forma de manejo da irrigação e adubação nitrogenada em aveia-branca. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 2, p. 2542–2553, 5 jun. 2018. <https://doi.org/10.7127/rbai.v12n200803>. Acesso em: 06 nov. 2021.

COLAÇO, A. F.; BRAMLEY, R. G. V. Do crop sensors promote improved nitrogen management in grain crops? **Field Crops Research**, v. 218, p. 126–140, abr. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.01.007>. Acesso em: 06 nov. 2021.

CORRÊA, J. C. *et al.* Aplicação superficial de diferentes fontes de corretivos no crescimento radicular e produtividade da aveia preta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1583–1590, ago. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400022>. Acesso em: 06 nov. 2021.

CRUSCIOL, C. A. C. *et al.* Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 481–489, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000200024>. Acesso em: 06 nov. 2021.

DALPIZZOL, F. **Produção forrageira e análise morfogênica da aveia preta (avena strigosa) sob diferentes doses e fontes de adubação nitrogenada de cobertura**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2016. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/184>. Acesso em: 7 nov. 2021.

DEMÉTRIO, J. V. **Rendimento de biomassa de genótipos de aveia submetidos a diferentes épocas de corte no sistema de integração lavoura-pecuária**. 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2009. Disponível em: <http://tede.unioeste.br:8080/tede/handle/tede/1344>. Acesso em: 6 nov. 2021.

DEMÉTRIO, J. V.; COSTA, A. C. T. da; OLIVEIRA, P. S. R. de. Produção de biomassa de cultivares de aveia sob diferentes manejos de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 198–205, jun. 2012. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000200011>. Acesso em: 06 nov. 2021.

EICHELMANN, H. *et al.* Adjustment of leaf photosynthesis to shade in a natural canopy: reallocation of nitrogen. **Plant, Cell and Environment**, v. 28, n. 3, p. 389–401, mar. 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2004.01275.x>. Acesso em: 06 nov. 2021.

FERREIRA, A. de O. *et al.* Desempenho de genótipos de milho cultivados com diferentes quantidades de palha de aveia-preta e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 173–179, fev. 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000200009>. Acesso em: 06 nov. 2021.

FONTANELI, R. S. *et al.* Gramíneas forrageiras anuais de inverno. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2. ed. Brasília-DF: Embrapa Trigo, 2012. p. 544. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/li/li01-forrageiras/cap4.pdf>. Acesso em: 17 out. 2021.

FRANÇA, L. F. **Avaliação agrônômica e econômica de sistemas de semeadura de aveia preta (Avena strigosa)**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba-SC, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/191948>. Acesso em: 17 out. 2021.

FREITAS, E. G. *et al.* Análise de dados longitudinais em experimentos com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 26, p. 93–16, 2008. http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v26/v26_n2/A6_Edjane.pdf. Acesso em: 06 nov. 2021.

GARCIA, A. C. **Estudo de diferentes parâmetros biofísicos de Panicum maximum cv. Mombaça e Uroclhoa brizantha cv. Marandú por radiometria direta e com o novo satélite Sentinel-2**. 2019. Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. DOI 10.11606/T.11.2019.tde-01082019-090709. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-01082019-090709/>. Acesso em: 18 out. 2021.

GRISE, M. M. *et al.* Avaliação do desempenho animal e do pasto na mistura aveia IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb) e ervilha forrageira (*Pisum arvense* L.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1085–1091, jun. 2002. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000500004>. Acesso em: 06 nov. 2021.

HIRAI, M. M. G. *et al.* Características de carcaça e qualidade da carne de novilhos terminados em pastagem de aveia branca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2617–2627, 2014. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744143019>. Acesso em: 06 nov. 2021.

IBGE. Produção da Pecuária Municipal. **Produção da Pecuária Municipal 2020**, v. 48, p. 1–12, 2020. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf. Acesso em: 06 nov. 2021.

KARDEC, A. **O Evangelho Segundo o Espiritismo**. 112. ed. Rio de Janeiro: Federação Espírita Brasileira - FEB, 1864.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Eficiência no uso do nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1033–1038, dez. 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000600007>. Acesso em: 06 nov. 2021.

KUBO, C. T. *et al.* Produtividade de soja em plantio direto em sucessão ao trigo, aveia branca, aveia preta com e sem adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, p. 235–240, 2007. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026573012>. Acesso em: 06 nov. 2021.

LAWLOR, D. W. *et al.* **Plant Nitrogen**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2001. p. 343–367. DOI 10.1007/978-3-662-04064-5_13. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-04064-5_13. Acesso em: 4 dez. 2021.

LEMAIRE, G. *et al.* Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. I. – Etude de l'effet du milieu. **EDP Sciences**, v. 4, p. 423–430, 1984. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00884655>. Acesso em: 06 nov. 2021.

LEVINSKI-HUF, F. **Adubação de sistemas e comportamento dos nutrientes em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3802>. Acesso em: 17 out. 2021.

LOPES, M. L. T. *et al.* 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**, v. 39, n. 5, p. 1499–1506, 15 maio 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000096>. Acesso em: 06 nov. 2021.

LOPES, M. L. T. *et al.* Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade da carcaça de novilhos superprecoces terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 178–184,

fev. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000100029>. Acesso em: 06 nov. 2021.

LUPATINI, G. C. *et al.* Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 11, p. 1939–1943, 1998. <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/5009>. Acesso em: 06 nov. 2021.

LUPATINI, G. C. *et al.* Produção de bovinos de corte em pastagem de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 2, p. 164–171, 27 jun. 2013. <https://doi.org/10.5216/cab.v14i2.21068>. Acesso em: 06 nov. 2021.

MACCARI, M. **A altura de dossel e a adubação nitrogenada da pastagem podem afetar a nutrição nitrogenada do milho, num sistema de integração lavoura pecuária?** 2016. 120 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1780>. Acesso em: 18 out. 2021.

MACHADO, L. A. Z. **Aveia: forragem e cobertura do solo**. Dourados-MS: Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000(Embrapa Agropecuária Oeste. Coleção Sistema Plantio Direto, 3). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/243576>. Acesso em: 17 out. 2021.

MANTAI, R. D. *et al.* Produtividade de Grãos de Aveia pela Adubação Nitrogenada e Análise de Componentes Adaptativos. *In*: CNMAC 2016 - XXXVI CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL, 14 abr. 2017. [S. l.: s. n.], 14 abr. 2017. DOI 10.5540/03.2017.005.01.0065. Disponível em: <https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/1234>. Acesso em: 18 out. 2021.

MARANHÃO, C. M. de A. *et al.* Características produtivas do capim-braquiária submetido a intervalos de cortes e adubação nitrogenada durante três estações. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 375–384, 25 out. 2010. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i4.8574>. Acesso em: 06 nov. 2021.

MARQUES, R. R. **Aplicação superficial de calcário e gesso em manejo conservacionista de solo para cultivo de amendoim e aveia branca**. 2008. 142 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Botucatu, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/99965>. Acesso em: 17 out. 2021.

MAZOCCO, L. A. **Avaliação de genótipos de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) para produção de forragem no bioma cerrado**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2019. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/24148>. Acesso em: 17 out. 2021.

MAZURKIEVICZ, G. **O desempenho forrageiro de cultivares de aveia e a proposição de combinações para elevada produtividade com adaptabilidade e estabilidade**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)

– Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul, Ijuí-RS, 2014. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/2397>. Acesso em: 18 out. 2021.

MILITÃO, É. R. **Adubação nitrogenada e cortes a intervalos fixos em três cultivares de aveia branca**. 2014. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2014. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/11368>. Acesso em: 18 out. 2021.

MOREIRA, A. L. *et al.* Avaliação da aveia preta e de genótipos de aveia amarela para produção de forragem. **Ars Veterinaria**, v. 21, p. 175–182, 2005. https://www.researchgate.net/publication/277108400_AVALIACAO_DA_AVEIA_PRETA_E_DE_GENOTIPOS_DE_AVEIA_AMARELA_PARA_PRODUCAO_DE_FORRAGEM. Acesso em: 06 nov. 2021.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com o afilhamento e o rendimento de grãos de aveia. **Ciência Rural**, v. 31, n. 2, p. 205–211, abr. 2001. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000200003>. Acesso em: 06 nov. 2021.

NITSCHKE, P. R. *et al.* **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina (PR): Instituto Agrônômico do Paraná, 2019. Disponível em: <http://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlas-climatico/atlas-climatico-do-parana-2019.pdf>. Acesso em: 19 out. 2021.

NORO, G. *et al.* Gramíneas anuais de inverno para produção de forragem: avaliação preliminar de cultivares. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 1, p. 35–40, 2003. <http://www.fagro.edu.uy/~agrociencia/index.php/directorio/article/view/382>. Acesso em: 06 nov. 2021.

OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. de S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1079–1087, ago. 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002000800005>. Acesso em: 06 nov. 2021.

PEREIRA, L. B. **Desempenho de bezerros mantidos em pastagem de aveia preta e azevém recebendo suplementação energética, advindos de pastagem de Tifton 85**. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/10876>. Acesso em: 17 out. 2021.

PIAZZETTA, R. G. *et al.* Características qualitativas da pastagem de aveia preta e azevém manejada sob diferentes alturas, obtida por simulação de pastejo. **Archives of Veterinary Science**, v. 14, n. 1, 3 dez. 2009. DOI 10.5380/avs.v14i1.12636. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/12636>. Acesso em: 17 out. 2021.

PILAU, A. *et al.* Desenvolvimento de novilhas de corte recebendo ou não suplementação energética em pastagem com diferentes disponibilidades de

forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1483–1492, out. 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000500008>. Acesso em: 06 nov. 2021.

PRIMAVESI, A. C. *et al.* Resposta da aveia branca à adubação em latossolo vermelho-amarelo em dois sistemas de plantio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 79–86, fev. 2004. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000100011>. Acesso em: 06 nov. 2021.

QUINTAL, S. S. R. **Melhoramento da goiabeira P. guajava via metodologia de modelos mistos**. 2013. 181 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2013. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2014/08/Silvana.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2021.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2019. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

RAMOS JUNIOR, E. U. *et al.* Crescimento de plantas de cobertura sob déficit hídrico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 47–56, 11 mar. 2013. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n1p47>. Acesso em: 06 nov. 2021.

RESTLE, J. *et al.* Eficiência e desempenho de categorias de bovinos de corte em pastagem cultivada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, p. 397–404, 1998. <http://www.sbz.org.br/revista/artigos/2090.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2021.

RESTLE, J. *et al.* Produtividade animal e retorno econômico em pastagem de aveia preta mais azevém adubada com fontes de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 357–364, abr. 2000. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000200006>. Acesso em: 06 nov. 2021.

RHODEN, A. C. **Adubação de sistemas: nitrogênio em pastagem hibernal e cultivo de feijão em integração lavoura-pecuária**. 2019. 167 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4404>. Acesso em: 17 out. 2021.

RISSI, B. F. **Produção animal em sistema de integração lavoura-pecuária em função de intensidade de pastejo e antecipação de adubação nitrogenada**. 2015. 58 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2343>. Acesso em: 18 out. 2021.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª edição revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, G. O. *et al.* Relação folha-colmo de brachiaria brizantha fertirrigada com efluente de esgoto tratado. **Revista Interface Tecnológica**, v. 11, n. 1, p. 91–105, 2014. <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/93>. Acesso em: 06 nov. 2021.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. da. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 35–47, jan. 2008. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000100005>. Acesso em: 06 nov. 2021.

SILVA, M. de A. *et al.* Pigmentos fotossintéticos e índice SPAD como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 173–181, 2013. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15057>. Acesso em: 06 nov. 2021.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Nutrição e produtividade de grãos da aveia-preta em função da aplicação de calcário e gesso em superfície na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 715–725, abr. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000200026>. Acesso em: 06 nov. 2021.

TAFERNABERRI JUNIOR, V. **Avaliação agrônômica e caracterização morfológica de linhagens de Avena sativa L. e Avena strigosa S. em duas regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/90295>. Acesso em: 17 out. 2021.

TATTO, W. H. **Altura de pasto e adubação nitrogenada afetam os atributos físicos do solo, plantabilidade e produtividade da soja no sistema de integração lavoura - pecuária?** 2017. 194 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2368>. Acesso em: 17 out. 2021.

TEDESCO, M. J.; CLESIO, G. Conjunto modulado em vidro para destilação a vapor de amônia pelo método Kjeldahl. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 3, p. 61–63, 1979. .

TEDESCO, M. J. *et al.* **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de solos: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

TILP, A. M. dos S. **A importância da gestão de custos na bovinocultura de corte do estado de Rondônia: estudo de caso da Fazenda Brasil Fronteira**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Cacoal, 2009. Disponível em: <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/1686>. Acesso em: 17 out. 2021.

WOLFF, W. M.; FLOSS, E. L. Correlação entre teores de nitrogênio e de clorofila na folha com o rendimento de grãos de aveia branca. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1510–1515, set. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000600003>. Acesso em: 06 nov. 2021.